



Российская Академия Наук

ТРУДЫ

Кольского научного центра РАН

3/2019 (10)

ОКЕАНОЛОГИЯ

выпуск 6

Апатиты
2019

0+

3/2019 (10)

Российская Академия Наук

0+

ТРУДЫ

Кольского научного центра

УДК 551.46
ISSN 2307-5252

ОКЕАНОЛОГИЯ

выпуск 6

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.3

Научно-информационный журнал

Основан в 2010 году
Выходит 11 раз в год

Учредитель — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»

Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ № ФС77-58457 от 25.06.2014
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Главный редактор, председатель Редакционного совета
С. В. Кривовичев, чл.-корр. РАН, д. г.-м. н., проф.

Заместитель главного редактора
В. К. Жиров, чл. - корр.

Редакционный совет:
академик Г. Г. Матишов,
чл. - корр. А. И. Николаев,
д. э. н. Ф. Д. Ларичкин
д. т. н. В. А. Путилов,
д. ф. - м. н. Е. Д. Терещенко,
к. т. н. А. С. Карпов (отв. секретарь)

Редакционная коллегия серии «Океанология»:
академик РАН Г. Г. Матишов (отв. редактор),
д. б. н. П. Р. Макаревич (зам. отв. редактора),
д. г. н. В. В. Денисов,
д. г. н. С. Л. Дженюк,
д. г.-м. н. Г. А. Тарасов,
д. б. н. М. В. Макаров,
к. б. н. О. В. Карамушко,
к. г. н. Г. В. Ильин,
к. б. н. Д. Г. Ишкулов,
к. г. н. Д. В. Моисеев

Научное издание

Ответственный за выпуск: Д. Г. Ишкулов
Технический редактор В. Ю. Жиганов
Подписано к печати 28.05.2019.
Дата выхода в свет 02.09.2019.
Формат бумаги 70×108 1/16.
Усл. печ. л. 10.06. Заказ № 19. Тираж 300 экз.
Свободная цена.

Адрес учредителя, издателя и типографии:
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Кольский научный центр РАН»
184209, г. Апатиты, Мурманская обл.,
ул. Ферсмана, 14
Тел.: (81555) 7-53-50; 79-5-95, факс: (81555) 76425
E-mail: ksc@ksc.ru. www.ksc.ru, naukaprint.ru

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Митяев М.В., Герасимова М.В., Павлова Л.Г. Взвесь и потоки осадочного вещества в губах Карельского побережья в 2016–2018 годах	5
Ишкулова Т.Г., Пастухов И.А. Современное гидрохимическое состояние акватории Кольского залива в осенний период ...	13
Кудрявцева О.Ю. Характеристика прибрежных сообществ рыб в губах Восточного Мурмана в летне-осенний период 2018 года	22
Павлова Л.В., Ахметчина О.Ю., Гарбуль Е.А., Дикаева Д.Р., Зимина О.Л., Носкович А.Э., Фролов А.А., Фролова Е.А. Современное состояние зообентоса сублиторали Кольского залива (Баренцево море)	35
Фролова Е.А., Дикаева Д.Р. Видовой состав, количественные характеристики и экологическое состояние полихет сублиторали Кольского залива по данным 2017 года	75
Дикаева Д.Р., Фролова Е.А. Фауна и количественное распределение полихет в западной части Баренцева моря в ноябре 2017 года	89
Горяев Ю.И. Распределение морских млекопитающих в Баренцевом море в апреле–мае 2018 года	95
Горяев Ю.И. Орнитофауна Баренцева моря в весенний период 2018 года	104

3/2019 (10)

UDC 551.46
ISSN 2307-5252

Russian Academy of Sciences

0+

TRANSACTIONS

Kola Science Centre

OCEANOLOGY

series 6

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.3

Editor-in-Chief: S. V. Krivovichev,
Corr. Member of the RAS, Prof.

Deputy Editor-in-Chief:
V. K. Zhiron, Cor. Member of RAS

Editorial Council:

G. G. Matishov, Acad. of RAS,
A. I. Nikolaev, Cor. Member of RAS,
F. D. Larichkin, Dr. Sc. (Economics),
V. A. Putilov, Dr. Sc. (Engineering),
E. D. Tereshchenko, Dr. Sc.
(Physics and Mathematics),
A. S. Karpov PhD (Engineering) –
Executive Secretary

Editor-in-Chief of "Oceanology" Series:

G. G. Matishov, Acad. of RAS – Editor-in-Chief,
P. R. Makarevich, Dr. Sci. (Biology) – Deputy
Editor-in-Chief,
V. V. Denisov, Dr. Sci. (Geography),
S. L. Dzhenyuk, Dr. Sci. (Geography),
G. A. Tarasov, Dr. Sci. (Geology and Mineralogy),
M. V. Makarov, Dr. Sci. (Biology),
O. V. Karamushko, PhD (Biology),
G. V. Ilyin, PhD (Geography),
D. G. Ishkulov, PhD (Biology),
D. V. Moiseev, PhD (Geography)

14, Fersman str., Apatity, Murmansk region,
184209, Russia
Tel. (81555) 7-53-50; 79-5-95, Fax: (81555) 76425
E-mail: ksc@ksc.ru. www.ksc.ru, naukaprint.ru

CONTENTS

	Page
Mityaev M.V., Suspension and sediment flows in the bays of Gerasimova M.V., the Karelian coast in 2016–2018 Pavlova L.G.	5
Ishkulova T.G., The current hydrochemical state of the Kola Bay Pastukhov I.A. water area in autumn	13
Kudryavtseva O.Yu. Characteristics of coastal fish communities in the bays of Eastern Murman during summer and autumn 2018	22
Pavlova L.V., The new data on the benthos condition of the Akhmetchina O.Yu., Kola Bay (Barents Sea)	35
Garbul E.A., Dikaeva D.R., Zimina O.L., Noskovich A.E., Frolov A.A., Frolova E.A.	
Frolova E.A., The species composition, quantitative Dikaeva D.R. characteristics and environmental status of polychaetes in the sublittoral of the Kola Bay, according to 2017	75
Dikaeva D.R., Fauna and quantitative distribution of polychaeta Frolova E.A. in the western Barents Sea in November 2017 ...	89
Goryaev Yu.I. Distribution of marine mammals in the Barents Sea in April and May 2018	95
Goryaev Yu.I. Bird fauna in the Barents Sea in springtime 2018 ...	104

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.3.5-13
УДК 551.465 (268.45)

М.В. Митяев, М.В. Герасимова, Л.Г. Павлова

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

ВЗВЕСЬ И ПОТОКИ ОСАДОЧНОГО ВЕЩЕСТВА В ГУБАХ КАРЕЛЬСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ В 2016–2018 ГОДАХ

Аннотация

В летне-осенний период 2016–2018 гг. проведены исследования концентраций, валового запаса взвешенного вещества и потоков рассеянного осадочного вещества (вертикальных и латеральных) в толще воды в трех губах Карельского побережья. Выявлено, что суммарное осаждение взвешенного вещества на дно за сутки в среднем составляло 4.8 ± 0.4 т, из них взвешенного органического вещества – 1.48 ± 0.13 т, в это же время из губ за сутки в среднем выносилось 0.275 ± 0.01 т взвешенного вещества, из них 0.165 ± 0.015 т взвешенных органических веществ.

Ключевые слова:

взвешенное вещество, валовой запас взвеси, вертикальный поток, латеральный поток, Карельское побережье.

M.V. Mityaev, M.V. Gerasimova, L.G. Pavlova

Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russia

SUSPENSION AND SEDIMENT FLOWS IN THE BAYS OF THE KARELIAN COAST IN 2016–2018

Abstract

In the summer-autumn period of 2016–2018 studies of concentrations, gross suspended matter and streams of dispersed sedimentary substances (vertical and lateral) in the water column of three bays of the Karelian coast were conducted. It was revealed that the total sedimentation of suspended matter at the bottom per day in three bays averaged 4.8 ± 0.4 tons, of which suspended organic matter – 1.48 ± 0.13 tons, while on average, 0.275 ± 0.01 tons of suspended weights were removed from these bays substances, of which 0.165 ± 0.015 tons of suspended organic matter.

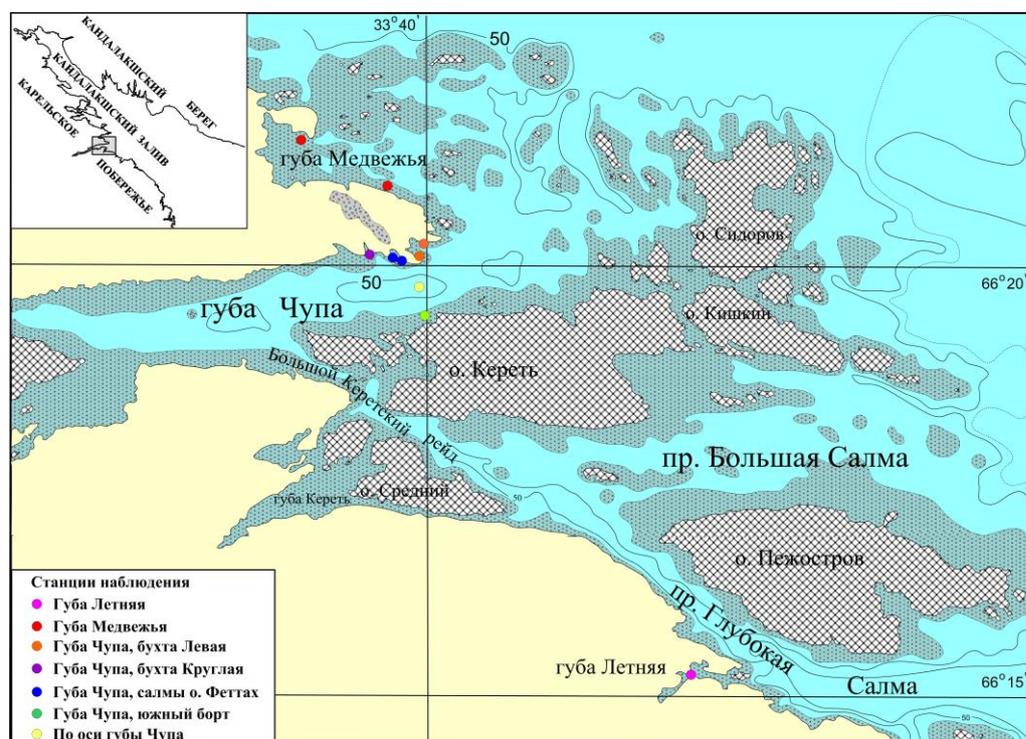
Keywords:

suspended matter, gross suspension stock, vertical flow, lateral flow, Karelian coast.

В настоящее время основная часть седиментологических исследований морских вод сосредоточена на всестороннем изучении взвешенного вещества и вертикальных потоков вещества на дно морей (Система ..., 2013). Благодаря разработанному в Мурманском морском биологическом институте КНЦ РАН прибору учета латерального потока осадочного вещества (ПУЛПОВ; Прибор ..., 2017), впервые удалось

получить натурные данные по количеству взвеси, участвующей в латеральном перемещении вещества. Целью исследований было синхронное наблюдение за изменениями концентрации взвешенного вещества, вертикальных и латеральных потоков рассеянного осадочного вещества в губах Карельского побережья, что актуально в связи с небольшим количеством аналогичных натуральных данных по арктическим побережьям.

Материал и методы. Исследования проводились в трех губах Карельского побережья (рисунок) с мая по октябрь в 2016–2018 гг. В течение 3 лет получено 60 проб из малых седиментационных ловушек и 60 проб из ПУЛПОВ. Проведено 60 определений запасов взвешенного вещества и взвешенного органического вещества в толще воды, для чего было отобрано и обработано 360 проб морской воды.



Карта-схема района работ
Area map

Для изучения вертикальных потоков осадочного вещества была использована малая седиментационная ловушка. Установка ловушек осуществлялась стандартным способом (Лукашин, 2008) на глубине моря 13 м (в отлив). После их подъема осадочное вещество осаждалось и исследовалось стандартным методом (Митяев, Герасимова, 2010). Концентрация взвешенного вещества изучалась на шести горизонтах

(поверхностный – 0.5 м и на глубине 5, 10, 15, 30 и 50 м). Определение концентрации взвешенного вещества выполнялось в лабораторных условиях стандартным методом на ядерных лавсановых фильтрах с размером пор 0.45 мкм (Лукашин, 2008; Митяев, Герасимова, 2010). Исследование латеральных потоков проводили с помощью прибора ПУЛПОВ. Прибор устанавливался на растяжке в 5 м от дна с экспозицией не более 1 сут. После поднятия ПУЛПОВ морскую воду сливали в чистые емкости для последующей вакуумной фильтрации аналогично методике, используемой при определении концентраций взвешенного вещества.

Для определения концентрации взвешенного органического вещества использовался метод мокрого сжигания, основанный на окислении органического вещества с помощью смеси бихромата калия и концентрированной серной кислоты, известный как метод Вэлкли–Блэка или метод Тюрина, апробированный к морской воде (Бергер и др., 2016).

Результаты и обсуждение. Концентрация взвешенного вещества и взвешенного органического вещества в толще воды. Средняя концентрация взвешенного вещества в летне-осенние периоды 2016–2018 годов составляла 0.94 ± 0.06 мг/л ($n = 180$), изменяясь от 0.25 до 2.73 мг/л. Наблюдалось два типа распределения взвешенного вещества в толще воды:

первый характеризовался высокой концентрацией взвешенного вещества в верхнем 5-метровом слое с резким снижением на 10-метровом горизонте, ниже которого располагался слой с низкой концентрацией взвешенного вещества и четко выраженный придонный слой повышенных концентраций взвешенного вещества;

второй – концентрации взвешенного вещества снижались от поверхности к 5-метровому горизонту, с последующим постепенным их увеличением до придонного слоя, без выраженного слоя с повышенными концентрациями взвешенного вещества.

Наблюдались значительные различия в средних концентрациях взвешенного вещества по губам (табл. 1): Чупа – 0.92 ± 0.05 мг/л ($n = 132$), Медвежья – 0.72 ± 0.1 мг/л ($n = 24$), Летняя – 1.12 ± 0.12 мг/л ($n = 24$).

Средняя концентрация взвешенного органического вещества в летне-осенние периоды 2016–2018 гг. составляла 0.409 ± 0.025 мг/л, изменяясь от 0.124 до 0.955 мг/л ($n = 180$). Преобладал один тип распределения взвешенного органического вещества в толще воды – резкое увеличение его концентрации на 5-метровом горизонте, выше и ниже “жидкого дна” располагались слои воды с низкой концентрацией, в целом от 5-метрового горизонта до дна (независимо от глубины моря) концентрация взвешенного органического вещества постепенно снижалась. В губах Чупа и Медвежья больших различий в средних концентрациях взвешенного органического вещества не наблюдалось (0.481 ± 0.061 и 0.465 ± 0.041 мг/л соответственно), в губе Летняя средняя концентрация была ниже – 0.315 ± 0.031 мг/л (табл. 1).

Таблица 1

**Средние концентрации взвешенного вещества
и взвешенного органического вещества, мг/л**

Table 1

Average concentrations of suspended matter and suspended organic matter, mg/l

Губы Карельского побережья	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	ВВ	ВОВ	ВВ	ВОВ	ВВ	ВОВ
Чупа	0.84±0.08	0.401±0.06	0.85±0.09	0.477±0.11	1.14±0.14	0.568±0.04
Медвежья	0.62±0.05	0.365±0.08	0.91±0.12	0.607±0.13	0.72±0.10	0.424±0.02
Летняя	1.13±0.12	0.305±0.04	1.49±0.18	0.384±0.06	0.73±0.09	0.253±0.02

ПРИМЕЧАНИЕ. Здесь и в таблицах 2–4: ВВ – взвешенное вещество, ВОВ – взвешенное органическое вещество; концентрации приведены с указанием ошибки среднего.

Валовой запас взвешенного вещества в толще воды над 1 м² дна в среднем составлял 12.1±0.5 г (n = 60), изменяясь от 6.2 до 24.9 г. В течение трех лет средние значения валового запаса взвешенного вещества постепенно увеличивались: 2016 г. – 11.5±0.6 г/м² (n = 20), 2017 г. – 12.1±1.0 г/м² (n = 20), 2018 г. – 12.8±1.2 г/м² (n = 20). Валовой запас взвешенного органического вещества в среднем составлял 3.4±0.1 г/м² (n = 60), во времени мало изменялся: 2016 г. – 3.3±0.1 г/м² (n = 20), 2017 г. – 3.4±0.2 г/м² (n = 20), 2018 г. – 3.5±0.3 г/м² (n = 20). Наибольшие изменения валового запаса взвешенного вещества и взвешенного органического вещества наблюдались в губе Летняя (табл. 2). Возможно, снижение их валового запаса в губе связано с резким падением летнего пресного стока. Так в 2016 г. суммарный летний сток (110 сут.) р. Летняя и ручья Летний составлял 0.11 км³, в 2017 г. (110 сут.) – 0.12 км³, в 2018 г. (100 сут.) – менее 0.01 км³, а средняя концентрация взвешенного вещества в этих водотоках снизилась с 2.15 до 1.16 мг/л.

Более низкая концентрация и, как следствие, валовой запас взвешенного вещества в губе Медвежья, вероятно, связана с относительной изолированностью губы от сопредельных акваторий (отделена от губы Чупа и Кив-губы цепочкой островов). В целом концентрации взвешенного вещества и взвешенного органического вещества в толще воды в 2016–2018 гг. сопоставимы с ранее установленными концентрациями взвешенного вещества в районе исследований (Бергер, Митяев, 2012; Митяев и др., 2017). В 2016–2018 годах в трех указанных губах побережья в толще воды в среднем содержалось 350±20 т рассеянного осадочного вещества, из них 90±12 т взвешенного органического вещества.

Таблица 2

**Средние значения валового запаса взвешенного вещества
и взвешенного органического вещества, г/м²**

Table 2

Average values of gross suspended matter and suspended organic matter, g/m²

Губы Карельского побережья	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	ВВ	ВОВ	ВВ	ВОВ	ВВ	ВОВ
Чупа	11.3±0.6	3.3±0.2	11.2±1.2	3.2±0.3	13.9±1.4	3.8±0.3
Медвежья	9.5±0.7	3.1±0.2	11.1±0.9	3.6±0.3	9.2±0.7	3.0±0.2
Летняя	17.4±1.8	3.6±0.4	20.2±1.4	4.1±0.3	10.1±0.3	2.1±0.1

Вертикальные потоки рассеянного осадочного вещества на дно.

В летне-осенние периоды 2016–2018 гг. значения вертикального потока осадочного вещества изменялись от 122 до 1369 мг/м² в сутки, в среднем составляя 420±47 мг/м² в сутки (n = 60). Такие значения вертикального потока сопоставимы с ранее установленными значениями для бухт и мелководных прибрежных частей губы Чупа (Митяев и др., 2017). В течение трех лет (20 наблюдений в год) средние значения вертикального потока в районе были почти одинаковыми: 2016 г. – 407±54, 2017 г. – 429±86, 2018 г. – 422±119 мг/м² в сутки. Достоверные отличия наблюдались только в губе Летняя (табл. 3).

Таблица 3

**Средние значения вертикального потока взвешенного вещества
и взвешенного органического вещества, мг/м² в сутки**

Table 3

**Average values of the vertical flow of suspended matter
and suspended organic matter, mg/m²/day)**

Губы Карельского побережья	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	ВВ	ВОВ	ВВ	ВОВ	ВВ	ВОВ
Чупа	440±74	146±31	451±119	140±30	467±134	131±32
Медвежья	283±36	102±8	320±84	108±31	278±81	80±17
Летняя	425±55	99±13	479±67	98±15	308±72	66±12

Наиболее низкие значения вертикального потока наблюдались в губе Медвежья (табл. 3), что, вероятно, связано с небольшим запасом рассеянного осадочного вещества в толще воды. В губах Чупа и Летняя средние значения вертикального потока достоверно не отличаются (табл. 3), но если в губе Летняя значения вертикального потока в сутки не превышали 0.5 г/м², то в отдельных районах губы Чупа они были более 1 г/м².

Среднее значение вертикального потока взвешенного органического вещества в 2016–2018 гг. составляло 125±18 мг/м² в сутки, изменяясь от 43 до 285 мг/м² в сутки. Максимальный поток взвешенного органического

вещества наблюдался в губе Чупа (табл. 3) – в среднем 139 ± 16 мг/м² в сутки, что несколько выше значений его потока в бортах и бухтах губы, установленных ранее (Митяев и др., 2017). В губах Медвежья и Летняя средние значения потока взвешенного органического вещества достоверно не отличались (97 ± 12 и 87 ± 13 мг/м² в сутки соответственно). В 2016 и 2017 годах средние значения вертикального потока взвешенного органического вещества по трем губам были одинаковыми – 132 ± 21 и 129 ± 22 мг/м² в сутки соответственно, а в 2018 г. среднее значение потока уменьшилось – 115 ± 22 мг/м² в сутки. Особенно сильно снизились значения потока взвешенного органического вещества в губе Летняя (табл. 3).

Количество взвешенного осадочного вещества, участвующего в осадконакоплении, от валового запаса взвешенного вещества в толще воды губ, составляет: Чупа – 3.7 ± 0.2 %, Медвежья – 3.0 ± 0.1 %, Летняя – 2.5 ± 0.3 %, что значительно меньше ранее наблюдавшихся показателей. Этот же показатель для органического вещества, от валового запаса взвешенного органического вещества в толще воды, следующий: губа Чупа – 3.0 ± 0.4 %, губа Медвежья – 2.3 ± 0.4 %, губа Летняя – 2.2 ± 0.2 %, что в 1.5–2 раза больше ранее наблюдавшихся показателей в губе Чупа (1.4 ± 0.3 % в 2010–2014 гг.; Митяев и др., 2012, 2017).

Полученные данные дают основание оценить суммарное осаждение взвешенного вещества на дно за сутки в трех губах побережья в летне-осенние периоды 2016–2018 гг. в 4.8 ± 0.4 т, из них взвешенного органического вещества – 1.48 ± 0.13 т. Основная масса рассеянного вещества осаждалась в губе Чупа (2.9 – 3.1 т/сут. – взвешенное вещество, из них 0.85 – 0.95 т/сут. – взвешенное органическое вещество), меньше всего взвешенного вещества – в губе Летняя (0.28 – 0.45 т/сут. – взвешенное вещество, из них 0.06 – 0.09 т/сут. – взвешенное органическое вещество).

Латеральные потоки взвешенного осадочного вещества.

В период исследований среднее значение латерального потока составляло 99 ± 8 г/сут. взвешенного вещества ($n = 60$) через вертикальное сечение шириной в 1 м (при средней глубине моря в прилив–отлив 13 м), изменяясь от 37 до 199 г/сут. В 2016, 2017 и 2018 годах средние значения латерального потока были сопоставимы – 92 ± 13 , 96 ± 17 и 109 ± 15 г/сут. соответственно. Минимальные значения латерального потока взвешенного вещества наблюдались в губе Чупа – в среднем 91 ± 11 г/сут., в губах Медвежья и Летняя они достоверно не отличались (116 ± 3 и 120 ± 14 г/сут. соответственно). В губе Медвежья в течение трех лет этот показатель был неизменным (табл. 4). В то же время в губах Чупа и Летняя данный показатель увеличивался, но в губе Летняя различия значений латерального потока взвешенного вещества были достоверны, а в губе Чупа достоверных отличий не было (табл. 4).

Таблица 4

Средние значения латерального потока взвешенного вещества
и взвешенного органического вещества, г/сут.

Table 4

Average values of the lateral flow of suspended matter
and suspended organic matter, g/day

Губы Карельского побережья	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	ВВ	ВОВ	ВВ	ВОВ	ВВ	ВОВ
Чупа	83±19	43±6	88±27	47±4	101±19	56±7
Медвежья	116±3	89±11	117±2	76±9	115±3	62±5
Летняя	96±9	42±3	107±12	47±2	156±29	53±4

Значения латерального потока, направленного в открытую акваторию моря, всегда были больше, чем аналогичные значения потока, направленного в глубь губ. В среднем за сутки через сечение шириной в 1 м в сторону открытой акватории моря перемещалось 21±2 г взвешенного вещества. Во всех губах значения выноса взвешенного вещества через сечение шириной в 1 м сопоставимы: Чупа – 19±3, Медвежья – 26±6, Летняя – 28±7 г/сут. Максимальные значения выноса взвешенного вещества наблюдались вдоль южных бортов губ Чупа и Медвежья (до 50 г/сут.), наименьшие – вдоль северного борта губы Чупа – 1–3 г/сут.

Среднее значение латерального потока взвешенного органического вещества в 2016–2018 гг. соответствовало 57±6 г/сут. не изменяясь во времени (2016 г. – 58±16, 2017 г. – 57±10, 2018 г. – 57±10 г/сут.). Максимальные значения латерального потока взвешенного органического вещества наблюдались в губе Медвежья, в губе Чупа и Летняя средние значения латерального потока были примерно одинаковы (табл. 4). В среднем за сутки в сторону открытой акватории моря перемещалось 14±2 г взвешенного органического вещества. Достоверных отличий в выносе органического вещества между губами не наблюдалось (Чупа – 11±4, Медвежья – 19±6 и Летняя – 13±6 г/сут.).

В каждой точке наблюдения масштаб латерального перемещения взвешенного вещества и взвешенного органического вещества больше вертикального потока на дно в сотни раз (в среднем в 300±40 и 570±80 соответственно). При этом количество перемещенной взвеси в сторону открытой акватории моря в среднем в 65±10 раз больше количества взвешенного вещества аккумулирующегося на дно, а взвешенного органического вещества – в 140±20 раз. В среднем из трех губ за сутки выносилось 0.275±0.01 т взвешенного вещества, из них 0.165±0.015 т взвешенного органического вещества.

Заключение. Средняя концентрация взвешенного вещества в толще воды в трех губах Карельского побережья в 2016–2018 гг. была типичной для прибрежных вод Белого моря и не отличалась от его среднемноголетних концентраций в районе исследований (Бергер,

Митяев, 2012; Митяев и др., 2017). При этом концентрация взвешенного органического вещества была достаточно низкой и не превышала 0.5 мгС/л. В 2016–2018 годах, независимо от изменения валового запаса взвешенного вещества, в осадконакоплении участвовало 3 ± 0.2 % взвешенного вещества и 2.5 ± 0.1 % рассеянного органического вещества. Если за три летне-осенних сезона в трех губах побережья общее количество аккумулярованного взвешенного вещества превышает 1.7 млн т (из них более 0.5 млн т – взвешенное органическое вещество), то в 2016 г. взвешенного вещества отложилось 560 ± 10 т (190 т – взвешенное органическое вещество), в 2017 г. – 600 ± 13 т (180 т – взвешенное органическое вещество), в 2018 г. – 570 ± 12 т (160 т – взвешенное органическое вещество).

За это же время общее количество вынесенного из губ взвешенного вещества можно оценить в 100 ± 6 т, а взвешенного органического вещества – в 60 ± 4 т. Несмотря на существенные различия в количестве аккумулярованного и вынесенного взвешенного вещества, внутри губ побережья масштаб латерального перемещения взвешенного вещества в среднем интенсивнее вертикального потока осадочного вещества на дно в 300 ± 40 раз, а взвешенного органического вещества – в 570 ± 80 раз.

Работа выполнена по теме 9-18-03 “Вертикальные и латеральные потоки осадочного вещества в береговых зонах Баренцева и Белого морей в условиях изменяющейся природной среды и климата” (№ госрегистрации АААА-А18-118030690060-6) в рамках государственного задания № 0228-2019-0014.

Литература

Бергер В.Я., Митяев М.В. Сезонные и межгодовые изменения концентрации органических веществ в сестоне Белого моря // Вопросы промысловой океанологии. 2012. Вып. 9, № 2. С. 123–124.

Бергер В.Я., Митяев М.В., Сухотин А.А. Опыт использования метода мокрого сжигания для определения концентрации взвешенных органических веществ в морской воде // Океанология. 2016. Т. 56, № 2. С. 328–332.

Лукашин В.Н. Седиментация на континентальных склонах под влиянием контурных течений. М.: ГЕОС, 2008. 250 с.

Митяев М.В., Герасимова М.В. Современные экзогенные процессы. Карельский берег Кандалакшского залива Белого моря. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2010. 102 с.

Митяев М.В., Герасимова М.В., Дружкова Е.И. Вертикальные потоки осадочного вещества в губе Дальнезеленечкая (Мурманское побережье Баренцева моря) и губе Чупа (Карельское побережье Белого моря) // Океанология. 2012. Т. 52, № 1. С. 121–130.

Митяев М.В., Герасимова М.В., Бергер В.Я. Взвесь и вертикальные потоки осадочного вещества в заливах Мурманского берега Баренцева моря и Карельского берега Белого моря // Океанология. 2017. Т. 57, № 2. С. 339–347.

Прибор учета латерального потока осадочного вещества: патент № 173672 РФ: МПК⁵¹ G 01 № 1/10 / М.В. Митяев; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН. № 2017115950; заявл. 04.05.2017; опубл. 05.09.2017. Бюл. № 25. 8 с.

Система Белого моря. В 4-х т. Т. III. Рассеянный осадочный материал, потоки вещества, микробные процессы и загрязнения атмосферы / Отв. ред. А.П. Лисицын. М.: Научный мир, 2013. 668 с.

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.3.13-22
УДК 551.464.32

Т.Г. Ишкулова, И.А. Пастухов

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АКВАТОРИИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА В ОСЕННИЙ ПЕРИОД

Аннотация

Работа посвящена анализу результатов гидрохимических исследований ММБИ КНЦ РАН в Кольском заливе в конце октября 2017 г. С помощью стандартных гидрохимических методов были определены концентрации кислорода, кремния, минеральных форм фосфора и азота. Описано распределение этих гидрохимических параметров в условиях осеннего периода. Приведены результаты статистического анализа. Показано, что основными факторами, влияющими на распределение величин этих параметров, являются гидрофизические явления, речной сток в залив и хозяйственная деятельность.

Ключевые слова:

Кольский залив, биогены, кислород, рН, гидрохимия.

T.G. Ishkulova, I.A. Pastukhov

Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russia

THE CURRENT HYDROCHEMICAL STATE OF THE KOLA BAY WATER AREA IN AUTUMN

Abstract

The paper is devoted to the analysis of the results of hydrochemical studies of MMBI KSC RAS in the Kola Bay at the end of October 2017. Determination of oxygen, silicon, mineral forms of phosphorus and nitrogen concentrations was carried out by standard hydrochemical methods. Spatial distribution of the parameters noted above is described. The results of the statistical analysis are given. It was shown that the main factors affecting the distribution of these parameters are hydrophysical phenomena, river discharge into the bay and economic activity.

Keywords:

Kola Bay, nutrients, oxygen, pH, hydrochemistry.

Введение. Биогенные элементы, их концентрация, распределение и сезонная динамика оказывают значительное влияние как на отдельные компоненты водных экосистем, так и на экосистемы в целом. Кольский залив – зона взаимодействия морских и континентальных вод, а также район, находящийся под интенсивной антропогенной нагрузкой. Недостаточная изученность содержания и распределения биогенных элементов и их влияния на экосистему Кольского залива создает существенный пробел в представлении об экологическом состоянии данного водоема. В первую очередь это касается компонентов фитопланктонного комплекса – основного потребителя биогенных элементов, поэтому связь гидрохимических параметров и состояния сообщества микроводорослей не только непосредственная, но и носит двусторонний характер. С одной стороны, изменения в концентрации биогенных веществ влияют на биомассу и видовое разнообразие фитопланктона, с другой стороны, массовое развитие тех или иных таксонов микроводорослей может в значительной степени влиять на химическое состояние водных масс акватории. Поэтому изучение состава и соотношения гидрохимических параметров поможет получить актуальную картину функционирования всей водной экосистемы Кольского залива. Особо следует подчеркнуть важность изучения динамики распределения биогенных элементов, в частности их накопление в концентрациях, превышающих ПДК.

Материал и методы. В данной работе анализируются результаты гидрохимических исследований, полученных в ходе экспедиции Мурманского морского биологического института Кольского научного центра РАН на НИС “Дальние Зеленцы” в Кольском заливе 28–31 октября 2017 г. (рис. 1).

В Кольском заливе на 11 комплексных станциях отобрано 45 проб морской воды на стандартных горизонтах – 0, 10, 25, 50, 100 м, дно. Определение гидрохимических параметров проводили следующими методами (Справочник ..., 1991):

Винклера – растворенный в воде кислород,

Морфи-Райли – минеральный фосфор ($P-PO_4^{3-}$),

Королева – растворенный кремний ($Si-SiO_3^{2-}$),

Бендшнайдера и Робинсона – нитритный азот ($N-NO_2^-$) и нитратный азот ($N-NO_3^-$).

Измерение оптической плотности биогенных элементов осуществляли на фотоколориметре КФК-2. Водородный показатель определяли электрометрическим методом на иономере И-500 (Руководство ..., 1993). Полученные статистические данные представлены в таблице.

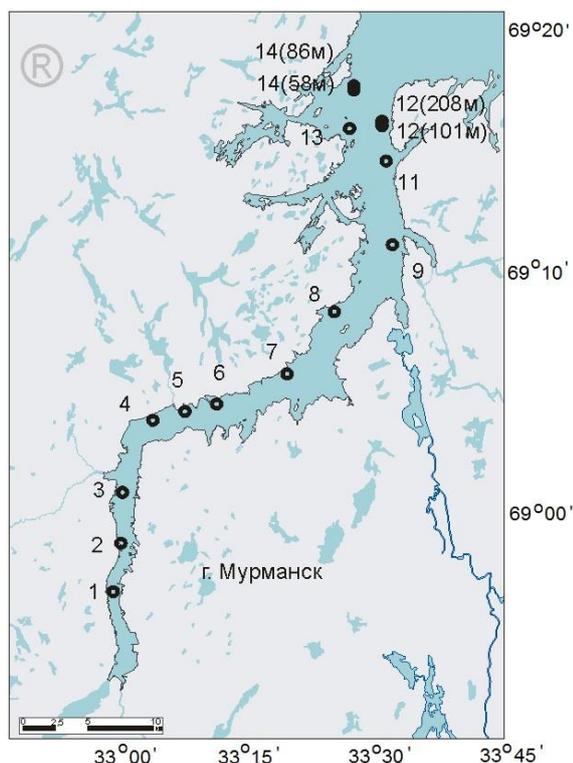


Рис. 1. Карта-схема станций гидрохимических исследований в октябре 2017 г.
 Fig. 1. Map of hydrochemical research stations (October 2017)

**Гидрохимические характеристики водных масс
 Кольского залива в октябре 2017 г.
 Hydrochemical characteristics of the water masses
 of the Kola Bay in October 2017**

Характеристика	Южное колено	Среднее колено	Северное колено
O ₂ , мг/л	<u>8.94–10.00</u> 9.39±0.4	<u>9.28–10.64</u> 9.62±0.43	<u>9.23–10.02</u> 9.52±0.22
O ₂ , % насыщения	<u>82–93</u> 90±4	<u>91–99</u> 95±2	<u>91–99</u> 95±2
pH	<u>7.67–7.92</u> 7.83±0.09	<u>7.87–8.04</u> 7.99±0.06	<u>7.99–8.23</u> 8.08±0.06
Si–SiO ₃ , мкг-ат/л	<u>2.9–19.98</u> 5.97±0.65	<u>1.84–5.82</u> 2.99±1.40	<u>1.60–12.73</u> 3.83±2.80
N–NO ₂ ⁻ , мкг-ат/л	<u>0.02–0.07</u> 0.04±0.02	<u>0.02–0.14</u> 0.06±0.04	<u>0.04–0.26</u> 0.13±0.07
N–NO ₃ ⁻ , мкг-ат/л	<u>2.15–3.09</u> 2.60±0.33	<u>0.52–3.16</u> 2.23±0.90	<u>0.22–3.52</u> 1.97±0.86
P–PO ₄ ³⁻ , мкг-ат/л	<u>0.41–1.43</u> 0.61±0.34	<u>0.34–0.47</u> 0.41±0.04	<u>0.16–0.78</u> 0.42±0.16

ПРИМЕЧАНИЕ. Числитель – минимум–максимум, знаменатель – среднее± стандартное отклонение.

Результаты и обсуждение. Водные массы Кольского залива находятся под непосредственным влиянием прибрежной ветви Нордкапского течения. Слой от 50 м до дна занимают нетрансформированные баренцевоморские водные массы с соленостью 34.0–34.5 ‰ без отчетливо выраженного годового хода. Соленость в слое 0–50 м падает по мере продвижения к куту до 10–15 ‰. Осенний период в Кольском заливе во всем водном столбе характеризуется температурной инверсией (ростом с глубиной) и достижением годового максимума на глубине 50 м (6.5–7 °С) (Кольский ..., 1997, 2009). В заливе температура поверхностного горизонта понижалась по направлению к куту (от 6.24 °С на ст. 14 до 4.02 °С на ст. 1), как и значения солености (от 33.86 до 19.11 ‰ соответственно).

Растворенный кислород. По результатам наших исследований абсолютное содержание растворенного кислорода колебалось в пределах 8.94–10.64 мг/л (таблица). Ход кривой распределения O₂ для станций 8, 9 и 11 отличается от большинства станций и напоминает кривую распределения кислорода осенью в прибрежных водах Баренцева моря (Гидрометеорология ..., 1992). Подповерхностный минимум O₂ на глубине 10 м в северном колене (рис. 2), возможно, следствие несколько большей температуры на этом горизонте по сравнению с поверхностным (на 1.5–2.0 °С). Также можно предположить, что понижение концентрации O₂ связано с его расходом на окисление органического вещества. Не исключена аддитивность этих двух факторов.

В октябре продукционные процессы в Баренцевом море практически затухают, и насыщенность вод кислородом падает (Гидрометеорология ..., 1992; Кольский ..., 1997). По нашим данным, процент насыщения O₂ на акватории Кольского залива в октябре 2017 г. изменялся от 82 до 99 %. В северном и среднем коленах Кольского залива он существенно не отличался, но был в среднем на 5 % выше, чем в южном колене. Также следует отметить, что в южном колене наблюдалось увеличение насыщенности кислородом вод от поверхности ко дну (рис. 2), что является характерной чертой данного участка Кольского залива в осенне-зимний период (Кольский ..., 1997; Гидрохимические ..., 2011).

Кислородное недосыщение водных масс залива составило в среднем около 6 %. Только в южном колене (станции 1 и 2) в водном слое 0–10 м отмечено увеличение недосыщенности вод кислородом свыше 10 %. Это указывает на явное преобладание в этих водах окислительных процессов (Бессонов, Привезенцев, 1987).

На глубоководных станциях 8, 9 и 11 на глубине 100 м и ниже недосыщение кислородом колеблется около 8–9 %. Учитывая значительные концентрации минеральных форм фосфора и азота (до 74.4 мкг-ат/л P–PO₄³⁻ и 3.52 мкг-ат/л N–NO₃⁻), а также низкие величины pH (7.9–8.1) на этих глубинах, можно утверждать, что и в этих водах окислительные процессы превалируют.

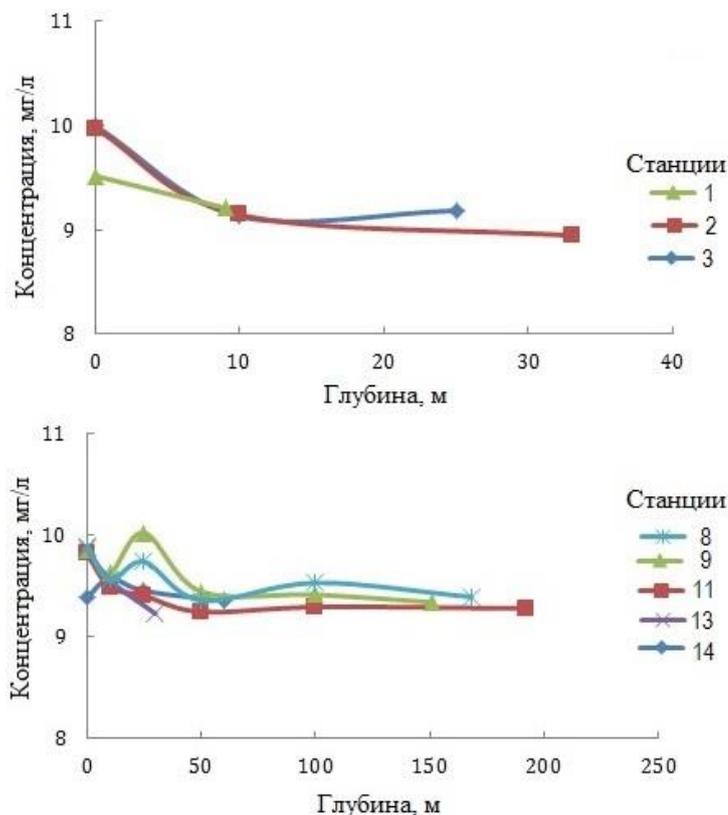


Рис. 2. Распределение O_2 в Кольском заливе в октябре 2017 г.
Fig. 2. Distribution of O_2 in Kola Bay in October 2017

Водородный показатель. Величины водородного показателя в Кольском заливе уменьшались в направлении от выхода из залива к куту. Средневзвешенные значения водородного показателя для исследованной акватории возрастали от 7.82 в южном колене до 8.08 в северном. Вертикальное распределение рН в период наших работ имело свои особенности. Так, в южном колене Кольского залива значения водородного показателя у дна несколько выше (примерно на 0.5–0.6 %), чем в поверхностном горизонте. В среднем колене рН на этих горизонтах почти не отличается. В северной части Кольского залива в поверхностных водных массах наблюдалось более высокое значение водородного показателя, чем в придонном слое. Также при рассмотрении вертикального распределения величин данного показателя отмечается их увеличение в слое 10–25 м. Максимальное значение рН (8.23) зафиксировано на ст. 11 на глубине 25 м.

В осенне-зимний период в Кольском заливе уменьшается речной сток, возрастает влияние морских вод, увеличивая значения водородного показателя (Кольский ..., 1997). Однако величины рН в южном колене из-за опреснения и нарастающих в осенний период процессов окисления

остаются наименьшими для исследованной акватории. В северной части Кольского залива, наиболее подверженной морскому влиянию, в придонном горизонте наблюдались значения водородного показателя, характерные для водных масс мелководных районов Баренцева моря (8.00–8.10) (Гидрометеорология ..., 1992).

Нитритный азот. Эта форма азота является промежуточным звеном в процессе преобразования органического вещества до нитратного азота. В Кольском заливе существует явно выраженный сезонный ход в распределении нитритного азота – максимальные концентрации наблюдаются осенью. Также могут формироваться локальные максимумы, связанные с выносом органики речным стоком. Наличие в воде нитритов в значительном количестве свидетельствует об интенсивных окислительных процессах и может использоваться в качестве косвенного критерия загрязнения района исследований. Концентрация нитритного азота в Кольском заливе, по литературным данным, может достигать максимално 0.15 мкг-ат/л (южное колено). Минимальные количества зафиксированы в северном колене и не превышают 0.02 мкг-ат/л (Кольский ..., 1997).

Содержание нитритов на исследованной акватории имело тенденцию к уменьшению от поверхностного горизонта к придонному. Средневзвешенное содержание азота нитритного в южном и среднем коленах Кольского залива в среднем составило 0.04 мкг-ат/л, в северном колене – 0.1 мкг-ат/л. В среднем колене на ст. 7 на глубине 10 м отмечается увеличение концентрации $N-NO_2^-$ до 0.14 мкг-ат/л, что, вероятно, связано с присутствием на данном горизонте окисляемого органического вещества. Необходимо подчеркнуть схожесть распределения и высокое содержание в воде нитритов на станциях 9 и 11 (около 0.23 мкг-ат/л $N-NO_2^-$), расположенных вблизи губ Большая Волоковая и Тюва соответственно (рис. 3). Эти максимумы могут быть следствием выноса и разложения органики, а также нитритов с речным стоком и городскими бытовыми водами (Состояние ..., 2018).

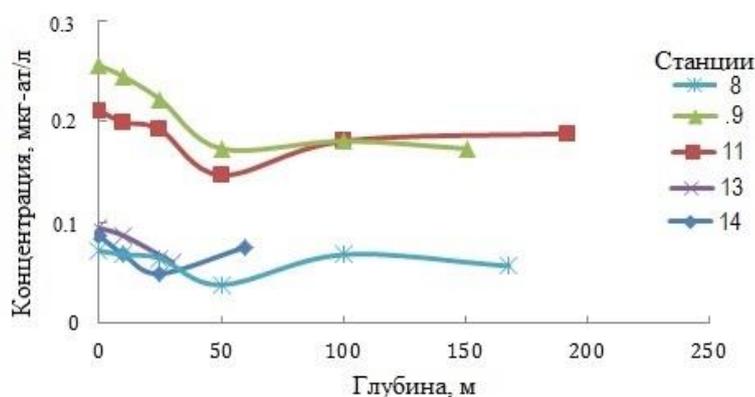


Рис. 3. Распределение нитритного азота в Кольском заливе в октябре 2017 г.
Fig. 3. Distribution of nitrite nitrogen of the Kola Bay in October 2017

Нитратный азот. Из литературных источников известно, что осенью в Кольском заливе наблюдается низкое содержание нитратного азота – от 0.97 до 1.45 мкг-ат/л, а распределение отличается однородностью. Вместе с тем концентрация нитратов значительно увеличивается при поступлении и окислении органического вещества, что характерно для осеннего периода (Кольский ..., 1997). По результатам наших исследований диапазон флуктуаций данного биогенного элемента в Кольском заливе значительно шире: минимум зарегистрирован на ст. 11 (северное колено) на глубине 25 м – 0.22 мкг-ат/л, а максимальная концентрация больше вышеуказанной примерно в 16 раз (ст. 8, придонный горизонт – 3.56 мкг-ат/л). В северном колене, в отличие от остальной части исследованной акватории, однородного распределения нитратного азота не наблюдается. Причины, вероятно, схожи с таковыми для нитритного азота, однако это требует дополнительного изучения.

Минеральный фосфор. Максимальная концентрация фосфатов наблюдается осенью в придонном слое, когда наиболее интенсивно идет регенерация органического вещества (Гидрометеорология ..., 1992; Кольский ..., 1997). По результатам наших исследований диапазон изменения концентрации фосфора фосфатного в Кольском заливе находится в пределах 0.16–1.43 мкг-ат/л. Самое низкое содержание фосфатов отмечено на ст. 8 на глубине 50 м, а самое высокое – в южном колене в придонном горизонте (таблица).

В южном колене распределение фосфора, вероятно в силу небольшой глубины, практически не изменялось по вертикали и колебалось около 0.61 мкг-ат/л. Только ст. 1, находящаяся в самом куту Кольского залива, отличалась максимальными концентрациями фосфора фосфатного в этом колене: в поверхностном слое – 0.65 мкг-ат/л, в придонном – в 2.3 раза больше. Причиной таких высоких концентраций, согласно литературным данным (Кольский ..., 1997; Киреева, 2014), является антропогенный фактор.

Особенностью вертикального распределения фосфатов в среднем колене во время фотосинтеза является формирование подповерхностного промежуточного минимума (Кольский ..., 1997). В распределении фосфора на станциях 5, 6, 11 и 14 также наблюдается небольшой подповерхностный минимум на глубине 10 м в период, когда вегетации уже не предполагается (Кольский ..., 2009; Макаревич и др., 2015). Поэтому, очевидно, этот подповерхностный минимум – следствие гидрофизических явлений.

Воды в районе станций 7,8, 9 и 13 по типу распределения фосфора сходны между собой, но отличны от вышеописанных – кривая распределения имела подповерхностный максимум на глубине 10–15 м, а также минимум на 25 и 50 м. Причины данных флуктуаций для каждой станции, скорее всего, различны, в силу расположения и удаленности друг от друга (рис. 4). Принимая во внимание распределение остальных

параметров гидрохимического комплекса в рассматриваемых точках (насыщенность кислородом особенно), эти флуктуации, вероятно, являются следствием влияния абиотических факторов. Однако необходимо признать, что антропогенное воздействие промышленных и бытовых источников фосфора в Кольском заливе, сложно поддающееся учету, может исказить реальную картину распределения данного биогенного элемента.

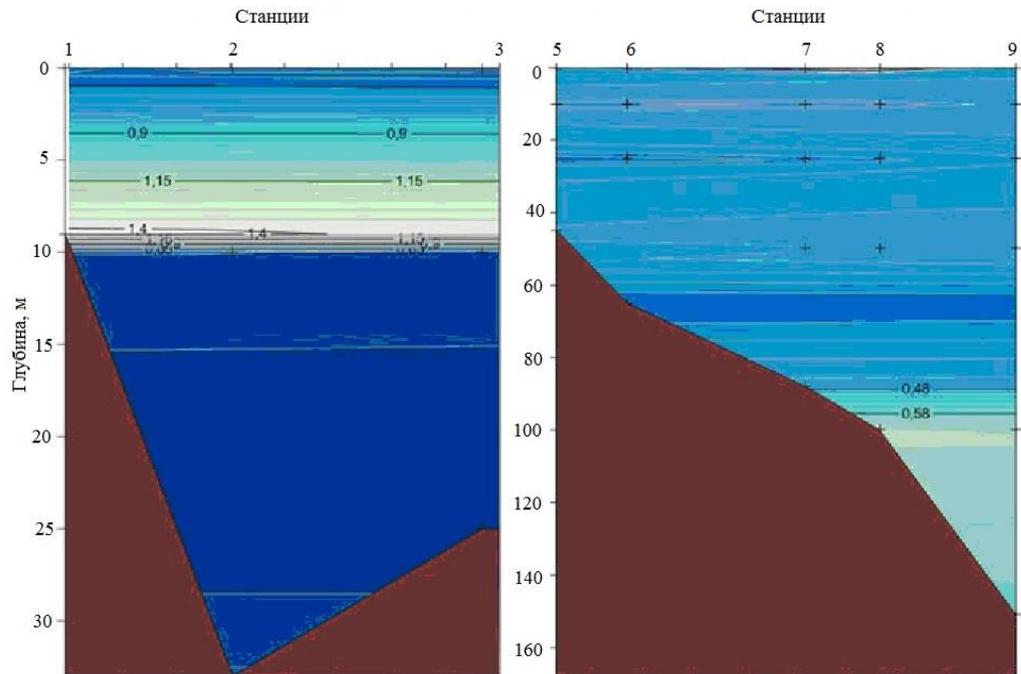


Рис. 4. Распределение минерального фосфора в Кольском заливе в октябре 2017 г., мкг-ат/л

Fig. 4. Distribution of mineral phosphorus in Kola Bay (October 2017), mkg-at/l

Растворенный кремний. Распределение кремния в водных массах Кольского залива сходно с распределением нитратов и фосфатов. Однако имеются свои особенности. Так осенью содержание кремния в поверхностном слое прибрежных вод сохраняется высоким. Среди биогенных элементов кремний имеет значительные концентрации также и в речных водах. Поэтому количество кремния в водных массах Кольского залива различно, и зависит от удаленности станции от берегового стока, а в верхних горизонтах зависит также от фазы прилива (Кольский ..., 1997).

Воды станций 2, 3, 7, 9, 14 имели довольно равномерное распределение кремния от поверхности до дна. Его содержание здесь находилось в пределах 1.80–4.94 мкг-ат/л. Средневзвешенная концентрация кремния в северном и среднем коленах составляла 2.50 мкг-ат/л, а

в южном – 6.44 мкг-ат/л. Таким образом, содержание кремния в Кольском заливе увеличивалось по направлению к куту и от придонного горизонта к поверхностному. Водные массы на станциях 1, 9 и 11 отличались максимальным количеством кремния в поверхностном горизонте (до 19.98 мкг-ат/л). Такая высокая концентрация указывает на терригенное происхождение данного биогенного элемента.

Таким образом, основными факторами, определяющими величины параметров гидрохимического комплекса в исследуемый период времени является гидрофизические явления, речной сток в залив и хозяйственная деятельность. На момент исследований в водах Кольского залива преобладают окислительные процессы. Величины содержания биогенных элементов, кислорода и рН характерны для осеннего периода завершения вегетационной деятельности. Выявлены значительные изменения в амплитуде флуктуаций концентраций большинства биогенных элементов. К ним относятся увеличение содержания фосфора, азота (как нитритного, так и нитратного) на всей исследованной акватории, что, без сомнения, оказывает влияние на экологические состояние акватории залива.

Работа выполнена по теме 9-17-01 “Особенности организации арктических планктонных сообществ в условиях современных климатических изменений (Баренцево, Карское моря и море Лаптевых)” (№ госрегистрации АААА-А17-117052310083-5) в рамках государственного задания № 0228-2019-0003.

Литература

Бессонов Н.М., Привезенцев Ю.А. Рыбохозяйственная гидрохимия. М.: ВО “Агропромиздат”, 1987. 160 с.

Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 1. Баренцево море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности / Отв. ред. Ф.С. Терзиев. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 181 с.

Гидрохимические исследования вод Кольского залива / С.И. Овчинникова, Т.А. Широкая, О.В. Михнюк, Н.А. Панова // Рыбное хозяйство. 2011. № 4. С. 39–41.

Киреева А. Кольский залив – одна из самых грязных акваторий РФ. [Электронный ресурс] // Bellona.ru [сайт]. 2014. URL: <http://bellona.ru/2014/09/04/> (Дата обращения 14.03.2018).

Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / Отв. ред. Г.Г. Матишов. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1997. 261 с.

Кольский залив: освоение и рациональное природопользование / Отв. ред. Г.Г. Матишов. М.: Наука, 2009. 381 с.

Макаревич П.Р., В.В. Водопьянова, Олейник А.А. Фитоценозы пелагиали Кольского залива. Структура и функциональные характеристики / Отв. ред. С.Л. Дженюк. Ростов н/Д.: Изд. ЮНЦ РАН, 2015. 192 с.

Состояние окружающей природной среды Мурманской области на Кольском полуострове в 2000 году [Электронный ресурс] // Murman.ru. 2018. URL: <https://www.murman.ru/ecology/comitet/report00/> (Дата обращения 14.03.2018).

Справочник гидрохимика: рыбное хозяйство / А.И. Агатова, И.А. Налетова, В.Л. Зубаревич и др. М.: Агропромиздат, 1991. 224 с.

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.3.22-35

УДК 597.08.591.9

О.Ю. Кудрявцева

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИБРЕЖНЫХ СООБЩЕСТВ РЫБ В ГУБАХ ВОСТОЧНОГО МУРМАНА В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД 2018 ГОДА

Аннотация

Рассмотрен видовой состав ихтиофауны литорально-сублиторальной зоны губ Ярнышная и Зеленецкая Баренцева моря в летне-осенний период 2018 г., получены количественные характеристики распределения каждого вида рыб. Проанализирована динамика численности и разнообразия рыбной части прибрежных сообществ. Обнаружены 14 видов рыб, среди которых наиболее многочисленным и постоянным является молодь сайды *Pollachius virens*. В сравнении с многолетними данными 2018 г. характеризуется высокой численностью и степенью доминирования молоди тресковых видов и низкими показателями биоразнообразия прибрежных сообществ.

Ключевые слова:

ихтиофауна, состав, численность, биомасса, разнообразие, прибрежная зона, губы Ярнышная и Зеленецкая.

O.Yu. Kudryavtseva

Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russia

CHARACTERISTICS OF COASTAL FISH COMMUNITIES IN THE BAYS OF EASTERN MURMAN DURING SUMMER AND AUTUMN 2018

Abstract

In the article was considered species composition of fish in the littoral and sublittoral zones of Yarnyshnaya and Zelenetskaya bays (Barents Sea) during summer and autumn 2018. Also quantitative characteristics of the distribution for each fish species are represented. The dynamics of abundance and diversity of coastal fish communities were analyzed. At whole was discovered 14 species of fish and most abundant between them is young saithe *Pollachius virens*. Comparing of perennial data with 2018 indicates that at the present observed high abundance and domination of young saithe, but low indicators of biodiversity in coastal communities.

Keywords:

ichthyofauna, composition, quantity, biomass, diversity, intertidal zone, Yarnyishnaya Bay, Zelenetskaya Bay.

Введение. Сообщества рыб, обитающие в прибрежной зоне губ и заливов, являются важным компонентом экосистемы Баренцева моря. Высокопродуктивные литорально-сублиторальные зоны побережья для многих видов рыб, в том числе и промысловых, обеспечивают благоприятные условия для питания, роста и защиты от хищников на ранних, наиболее уязвимых, этапах онтогенеза. Несмотря на высокое видовое разнообразие и экологическую значимость, ихтиофауна этих районов исследуется редко. В настоящее время наиболее подробно изучена ихтиофауна Кольского залива (Дерюгин, 1915; Расс, 1929; Карамушко, Юначева, 2005; Линников, 2007; Карамушко и др., 2009; Кудрявцева, 2012; Бондарев, 2018) и губ Ярнышная и Зеленецкая (Восточный Мурман) (Чумаевская-Световидова, 1955; Миронова, 1956, 1957; Чугунова, 1967; Ихтиофауна ..., 2014; Представители ..., 2015; Кудрявцева, 2015, 2018). В губах Восточного Мурмана с 2010 г. фаунистические исследования рыбной части прибрежных сообществ проводятся регулярно в летне-осенний период. В ряде работ последнего десятилетия показаны результаты этих исследований за отдельные годы (Ихтиофауна ..., 2014; Представители ..., 2015; Кудрявцева, 2015, 2017, 2018; Бондарев, 2017; Кудрявцева, Кудрявцева, 2017). В частности, рассмотрен видовой состав ихтиофауны литорально-сублиторальной зоны губ Ярнышная и Зеленецкая, получены количественные характеристики распределения рыб и биоразнообразия сообществ, проанализирована их многолетняя динамика, изучено питание и пищевые взаимоотношения молоди наиболее массовых видов.

Однако для понимания процессов, происходящих в сообществах рыб в условиях глобальных климатических изменений, а также выявления причин и экологических последствий возможных структурных нарушений функциональной целостности природных ихтиоценозов необходим анализ длительного временного ряда наблюдений. В связи с этим ихтиологические работы в губах Восточного Мурмана были продолжены. Цель нашего исследования – оценка состояния прибрежных сообществ рыб (видовой состав, распределение, биоразнообразие) в губах Ярнышная и Зеленецкая в летне-осенний период 2018 г.

Материал и методы. Сбор ихтиологического материала проводили мальковой волокушей длиной 15 м, высотой 1.3 м (ячей дели в крыльях и горловине – 5 мм, в куту – 4 мм). Площадь одного облова варьировала от 100 до 350 м². Волокуши выставляли в литорально-сублиторальной зоне на илисто-песчаных и песчаных грунтах во время сизигийных отливов. Всего выполнено 9 ихтиологических станций в губе Ярнышная и 12 –

в губе Зеленецкая (табл. 1, рис. 1). На каждой станции улов разбирали по видовому составу, подсчитывали число особей и определяли их массу. Всего исследовали 15484 рыбы (табл. 2).

Таблица 1

Районы и сроки отбора ихтиологических проб в 2018 г.

Table 1

Areas and dates of ichthyological sampling in 2018

Район	Дата	Количество станций
Губа Ярнышная	14 июля	3
	12 августа	3
	08 сентября	3
Губа Зеленецкая	16 июля	4
	13 августа	4
	10 сентября	4

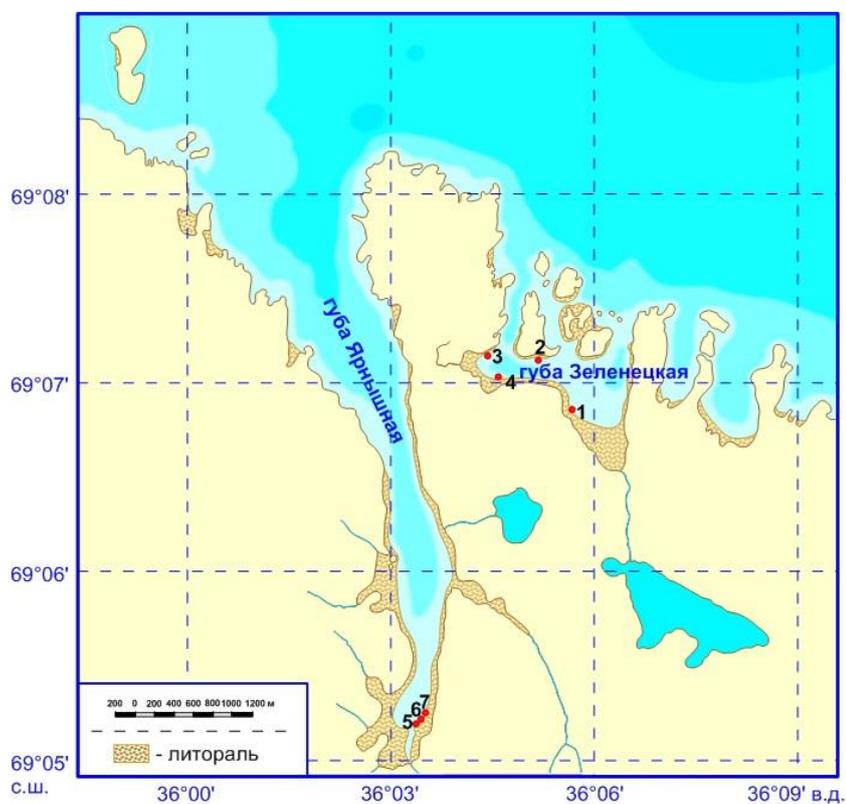


Рис. 1. Карта-схема расположения ихтиологических станций в губах Ярнышная и Зеленецкая Баренцева моря в июле–сентябре 2018 г.

Fig. 1. Sketch map of ichthyological stations in Yarnyishnaya and Zelenetskaya bays Barents Sea in July–September 2018

Объем исследованного материала, экз.

Т а б л и ц а 2

Volume of material studied, spec.

T a b l e 2

Вид	Губа	
	Ярнышная	Зеленецкая
Атлантическая сельдь <i>Clupea harengus</i> Linnaeus, 1758	65	–
Горбуша <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum, 1792)	2	151
Атлантическая треска <i>Gadus morhua</i> Linnaeus, 1758	133	285
Сайда <i>Pollachius virens</i> (Linnaeus, 1758)	6446	8162
Трехиглая колюшка <i>Gasterosteus aculeatus</i> Linnaeus, 1758	4	3
Арктический шлемоносный бычок <i>Gymnocanthus tricuspis</i> (Reinhardt, 1830)	47	17
Европейский керчак <i>Myoxocephalus scorpius</i> (Linnaeus, 1758)	29	26
Пинагор <i>Cyclopterus lumpus</i> Linnaeus, 1758	1	4
Европейская бельдюга <i>Zoarces viviparus</i> (Linnaeus, 1758)	–	1
Люмпен Фабриция <i>Lumpenus fabricii</i> Reinhardt, 1836	4	1
Атлантический маслюк <i>Pholis gunnellus</i> (Linnaeus, 1758)	12	4
Европейская многопозвонковая песчанка <i>Ammodytes marinus</i> Raitt, 1934	15	3
Речная камбала <i>Platichthys flesus</i> (Linnaeus, 1758)	8	2
Морская камбала <i>Pleuronectes platessa</i> Linnaeus, 1758	19	40
Всего	8699	6785

Видовая номенклатура и зоогеографические характеристики видов даны в соответствии с современными представлениями о систематике рыбообразных и рыб (Андряшев, Чернова, 1994; Eschmeyer's ..., 2019). Для характеристики равномерности распределения каждого вида вычисляли частоту его встречаемости (F, %). Для анализа многолетней динамики количественных характеристик распределения и биоразнообразия сообществ рыб были использованы данные по станциям, выполненным в период наибольших сизигийных отливов в июле (губа Ярнышная) и в августе (губа Зеленецкая). Показатели плотности распределения и удельной биомассы видов в каждой губе получены путем суммирования данных по станциям на общую площадь облова. Для оценки биоразнообразия использованы индексы видового богатства Менхиника (D_{Mn}), неоднородности Шеннона (H') и доминирования Бергера–Паркера (d) (Мэггаран, 1992).

Результаты и обсуждение. Видовой состав. Рыбная часть литоральных сообществ губ Ярнышная и Зеленецкая характеризуется достаточно высоким видовым богатством – до 24 видов и подвидов рыб (Кудрявцева, 2018). Для сравнения, в составе литоральных сообществ самого крупного в Баренцевом море Кольского залива в летний период отмечено всего 8 видов рыб, большая часть из которых относится к непромысловым объектам, исключая речную камбалу и пинагора (Линников, 2007). Очевидно, прибрежная зона Кольского залива,

подверженная значительному антропогенному загрязнению из-за интенсивной хозяйственной деятельности (Семенов и др., 2009; Искусственные ..., 2009), менее благоприятна для обитания молоди и взрослых рыб, чем относительно чистые губы Восточного Мурмана.

Т а б л и ц а 3

**Состав ихтиофауны и частота встречаемости видов
в губах Восточного Мурмана в летне-осенний период 2018 г.**

Table 3

**Composition of ichthyofauna and frequency of species occurrence
in Eastern Murman bays during summer and autumn period in 2018**

Вид	ЗГА	Губа Зеленецкая					Губа Ярнышная			
		Станции				F, %	Станции			F, %
		1	2	3	4		5	6	7	
Отряд Clupeiformes										
Семейство Clupeidae										
<i>Clupea harengus</i>	ПБ	-	-	-	-	-	-	+	-	11.1
Отряд Salmoniformes										
Семейство Salmonidae										
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	ПБ	-	-	-	+	8.3	-	-	+	11.1
Отряд Gadiformes										
Семейство Gadidae										
<i>Gadus morhua</i>	ПБ	+	+	+	+	91.7	-	+	+	33.3
<i>Pollachius virens</i>	ПБ	+	+	+	+	75.0	+	+	+	66.7
Отряд Gasterosteiformes										
Семейство Gasterosteidae										
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	ПБ	-	-	-	+	8.3	-	+	+	33.3
Отряд Scorpaeniformes										
Семейство Cottidae										
<i>Gymnocanthus tricuspis</i>	ПА	+	+	+	+	75.0	+	+	+	77.8
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	ПБ	+	+	+	+	58.3	+	+	+	100
Семейство Cyclopteridae										
<i>Cyclopterus lumpus</i>	ПБ	+	+	-	+	25.0	+	-	-	11.1
Отряд Perciformes										
Семейство Zoarcidae										
<i>Zoarces viviparus</i>	ПБ	-	+	-	-	8.3	-	-	-	-
Семейство Stichaeidae										
<i>Lumpenus fabricii</i>	ПА	-	+	-	-	8.3	+	-	+	33.3
Семейство Pholidae										
<i>Pholis gunnellus</i>	ПБ	-	+	+	-	33.3	+	+	+	55.6
Семейство Ammodytidae										
<i>Ammodytes marinus</i>	ПБ	+	-	-	+	16.7	+	-	+	22.2
Отряд Pleuronectiformes										
Семейство Pleuronectidae										
<i>Platichthys flesus</i>	ПБ	-	+	-	+	16.7	+	+	+	55.6
<i>Pleuronectes platessa</i>	ПБ	+	+	+	+	58.3	+	+	-	33.3
Всего видов		7	10	6	10		9	9	10	

В летне-осенний период 2018 г. на обследованной акватории обнаружено 14 видов рыб (табл. 3), что составляет 45.2 % от общего числа видов, отмеченных в этих губах ранее (Чумаевская-Световидова, 1955; Русяев и др., 2007; Кудрявцева, 2018) и 7.7 % от количества видов, встречающихся в Баренцевом море (Карамушко, 2008). Наиболее представительным по числу семейств был отряд Perciformes – 4, остальные шесть отрядов были представлены 1–2 семействами. По характеру географического ареала (ЗГА) преобладали преимущественно бореальные (ПБ) виды (85.7 %), а остальная часть сообществ была представлена преимущественно арктическими (ПА) видами рыб. Количество видов на отдельных станциях варьировало от 6 до 10. Наиболее часто в губе Ярнышная встречалась молодь европейского керчака (100 %), в губе Зеленецкая – молодь атлантической трески (91.7 %) и сайды (75.0 %), а встречаемость арктического шлемоносного бычка была достаточно высока в обеих губах (75.0–77.8 %). Молодь атлантической сельди, горбуши и европейской бельдюги редко отмечалась на литорали губ Восточного Мурмана в 2018 г. Следует отметить, что за весь период наших исследований – с 2008 по 2018 гг. – сельдь впервые зарегистрирована в уловах мальковыми волокушами, причем все особи (65 экз.) были пойманы в губе Ярнышная за один лов.

Распределение. В среднем за весь период исследований общая плотность рыб в разных губах варьировала незначительно, в пределах 49.6–49.8 тыс. экз/га, а их удельная биомасса была выше в губе Зеленецкая (76.4 кг/га), чем в губе Ярнышная (56.3 кг/га). Прибрежные сообщества рыб в губах Восточного Мурмана незначительно различались по видовому составу и по количественным характеристикам распределения отдельных видов (рисунки 2, 3). В кутовой части губы Ярнышная встречалась атлантическая сельдь, но отсутствовала европейская бельдюга. Здесь наблюдались более плотные скопления арктического шлемоносного бычка, люмпена Фабриция, атлантического маслюка, европейской многопозвонковой песчанки и речной камбалы. Акваторию губы Зеленецкая предпочитали горбуша, пинагор и морская камбала. Численность и биомасса других, общих для двух губ, видов в разных районах различалась незначительно. Наиболее обильным видом в сообществах рыб являлась молодь сайды, плотность которой в среднем за период наблюдений составляла в губе Ярнышная 47.7 тыс. экз/га и в губе Зеленецкая 46.9 тыс. экз/га, а биомасса – соответственно, 39.5 и 68.4 кг/га. Количественные показатели распределения других видов были на порядок меньше.

Структура рыбных сообществ литорально-сублиторальной зоны губ Ярнышная и Зеленецкая в течение периода наблюдений претерпевала значительные изменения (рис. 4). В июле достаточно плотные, сопоставимые по величине в обеих губах, скопления рыб в прибрежной зоне состояли преимущественно из сеголеток сайды, доля которой

по численности превышала 96 %, а по массе варьировала от 89.3 % в губе Ярнышная до 93.1 % в губе Зеленецкая. В августе общая численность рыб резко сократилась, что было связано с отходом подросших сеголеток сайды в более мористые участки прибрежной акватории. В августе этот процесс был наиболее выражен в губе Ярнышная, где плотность сайды снизилась от 142.7 тыс. экз/га в июле до 0.3 тыс. экз/га, а доля этого вида в уловах сократилась до 35.6 % по численности и до 3.6 % по массе. Освободившуюся нишу постепенно занимали представители семейств Cottidae (европейский керчак и арктический шлемоносный бычок) и Pleuronectidae (речная и морская камбалы), которые уже в сентябре стали доминирующими в литоральных сообществах рыб.

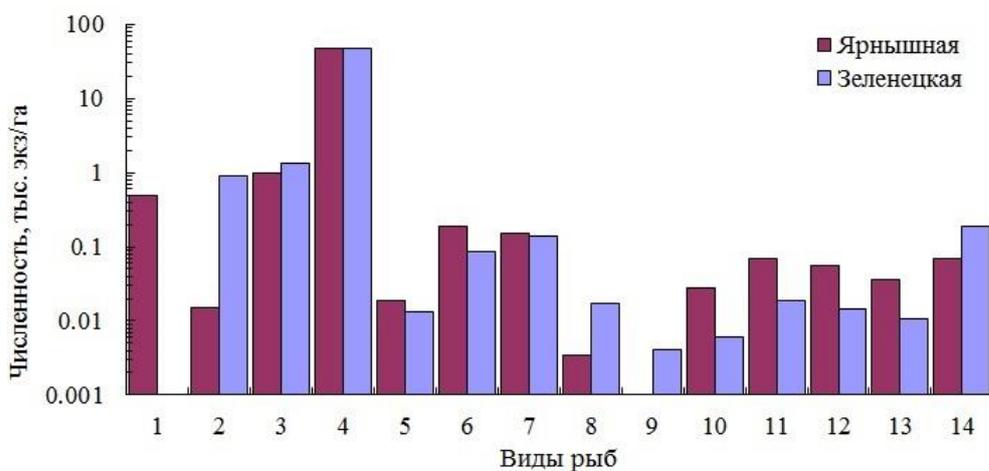


Рис. 2. Средняя плотность распределения рыб в губах Восточного Мурмана в летне-осенний период 2018 г.:

1 – *C. harengus*, 2 – *O. gorbuscha*, 3 – *G. morhua*, 4 – *P. virens*, 5 – *G. aculeatus*, 6 – *G. tricuspis*, 7 – *M. scorpius*, 8 – *C. lumpus*, 9 – *Z. viviparus*, 10 – *L. fabricii*, 11 – *P. gunnellus*, 12 – *A. marinus*, 13 – *P. flesus*, 14 – *P. platessa*

Fig. 2. Mean density of fish distribution in Eastern Murman bays in summer and autumn period 2018:

1 – atlantic herring *C. harengus*, 2 – pink salmon *O. gorbuscha*, 3 – atlantic cod *G. morhua*, 4 – saithe *P. virens*, 5 – three-spined stickleback *G. aculeatus*, 6 – arctic staghorn sculpin *G. tricuspis*, 7 – shorthorn sculpin *M. scorpius*, 8 – lumpfish *C. lumpus*, 9 – eelpout *Z. viviparus*, 10 – slender eelblenny *L. fabricii*, 11 – rock gunnel *P. gunnellus*, 12 – raitt's sand eel *A. marinus*, 13 – european flounder *P. flesus*, 14 – european plaice *P. platessa*

В губе Зеленецкая, несмотря на снижение плотности сайды от 119.6 тыс. экз/га в июле до 21.0 тыс. экз/га в августе, доля этого вида в сообществах еще оставалась существенной (85.2 %). Наблюдалось 6-кратное увеличение численности атлантической трески по сравнению с июлем. Однако, несмотря на уменьшение плотности рыб, их общая биомасса в губе Зеленецкая в августе держалась на уровне июльских значений. Это связано с тем, что в августе в литоральной зоне этой губы

встречались не только сеголетки, но и старшая молодежь (1+, 2+) сайды и морской камбалы, а также взрослые особи речной камбалы (5+). В сентябре молодежь сайды практически покинула литоральную зону губы Зеленецкая, ее плотность снизилась до 0.06 тыс. экз/га, а доля в уловах сократилась до 10.2 % по численности и до 7.8 % по массе. Доминирующее положение в сообществах рыб заняла молодежь морской камбалы и сеголетки Cottidae (преимущественно, европейский керчак).

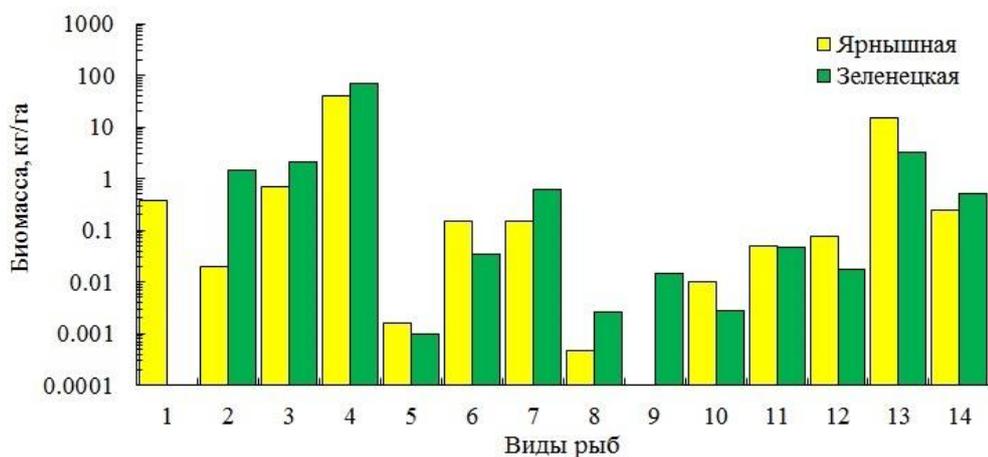


Рис. 3. Средняя удельная биомасса рыб в губах Восточного Мурмана в летне-осенний период 2018 г.:

1 – *C. harengus*, 2 – *O. gorbuscha*, 3 – *G. morhua*, 4 – *P. virens*, 5 – *G. aculeatus*, 6 – *G. tricuspis*, 7 – *M. scorpius*, 8 – *C. lumpus*, 9 – *Z. viviparus*, 10 – *L. fabricii*, 11 – *P. gunnellus*, 12 – *A. marinus*, 13 – *P. flesus*, 14 – *P. platessa*

Fig. 3. Mean specific fish biomass in Eastern Murman bays in summer and autumn 2018:

1 – atlantic herring *C. harengus*, 2 – pink salmon *O. gorbuscha*, 3 – atlantic cod *G. morhua*, 4 – saithe *P. virens*, 5 – three-spined stickleback *G. aculeatus*, 6 – arctic staghorn sculpin *G. tricuspis*, 7 – shorthorn sculpin *M. scorpius*, 8 – lumpfish *C. lumpus*, 9 – eelpout *Z. viviparus*, 10 – slender eelblenny *L. fabricii*, 11 – rock gunnel *P. gunnellus*, 12 – raitt's sand eel *A. marinus*, 13 – european flounder *P. flesus*, 14 – european plaice *P. platessa*

По результатам многолетнего мониторинга состояния рыбной части прибрежных сообществ в губах Восточного Мурмана можно сделать следующие заключения. В июле 2018 г. плотность тресковых видов (сайды и атлантической трески), как правило, доминирующих в летний период в литоральных сообществах рыб исследованных губ (Кудрявцева, 2018), составляла в губе Ярнышная 145.7 тыс. экз/га и 120.0 кг/га, а в губе Зеленецкая (август) 24.4 тыс. экз/га и 62.6 кг/га. По степени обилия молоди тресковых видов 2018 г. следует охарактеризовать как год их высокой численности, годами-аналогами являются 2010 и 2016 гг. (рис. 5). Однако, обилие тресковых видов не вызвало обеднения видового состава прибрежной ихтиофауны, наблюдаемого в 2010 г. (Кудрявцева, 2018). Напротив, в губе Ярнышная в июле 2018 г. было зарегистрировано

максимальное количество видов (10) за весь период мониторинга. В губе Зеленецкая сообщества рыб также характеризовались высоким видовым богатством (9 видов) несмотря на то, что плотность и, особенно, удельная биомасса сайды в августе были максимальными за весь период наших наблюдений с 2008 г. В то же время численность большинства второстепенных видов, составляющих сообщества рыб, была настолько мала (рис. 2), что высокое видовое богатство практически не отразилось на показателях биоразнообразия рыбных сообществ в 2018 г.

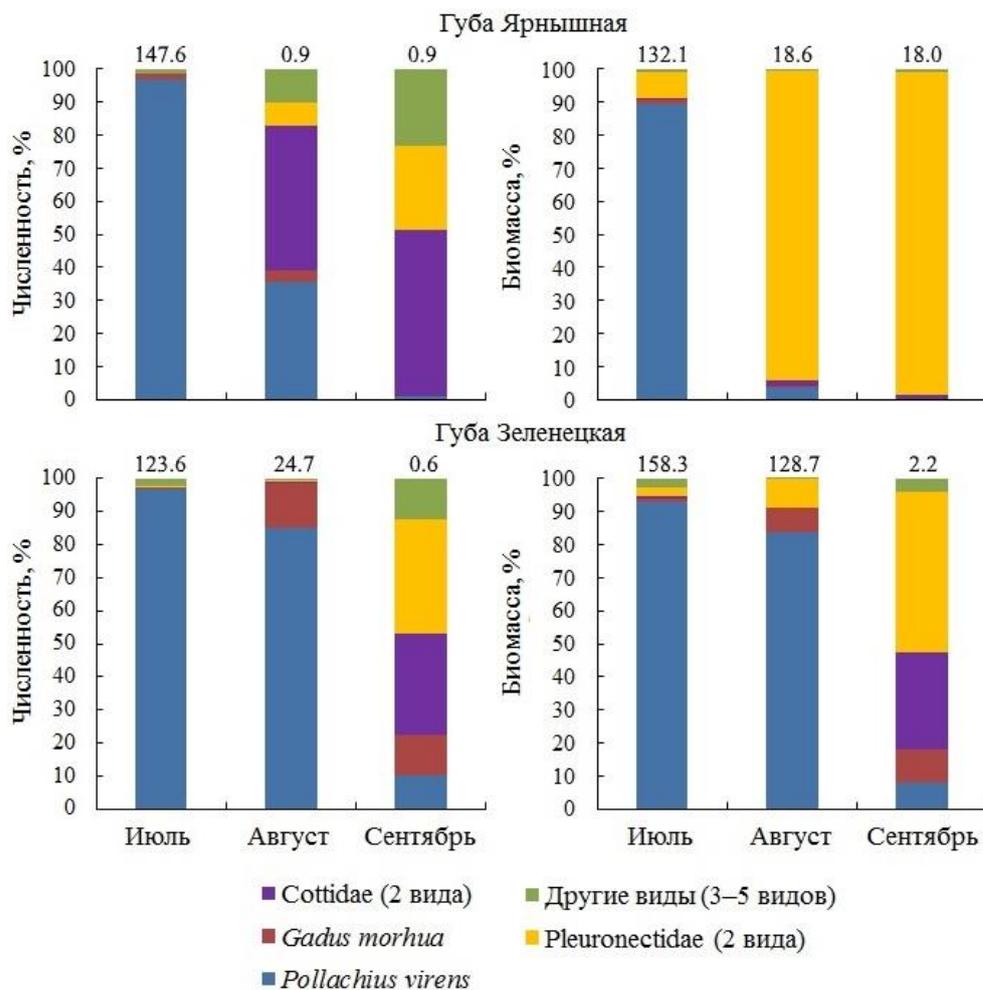


Рис 4. Пространственно-временные изменения структуры литорально-сублиторальных сообществ рыб в 2018 г. Цифры над столбиками показывают общую численность (тыс. экз/га) и удельную биомассу (кг/га) рыб

Fig. 4. Spatio-temporal changes in the structure of the littoral-sublittoral fish communities in 2018. The numbers above the bars show the total density (thousand spec/ha) and the specific biomass (kg/ha) of fish

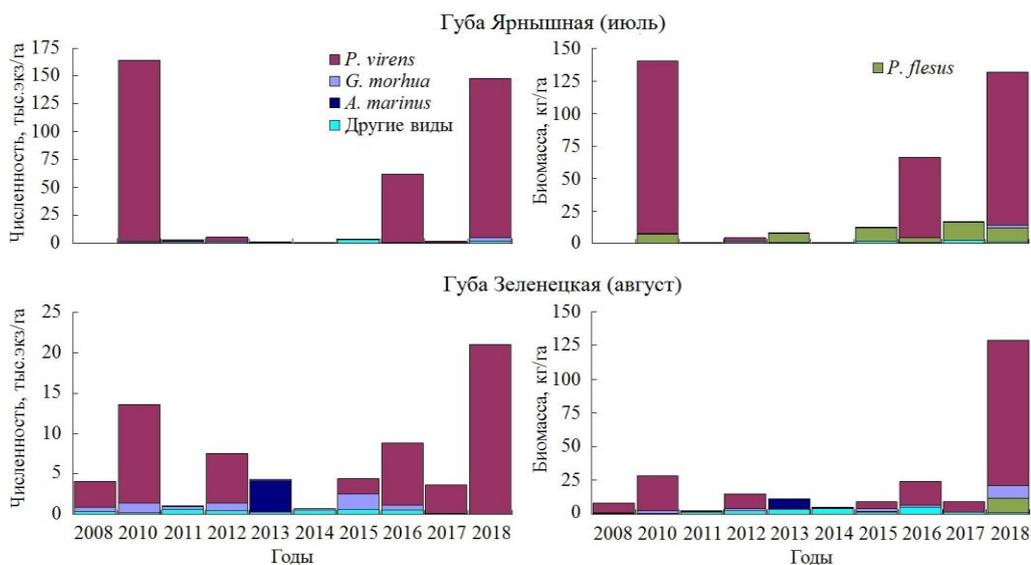


Рис. 5. Многолетняя динамика количественных показателей распределения рыб в прибрежной зоне губ Восточного Мурмана в летний период

Fig. 5. Dynamics of quantitative characteristics of ichthyofauna distribution in coastal zone of Eastern Murman bays in summer period

Биоразнообразие сообществ. Ранее было показано (Кудрявцева, 2018), что флуктуации численности сайды как наиболее обильного вида в губах Восточного Мурмана не только определяют межгодовую изменчивость общей численности и биомассы рыбной части литоральных сообществ, но и влияют на их структуру. Уменьшение численности этого вида приводит к увеличению разнообразия сообществ и выравниванию долей других видов, населяющих эти биотопы, а в некоторых случаях – к существенному увеличению численности одного из них.

В разные годы исследований показатели биоразнообразия прибрежных сообществ существенно изменялись (рис. 6). Индекс Бергера-Паркера, отражающий степень доминирования преобладающего вида, варьировал в диапазоне 0.25–0.99, индекс Менхиника – 0.04–1.30, индекс Шеннона – 0.07–2.87. В периоды высокой численности сайды (2010 и 2016 гг.) степень ее доминирования в сообществах приближалась к 1, а показатели видового богатства и неоднородности были самые низкие. По мере уменьшения численности и степени доминирования сайды увеличивались показатели биоразнообразия, достигающие своих максимальных величин в годы отсутствия молоди сайды (губа Зеленецкая, 2014 г.).

В июле 2018 г. прибрежная ихтиофауна губы Ярнышная характеризовалась относительно низкими показателями видового богатства и выравненности ($D_{Mn} = 0.12$, $H' = 0.26$), обусловленными

высокой степенью доминирования сайды ($d = 0.97$) (рис. 6). В сообществах рыб губы Зеленецкая наблюдаемое в августе уменьшение численности и степени доминирования сайды привело к увеличению их биоразнообразия ($D_{Mn} = 0.2$, $H' = 0.7$). Сходные показатели отмечались в сообществах рыб в 2010 и 2016 гг., также характеризующихся высокой численностью и степенью доминирования сайды.

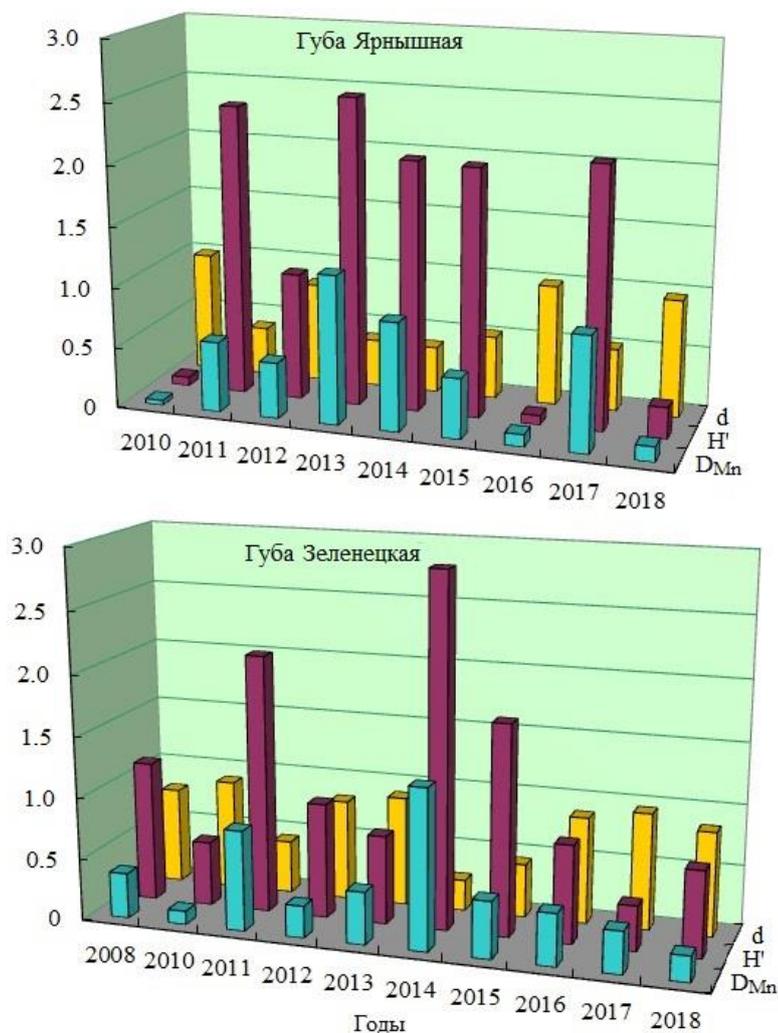


Рис. 6. Динамика показателей видового разнообразия рыбной части прибрежных сообществ в губах Ярнышная (июль) и Зеленецкая (август)

Fig. 6. Dynamics of indices of diversity of coastal fish communities in Yarnyshnaya (July) and Zelenetskaya (August) bays

Выводы. Прибрежные сообщества рыб в летне-осенний период 2018 г. состояли из 14 видов, среди которых наиболее обычными были сеголетки европейского керчака (в губе Ярнышная), атлантической трески и сайды (в губе Зеленецкая) и арктического шлемоносного бычка.

Средняя плотность рыб в губе Ярнышная составляла 49.8 тыс. экз/га и 56.3 кг/га, в губе Зеленецкая – 49.6 тыс. экз/га и 76.4 кг/га соответственно. В целом за период наблюдений рыбные сообщества в разных губах Восточного Мурмана незначительно различались по видовому составу и обилию видов. Основной компонент прибрежной ихтиофауны составляла молодь сайды, численная и массовая доля которой в сообществах губы Ярнышная в среднем составляла 95.8 и 70.3 %, а в губе Зеленецкая – 94.5 и 89.5 % соответственно.

В структуре рыбных сообществ в 2018 г. наблюдались существенные сезонные изменения, связанные с особенностями экологии молоди сайды. В июле 2018 г. плотные косяки сеголеток сайды распределялись главным образом в литорально-сублиторальной зоне исследованных губ и, доминируя в сообществах, вносили основной вклад в высокие показатели общей численности и биомассы видов. В августе подросшая молодь сайды откочевывала от берегов, предпочитая более мористые районы прибрежной акватории. При этом общая плотность литоральных сообществ рыб резко снизилась, а освободившуюся нишу постепенно занимали представители семейств Cottidae и Pleuronectidae, которые уже в сентябре доминировали в рыбных сообществах исследованных губ.

По результатам многолетнего мониторинга 2018 г. следует считать годом высокой численности молоди тресковых видов, обилие которых не отразилось на видовом богатстве литоральной ихтиофауны губ Восточного Мурмана. Сообщества рыб характеризовались относительно низкими показателями биоразнообразия, обусловленными высокой степенью доминирования сайды, как и в 2010 и 2016 гг.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам ММБИ КНЦ РАН М.В. Макарову, И.В. Рыжик, Д.В. Пуговкину, М.В. Митяеву, М.В. Герасимовой, Д.О. Салахову за всестороннюю помощь в проведении исследований и сборе материала.

Работа выполнена по теме 9-13-05 “Биология и экофизиология рыб Арктики” (№ госрегистрации 01 2013 66846) в рамках государственного задания № 0228-2019-0009.

Литература

Андряшев А.П., Чернова Н.В. Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод // Вопросы ихтиологии. 1994. Т. 34, № 4. С. 435–456.

Бондарев О.В. Питание и межвидовые отношения сеголеток трески и сайды в летний период 2012 года в губе Зеленецкая // Исследования экосистем морей Арктики: Матер. XXXV конф. молодых ученых ММБИ КНЦ РАН, посвященной Году экологии в России. Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2017. С. 19–24.

Бондарев О.В. Ихтиофауна литоральной и верхней сублиторальной зоны Кольского залива в апреле 2010 года // Исследования арктических экосистем: Матер. XXXVI конф. молодых ученых ММБИ КНЦ РАН, посвященной 40-летию научно-исследовательского судна “Дальние Зеленцы”. Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2018. С. 22–28.

Дерюгин К.М. Фауна Кольского залива и условия ее существования // Зап. Имп. Акад. наук. 1915. Т. 34, сер. 8. 929 с.

Искусственные радионуклиды в экосистеме / Д.Г. Матишов, Н.Е. Касаткина, И.С. Усягина и др. // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. С. 318–332.

Ихтиофауна прибрежной зоны губ Восточного Мурмана (Ярнышная, Зеленецкая) в летний период 2013 г. / К.И. Ким, О.В. Бондарев, О.Ю. Кудрявцева, С.С. Малавенда // Проблемы Арктического региона: Матер. XIV Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов. Т. II. Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2014. С. 84–85.

Карамушко О.В. Видовой состав и структура ихтиофауны Баренцева моря // Вопросы ихтиологии. 2008. Т. 48, № 3. С. 293–308.

Карамушко О.В., Юначева О.Ю. Речная камбала прибрежных вод Мурмана // Рыбное хозяйство. 2005. № 6. С. 57–59.

Карамушко О.В., Берестовский Е.Г., Карамушко Л.И. Ихтиофауна залива // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. С. 249–264.

Кудрявцева Е.О., Кудрявцева О.Ю. Особенности питания сеголеток трески *Gadus morhua* и сайды *Pollachius virens* (Gadidae) в губах Восточного Мурмана в летний период 2015 г. // Флора и фауна урбанизированных территорий в высоких широтах: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Мурманск: Изд. МАГУ, 2017. С. 51–59.

Кудрявцева О.Ю. Некоторые аспекты биологии европейского керчака *Муохосерфалус scorpius* (L.) (Cottidae) в Кольском заливе Баренцева моря // Вестн. Мурман. гос. техн. ун-та. 2012. Т. 15, № 4. С. 766–775.

Кудрявцева О.Ю. Структура прибрежных сообществ молоди рыб в губах Дальнезеленецкая и Ярнышная Баренцева моря // Арктическое морское природопользование в XXI веке – современный баланс научных традиций и инноваций (к 80-летию ММБИ КНЦ РАН): Тез. докл. Междунар. науч. конф. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2015. С. 119–121.

Кудрявцева, О.Ю. Новые поймки северного пятиусого налима *Ciliata septentrionalis* (Lotidae) в Баренцевом море // Вопросы ихтиологии. 2017. Т. 57, № 4. С. 472–474.

Кудрявцева О.Ю. Структура прибрежных сообществ рыб в губах Ярнышная и Зеленецкая (Восточный Мурман) // Вопросы ихтиологии. 2018. Т. 58, № 4. С. 428–438.

Линников Р.А. Некоторые данные по ихтиофауне верхней сублиторали Кольского залива в летний период // Материалы XXV юбилейной конференции молодых ученых Мурманского морского биологического института (май 2007). Мурманск: Изд. ММБИ КНЦ РАН, 2007. С. 122–128.

Миронова Н.В. Питание и рост молоди тресковых рыб в прибрежной зоне Восточного Мурмана. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 100 с.

Миронова Н.В. Биология и промысел сайды // Тр. Мурман. биол. станции АН СССР. 1957. Т. 3. С. 114–129.

Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение: Пер. с англ. М.: Мир, 1992. 184 с.

Представители ихтиофауны в прибрежных зонах губ Ярнышная и Зеленецкая в летний период в 2013 и 2014 гг. / О.В. Бондарев, К.И. Ким, С.С. Малавенда, О.Ю. Кудрявцева // Проблемы Арктического региона: Тез. докл. XV Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (г. Мурманск, 14 мая 2015 г.). Ростов н/Д.: Изд. ЮНЦ РАН, 2015. С. 70–71.

Расс Т.С. Обзор рыб, собранных Мурманской биологической станцией летом 1926 года // Работы Мурман. биол. станции. 1929. Т. III. С. 173–188.

Русяев С.М., Долгов А.В., Карамушко О.В. Случаи поимок змеевидной иглы-рыбы *Entelurus aequoreus* (Syngnathiformes, Syngnathidae) в Баренцевом и Гренландском морях // Вопросы ихтиологии. 2007. Т.47, № 4. С. 574–576.

Семенов А.В., Зуева М.Н., Бахарев В.И. Источники загрязняющих веществ и уровни содержания нефтяных углеводородов и тяжелых металлов // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. С. 285–291.

Чугунова Н.И. Сравнительные данные по росту молодой трески из прибрежных районов Мурмана в различные годы // Тр. Мурман. мор. биол. ин-та АН СССР. 1967. Вып. 15(19). С. 44–53.

Чумаевская-Световидова Е.В. Видовой состав рыб в районе Мурманской биологической станции // Тр. Мурман. биол. станции АН СССР. 1955. Т. 2. С. 5–11.

Eschmeyer's catalog of Fishes: genera, species, references / R. Fricke, W.N. Eschmeyer, R. Van der Laan (Eds.). 2019. URL: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed 4 March 2019.

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.3.35-75

УДК 574.587

**Л.В. Павлова, О.Ю. Ахметчина, Е.А. Гарбуль, Д.Р. Дикаева,
О.Л. Зимина, А.Э. Носкович, А.А. Фролов, Е.А. Фролова**
Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООБЕНТОСА СУБЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА (БАРЕНЦЕВО МОРЕ)

Аннотация

Исследования зообентоса мягких грунтов сублиторали Кольского залива, выполненные в 2017 г., выявили более высокое видовое разнообразие (300 таксонов), чем в 1995 г. Значения биоразнообразия (H' > 4–5) и видового богатства (50–107 видов/0.3 м²) в средней и северной частях довольно высокие для арктических сообществ, за исключением зоны эвтрофирования в южной части

залива ($H' = 3$, видовое богатство 53–63 вида/0.3 м²). Биомасса на станциях значительно варьировала (12–209 г/м²), самые высокие значения характерны для эвтрофированной зоны. Было выявлено 6 донных сообществ, только 1 из них (*Nephtys ciliata*) было наиболее широко распространено. Сделан вывод об устойчивости донной фауны к современному уровню загрязнения. Выявлены признаки улучшения состояния бентоса. Изменение климата и снижение уровня загрязнения привели к увеличению видового разнообразия бентоса, а камчатский краб стал наиболее вероятной причиной снижения биомассы двусторчатых моллюсков в некоторых районах Кольского залива.

Ключевые слова:

зообентос, обилие, биоразнообразие, антропогенное загрязнение, Кольский залив, Баренцево море, изменение климата, камчатский краб.

**L.V. Pavlova, O.Yu. Akhmetchina, E.A. Garbul, D.R. Dikaeva,
O.L. Zimina, A.E. Noskovich, A.A. Frolov, E.A. Frolova**
Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russia

**THE NEW DATA ON THE BENTHOS CONDITION OF THE KOLA BAY
(BARENTS SEA)**

Abstract

Investigations on soft bottom macrozoobenthic communities of Kola Bay (Barents Sea) carried out in 2017 indicate that it is richer in species composition (total of 300 taxa from the 13 stations) than in 1995. Diversity ($H' > 4-5$) and species richness (50–107 sp/0.3 м²) of the Kola Bay's middle and northern parts are high for an Arctic environment except area of eutrophication and high level of sediment pollution in southern part ($H' = 3$, species richness 53–63 sp/0.3 м²). Biomass distributions of zoobenthos are varied on stations (12 to 209 g/m² wet wt). The highest faunal abundances and biomass occurred within the southern part. In the study area, 6 benthic community types were identified, of which 1 main type (*Nephtys ciliata*) is most widespread. The bottom communities are resistant to the current level of pollution. Improvement of a condition of a benthos is revealed. The water warming and decrease of the sediment pollution level is most important factors for increase of the Kola Bay's benthos diversity. The red king crab the most probable reason of decrease of a bivalve's biomass in some areas of the Kola Bay.

Keywords:

zoobenthos, abundances, biodiversity, Kola Bay, Barents Sea, anthropogenic pollution, climate change, red king crab.

Изменчивость морских экосистем под влиянием антропогенного воздействия – одна из важнейших проблем в современной гидробиологии. Для исследования отклика живых организмов на загрязнение широко используют представителей макрозообентоса, которые в силу малоподвижного образа жизни и достаточно длинных жизненных циклов считаются удобным объектом для наблюдений за антропогенной сукцессией. Осуществление мониторинга техногенного

загрязнения возможно с использованием как отдельных компонентов биологического разнообразия, так и донных сообществ в целом, т. е. на организменном, популяционном и биоценотическом уровнях. Наиболее распространено и эффективно отслеживание изменений, происходящих в популяциях устойчивых видов, а также в характеристиках обилия донных сообществ и различных экологических индексов биоразнообразия, богатства, выравненности и т. д. (Одум, 1975; Clarke, Green, 1988; Протасов, Павлюк, 2004).

Кольский залив относится к акваториям, десятилетиями испытывающих антропогенный пресс, что привело к нарушениям его исторически сложившейся экосистемы. Первые комплексные сведения об условиях среды обитания и всей донной фауне залива, а не отдельных групп, были получены еще до начала активной хозяйственной деятельности на берегах залива – в 1908–1909 гг. (Дерюгин, 1915). Эти сведения – единственный источник информации о ненарушенных донных сообществах и былом видовом разнообразии бентоса. В траловых и драговых сборах тогда было обнаружено не менее 900 видов бентосных свободноживущих беспозвоночных. Работы по комплексному изучению бентоса были продолжены в 1934–1936 гг. В.И. Зацепиным с использованием методов количественного учета (с применением дночерпателей). Результаты данных исследований были оформлены только в виде рукописи, но упомянуты в работе Л.А. Зенкевича (1963). Новые сведения о видовом разнообразии и распределении донных сообществ во многом совпадали с данными К.М. Дерюгина, а наблюдаемые изменения были объяснены влиянием потепления Арктики (Зенкевич, 1963).

В последующие 50 лет комплексных наблюдений за донной фауной не проводили. За это время на берегах Кольского залива продолжали возводить города и поселки, развивалась их инфраструктура, строились портово-промышленные комплексы и военно-морские базы. Они служили источником нефтяного, химического, радиационного и коммунально-бытового загрязнения вод и донных осадков, а Кольский залив стал считаться наиболее экологически неблагополучным участком морской акватории Баренцева моря, десятилетиями испытывающим хроническое загрязнение (Кольский ..., 2009).

Первая количественная бентосная съемка Кольского залива после долгого перерыва была выполнена в 1983 г. сотрудниками Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича с целью оценки произошедших в нем изменений (Антипова, 1984). Положение станций было приурочено к глубоководной стрессовой зоне залива с илистыми и илисто-песчаными грунтами и совпадало с местами съемок К.М. Дерюгина в 1908–1909 гг. Тогда было отмечено, что из-за хронического загрязнения произошла сортировка видов по их устойчивости к токсикантам и замена одних

видов другими. В 1989 и 1995 годах бентосную съемку немного в урезанном виде повторил Мурманский морской биологический институт, получив подтверждение угнетенному состоянию донных сообществ залива.

Цель данной работы – оценить современное видовое разнообразие бентоса и состояние донных сообществ Кольского залива в условиях существующего, пониженного по сравнению с предыдущими исследованиями, уровня антропогенной нагрузки. В задачи исследований входил также анализ произошедших изменений в видовом составе и распределении макрозообентоса по сравнению с данными 1908–1909, 1934–1936 и 1980–1990-х гг.

Материал и методы. Работа выполнена 28–31 октября 2017 г. на НИС “Дальние Зеленцы” в ходе комплексной экспедиции ММБИ. Отбор проб был произведен на 13 станциях в разных частях Кольского залива (рис. 1), однако из-за дрейфа судна и резкого уклона дна на некоторых точках пробы были отобраны на разных глубинах (разница порой достигала 100 м), т. е. в разных биотопах. Такие пробы целесообразно рассматривать как разные станции, к номеру таких станций в скобках добавлена глубина сбора (табл. 1).

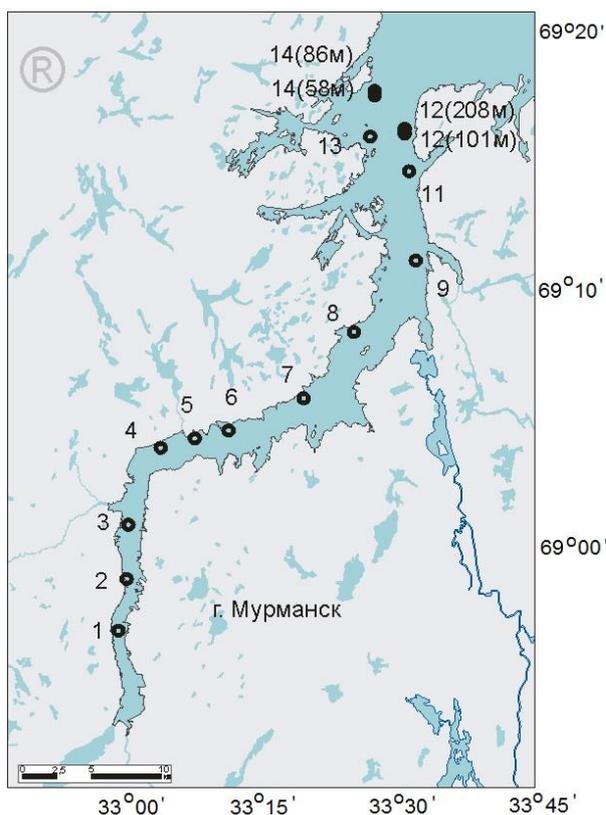


Рис. 1. Карта-схема района исследований
Fig. 1. Map-scheme of benthic sampling in Kola Bay

Т а б л и ц а 1

**Характеристика станций, выполненных
в Кольском заливе Баренцева моря в октябре 2017 г.**

T a b l e 1

**Characteristics of the benthic stations during the expeditions
in the Kola Bay in October 2017**

Номер станции	Глубина, м	Координаты		Грунт	Т, °С	S, ‰
		с. ш.	в. д.			
1	11	68°56.996'	33°00.764'	Коричнево-черный ил, черная глина, детрит, гравий, угольная крошка, мазут	6.52	33.56
2	33	68°58.818'	33°02.690'	Черный ил, черная глина, детрит, угольная крошка, шлак, мазут	6.56	33.86
3	25	69°01.613'	33°02.270'	Илистый песок, шлак, мусор, уголь кусковой, мазут	6.48	34.01
4	40	69°04.022'	33°04.896'	Ил, черный илистый песок, шлак, галька, мазут	6.30	34.10
5	43	69°04.265'	33°07.238'	Черно-коричневый ил, гравий, угольная крошка, шлак, мазут	6.35	34.09
6	65	69°04.357'	33°11.338'	Песчанистый ил, черная глина, гравий, галька, мазут	6.35	34.06
7	87	69°06.122'	33°21.713'	Песчанистый ил, черная глина, гравий, галька, мазут	5.35	34.12
8	162	69°08.025'	33°25.628'	Песчанистый ил, черная глина, гравий, галька, мазут	4.75	34.22
9	104	69°11.338'	33°33.897'	Илистый песок, серая глина, гравий, камни, мазут	5.56	34.18
11	116	69°14.952'	33°33.355'	Илистый песок, серая глина, гравий, камни, мазут	4.83	34.25
12 (101 м)	101	69°16.159'	33°32.219'	Заиленный мелкий и средний песок, серая глина, гравий, камни, местами – черные ракуша и древесина	4.97	34.39
12 (208 м)	208	69°16.546'	33°32.638'	Заиленный мелкий и средний песок, серая глина, гравий, камни	4.97	34.39
13	30	69°16.116'	33°27.570'	Мелкий и средний песок, ракуша <i>Arctica islandica</i>	6.65	34.01
14 (58 м)	58	69°17.149'	33°27.484'	Мелкий и средний песок, ракуша	6.64	34.06
14 (86 м)	86	69°17.236'	33°28.346'	Мелкий песок	6.64	34.06

ПРИМЕЧАНИЕ. Т – придонная температура воды; S – придонная соленость воды.

Местоположение станций в большинстве случаев совпадает с точками работ во время предыдущих исследований ММБИ в 1989 и 1995 гг., а также близко к траловым сборам К.М. Дерюгина в 1908 и 1909 гг. Благодаря этому, сравнение видовых списков и обилия бентоса можно провести для четырех станций 1989 г. и семи станций 1995 г. Динамику распределения биоценозов и их количественных характеристик можно проследить по результатам исследований 1934–1936 и 1995 гг.

На станциях пробы бентоса отбирали дночерпателем ван-Вина с площадью захвата 0.1 м² в трехкратной повторности (всего 39 проб). Промывку грунта осуществляли через сито с размером ячеек 0.5 мм. После промывки пробы фиксировали 4 %-м раствором формалина с нейтральной кислотностью. Камеральная обработка проб проводилась стандартными методами (Руководство ..., 1980). Для каждого вида в пробе определяли численность и массу (с точностью до 0.001–0.0001 г). Раковинных моллюсков взвешивали вместе с раковиной; полихет, строящих трубки только из секрета – вместе с трубками, инкрустирующих трубки частицами грунта, обломками раковин и др. – без трубок. Численность прикрепленных колониальных беспозвоночных (корковых мшанок и кустистых гидроидов на субстрате) определяли по числу колоний, а присутствие в пробе обломков колоний одного вида принимали за 1 экз.

Для каждого вида в пробе рассчитывали плотность поселения (N , экз/м²) и биомассу (B , г/м² и кДж/м²), относительную интенсивность метаболизма R (кДж/м²):

$$R_s = cB_s^{0.75} N_s^{0.25},$$

где N_s – плотность поселения, экз/м²; B_s – биомасса таксона на станции S , кДж/м²; c – специфичный для таксона коэффициент удельной интенсивности метаболизма, кДж/ч (Алимов, 1979). Для каждой станции подсчитывали средние значения N , B и R . В тексте и таблицах средние значения (M) приводятся с указанием стандартного отклонения (SD).

Поскольку в Кольском заливе обитает до 35 видов бентосоядных рыб, среди которых есть и промысловые (Карамушко и др., 2009), а также камчатский краб, приводятся данные по биомассе кормового бентоса (неприкрепленные полихеты и ракообразные, моллюски, иглокожие).

Для каждой станции были определены индексы биоразнообразия Шеннона (H') и выравненности Пиелу (J'), определено видовое богатство (число видов на станцию, т. е. на площадь 0.3 м²). Ожидаемое число видов в изучаемом районе оценивали с помощью прогностических алгоритмов (эстиматоров) Chao 1 и Chao 2 (Colwell, Coddington, 1994).

Современные донные сообщества выделяли по результатам кластерного анализа методом парного присоединения на основе коэффициентов сходства Брея-Кертиса (при кластеризации использовали

процентное соотношение относительной интенсивности метаболизма таксонов) в программе Past. Кластеризацию проводили для видов с частотой встречаемости более 50 %, чтобы нивелировать влияние на результаты редких видов и видов с низкой частотой встречаемости. Название биоценозу присваивали по видам, доминирующим по биомассе с учетом частоты встречаемости (Воробьев, 1949), для чего рассчитывали индекс плотности (ИП). На основании данного индекса также выделяли характерные виды сообщества (Зацепин, 1962). Степень значимости видов в биоценозе оценивали по частоте встречаемости в пробах (ЧВ, %), индексу плотности (Зенкевич, Броцкая, 1937) и их доле в относительной интенсивности метаболизма сообщества. Степень нарушенности донных сообществ оценивали с использованием индекса экологического стресса (или преобладающей жизненной стратегии) D_E (Денисенко, 2006), значения которого изменяются от -1 (отсутствие стресса) до 1 (сильный стресс).

Результаты. Краткая характеристика районов исследований.

Состояние донных осадков на большей части Кольского залива можно охарактеризовать как неблагоприятное в экологическом аспекте. Исключением является только устьевая часть залива, где отсутствуют видимые признаки загрязнения. Остальное дно залива засорено шлаком и древесными отходами, в южной и средней частях – еще и бытовым мусором. Угольная крошка или пыль покрывает дно всей южной и частично средней части, местами встречается и кусковой уголь. Нефтепродукты отмечены во всех пробах, кроме станций 12–14. Состояние донных осадков южного колена и на станциях 4, 5 особенно сильно отличается от других районов. Толстый слой грунта с признаками восстановительных процессов и большим количеством детрита свидетельствует о значительной эвтрофикации вод и повышенной седиментации минеральных и биогенных веществ.

Исследования проводились в период окончания гидрологического лета. На относительно мелководных станциях температура придонного слоя воды превышала 6 °С, а соленость имела пониженные значения (табл. 1), по мере увеличения глубины температура понижалась на 1–2 °С, а соленость незначительно возрастала.

Видовое разнообразие зообентоса мягких грунтов. Всего в пробах обнаружено не менее 300 видов донных беспозвоночных, представленных 170 семействами, 11 типами, 21 классом (табл. 2). На мягких грунтах Кольского залива по числу видов закономерно преобладают полихеты (114 видов), остальные группы представлены в меньшем количестве. На камнях и гальке, встречающихся на некоторых станциях помимо мягкого грунта, обнаружено 45 видов мшанок. Ракообразные были представлены 43 видами, двустворчатые и брюхоногие моллюски – по 38 соответственно, иглокожие – 9, гидроиды – 4, антозои и сипункулиды – 2, инфузории – 1. Губок,

нематод, олигохет, немертин до видового уровня не определяли, поэтому количество видов, обитающих на глубине свыше 30 м, должно быть больше. По оценке эстиматоров Чhao 1 и Чhao 2, в глубинной части залива можно ожидать нахождения 404–406 преимущественно инфaунных видов.

Таблица 2

**Видовой состав и распределение зообентоса
на мягких грунтах Кольского залива в 2017 г.**

Table 2

**Species composition and distribution
of a zoobenthos on soft bottom of the Kola Bay (2017)**

Таксон	Станции															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14		
											101 м	208 м		58 м	86 м	
Тип Porifera																
Класс Demospongiae																
Porifera g. sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Тип Cnidaria																
Класс Hydrozoa																
<i>Clytia gracilis</i> (Sars, 1850)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Eudendrium vaginatum</i> Allman, 1863	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Filellum serpens</i> (Hassall, 1848)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Laomedea flexuosa</i> Alder, 1857	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Класс Anthozoa																
<i>Epizoanthus</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paraedwardsia arenaria</i> Sars in Nordgaard, 1905	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Тип Nemertea																
Nemertea g. sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Тип Nematoda																
Nematoda g. sp.	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+
Тип Annelida																
Класс Clitellata																
Oligochaeta g. sp.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Класс Polychaeta																
<i>Alitta virens</i> (M. Sars, 1835)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ampharete lindstroemi</i> Malmgren, 1867 sensu Hesse 1917	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+

Продолжение табл. 2

Таксон	Станции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14	
											101 м	208 м		58 м	86 м
<i>Ampharete</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Amphicteis gunneri</i> (M. Sars, 1835)	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Amphitrite cirrata</i> (O.F. Müller, 1771)	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aonides paucibranchiata</i> Soutern, 1914	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Aphelochaeta marioni</i> (Saint-Joseph, 1894)	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Aphrodita aculeata</i> L., 1761	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Apistobranchnus tullbergi</i> (Théel, 1879)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Apomatus globifer</i> Théel, 1878	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Aricidea catherinae</i> Laubier, 1967	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Aricidea hartmanae</i> (Strelzov, 1968)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Aricidea nolani</i> Webster & Benedict, 1887	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Bipalponephthys neotena</i> (Noyes, 1980)	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Bushiella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Bylgides acutisetis</i> Loshamn, 1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Bylgides elegans</i> (Théel, 1879)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren, 1867	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-
<i>Chone duneri</i> Malmgren, 1867	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>Chone infundibuliformis</i> Krøyer, 1856	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Chone murmanica</i> Lucash, 1910	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+
<i>Circeis armoricana</i> Saint-Joseph, 1894	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Cirratulidae g. sp.	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Cirrophorus branchiatus</i> Ehlers, 1908	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-

Таксон	Станции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14	
											101 м	208 м		58 м	86 м
<i>Cirrophorus lyra</i> (Southern, 1914)	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Cistenides hyperborea</i> (Malmgren, 1865)	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+
<i>Cossura longocirrata</i> Webster & Benedict, 1887	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-
<i>Diplocirrus hirsutus</i> (Hansen, 1879)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Diplocirrus longisetosus</i> (Marenzeller, 1890)	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-
<i>Dodecaceria concharum</i> Oersted, 1843	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Enipo torelli</i> (Malmgren, 1865)	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Eteone flava</i> (Fabricius, 1780)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Euchone analis</i> (Krøyer, 1856)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>Eunice pennata</i> (O.F. Müller, 1776)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Exogone naidina</i> Orsted, 1845	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+
<i>Filograna implexa</i> Berkeley, 1827	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Flabelligeridae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Galathowenia oculata</i> Zachs, 1923	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gattyana amondseni</i> (Malmgren, 1865)	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gattyana</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Glycera capitata</i> Ørsted, 1843	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Glycera lapidum</i> Quatrephages, 1865	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Goniada maculata</i> Ørsted, 1843	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+
Harmothoe sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Hesionidae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Heteromastus filiformis</i> <i>laminariae</i> (Zachs, 1925)	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Lagis koreni</i> Malmgren, 1865	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 2

Таксон	Станции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14	
											101 м	208 м		58 м	86 м
<i>Lanassa venusta venusta</i> (Malm, 1874)	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Laonice cirrata</i> (M. Sars, 1851)	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+
<i>Laphania boeckii</i> Malmgren, 1865	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+
<i>Leaena abranchiata</i> Malmgren, 1865	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Lumbriclymene minor</i> Arvidsson, 1906	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Lumbrineridae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Maldane sarsi</i> Malmgren, 1867	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-
<i>Marenzelleria arctia</i> (Chamberlin, 1920)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Melinna cristata</i> (M. Sars, 1851)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melinna elisabethae</i> McIntosh, 1922	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-
<i>Micronephthys minuta</i> (Théel, 1879)	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Nephtys ciliata</i> (Müller, 1779)	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
<i>Nephtys longosetosa</i> Oersted, 1843	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Nephtys paradoxa</i> Malm, 1874	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Nereimyra punctata</i> (O.F. Müller, 1788)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
<i>Nicolea zostericola</i> Oersted, 1844	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Nicomache (Nicomache) minor</i> Arwidsson, 1906	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nicomache lumbricalis</i> (Fabricius, 1780)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-
<i>Nothria hyperborea</i> (Hansen, 1878)	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
<i>Notomastus latericeus</i> M. Sars, 1851	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Ophelia limacina</i> (Rathke, 1843)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-

Таксон	Станции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14	
											101 м	208 м		58 м	86 м
<i>Ophelina acuminata</i> Oersted, 1843	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ophelina cylindricaudata</i> (Hansen, 1878)	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1841	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
<i>Paradexiospira vitrea</i> (Fabricius, 1780)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Paramphinome jeffreysii</i> (McIntosh, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
<i>Paraonides nordica</i> Strelzov, 1968	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
<i>Petaloproctus tenius</i> (Théel, 1879)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-
<i>Pherusa plumosa</i> (O.F. Müller, 1776)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pherusa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Pholoe baltica</i> Oersted, 1843	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>Pholoe longa</i> (Muller, 1776)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Pholoe minuta</i> Fabricius, 1780	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Phyllodoce groenlandica</i> Oersted, 1842	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+
<i>Pista bansei</i> Safronova, 1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Polycirrus arcticus</i> M. Sars, 1865	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polydora</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Polynoidae g. sp.	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Praxillella gracilis</i> (M. Sars, 1861)	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Praxillella praetermissa</i> (Malmgren, 1865)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Praxillura longissima</i> Arwidsson, 1906	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Prionospio cirrifera</i> (Wirén, 1883)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Pseudoscalibregma parvum</i> (Hansen, 1878)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

Продолжение табл. 2

Таксон	Станции															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14		
											101 м	208 м		58 м	86 м	
<i>Pygospio elegans</i> Claparède, 1869	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke, 1843	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	
<i>Schistomeringos caeca</i> (Webster and Benedict, 1884)	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	
<i>Scoletepis korsuni</i> Sikorski, 1992	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Scoletoma fragilis</i> (Müller, 1776)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Scoloplos armiger</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	
<i>Sphaerodoropsis</i> <i>minuta</i> (Webster & Benedict, 1887)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Sphaerodoropsis</i> <i>sphaerulifer</i> (Moore, 1909)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
<i>Sphaeroropsis philippi</i> (Fauvel, 1911)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Spio arctica</i> (Söderström, 1920)	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	
<i>Spio armata</i> (Thulin, 1957)	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Spiochaetopterus</i> <i>typicus</i> M. Sars, 1856	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	
<i>Spiophanes kroeyeri</i> Grube, 1860	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Spirorbidae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	
Syllidae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	
Terebellidae g. sp.	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>Terebellides stroemi</i> Sars, 1835	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
<i>Tharyx killariensis</i> (Southern, 1914)	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	
<i>Travisia forbesii</i> Johnston, 1840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Trochochaeta multisetosa</i> (Oersted, 1843)	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Подкласс Echiura																
<i>Echiurus echiurus</i> (Pallas, 1767)	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Таксон	Станции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14	
											101 м	208 м		58 м	86 м
Тип Sipuncula															
Класс Sipunculidea															
<i>Nephasoma (Nephasoma)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>abyssorum</i> (Koren & Danielssen, 1875)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Phascolion (Phascolion)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>strombus strombus</i> (Montagu, 1804)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тип Arthropoda															
Класс Malacostraca															
<i>Actinocythereis dunelmensis</i> (Norman, 1865)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Akanthophoreus gracilis</i> (Krøyer, 1842)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Arrhis phyllonyx</i> (M. Sars, 1858)	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-
<i>Calliopius laeviusculus</i> (Krøyer, 1838)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Campylaspis costata</i> (Lilljeborg, 1855)	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Desmosoma lobipes</i> Kussakin, 1965	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Diastylis lucifera</i> (Krøyer, 1841)	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elofsonella concinna</i> (Jones, 1857)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>Eudorella emarginata</i> (Krøyer, 1846)	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Eugerdia tenuimana</i> (G.O. Sars, 1866)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Gnathia elongata</i> (Krøyer, 1846)	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-
<i>Gronella groenlandica</i> (Hansen, 1887)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Harpinia antennaria</i> Meinert, 1890	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Hippomedon propinquus</i> G.O. Sars, 1890	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-
<i>Hippomedon</i> sp.	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ischyrocerus megalops</i> G.O. Sars, 1894	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leucon acutirostris</i> G.O. Sars, 1864	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-

Продолжение табл. 2

Таксон	Станции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14	
											101 м	208 м		58 м	86 м
<i>Leucon nasica</i> (Krøyer, 1841)	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Leucon nasicooides</i> Lilljeborg, 1855	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Leucon nathorsti</i> Ohlin, 1901	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Liljeborgia brevicornis</i> (Bruzelius, 1859)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Monoculodes borealis</i> Boeck, 1871	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Monoculodes latimanus</i> (Goës, 1866)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Monoculodes tuberculatus</i> Boeck, 1871	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Neopleustes pullchellus</i> (Krøyer, 1846)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Nototropis falcatus</i> (Metzger, 1871)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Oedicerotidae g. sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paranarthrurella</i> <i>arctophylax</i> (Norman & Stebbing, 1886)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Parapleustes gracilis</i> (Buchholz, 1874)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pardaliscella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Paroediceros lynceus</i> (M. Sars, 1858)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Philomedes globosus</i> (Lilljeborg, 1853)	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-
<i>Phthisica marina</i> Slabber, 1769	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Pleurogonium inerme</i> G.O. Sars, 1886	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pterygocythereis</i> <i>mucronata</i> (Sars, 1866)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Rabilimis mirabilis</i> (Brady, 1968) Hazel, 1967	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stegocephalidae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Tryphosa nana</i> (Krøyer, 1846)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Tryphosites longipes</i> (Spence Bate & Westwood, 1861)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+

Таксон	Станции															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14		
											101 м	208 м		58 м	86 м	
<i>Typhlotanais finmarchicus</i> G.O. Sars, 1881	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Unciola planipes</i> Norman, 1867	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Verruca stroemia</i> (O.F. Müller, 1776)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Weltnerium nymphocola</i> Hoek, 1883	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Тип Mollusca Класс Bivalvia																
<i>Abra prismatica</i> (Montagu, 1808)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Arctica islandica</i> (L., 1767)	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Astarte borealis</i> (Schumacher, 1817)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Astarte elliptica</i> (Brown, 1827)	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+
<i>Astarte montagui</i> (Dillwin, 1817)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
<i>Astarte sulcata</i> (Da Costa, 1778)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	
<i>Axinopsida orbiculata</i> (G.O. Sars, 1878)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Batharca glacialis</i> (Gray, 1842)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
Bivalvia g.spp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Boreacola maltzani</i> (Verkrützen, 1875)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Ciliatocardium ciliatum</i> (Fabricius, 1780)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crenella decussata</i> (Montagui, 1808)	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Cuspidaria obesa</i> (Lovén, 1846)	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclopecten hoskynsi</i> (Forbes, 1844)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Dacrydium vitreum</i> (Møller, 1842)	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Ennucula corticata</i> (Møller, 1842)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Ennucula tenuis</i> (Montagu, 1808)	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+

Продолжение табл. 2

Таксон	Станции															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14		
											101 м	208 м		58 м	86 м	
<i>Heteranomia squamula</i> (L., 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Hiatella arctica</i> (L., 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Macoma calcarea</i> (Gmelin, 1791)	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Mendicula ferruginosa</i> (Forbes, 1844)	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
<i>Modiolus modiolus</i> (L., 1758)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
<i>Musculus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Mya truncata</i> L., 1767	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Mytilus edulis</i> L., 1758	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nuculana pernula</i> (O.F. Müller, 1779)	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Palliolum tigerinum</i> (O.F. Müller, 1776)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Parathyasira equalis</i> (Verrill & Bush, 1898)	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Parvicardium minimum</i> (Philippi, 1836)	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+
<i>Parvicardium pinnulatum</i> (Conrad, 1831)	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-
<i>Similipecten groenlandicus</i> (G.B. Sowerby II, 1842)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>Spisula elliptica</i> (Brown, 1827)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Thracia myopsis</i> (Møller, 1842)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Thyasira gouldi</i> (Philippi, 1845)	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>Thyasira</i> sp.	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Yoldiella lenticula</i> (Møller, 1842)	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+
<i>Yoldiella lucida</i> (Lovén, 1846)	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>Yoldiella nana</i> (M. Sars, 1865)	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Класс Gastropoda																
<i>Admete viridula</i> (Fabricius, 1780)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Antalis entalis</i> L., 1757	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

Таксон	Станции															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14		
											101 м	208 м		58 м	86 м	
<i>Ariadnaria borealis</i> (Broderip & Sowerby, 1829)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Boreocingula castanea</i> (Møller, 1842)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cryptonatica clausa</i> (Gmelin, 1791)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cylichna alba</i> (Brown, 1827)	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cylichnoides scalptus</i> (Reeve, 1855)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Diaphana minuta</i> (Brown in Smith, 1839)	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Gibbula tumida</i> Risso, 1826	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Laona finmarchica</i> (G.O. Sars, 1878)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+
<i>Lepeta coeca</i> (O.F. Müller, 1776)	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
<i>Limacina helicina</i> (Phipps, 1774)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Limacina retroversa</i> (J. Fleming, 1823)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Mangeliidae g. sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Margarites helycinus</i> (Phipps, 1774)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Margarites</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Moelleria costulata</i> (Møller, 1842)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-
Neogastropoda g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odostomia unidentata</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Oenopota</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Onoba aculeus</i> (Gould, 1841)	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Onoba semicostata</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Peringia ulvae</i> (Pennant, 1777)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Propebela assimilis</i> (G.O. Sars, 1878)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Propebela nobilis</i> (Møller, 1842)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 2

Таксон	Станции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14	
											101 м	208 м		58 м	86 м
<i>Propebela</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Puncturella noachina</i> (L., 1771)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Pusillina inconspicua</i> (Alder, 1844)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Pusillina</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Pusillina tumidula</i> (G.O. Sars, 1978)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Pyramidellidae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Retusa obtusa</i> (Montagu, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Rissoidea g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Trochidae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Класс Polyplacophora															
<i>Stenosemus albus</i> (L., 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Класс Caudofoveata															
<i>Chaetoderma marinae</i> (Ivanov in Scarlato, 1987)	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Chaetoderma nitidulum</i> Lovén, 1845	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Тип Echinodermata															
Класс Echinoidea															
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i> O.F. Müller, 1776	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Класс Holothuroidea															
<i>Psolus phantapus</i> Strussenfelt, 1765	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Thyonidium drummondi</i> (Thompson, 1840)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Labidoplax buski</i> (McIntosh, 1866)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Класс Ophiuroidea															
<i>Ophiocten affinis</i> (Lutken, 1858)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
<i>Ophiopholis aculeata</i> (L., 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-
<i>Ophiura robusta</i> (Ayers, 1851)	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
<i>Ophiura sarsi</i> Lütken, 1855	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ophiura</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+

Таксон	Станции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14	
											101 м	208 м		58 м	86 м
Тип Bryozoa															
Класс Gymnolaemata															
<i>Aquiloniella paenulata</i> (Norman, 1903)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Bryozoa g. sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bugulina tricuspis</i> (Kluge, 1955)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Caberea ellisi</i> (Fleming, 1816)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Callopora lineata</i> (L., 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Callopora weslawski</i> Kuklinski & Taylor, 2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Celleporella hyalina</i> (L., 1767)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Celleporina ventricosa</i> Lorenz, 1886	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-
<i>Copidozoum smitti</i> (Kluge, 1946)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cribrilina spitzbergensis</i> Norman, 1903	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>Crisularia harmsworthi</i> (Waters, 1900)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cystisella saccata</i> (Busk, 1856)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Dendrobeania decorata</i> (Verrill, 1879)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-
<i>Dendrobeania fessa</i> Kluge, 1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Dendrobeania murrayana</i> (Johnston, 1847)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Dendrobeania pseudomurrayana</i> <i>tenuis</i> Kluge, 1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Dendrobeania quadridentata</i> (Loven, 1834)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Electra pilosa</i> (L., 1768)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Escharella ventricosa</i> Hassal, 1848	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Eucratea loricata</i> (L., 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Hincksipora spinulifera</i> (Hincks, 1889)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

Продолжение табл. 2

Таксон	Станции															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14		
											101 м	208 м		58 м	86 м	
<i>Hippoporina reticulatopunctata</i> (Hincks, 1877)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Kinetoskias arborescens</i> Donidsen, 1868	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Leieschara coarctata</i> (M. Sars, 1863)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-
<i>Lepraliella contigua</i> (Smitt, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phylodopora elongata</i> (Smitt, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Porella struma</i> Norman, 1868	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ragionula rosacea</i> (Busk, 1856)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Reteporella</i> sp. Busk, 1884	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Reteporella watersi</i> (Nordgaard, 1907)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhamphostomella bilaminata</i> (Hincks, 1877)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Schizoporella inserta</i> Kluge, 1929	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Securiflustra securifrons</i> (Pallas, 1766)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Tegella arctica</i> (D'Orbiny, 1850)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Terminoflustra membranaceotruncata</i> (Smitt, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Tricellaria elongata</i> (Smitt, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Tricellaria gracilis</i> Van Beneden, 1848	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-
Класс Stenolaemata																
<i>Crisia ebumeodenticulata</i> (Smitt, 1865)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
<i>Crisiella diversa</i> (Kluge, 1955)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Defrancia lucernaria</i> M. Sars, 1851	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+
<i>Exidmonea atlantica</i> (Forbs in Jonston, 1847)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

Таксон	Станции														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		13	14	
											101 м	208 м		58 м	86 м
<i>Hornera lichenoides</i> (L., 1758)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-
<i>Oncousoecia diastoporides</i> (Norman, 1869)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Patinella verrucaria</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Tubulipora flabellaris</i> (Fabricius, 1780)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Тип Chordata Класс Ascidiacea															
<i>Cnemidocarpa rhizopus</i> (Redikorzev, 1907)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

Ряд видов ранее не упоминался в списках Кольского залива. Это расширившие свой ареал обитания на восток вдоль Мурманского побережья тепловодные двустворчатые моллюски *Parvicardium minimum* и *Abra prismatica*, широко распространенная в Баренцевом море морская уточка *Weltnerium nymphocola*. Во время работы над статьей уже в 2019 г. в среднем колене Кольского залива на илистом песке сотрудником ММБИ О.В. Бондаревым был обнаружен еще один тепловодный, расширивший свой ареал обитания вплоть до побережья Восточного Мурмана (Kantor et al., 2008), вид гастропод – *Aporrhais pespelecani* (Linnaeus, 1758).

Количество видов зообентоса постепенно возрастает от южной до устьевой (северной) части моря. На станциях южного колена зарегистрировано всего 87 видов, среднего – 121, северного – 258. В северной части залива намного больше видов полихет (97 видов против 64 в средней части и 49 в южной), брюхоногих моллюсков (33 вида против 7 в средней и южной частях), двустворчатых моллюсков (35 против, соответственно, 21 и 14), ракообразных (35 против 12 и 9), иглокожих (9 против 1 и 2). Если отбросить эпифаунные виды (губки, мшанки, гидроиды, некоторые виды полихет, моллюсков и голотурий), видовое разнообразие инфауны и онфауны в южной части не изменится, а в средней части залива снизится до 106 видов, в северной – до 210 видов.

Видовое богатство (альфа-разнообразие) бентоса на большей части исследованной акватории довольно высокое для мягких грунтов побережья Баренцева моря. Его среднее значение на станциях составило 69 при варьировании от 50 до 107 (табл. 3). В наиболее загрязненном южном колене залива видовое богатство было выше, чем на многих станциях среднего колена, но в 1.2–1.5 раза ниже, чем на станциях северного колена. Значения индекса Шеннона относительно невысоки только на станциях 1, 2 и 4, на которых отдельные виды сильно

доминируют по численности, а на остальных превышают 4 или 5 бит. На этих же трех станциях значения индекса выравненности, соответственно, также минимальны, на остальных станциях обилие видов распределено достаточно равномерно, соответственно разнообразие донных беспозвоночных можно считать достаточно высоким.

Таблица 3

Показатели разнообразия, обилия, жизненной стратегии зообентоса сублиторали Кольского залива в 2017 г., М±SD

Table 3

Diversity, abundance and r- and K-strategists proportion of the Kola Bay' benthos

Номер станции	Видовое богатство, видов/ст.	H'	P'	N	B	B _{корм}	D _E
1	53	3.03	0.53	8050±2550	70±12	100.0	-0.02
2	60	3.07	0.52	14700±4960	209±27	98.4	0.01
3	63	4.39	0.73	3320±512	81±54	96.6	-0.19
4	51	3.64	0.64	2817±390	22±14	99.8	-0.25
5	62	4.27	0.72	2750±302	26±14	100.0	-0.18
6	54	4.25	0.74	2610±258	26±6	100.0	-0.26
7	56	4.66	0.80	1820±572	35±12	99.8	-0.30
8	50	4.33	0.77	1790±127	60±41	96.7	-0.33
9	75	4.88	0.78	2340±846	27±6	99.8	-0.23
11	87	5.07	0.77	2617±404	37±32	93.3	-0.38
12 (101 м)	107	5.60	0.83	3070±85	30±8	87.8	-0.13
12 (208 м)	68	4.97	0.82	3630	40	99.0	-0.19
13	96	4.11	0.62	6540±1055	58±17	99.8	-0.16
14 (58 м)	82	5.42	0.85	4320	63	57.7	-0.23
14 (86 м)	70	4.60	0.75	5410±830	12±0.4	99.4	-0.02

ПРИМЕЧАНИЕ. H' – индекс Шеннона; P' – индекс Пиелу; N – плотность поселения, экз/м²; B – биомасса, г/м²; B_{корм} – биомасса кормового зообентоса, %; D_E – индекс экологического стресса.

Количественные показатели распределения и структура бентоса. В глубинной части Кольского залива 29 видов зообентоса (10 % от всего количества) встретились более чем в половине проб. Так называемый “фон” мягких грунтов образуют полихеты *Galathowenia oculata* (ЧВ – 100 %), *Pholoe minuta* (92 %), *Prionospio cirrifera* (90 %), *Eteone flava* (85 %), *Chaetozone setosa* и *Terebellides stroemi* (по 77 % соответственно).

На меньшей акватории зарегистрированы полихеты *Chone murmanica*, *Praxillella praetermissa* и *Scoletoma fragilis* (ЧВ – по 69 %), *Levinsenia gracilis* (67 %), *Laonice cirrata* (64 %), *Micronephthys minuta*

(62 %), *Cossura longocirrata* (56 %), *Nephtys ciliata* (56 %), *Notomastus latericeus* (56 %), *Polycirrus arcticus* (56 %), двустворчатые моллюски *Parathyasira equalis* (72 %), *Yoldiella lenticula* (67 %), *Dacrydium vitreum* и *Macoma calcarea* (по 62 % соответственно), *Parvicardium pinnulatum* (59 %), *Crenella decussata* (56 %), *Mendicula ferruginosa* и *Yoldiella nana* (по 54 % соответственно), ямкохвостые моллюски *Chaetoderma nitidulum* (67 %), кумовые раки *Eudorella emarginata* (54 %). Встречаемость от 25 до 50 % отмечена всего у 9 % видов. Хвост редких видов значителен: 35 % видов от всего таксономического разнообразия зарегистрировано только в одной пробе, еще 17 % – в двух.

В распределении численности и биомассы бентоса отмечена закономерность формирования двух пиков повышенных значений: сильно выраженного в южном колене и менее выраженного в северном, с низкими значениями на большей части среднего колена (табл. 3). Почти повсеместно основной вклад в численность макробентоса вносят полихеты, доля которых постепенно уменьшается от кута к открытой части залива (83–90 % в южном колене, 58–88 % в среднем, 34–63 % в северном). Самая высокая численность отмечена на ст. 2 у *Cossura longocirrata* (4920 ± 4790 экз/м²) и *Galathowenia oculata* (4320 ± 3120 экз/м²). У двустворчатых моллюсков, следующей по численности группе беспозвоночных, плотность поселения, наоборот, увеличивается в том же направлении (9–13 % в южном колене, 10–29 % в среднем, 21–53 % в северном), причем на относительно небольших глубинах устьевой части, на песках (ст. 13) *Bivalvia* становились доминирующей группой бентоса, а плотность поселений *Crenella decussata* достигала 2140 экз/м².

Основу бентофауны по биомассе на большей части акватории с илистым или илисто-песчаным грунтом составляют полихеты. На большинстве станций их доля варьирует от 70 до 92 %, исключение составляет ст. 2 – 34 %. На песчаном грунте доля полихет снижается до 8–50 %, при этом увеличивается обилие *Bivalvia*. Наиболее высокие значения биомассы формируют полихеты *Alitta virens* (32 ± 16 г/м²) на ст. 1 и *Scoletoma fragilis* (24 ± 20 г/м²) на ст. 8. Двустворчатые моллюски доминируют по биомассе только на станциях 2 и 13 (47 и 90 % соответственно). Максимальные значения отмечены у моллюска *Arctica islandica* (92 ± 20 г/м²) на ст. 2.

В состав бентоса входят разнообразные трофические группировки, основной перечень которых представлен в табл. 4. Помимо них, в фауне отмечены растительноядные животные, всеядные и паразиты (брюхоногие моллюски *Odostomia unidentata*), чья доля в биомассе бентоса крайне мала. Подвижные сестонофаги, детритофаги и плотоядные поочередно доминируют по биомассе на разных станциях. На некоторых станциях среднего колена залива доминирование приобретает неявный характер, когда две-три трофические группы не сильно различаются по доле в биомассе.

Т а б л и ц а 4

Трофическая структура бентоса сублиторали
Кольского залива в 2017 г., % от биомассы

Table 4

Trophic structure of the Kola Bay's benthos (2017), biomass, %

Номер станции	Сестонофаги		Детритофаги		Плотоядные
	неподвижные	подвижные	собирающие	грунтоеды	
1	0	5.0	31.0	9.0	53.0
2	0	48.0	19.0	24.0	9.0
3	3.0	9.0	17.0	43.0	28.0
4	0.5	1.0	19.0	11.0	68.0
5	0	2.0	41.0	32.0	25.0
6	0	1.6	47.0	36.0	15.0
7	0.2	22.0	35.0	31.0	11.0
8	37.0	0	16.0	2.0	45.0
9	0.8	0.6	46.0	13.0	38.0
11	7.0	0.3	19.0	6.0	66.0
12 (101 м)	6.0	1.4	40.0	34.0	16.0
12 (208 м)	12.0	15.0	42.0	4.0	11.0
13	0.2	74.0	19.0	4.0	1.5
14 (58 м)	44.0	24.0	12.0	9.0	7.0
14 (86 м)	0.9	21.0	53.0	5.0	16.0

В биогеографической структуре сублиторальной фауны мягких грунтов закономерно доминируют по числу видов беспозвоночные бореально-арктического происхождения (69 %). Доля бореальных видов (22.5 %) в 5 раз выше, чем арктических (4.5 %), беспозвоночные-космополиты составляют 4 %. В южном и северном коленах доля бореальных видов одинакова (24 %), арктических видов меньше в кутовой части (2.7 %), чем в устьевой (5.6 %). Бореально-арктические виды доминируют по биомассе на всех станциях (55–97 %), кроме станций 1 и 2 южного колена, где доля бореальных видов выше и в общей биомассе достигает 51 и 48 % соответственно. Основной вклад в биомассу на этих станциях вносят полихеты *Alitta virens* и двустворчатые моллюски *Arctica islandica*. По численности повсеместно преобладают бореально-арктические виды (60–87 %).

Донные сообщества. В результате кластеризации данных на уровне сходства 0.5 выделилось 3 видовых группировки (комплекса; рис. 2), объединивших станции со схожим видовым составом и интенсивностью метаболизма таксонов: станции 4 и 11 – I, станции 5, 6, 7, 9, 12 (208 м) – II, станции 1 и 2 – III. При меньшем уровне сходства выделяются станции 3 и 8, не вошедшие на уровне 50 %-го сходства в вышеозначенные группировки, а также еще две группировки: станции 13 и 14 (58 м) – IV, станции 12 (101 м) и 14 (86 м) – V.

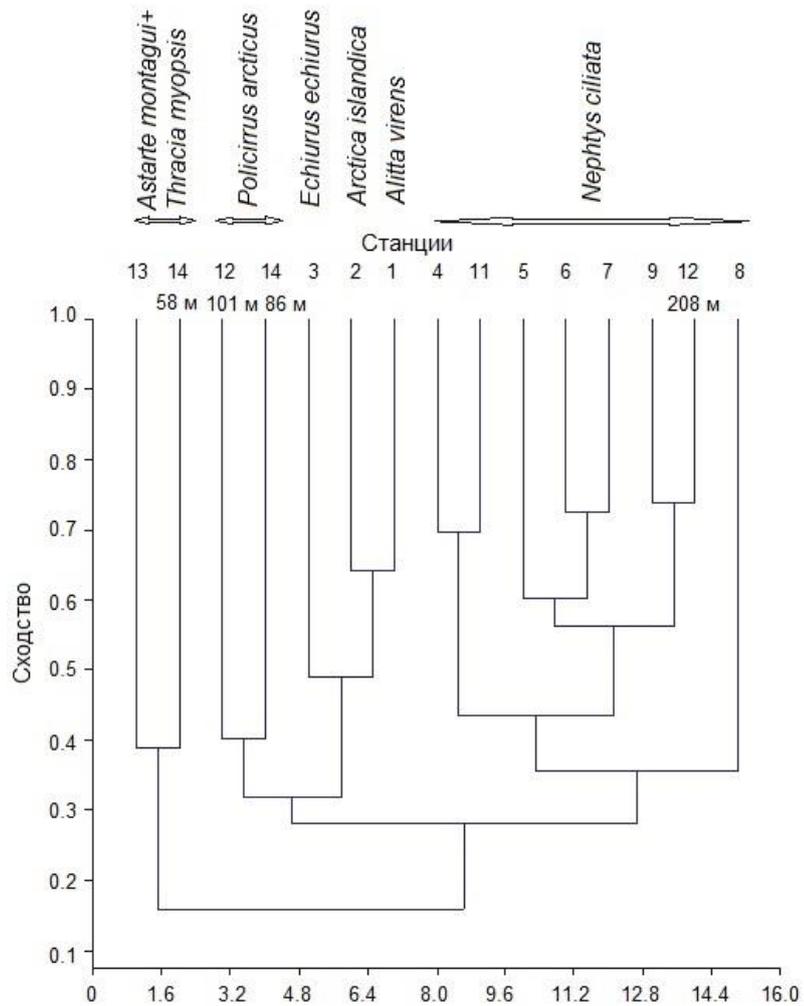


Рис. 2. Дендрограмма сходства станций по уровню метаболизма
 Fig. 2. Dendrogram resulting from clustering of stations, using metabolism level

В видовые комплексы I и II вошли станции, где по интенсивности метаболизма и биомассе доминируют *Nephtys ciliata*. Доминирует данный вид и на ст. 8, поэтому можно считать, что глубинная часть среднего и частично северного колен залива в районе перечисленных станций, занята различными вариациями сообщества *Nephtys ciliata*.

Станции, объединившиеся в комплекс III, сходны между собой по видовому составу, близка к ним и ст. 3 (рис. 2). Но, по-видимому, условия окружающей среды и особенно питания в эвтрофированной южной части залива настолько пространственно различаются, поэтому здесь получают преимущественное развитие разные доминирующие виды. Существенно различается на станциях обилие беспозвоночных и трофическая структура. В связи с этим логично рассматривать каждую станцию южного колена залива как самостоятельное сообщество. Следовательно, можно считать,

что здесь распространены и последовательно сменяют друг друга биоценозы полихет *Alitta virens* (ст. 1), двустворчатых моллюсков *Arctica islandica* (ст. 2) и эхиур *Echiurus echiurus* (ст. 3).

Видовой комплекс IV объединяет станции песчаного грунта устьевой части залива, на которых фауна двустворчатых моллюсков развита лучше, чем полихет. Здесь нет ярко выраженного доминанта по биомассе и доле в метаболизме. Почти в равных соотношениях по биомассе представлены моллюски *Astarte montagui*, *Thracia myopsis*, *Arctica islandica*, *Spisula elliptica*.

В видовой комплекс V вошли станции со сходным грунтом восточного берега устьевой части залива. Здесь доминируют полихеты *Polycirrus arcticus*.

Итак, в южном колене Кольского залива постепенно сменяют друг друга сообщества плотоядных животных, сестонофагов-фильтраторов и грунтоедов, в среднем колене распространено обширное сообщество с представленными в равных соотношениях плотоядными беспозвоночными и собирающими детритофагами. На берегах устьевой части залива развиваются сообщества подвижных сестонофагов или собирающих детритофагов.

Т а б л и ц а 5

**Количественные характеристики донных сообществ
сублиторали Кольского залива в 2017 г., М (min–max)**

Table 5

Community characteristics of the Kola Bay's subtidal zone (2017), M (min–max)

Характеристика	Сообщества		
	1	2	3
Количество видов	54	61	63
Видовая плотность, вид/ст.	54	61	63
Доминирующая группа по видовому разнообразию	Полихеты (60 %)	Полихеты (62 %)	Полихеты (59 %)
Плотность поселения, экз/м ²	8050 (5120–10000)	14700 (9760–19680)	3320 (2940–3900)
Биомасса, г/м ²	70 (57–78)	210 (182–235)	81 (32–138)
Доминант по плотности поселения	<i>Galathowenia oculata</i> (50 %)	<i>Cossura longocirrata</i> (33 %)	<i>Prionospio cirrifera</i> (24 %)
Доминант по биомассе	<i>Alitta virens</i> (47 %)	<i>Arctica islandica</i> (43 %)	<i>Echiurus echiurus</i> (36 %)
Доминант по относительной интенсивности метаболизма	<i>Alitta virens</i> (26 %)	<i>Arctica islandica</i> (29 %)	<i>Aphrodita aculeata</i> (22 %) <i>Echiurus echiurus</i> (20 %)
Индекс Шеннона H'	3.03	3.07	4.39
Индекс Пиелу J'	0.53	0.52	0.73
Индекс экологического стресса D _E	–0.02	0.01	–0.19
Станции, на которых отмечено сообщество	1	2	3

Характеристика	Сообщества		
	4	5	6
Количество видов	161	145	138
Видовая плотность, вид/ст.	63 (50–75)	89 (82–96)	89 (70–107)
Доминирующая группа по видовому разнообразию	Полихеты (49 %)	Полихеты (39 %)	Полихеты (38 %)
Плотность поселения, экз/м ²	2590 (1470–3630)	5990 (4320–7610)	4240 (3130–6000)
Биомасса, г/м ²	30 (12–73)	60 (42–76)	20 (12–34)
Доминант по плотности поселения	<i>Prionospio cirrifera</i> (12 %)	<i>Crenella decussata</i> (28 %)	<i>Yoldiella nana</i> (8 %)
Доминант по биомассе	<i>Nephtys ciliata</i> (23 %)	<i>Arctica islandica</i> (13 %)	<i>Pherusa plumosa</i> (12 %)
Доминант по относительной интенсивности метаболизма	<i>Nephtys ciliata</i> (26 %)	<i>Arctica islandica</i> (13 %)	<i>Polycirrus arcticus</i> (8 %)
Индекс Шеннона H'	4.50 (3.64–5.06)	4.8 (4.1–5.4)	5.1 (4.6–5.6)
Индекс Пиелу J'	0.76 (0.64–0.82)	0.74 (0.62–0.85)	0.79 (0.75–0.83)
Индекс экологического стресса D _E	–0.26 (–0.17...–0.37)	–0.19 (–0.16...–0.23)	–0.08 (–0.02...–0.12)
Станции, на которых отмечено сообщество	4, 5, 6, 7, 8, 11, 12 (208 м)	13, 14 (58 м)	12 (101 м), 14 (86 м)

ПРИМЕЧАНИЕ. Сообщества: 1 – *Alitta virens*, 2 – *Arctica islandica*, 3 – *Echiurus echiurus*, 4 – *Nephtys ciliata*, 5 – *Astarte montagui*+*Thracia myopsis*, 6 – *Polycirrus arcticus*.

Сообщество Alitta virens. Распространено на небольших глубинах (11 м) и загрязненном илистом грунте самой южной части южного колена Кольского залива напротив пос. Дровяное. Плотность поселения и биомасса достигают здесь высоких значений (табл. 5) и у многих массовых видов распределены в пространстве довольно равномерно (табл. 6). В этом районе очень многочисленны поселения полихеты *Galathowenia oculata* (до половины от суммарной численности бентоса), в общем метаболизме сообщества данному виду принадлежит второе место. Из-за резкого доминирования по численности индексы биоразнообразия и выравненности здесь одни из самых низких. В данном сообществе высока доля по биомассе плотоядных беспозвоночных (54 %), им уступают собирающие детритофаги (31 %). Слабо представлены грунтоеды (8 %), подвижные фильтраторы сестона (5 %), растительноядные (менее 1 %). В сообществе относительно велика доля видов г-стратегов, значения индекса D_E имеют промежуточное значение.

Т а б л и ц а 6

Количественные показатели наиболее значимых видов
в донных сообществах, М±SD

T a b l e 6

Quantitative indices of the most significant species in bottom communities

Вид	Группа	ИП	ЧВ, %	N, экз/м ²	B, г/м ²
Сообщество <i>Alitta virens</i>					
<i>Alitta virens</i>	Pol	57	100	13±8	33.0±16.0
<i>Laonice cirrata</i>	Pol	31	100	53±15	9.60±1.40
<i>Scoloplos armiger</i>	Pol	25	100	210±180	6.3±3.50
<i>Galathowenia oculata</i>	Pol	22	100	4000±1870	4.20±2.50
<i>Arctica islandica</i>	Bi	15	100	110±10	2.40±1.40
<i>Chaetozone setosa</i>	Pol	15	100	333±64	2.10±0.30
<i>Glycera capitata</i>	Pol	13	100	37±25	1.60±1.80
<i>Terebellides stroemi</i>	Pol	12	100	17±6	1.30±1.80
<i>Macoma calcarea</i>	Bi	11	100	523±66	1.30±0.05
<i>Bipalponephthys neotena</i>	Pol	8	100	617±195	0.70±0.20
<i>Mya truncata</i>	Bi	8	100	206±67	0.70±0.60
Сообщество <i>Arctica islandica</i>					
<i>Arctica islandica</i>	Bi	96	100	253±75	92.00±20.00
<i>Echiurus echiurus</i>	Ech	47	67	13±11	34.00±30.00
<i>Laonice cirrata</i>	Pol	33	100	47±15	11.00±9.00
<i>Chaetozone setosa</i>	Pol	31	100	1460±218	9.70±1.20
<i>Cistenides hyperborea</i>	Pol	27	100	113±55	7.30±2.60
<i>Scoloplos armiger</i>	Pol	25	100	123±15	6.10±1.90
<i>Galathowenia oculata</i>	Pol	24	100	4230±3125	5.90±4.20
<i>Scoletoma fragilis</i>	Pol	24	100	17±11	5.90±9.10
<i>Ciliatocardium ciliatum</i>	Bi	21	100	40±20	4.40±6.00
Сообщество <i>Echiurus echiurus</i>					
<i>Echiurus echiurus</i>	Ech	54	100	22±15	29.00±20.00
<i>Arctica islandica</i>	Bi	23	100	60±20	5.50±4.20
<i>Aphrodita aculeata</i>	Pol	23	33	10±17	16.00±28.00
<i>Laonice cirrata</i>	Pol	22	100	70±40	4.70±4.90
<i>Notomastus latericeus</i>	Pol	21	100	30±17	4.60±6.60
<i>Prionospio cirrifera</i>	Pol	16	100	783±57	2.50±0.50
<i>Scoletoma fragilis</i>	Pol	15	100	17±6	2.30±0.70
<i>Gattyana amondseni</i>	Pol	13	100	33±6	1.60±1.70
<i>Parathyasira equalis</i>	Bi	12	100	67±38	1.50±0.60
Сообщество <i>Nephtys ciliata</i>					
<i>Nephtys ciliata</i>	Pol	25.4	95	44±20	6.8±23.00
<i>Notomastus latericeus</i>	Pol	18.2	74	17±17	4.5±5.2
<i>Polycirrus arcticus</i>	Pol	15.8	79	109±104	3.2±3.0
<i>Yoldiella lenticula</i>	Bi	11.7	100	150±107	1.4±0.8
<i>Laonice cirrata</i>	Pol	9.3	63	8±8	1.4±2.0
<i>Prionospio cirrifera</i>	Pol	9.0	100	312±215	0.8±0.6
<i>Scoletoma fragilis</i>	Pol	8.6	63	53±98	1.2±1.8
<i>Parathyasira equalis</i>	Bi	7.8	74	123±154	0.8±0.9
<i>Terebellides stroemi</i>	Pol	7.7	89	41±30	0.7±0.8

Вид	Группа	ИП	ЧВ, %	N, экз/м ²	B, г/м ²
Сообщество <i>Astarte montagui</i> + <i>Thracia myopsis</i>					
<i>Astarte montagui</i>	Bi	26	100	400±215	6.5±3.0
<i>Thracia myopsis</i>	Bi	25	100	148±95	6.4±12
<i>Arctica islandica</i>	Bi	24	75	195±132	7.7±8
<i>Spisula elliptica</i>	Bi	24	75	122±82	7.6±5.6
<i>Macoma calcarea</i>	Bi	22	75	22±17	6.3±11
<i>Crenella decussata</i>	Bi	17	100	1652±1180	2.9±1.5
<i>Astarte elliptica</i>	Bi	14	100	113±145	1.9±3.2
<i>Praxillella praetermissa</i>	Pol	10	100	70±8	1.1±0.5
<i>Scoloplos armiger</i>	Pol	10	100	175±85	1.1±1.1
Сообщество <i>Polycirrus arcticus</i>					
<i>Polycirrus arcticus</i>	Pol	13	100	70±47	1.6±1.2
<i>Astarte sulcata</i>	Bi	12	100	85±79	1.3±1.7
<i>Ennucula tenuis</i>	Bi	11	100	190±138	1.2±0.5
<i>Laonice cirrata</i>	Pol	8	75	13±12	0.9±1.3
<i>Scoloplos armiger</i>	Pol	8	100	90±99	0.6±0.6
<i>Pherusa plumosa</i>	Pol	8	25	3±5	2.4±4.7
<i>Nuculana pernula</i>	Bi	7	75	48±69	0.7±0.7
<i>Yoldiella nana</i>	Bi	7	100	325±211	0.4±0.4

ПРИМЕЧАНИЕ. Bi – двустворчатые моллюски, Pol – полихеты, Ech – эхиуры.

Сообщество Arctica islandica. Сменяет вышеописанное сообщество и распространено немного севернее, напротив портовой зоны города Мурманска, также на сильно загрязненных, черных илистых грунтах на глубинах, превышающих 30 м. Здесь зарегистрированы самые высокие показатели обилия зообентоса (табл. 5) несмотря на явные признаки периодического существования фауны в условиях дефицита кислорода. Альфа-разнообразие зообентоса немного выше, чем в предыдущем сообществе. Список играющих важную роль беспозвоночных несколько иной (табл. 6). Трофическая структура сообщества с доминированием *Arctica islandica* также отличается. По биомассе преобладают подвижные сестонофаги-фильтраторы (48 %), преимущественно благодаря виду-доминанту. В состав сообщества входят также грунтоеды (24 %), собирающие детритофаги (19 %). В отличие от предыдущего сообщества, доля плотоядных беспозвоночных здесь невысока (9 %). Крайне слабо представлены растительноядные и ресничные сестонофаги (менее 1 %). Значение индекса экологического стресса свидетельствует о переходном состоянии сообщества и обилию мелких г-стратегов (табл. 5).

Сообщество Echiurus echiurus. Распространено еще севернее предыдущего на относительно небольших глубинах (25 м) и илистом песке с включением шлака, угля и мусора; может простираться до изгиба залива в районе мыса Мишуков. В данном районе на фоне более высокого видового разнообразия отмечено снижение как биомассы

(распределенной неравномерно по сравнению с предыдущими сообществами), так еще более значительное – плотности поселения (табл. 5). Здесь наблюдалось большее биоразнообразие и выравненность обилия видов. Среди наиболее характерных представителей появляются новые по сравнению с предыдущим сообществом виды (табл. 6). В сообществе по биомассе лидирует немногочисленная по количеству видов трофическая группировка грунтоедов (45 %), основной вклад в нее вносит руководящий вид *Echiurus echiurus*. Следующие по значимости – плотоядные беспозвоночные (26 %), наиболее разнообразные в видовом отношении собирающие детритофаги (17 %) и подвижные сестонофаги-фильтраторы (9 %). Вклад в биомассу прочих трофических группировок (неподвижных и ресничных сестонофагов и детритофагов) крайне незначителен. В данном сообществе соотношение видов с различной жизненной стратегией уже сдвинуто в сторону к-стратегов (табл. 5).

Сообщество Nephtys ciliata. Данное донное сообщество очень широко распространено в глубинной части среднего и частично северного колена Кольского залива. Оно встречено на глубине 40–208 м на илистом песке со значительной примесью каких-либо включений (гравия, камней, ракуши или остатков известковых водорослей и древесины). Для сообщества характерны невысокая плотность поселения беспозвоночных, относительно равномерно распределенная между видами, неравномерное пространственное распределение биомассы и в целом ее довольно низкие значения (таблицы 5, 6), слабое развитие фауны двустворчатых моллюсков. Сообщество занимает большую площадь дна, обилие редких видов высоко. Всего сообщество насчитывает более 160 видов беспозвоночных, но средняя видовая плотность невысока. Характерные виды перечислены в табл. 5. Неравномерность пространственного распределения численности и биомассы отдельных видов отражает стандартное отклонение этих показателей. В трофической структуре по биомассе доминируют две группировки – собирающие детритофаги и плотоядные беспозвоночные (по 35 % соответственно). Следующая по значимости группа – грунтоеды (21 %). Сестонофаги развиты слабо – 7 %, из них подвижные составляют 5 %, неподвижные – 2 %. Детритофаги и растительноядные организмы особой роли в данном сообществе не играют. Значение индекса D_E свидетельствует об отсутствии видимого стресса и преобладании животных с к-стратегией.

Сообщество двустворчатых моллюсков Astarte montagui+Thracia myopsis. Встречено по западному берегу на песчаных грунтах с ракушей и относительно небольших глубинах – 30–58 м. В этом сообществе несколько видов двустворчатых моллюсков мало различаются по количественным показателям (табл. 6). Моллюски закономерно преобладают над остальными группами бентоса по биомассе (75 %), превосходят по численности группу полихет, не получающей сильного

развития на песках. В целом, благодаря близости к открытому морю, довольно разнообразное в видовом отношении сообщество с достаточно высокими для мягких грунтов показателями видового богатства (табл. 5). По биомассе резко доминируют сестонофаги – 75 %, из них подвижные составляют 61 %. Доля в общей биомассе собирающих детритофагов – 15 %, грунтоедов – 6 %, плотоядных, растительноядных, ресничных сестонофагов – незначительна. Обилие мелких видов становится причиной невысоких отрицательных значений индекса экологического стресса.

Сообщество полихет Polycirrus arcticus. Распространено по восточному берегу залива на песчаных грунтах с примесью гравия и ракушки на глубине 86–101 м. Сообщество также разнообразно в видовом отношении, как и предыдущее, однако характеризуется низкой биомассой при значительной плотности поселений мелких видов. Двустворчатые моллюски также преобладают над полихетами по биомассе (43 и 30 % соответственно). В этом районе по биомассе наиболее сильно развита группировка собирающих детритофагов (47 %), меньшее значение имеют сестонофаги (25 %), из них на подвижных приходится 17 %. Доля детритофагов – 10 %, плотоядных – 7 %, грунтоедов и растительноядных – незначительна. Индекс экологического стресса имеет переходное значение, в данном сообществе многочисленны беспозвоночные мелких размеров.

Обсуждение. Современный уровень хронического загрязнения на большей части Кольского залива признается умеренным или слабым (Ильин, 2009; Искусственные ..., 2009; Плотичина, 2009; Информационный ..., 2013; Шахвердов, Шахвердова, 2016). Особенно высокий уровень химического и нефтяного загрязнения регистрировался в 1970-е годы, в 1980-е годы происходило постепенное снижение показателей многих токсикантов (Калитович, 1991). Снижение численности населения, уменьшение объемов производства и товарооборота рыбного и торгового портов привело к некоторому улучшению экологической ситуации в Кольском заливе к началу 2000-х годов. Снижению уровня загрязнения в Кольском заливе за счет выноса поллютантов в открытое море также способствуют сильные приливоотливные течения.

Наиболее тяжелое положение с загрязнением вод и донных осадков как ранее, так и в настоящее время, характерно для южной части залива – в зоне причальных сооружений. В средней и северной частях залива повышенное загрязнение приурочено к базам Северного флота (Информационный ..., 2013). В настоящее время по ряду показателей (содержание радиоактивных изотопов цезия и кобальта, некоторых тяжелых металлов, хлорорганических соединений) загрязнение грунта и вод залива признается умеренным или слабым. Повышенное содержание некоторых тяжелых металлов в грунте отмечено по периферии главной базы Северного флота в г. Североморске и на участке севернее мыса Крестовый, а также на акватории портовых зон (Информационный ..., 2013; Шахвердов, Шахвердова, 2016).

Однако уровень содержания нефтепродуктов, по-прежнему, довольно высокий (Информационный ..., 2013). Фоновое содержание данного поллютанта в донных осадках высоко (1.62–1.72 мг/г) и на многих участках илистого и илисто-песчаного дна наблюдается превышение этого показателя. В южной части залива в районе Мурманска концентрация нефтепродуктов превышает 2 мг/г, в средней части в районе Североморска – 3 мг/г (Информационный ..., 2013; Шахвердов, Шахвердова, 2016). Наши исследования также подтверждают, что нефтепродукты – постоянный компонент донных осадков на обширной площади дна (табл. 1).

Загрязнение коммунально-бытовыми и промышленными стоками залива, особенно его южной части, видимо, достигало особенно высоких значений в 1980-е и в начале 1990-х годов, когда численность населения Мурманска и других городов на берегах была максимальна. Ситуация существенно улучшилась в последующие два десятилетия, объем стоков уменьшился в несколько раз. Этому способствовало существенное сокращение населения городов и поселков и снижение или закрытие ряда производств. Тем не менее, в зоне сброса сточных вод (в торговый порт г. Мурманска) содержание биогенных элементов всегда повышено, поскольку стоки по-прежнему не подвергаются очистке (Доклад ..., 2017).

На значительной площади южного колена и частично среднего распространены черные илистые грунты с запахом сероводорода. Они – признак восстановительных процессов в поверхностных слоях грунта при дефиците кислорода. Сто лет назад черный грунт также встречался, но только локально в понижениях дна в районах активной седиментации детрита и биогенов (Дерюгин, 1915). С тех пор площадь таких грунтов существенно увеличилась. Южное колено – зона взаимодействия речного стока и морских водных масс (маргинальный фильтр), на границе которых происходит интенсивное осаждение органического вещества. Сточные воды в кутовой части залива дополнительно привносят биогены, в результате продуктивность микробного населения и планктона возрастает настолько, что в придонном слое образуется дефицит кислорода.

Донные осадки несут следы периодической массовой гибели беспозвоночных. Например, на станциях 1–3 помимо многочисленных живых животных, было много относительно свежих пустых створок двустворчатого моллюска *Parvicardium pinnulatum* примерно 2–3-летнего возраста. Встречались в большом количестве и пустые трубки седентарных полихет-полидорид. Тем не менее, зона черных грунтов южного колена – наиболее плотно населенная в Кольском заливе. Очевидно, существует определенный баланс между спорадически возникающими бескислородными условиями и вентиляцией придонных слоев благодаря интенсивному водообмену с открытым морем, что снижает неблагоприятное действие последствий эвтрофирования. Несмотря на массовую гибель тех или иных видов, их место быстро занимали другие беспозвоночные. Частая смена доминантов, видимо, весьма

характерная особенность южной части залива. В 1985 году здесь регистрировалась вспышка численности моллюсков *Thyasira sarsi*, в 1989 г. – *Macoma balthica*, в 1995 г. – *Macoma calcarea* (Антипова, 1984; Фролова, 1991; Донная ..., 1997), в то время как в других частях залива массовыми оставались примерно одни и те же виды (нефтисы, астартиды).

Видовое разнообразие и богатство бентоса несколько увеличились за последние 20 лет. Меньшее количество видов в южном колене – следствие влияния изоляции расстоянием от открытого моря (эффект фьорда). Показатели видового богатства сейчас немного выше, чем регистрировалось в 1995 г. (Донная ..., 1997), и в целом они даже в южной части залива не ниже, чем в других, считающихся относительно чистыми, прибрежных районах Баренцева, Норвежского и Гренландского морей (Oug, Hoisoeter, 2000; Laudien et al., 2007; Kedra et al., 2011; Бритаев и др., 2010; Особенности ...; Распределение ..., 2012; Деарт, Бритаев, 2014).

С начала XXI века в Кольском заливе появились виды, не отмеченные в предыдущих исследованиях. Их появление с большой долей вероятности связано с потеплением Арктики, на которое многие беспозвоночные бореального или бореально-арктического происхождения отвечают ростом численности, и это увеличивает вероятность их попадания в орудие лова. Некоторые тепловодные виды расширили свой ареал в восточном направлении, например моллюски *Abra prismatica*, *Parvicardium minimum* и *Aporrhais pespelecani*. Еще одним признаком влияния потепления можно указать широкое распространение и рост численности полихеты *Galathowenia oculata*. Особенно плотные поселения это вид образует в южном колене залива, находя там благоприятные условия для питания и размножения. Увеличение численности *Galathowenia oculata* во время последнего цикла потепления водных масс Арктики отмечается и в других районах побережья Баренцева моря – на Восточном Мурмане (Деарт, Бритаев, 2014), в Мотовском заливе (Донная ..., 2003) и в Варангер-фьорде (Oug, Hoisoeter, 2000).

Фоновые виды зообентоса в 2017 г. практически те же, что и в 1995 г. (табл. 7). Современный видовой список данных видов практически не имеет сходства с таковым самого начала XX века, когда широчайшего распространения в Кольском заливе достигали не только полихеты, но и другие таксономические группы. Данный факт показывает, насколько глубокие изменения произошли в донной фауне залива в XX веке, а также на то, что происходящие в Кольском заливе процессы самоочищения пока не способствуют восстановлению былого обилия менее устойчивых к загрязнению групп бентоса.

Пониженные значения индексов биоразнообразия и выравненности в южном колене залива и на ст. 4 отражают неравномерное распределение обилия беспозвоночных и резкое доминирование одного или нескольких

видов. На станциях 1, 2 и 4 это полихеты *Galathowenia oculata*, *Cossura longocirrata*, *Chaetozone setosa*. На станции 3 обилие видов было распределено уже более равномерно, как и на большей акватории залива. В целом с 1995 г. можно заметить некоторое увеличение значений индекса Шеннона. Уже в среднем колоне индексы достигают значений, которые фиксируются в ненарушенных сообществах (Gray, 2000).

Т а б л и ц а 7

Фоновые виды мягких грунтов Кольского залива

T a b l e 7

The most common species of soft bottom (Kola Bay)

Период исследований	Вид	Группа	Литературный источник
1908–1909 гг.	<i>Nephtys ciliata</i>	Pol	Дерюгин, 1915
	<i>Nothria hyperborea</i>	Pol	Тот же
	<i>Thelipus cincinnatus</i>	Pol	–”–
	<i>Nicomache lumbricalis</i>	Pol	–”–
	<i>Phascolion strombus</i>	Sip	–”–
	<i>Astarte crenata</i>	Vi	–”–
	<i>Bathyarca glacialis</i>	Vi	–”–
	<i>Ennucula tenuis</i>	Vi	–”–
	<i>Ophiura sarsi</i>	Oph	–”–
	<i>Ophiocantha bidentata</i>	Oph	–”–
1995 г.	<i>Galathowenia oculata</i>	Pol	Донная ..., 1997
	<i>Pholoe</i> sp.	Pol	Тот же
	<i>Prionospio cirrifera</i>	Pol	–”–
	<i>Praxillella praetermissa</i>	Pol	–”–
	<i>Scoletoma fragilis</i>	Pol	–”–
	<i>Terebellides stroemi</i>	Pol	–”–
	<i>Chaetozone</i> sp.	Pol	–”–
	<i>Laonice cirrata</i>	Pol	–”–
	<i>Pectynaria hyperborea</i>	Pol	–”–
	<i>Cossura longocirrata</i>	Pol	–”–
2017 г.	<i>Nephtys ciliata</i>	Pol	–”–
	<i>Galathowenia oculata</i>	Pol	Наши данные
	<i>Pholoe minuta</i>	Pol	–”–
	<i>Prionospio cirrifera</i>	Pol	–”–
	<i>Praxillella praetermissa</i>	Pol	–”–
	<i>Scoletoma fragilis</i>	Pol	–”–
	<i>Terebellides stroemi</i>	Pol	–”–
	<i>Chaetozone setosa</i>	Pol	–”–
<i>Eteone flava</i>	Pol	–”–	
<i>Chone murmanica</i>	Pol	–”–	

ПРИМЕЧАНИЕ. Vi – двустворчатые моллюски, Oph – офиуры, Pol – полихеты, Sip – сипункулиды.

Значения индекса экологического стресса (в основе которого – разница показателей H' по биомассе и численности) в 2017 г. служат демонстрацией большего благополучия бентоса мягких грунтов, нежели это наблюдалось в 1995 г. (Денисенко, 2006). В настоящее время более благоприятные условия для существования донных беспозвоночных занимают большую площадь дна. Переходные значения индекса D_E , которые указывают на стрессовое состояние сообществ, характерны только куту и локально – устьевой части залива. Однако причины, вызывающие изменения значений D_E , разные в южной и северной частях Кольского залива. В куту это действительно возрастание в составе бентоса доли мелких г-стратегов. В то время как в устьевой части повышение индекса до нулевых значений связано не столько с обилием г-стратегов (оно не существенно), а с низкими значениями биомассы из-за преобладания в составе бентоса мелких животных – молоди долгоживущих видов. На станции 14 (86 м), с переходным значением D_E , могли бы развиваться обильные поселения моллюсков-фильтраторов, что характерно для песчаного грунта. Видовое разнообразие *Bivalvia* на этой станции очень высокое, но представлены они молодью. Локальное исчезновение на мягких грунтах беспозвоночных среднего и крупного размера (преимущественно – двустворчатых моллюсков) доводилось наблюдать в Кольском заливе и раньше, в его мелководной зоне (Мелководный ..., 2018). Причиной этого явления служила трофическая деятельность камчатского краба – бентофага-интродуцента, ставшего в Кольском заливе массовым с конца 1990-х годов. Изменения в структуре бентоса подтверждались содержанием желудков крабов – крабы избирательно выедали донных моллюсков среднего и крупного размера (Мелководный ..., 2018). Причем двустворчатые моллюски – наиболее часто используемая группа в питании камчатских крабов в прибрежье Баренцева моря (Павлова, 2015). Таким образом, индекс преобладающей жизненной стратегии D_E вполне допустимо использовать при изучении воздействия бентофагов на бентос. А камчатского краба можно рассматривать как еще один фактор, воздействующий на структуру бентоса (за счет изменения соотношения таксономических групп).

В распределении количественных показателей бентоса сохраняется та же закономерность, что и в 1995 г. Наиболее высокие значения плотности поселения и биомассы характерны для эвтрофированного южного колена, обилие в среднем колене невысоко, а в северном колене оно незначительно повышается. Такая схема распределения обилия фиксируется с 1983 г., причем значения биомассы в южном колене тогда были еще выше, чем в 2017 г. Однако, в отличие от многих других эвтрофированных прибрежных районов, в Кольском заливе на фоне роста обилия не происходит заметного снижения видового разнообразия. Биомасса бентоса в среднем колене залива на сходных глубинах и в начале XX века не превышала 50 г/м² (Зенкевич, 1963). Связано это,

видимо, с особенностями переноса и осаждения органического вещества в заливе, когда основная его масса оседала в зоне маргинального фильтра южного колена. В целом наблюдаемое с 1990-х годов снижение уровня загрязнения залива особо не сказалось на средних значениях биомассы бентоса – они не изменились с 1995 г. и составляют 50–55 г/м².

Трофическая структура бентоса мягких грунтов в 2017 г. довольно разнообразна и изменчива на исследованной акватории Кольского залива. По сравнению с данными 1995 г. (Донная ..., 1997), можно отметить увеличение в биомассе бентоса доли грунтоедов, причем в южном колене они формируют отдельное сообщество, что можно рассматривать как еще одно свидетельство улучшения ситуации с загрязнением залива. В 1980-х годах в южной половине Кольского залива данная группировка была слабо развита (Фролова, 1991). Плотоядные животные по-прежнему играют значительную роль в биомассе, однако они стали реже доминировать в структуре бентоса. Частота доминирования детритофагов по сравнению с 1995 г. не изменилась (на 45 % станций), а подвижных сестонофагов – немного увеличилась. Таким образом, современная трофическая структура демонстрирует некоторое улучшение состояния зообентоса в Кольском заливе.

Кольский залив находится в зоне влияния теплого Мурманского прибрежного течения, оказывающего влияние на гидрологический режим залива. Ранее, в 1990-х годах, фауна южной части залива имела более бореальный облик по сравнению с северной (Донная ..., 1997). С 2000-х годов в Баренцевом море усилилась адвекция тепла течениями (Карсаков, 2009; Климатические ..., 2010), что оказало влияние на видовой состав и даже количественное развитие некоторых видов. В настоящее время в южном колене залива доля бореальных видов увеличилась на четверть по сравнению с данными 1995 г., а в северном колене доля бореальных видов выросла еще сильнее. Сублиторальная донная фауна Кольского залива более тепловодная по сравнению с севернее расположенными – начальными станциями разреза “Кольский меридиан”, где соотношение данных биогеографических групп примерно равное (Современное ..., 2016). Таким образом, последнее потепление Арктики привело к появлению в Кольском заливе большего числа бореальных видов, среди которых есть и новые для фауны Баренцева моря.

Из донных сообществ, отмеченных в 1995 г., мы встретили только сообщество *Nephtys ciliata*. В настоящее время оно еще шире распространено в сублиторали Кольского залива, поскольку в ряде мест утратили свою доминирующую роль двустворчатые моллюски *Astarte borealis*, образывавшие отдельное сообщество в среднем и северном коленах в 1995 г. (Донная ..., 1997), видимо, по причинам, указанным выше (возможное выедание бентофагами). В южном колене можно наблюдать более быструю сукцессию донных сообществ. Ни один из описанных в 2017 г. биоценозов данной части залива не отмечался

в исследованиях 1983, 1989 и 1995 гг. (Антипова, 1984; Фролова, 1991; Донная ..., 1997). Биоценоз моллюска *Arctica islandica* начал формироваться в сублиторали южного колена, видимо, с начала 2000-х годов, когда он впервые был отмечен (Зообентос ..., 2009). Возможно, его можно рассматривать как признак начала восстановления исчезнувших в течение XX века донных сообществ, которые были распространены в ненарушенной экосистеме залива. Примерно 90 лет назад в южном колене Кольского залива было отмечено сообщество двустворчатых моллюсков *Arctica islandica* и *Ciliatocardium ciliatum* (Зенкевич, 1963). В других частях залива никаких признаков восстановления изначальных донных сообществ, среди которых были биоценозы с доминированием *Astarte crenata* и *Nothrya hyperborea* или *Maldane sarsi*, а также морских ежей рода *Strongylocentrotus*, не выявлено. Эти сообщества в начале XX века были сформированы особенностями гидрологического режима и объемом выносимого с речным стоком осадка. Современный уровень фонового загрязнения вод и особенно донных осадков Кольского залива еще достаточно высок для того, чтобы началось увеличение численности и распространение менее устойчивых видов (источником которых служит открытое море). Но первые признаки появились – в составе бентоса начали встречаться, хоть и в небольшом количестве, голотурии-грунтоеды и представители сипункулид. Немаловажную роль в этом играет, видимо, и потепление климата, способствующее увеличению обилия многих видов.

Таким образом, фиксируемое с 1980-х годов постепенное снижение уровня загрязнения Кольского залива по многим показателям вместе с потеплением Арктики стало причиной некоторого улучшения состояния донной фауны. Наметился тренд увеличения биологического разнообразия бентоса. Современная донная фауна устойчива к существующему уровню загрязнения и функционирует почти на уровне ненарушенных сообществ (судя по уровню биоразнообразия и видового богатства), однако эта устойчивость снижается от открытой к кутовой части залива. Напряженное состояние бентоса фиксируется преимущественно в южном колене. В последние годы появились свидетельства, что участки со стрессовым состоянием донных сообществ могут появиться и в других районах Кольского залива вследствие воздействия бентофага камчатского краба. Появились признаки восстановления некоторых прежних донных сообществ, однако необходимы дальнейшие наблюдения за развитием ситуации в южной части залива, где скорость сукцессии, пожалуй, самая высокая в Кольском заливе. Отмечено увеличение доли грунтоедов в трофической структуре бентоса, что также является позитивным фактом.

Авторы выражают признательность за организацию исследований руководству ММБИ КНЦ РАН д.б.н. проф. П.Р. Макаревичу, к.г.н. Д.В. Моисееву и к.б.н. Д.Г. Ишкулову.

Работа выполнена по теме 9-19-01 “Донные сообщества Баренцева моря, его водосборного бассейна и сопредельных вод: экология, биоразнообразие, роль чужеродных видов” (№ госрегистрации 01 2013 66849) в рамках государственного задания № 0028-2019-0025.

Литература

Алимов А.Ф. Интенсивность обмена у водных пойкилотермных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 5–20.

Антипова Т.В. Некоторые данные о современном состоянии бентоса Кольского залива // Бентос Баренцева моря. Распределение, экология и структура популяций. Апатиты: Изд. КФ АН СССР, 1984. С. 41–47.

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.

Воробьев В.П. Бентос Азовского моря // Тр. АзЧерНИРО. 1949. Вып. 13. 193 с.

Деарт Ю.В., Бритаев Т.А. “Новое” донное сообщество с доминированием овениид (*Polychaeta*, *Oweniidae*) у побережья Мурмана: структура и причины появления // Докл. РАН. 2014. Т. 454, № 2. С. 232–236.

Денисенко С.Г. Информационная мера Шеннона и ее применение в оценках биоразнообразия (на примере морского зообентоса) // Морские беспозвоночные Арктики, Антарктики и Субарктики. СПб.: Изд. Зоол. ин-та РАН, 2006. С. 35–46 (Исследования фауны море. Т. 56(64).

Дерюгин К.М. Фауна Кольского залива и условия ее существования // Зап. Имп. Акад. наук. 1915. Т. 34, сер. 8. 929 с.

Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2016 г. Мурманск: Изд. Министерства природных ресурсов и экологии Мурманской области, 2017. 180 с.

Донная фауна сублиторали / Е.А. Фролова, Е.Г. Митина, А.В. Гудимов, А.В. Сикорский // Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1997. С. 101–123.

Донная фауна Мотовского залива / Е.А. Фролова, Н.А. Анисимова, А.А. Фролов и др. // Фауна беспозвоночных Карского, Баренцева и Белого морей. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. С. 218–240.

Зацепин В.И. Сообщества фауны донных беспозвоночных мурманского побережья Баренцева моря и их связь с сообществами Северной Атлантики // Тр. Всесоюз. гидробиол. общ-ва. 1962. Т. 12. С. 245–344.

Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 740 с.

Зенкевич Л.П., Броцкая В.А. Материалы по экологии руководящих форм бентоса Баренцева моря // Уч. зап. МГУ. 1937. Вып. 13, № 3. С. 203–236.

Зообентос литорали и сублиторали. Количественное распределение, пространственно-временная изменчивость / О.С. Любина, О.Ю. Ахметчина, Е.А. Фролова и др. // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. С. 161–182.

Ильин Г.В. Геохимические особенности накопления алифатических углеводов // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. С. 313–318.

Информационный бюллетень о состоянии геологической среды прибрежно-шельфовых зон Баренцева, Белого и Балтийского морей в 2012 г. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013. 112 с.

Искусственные радионуклиды в экосистеме / Д.Г. Матишов, Н.Е. Касаткина, И.С. Усягина и др. // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. С. 318–332.

Калитович Ф.Г. Химическое загрязнение прибрежной зоны Мурмана // Экологическая ситуация и охрана флоры и фауны Баренцева моря. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1991. С. 106–114.

Карамушко О.В., Берестовский Е.Г., Карамушко Л.И. Ихтиофауна залива // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. С. 249–264.

Карсаков А.Л. Океанографические исследования на разрезе “Кольский меридиан” в Баренцевом море за период 1900–2008 гг. Мурманск: Изд. ПИНРО, 2009. 139 с.

Климатические изменения морских экосистем европейской Арктики / Г.Г. Матишов, С.Л. Дженюк, Д.В. Моисеев, А.П. Жичкин // Проблемы Арктики и Антарктики. 2010. № 3(86). С. 7–20.

Кольский залив: освоение и рациональное природопользование / Отв. ред. Г.Г. Матишов. М.: Наука, 2009. 381 с.

Мелководный бентос Кольского залива (Баренцево море): биоразнообразие и оценка современного состояния сообществ / Л.В. Павлова, И.О. Нехаев, Н.Н. Пантелеева и др. // Тр. Кольского науч. центра РАН. 2018. Т. 4(9). Океанология. Вып. 5. С. 61–92.

Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.

Особенности распределения бентосных сообществ во фьордах Шпицбергена / О.С. Любина, О.Л. Зимина, Е.А. Фролова и др. // Проблемы Арктики и Антарктики. 2011. № 1(87). С. 28–40.

Павлова Л.В. Экологический рацион камчатского краба в прибрежной мелководной зоне Баренцева моря // Докл. РАН. 2015. Т. 463, № 2. С. 244–249.

Плотицына Н.Ф. Персистентные хлорированные углеводороды в воде и донных осадках Кольского залива // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. С. 303–313.

Протасов А.А., Павлюк Т.Е. Использование показателей биоразнообразия для оценки состояния водных объектов и качества воды // Гидробиол. журн. 2004. Т. 40, № 6. С. 3–17.

Распределение зообентоса на мягких грунтах в губах Ивановская и Дроздовка Восточного Мурмана (Баренцево море) / О.С. Любина, О.Л. Зимина, Е.А. Фролова и др. // Докл. РАН. 2012. Т. 447, № 2. С. 230–234.

Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / Под ред. А.В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 185 с.

Современное количественное распределение зообентоса на разрезе “Кольский меридиан” / О.С. Любина, Н.А. Стрелкова (Анисимова), П.А. Любин и др. // Тр. Кольского науч. центра РАН. 2016. Т. 2(36). Океанология. Вып. 3. С. 64–91.

Фролова Е.А. Экологическое состояние бентоса Кольского залива // Экологическая ситуация и охрана флоры и фауны Баренцева моря. Апатиты: Изд. КНЦ АН СССР, 1991. С. 121–125.

Шахвердов В.А., Шахвердова М.В. Оценка современного геоэкологического состояния Кольского залива по геохимическим данным // Арктика: экология и экономика. 2016. № 4(24). С. 22–31.

Clarke K.R., Green R.N. Statistical design and analysis for a “biological effects” study // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1988. Vol. 46, № 1–3. P. 213–226.

Colwell R.K., Coddington J.A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation // Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 1994. Vol. 345. P. 101–118.

Gray J.S. The measurement of marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2000. Vol. 250. P. 23–49.

Kantor Yu.I., Rusyaev S.M., Antokhina T.I. Going eastward – climate changes evident from gastropod distribution in the Barents Sea // Ruthenica. 2008. Vol. 18, № 2. P. 51–54.

Kedra M., Legeżyńska J., Walkusz W. Shallow winter and summer macrofauna in a high Arctic fjord (79° N, Spitsbergen) // Mar. Biodiv. 2011. Vol. 41. P. 425–439.

Laudien J., Herrmann M., Arntz W.E. Soft bottom species richness and diversity as a function of depth and iceberg scour in Arctic glacial Kongsfjorden (Svalbard) // Polar Biol. 2007. Vol. 30. P. 1035–1046.

Oug E., Hoisoeter T. Soft-bottom macrofauna in the highlatitude ecosystem of Balsfjord, northern Norway: Species composition, community structure and temporal variability // Sarsia. 2000. Vol. 85, № 1. P. 1–13.

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.3.75-88
УДК 574.52

Е.А. Фролова, Д.Р. Дикаева

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

ВИДОВОЙ СОСТАВ, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛИХЕТ СУБЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА ПО ДАННЫМ 2017 ГОДА

Аннотация

В результате исследований бентоса сублиторали Кольского залива в 2017 г. составлен список таксонов полихет, их распределение по станциям. Для каждой станции выделены таксоцены, определены их количественные характеристики и трофическая структура. Экологическое состояние сообществ многощетинковых червей протестировано ABC-методом. Сделаны выводы об угнетенном состоянии группы полихет в районах хозяйственной деятельности человека.

Ключевые слова:

Кольский залив, полихеты, сообщества, экологическое состояние.

E.A. Frolova, D.R. Dikaeva

Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russia

THE SPECIES COMPOSITION, QUANTITATIVE CHARACTERISTICS AND ENVIRONMENTAL STATUS OF POLYCHAETES IN THE SUBLITTORAL OF THE KOLA BAY, ACCORDING TO 2017

Abstract

As a result of the study of the polychaete group in the sublittoral of the Kola Bay in 2017, a list of taxa was compiled, their distribution by stations. For each station the taxocenes are allocated, their quantitative characteristics and trophic structure are defined. The ecological state of communities of polychaete worms was tested by ABC-method. Conclusions about the oppressed state of the group polychaetes in areas of human economic activity.

Keywords:

Kola Bay, Polychaeta (Annelida), communities, ecological state.

Введение. Экосистема Кольского залива Баренцева моря, в котором находятся незамерзающий рыбный и торговый порты Мурманска и военно-морская база Северного флота России, испытывает огромную антропогенную нагрузку. Хозяйственная деятельность людей в акватории и на побережье залива является источником загрязнения воды и донных осадков. Для того чтобы держать под контролем экологическое состояние водной среды и биоты Кольского залива Мурманский морской биологический институт (ММБИ) регулярно проводит исследования бентоса на акватории залива (Фролова, 1991; Гудимов, Петров, 1997; Донная ..., 1997; Зообентос ..., 2009; Павлова и др., 2009).

Исследования зообентоса в Кольском заливе в 2004–2006 гг. показали значительное угнетение донных сообществ за время хозяйственной деятельности человека. Исчезли многие наиболее чувствительные таксоны (брахиоподы, отдельные виды мшанок, губок, голотурий, брюхоногих моллюсков, сипункулид). Загрязнение донных осадков привело к деградации трофической группы безвыборочно заглатывающих грунт детритофагов при увеличении обилия плотоядных видов (Зообентос ..., 2009). Собранный в 2017 году материал позволяет оценить современное состояние донной фауны Кольского залива.

Многощетинковые черви (класс Polychaeta) являются важнейшим компонентом донной фауны (Жирков, 2001). Это одна из самых многочисленных и разнообразных групп морских беспозвоночных. Им свойственны почти все известные типы питания, они могут занимать различные экологические ниши. В бентосных сообществах полихеты в целом превосходят другие таксоны по количеству видов, а часто доминируют по плотности поселения и биомассе. Полихеты могут быть индикаторами состояния донных экосистем, что делает эту группу особо значимой в практическом плане (Гидробиологические ..., 2011).

Материал и методы. Проанализированы полихеты из 39 проб с 13 станций, выполненных в Кольском заливе 28–31 октября 2017 г. (рис. 1). Станции расположены вдоль залива с юга на север на глубине от 11 до 208 м (табл. 1). Пробы были взяты дночерпателем ван-Вина (0.1 м²).



Рис. 1. Карта-схема бентосных станций, выполненных в Кольском заливе в октябре 2017 г. (НИС “Дальние Зеленцы”)

Fig. 1. Map-scheme of benthic stations performed in the Kola Bay in October 2017 (R/V “Dal’niye Zelentsy”)

**Характеристики станций отбора проб зообентоса
в Кольском заливе в октябре 2017 г.**

Characteristics of zoobenthos sampling stations in the Kola Bay in October 2017

Номер станции	Координаты		Глубина, м	Т, °С	S, ‰	Грунт
	с. ш.	в. д.				
1	68°56.996'	33°00.764'	11	6.52	33.56	Коричнево-черный ил, черная глина, детрит, гравий, угольная крошка, мазут
2	68°58.88'	33°02.69'	33–33.4	6.36	33.86	Черный ил, черная глина, детрит, угольная крошка, шлак, мазут
3	69°01.615'	33°02.27'	25	6.48	34.01	Илистый песок, шлак, мусор, уголь кусковой, мазут
4	69°04.022'	33°04.896'	40	6.3	34.1	Ил, черный илистый песок, шлак, галька, мазут
5	69°04.265'	33°02.238'	43.5	6.35	34.09	Черно-коричневый ил, гравий, угольная крошка, шлак, мазут
6	69°04.357'	33°11.338'	65	6.35	34.06	Песчанистый ил, черная глина, гравий, галька, мазут
7	69°06.137'	33°21.769'	87–95	5.35	34.12	Песчанистый ил, черная глина, гравий, галька, мазут
8	69°08.011'	33°25.667'	162–163	4.75	34.22	Песчанистый ил, черная глина, гравий, галька, мазут
9	69°11.338'	33°33.897'	80–125	5.56	34.18	Илистый песок, гравий, серая глина, камни, мазут
11	69°14.952'	33°33.355'	100–149	4.83	34.25	Илистый песок, гравий, серая глина, камни, мазут
12	69°16.546'	33°32.638'	101–208	4.97	34.39	Заиленный мелкий и средний песок, серая глина, гравий, камни, местами – черные ракуша и древесина
13	69°16.116'	33° 27.57'	30.9	6.65	34.01	Мелкий и средний песок, ракуша <i>Arctica islandica</i>
14	69°17.148'	33°27.484'	58–86	6.64	34.06	Мелкий и средний песок, ракуша

ПРИМЕЧАНИЕ. Т – придонная температура воды; S – придонная соленость воды.

Пробы обрабатывали по стандартной гидробиологической методике (Руководство ..., 1980). Многощетинковые черви были идентифицированы авторами согласно определителям (Ушаков, 1955; Жирков, 2001). Особей каждого вида подсчитывали и взвешивали с точностью до 0.001 г.

Для выделения таксоценов использовали показатель относительной интенсивности метаболизма:

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

где N – плотность поселения организмов, экз/м²; B – биомасса, г/м²; K – коэффициент удельной интенсивности метаболизма (Денисенко и др., 2006). Данный показатель позволяет оценить значимость отдельных видов по биомассе и по численности особей.

Состояние таксоценов полихет проверяли методом построения графиков кумулятивных кривых биомассы и численности (ABC-метод), отражающих изменение структуры сообществ (Warwick, 1986, 1988; Warwick, Pearson, 1987). Биоценоз считается функционирующим нормально, если кривая кумулятивных процентов биомассы лежит выше кривой кумулятивных процентов численности. Тесное сближение кумулятивных кривых биомассы и численности свидетельствует о неустойчивом и угнетенном состоянии сообщества, а их пересечение – о произошедшем нарушении его структуры, выраженном в доминировании по плотности поселения небольшого количества видов (Аверинцев, Жуков, 1992).

Результаты и обсуждение. Был идентифицирован 121 таксон полихет, из них 101 имеет видовой статус (табл. 2). Полихеты принадлежат 36 семействам, наиболее многочисленны спиониды (11 видов).

Т а б л и ц а 2

**Видовой состав полихет и распределение по станциям
в Кольском заливе в 2017 году**

Table 2

**Species composition of polychaetes and distribution by stations
in the Kola Bay in 2017**

Таксон	Станции													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	
Сем. Ampharetidae														
<i>Ampharete lindstroemi</i> Malmgren, 1867 sensu Hesse 1917	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphicteis gunneri</i> (M. Sars, 1835)	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-
<i>Melinna cristata</i> (M. Sars, 1851)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melinna elisabethae</i> McIntosh, 1922	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+
Сем. Amphinomidae														
<i>Paramphinome jeffreysii</i> (McIntosh, 1868)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+

Таксон	Станции													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	
Сем. Aphroditidae														
<i>Aphrodita aculeata</i> L., 1761	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сем. Apistobrachidae														
<i>Apistobrachus tullbergi</i> (Théel, 1879)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	
Сем. Capitellidae														
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparede, 1864)	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	
<i>Heteromastus filiformis laminariae</i> (Zachs, 1925)	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Notomastus latericeus</i> M. Sars, 1851	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	
Сем. Chaetopteridae														
<i>Spiochaetopterus typicus</i> M. Sars, 1856	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	
Сем. Chrysopetalidae														
<i>Dysponetus pygmaeus</i> Levinsen, 1879	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
Сем. Cirratulidae														
<i>Aphelochaeta marioni</i> (de Saint-Joseph, 1894)	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren, 1867	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	
Cirratulidae g. sp.	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	
<i>Dodecaceria concharum</i> Oersted, 1843	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Tharyx</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tharix killariensis</i> (Southern, 1914)	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
Сем. Cossuridae														
<i>Cossura longocirrata</i> Webster & Benedict, 1887	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	
Сем. Dorvilleidae														
Dorvilleidae g. sp.	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	
<i>Schistomeringos caeca</i> (Webster and Benedict, 1884)	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Сем. Eunicidae														
<i>Eunice pennata</i> (O.F. Müller, 1776)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
Сем. Flabelligeridae														
<i>Diplocirrus hirsutus</i> (Hansen, 1879)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	
<i>Diplocirrus longisetosus</i> (Marenzeller, 1890)	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	
<i>Pherusa plumosa</i> (O.F. Müller, 1776)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Pherusa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
Flabelligeridae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
Сем. Glyceridae														
<i>Glycera capitata</i> Oersted, 1843	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Glycera lapidum</i> Quatrephages, 1865	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	
<i>Goniada maculata</i> Oersted, 1843	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	
Сем. Hesionidae														
Hesionidae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	
<i>Nereimyra punctata</i> (O.F. Müller, 1788)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	
Сем. Lumbrineridae														
Lumbrineridae g. sp.	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	
<i>Scoletoma fragilis</i> (Muller, 1776)	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	

Продолжение табл. 2

Таксон	Станции													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	
Сем. Maldanidae														
<i>Lumbriclymene minor</i> Arvidsson, 1906	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>Maldane sarsi</i> Malmgren, 1867	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	
<i>Nicomache (Nicomache) minor</i> Arwidsson, 1906	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Nicomache lumbricalis</i> (Fabricius, 1780)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	
<i>Petaloproctus tenuis</i> (Théel, 1879)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	
<i>Praxillella gracilis</i> (M. Sars, 1861)	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	
<i>Praxillella praetermissa</i> (Malmgren, 1865)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Praxillura longissima</i> Arwidsson, 1906	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
Сем. Nephtyidae														
<i>Micronephthys minuta</i> (Theel, 1879)	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	
<i>Micronephthys neotena</i> (Noyes, 1980)	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Nephtys ciliata</i> (Müller, 1783)	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
<i>Nephtys longosetosa</i> Oersted, 1843	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
<i>Nephtys paradoxa</i> Oersted, 1843	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	
<i>Micronephthys</i> sp.	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	
Сем. Nereididae														
<i>Alitta virens</i> (M. Sars, 1835)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Сем. Onuphidae														
<i>Nothria hyperborea</i> (Hansen, 1878)	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	
Сем. Opheliidae														
<i>Ophelia limacina</i> (Rathke, 1843)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	
<i>Ophelina acuminata</i> Oersted, 1843	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	
<i>Ophelina cylindricaudata</i> (Hansen, 1878)	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	
<i>Travisia forbesii</i> Johnston, 1840	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
Сем. Orbiniidae														
<i>Scoloplos armiger</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	
Сем. Oweniidae														
<i>Galathowenia oculata</i> Zachs, 1923	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Owenia</i> gr. <i>fusiformis</i> Delle Chiaje, 1842	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
Сем. Paraonidae														
<i>Cirrophorus branchiatus</i> Ehlers, 1908	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Aricidea catherinae</i> Laubier, 1967	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
<i>Aricidea hartmanae</i> (Strelzov, 1968)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	
<i>Aricidea nolani</i> Webster & Benedict, 1887	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>Cirrophorus lyra</i> (Southern, 1914)	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	
<i>Levinsenia gracilis</i> (Tauber, 1879)	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	
<i>Paraonella nordica</i> (Strelzov, 1968)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	
Сем. Pectinariidae														
<i>Pectinaria hyperborea</i> (Malmgren, 1865)	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	
<i>Pectinaria koreni</i> Malmgren, 1865	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Сем. Pholoidae														
<i>Pholoe baltica</i> Oersted, 1843	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pholoe longa</i> (Müller, 1776)	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pholoe minuta</i> (Fabricius, 1780)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Pholoe</i> sp.	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	

Таксон	Станции													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	
Сем. Phyllococidae														
<i>Eteone agg. flava</i> (Fabricius, 1780)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	
<i>Eteone longa</i> (Fabricius, 1780)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Phyllococe groenlandica</i> Oersted, 1842	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	
Сем. Polynoidae														
<i>Bylgides acutiseris</i> Loshamn, 1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Bylgides elegans</i> (Théel, 1879)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Enipo torelli</i> (Malmgren, 1865)	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	
<i>Gattyana amondseni</i> (Malmgren, 1865)	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Gattyana</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Harmothoe</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	
Polynoidae g. sp.	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	
Сем. Sabellidae														
<i>Chone duneri</i> Malmgren, 1867	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	
<i>Chone infundibuliformis</i> Kroeyer, 1856	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Chone murmanica</i> Lucash, 1910	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	
<i>Chone</i> sp.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Euchone analis</i> (Kroeyer, 1856)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	
Сем. Scalibregmidae														
<i>Pseudoscalibregma parvum</i> (Hansen, 1878)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke, 1843	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	
Сем. Serpulidae														
<i>Filograna implexa</i> Berkeley, 1827	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Protula globifera</i> (Theel, 1876)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
Сем. Sphaerodoridae														
<i>Sphaerodoropsis minuta</i> (Webster & Benedict, 1887)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>Sphaerodorum philippi</i> Fauvel, 1911	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	
<i>Sphaerodoropsis sphaerulifer</i> (Moore, 1909)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
Сем. Spionidae														
<i>Aonides paucibranchiata</i> Southern, 1914	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Laonice cirrata</i> (M. Sars, 1851)	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	
<i>Marenzelleria arctia</i> (Chamberlin, 1920)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	
<i>Minuspio cirrifera</i> (Wiren, 1883)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	
<i>Polydora ciliata</i> (Johnston, 1838)	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Polydora</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Pygospio elegans</i> Claparede, 1869	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Scolelepis korsuni</i> Sikorski, 1992	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Spio arctica</i> (Söderström, 1920)	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	
<i>Spio armata</i> (Thulin, 1957)	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>Spiophanes kroeyeri</i> Grube, 1860	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Сем. Spirorbidae														
<i>Bushiella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
<i>Circeis armoricana</i> Saint-Joseph, 1894	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	

Таксон	Станции													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	
<i>Paradexiospira (Spirorbides) vitrea</i> (Fabricius, 1780)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Spirorbidae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Сем. Syllidae														
Exogoninae g. sp.	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+
<i>Exogone naidina</i> Oersted, 1845	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Syllidae g. sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Сем. Terebellidae														
<i>Amphitrite cirrata</i> (O.F. Müller, 1771)	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lanassa venusta venusta</i> (Malm, 1874)	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Laphania boeckii</i> Malmgren, 1865	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+
<i>Leaena abbranchiata</i> Malmgren, 1865	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nicolea zostericola</i> Oersted, 1844	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Polycirrus arcticus</i> M. Sars, 1865	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Terebellidae g. sp.	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Terebellides stroemi</i> Sars, 1835	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Сем. Trochochaetidae														
<i>Trochochaeta multisetosa</i> (Oersted, 1843)	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

В биогеографической структуре преобладают бореально-арктические виды (59 %), бореальные виды (21 %) по количеству превышают арктические (6 %).

Видовое разнообразие полихет на станциях (количество таксонов в трех пробах) составляло от 26 до 52. Наибольшее видовое разнообразие было отмечено в северном колене (ст. 12) на выходе из залива на глубине 101–208 м на иле и песке с камнями в таксоцоне *Nicomache lumbricalis* (Fabricius, 1780). Минимальное количество таксонов полихет было встречено в среднем колене (ст. 8) на глубине 162–163 м на пелите с алевроитом и мелким песком, с ракушей, гравием, галькой и мертвыми трубками *Spiochaetopterus typicus* M. Sars, 1856 в одноименном таксоцоне (табл. 3).

Биомасса полихет на станциях колебалась от 4.71 до 59.16 г/м². Наибольшая биомасса была зафиксирована в южном колене залива в районе Мурманска (ст. 3) на глубине 25 м на илистом песке с углем, мусором, шлаком в таксоцоне *Pectinaria hyperborea* (Malmgren, 1865). Минимальная биомасса полихет отмечена в северном колене на выходе из Кольского залива (ст. 13) на глубине 30.9 м на мелком и среднем песке с ракушей в таксоцоне *Scoloplos armiger* (O.F. Müller, 1776) (табл. 3). Доминируют по биомассе *Alitta virens* (M. Sars, 1835), *Laonice cirrata* (M. Sars, 1851), *Pectinaria hyperborea*, *Nephtys ciliate* (Müller, 1779), *Notomastus latericeus* M. Sars, 1851, *Scoletoma fragilis* (Müller, 1776), *Harmothoe* sp., *Nicomache lumbricalis*, *Scoloplos armiger*, *Polycirrus arcticus* M. Sars, 1865.

Т а б л и ц а 3

Результаты исследования фауны полихет в Кольском заливе в октябре 2017 г.
Table 3
Results of the study of polychaete fauna in the Kola Bay in October 2017

Номер станции	Видовое разнообразие (количество видов в трех пробах)	Средняя биомасса, г/м ²	Средняя плотность поселения, экз/м ²	Доминирующий по интенсивности метаболизма вид
1	33	47.47±5.58	6723±1566	<i>Alitta virens</i>
2	39	53.59±3.34	13397±2792	<i>Galathowenia oculata</i>
3	38	59.16±43.54	2763±166	<i>Pectinaria hyperborea</i>
4	29	14.52±5.83	2337±228	<i>Nephtys ciliata</i>
5	34	16.43±6.31	2073±178	<i>Notomastus latericeus</i>
6	28	15.01±1.80	2080±142	<i>Polycirrus arcticus</i>
7	30	16.26±3.98	1067±232	<i>Notomastus latericeus</i>
8	26	38.60±16.43	1090±90	<i>Spiochaetopterus typicus</i>
9	41	16.72±2.45	1627±297	<i>Polycirrus arcticus</i>
11	43	21.01±13.60	1520±330	<i>Nephtys ciliata</i>
12	52	17.81±7.24	1580±254	<i>Nicomache lumbricalis</i>
13	33	4.71±0.70	2300±186	<i>Scoloplos armiger</i>
14	48	9.65±3.66	2313±443	<i>Polycirrus arcticus</i>

Трофическая структура биомассы меняется от станции к станции (рис. 2). На фоне преобладания детритофагов выделяются зоны доминирования плотоядных (станции 1, 4, 8, 9, 11). Это происходит в районе населенных пунктов, где повышено содержание органики. В южном колене плотоядные доминируют во фронтальной зоне смешения морских и пресных вод (58 %), а также в районе Мурманска и Белокаменки (76 %). В среднем и северном коленах – в районах базирования Северного флота (от 50 до 79 %). Лишь в среднем колене (станции 5–7) и на выходе из залива (станции 12–14) в трофической структуре биомассы уменьшается доля плотоядных (до 14–28 %) и увеличивается (до 32–67 %) доля безвыборочно поглощающих грунт детритофагов.

Плотность поселения многощетинковых червей составляла от 1067 до 13397 экз/м². Наибольшая плотность поселения была отмечена в прибрежье пос. Минькино (ст. 2) на черном песчанистом иле со шлаком и угольной крошкой на глубине 33 м в таксоцене *Galathowenia oculata* Zachs, 1923. Доминировали по плотности поселения *Cossura longocirrata* Webster & Benedict, 1887. Наименьшая плотность поселения полихет была зафиксирована в районе пос. Ретинское (ст. 7) на пелите, алевролите и мелком песке с ракушей, гравием, галькой черного цвета и мертвыми трубками *Spiochaetopterus typicus* на глубине 87–95 м в таксоцене *Notomastus latericeus*. Доминировали по плотности поселения

Galathowenia oculata, *Cossura longocirrata*, *Micronephthys minuta* (Theel, 1879), *Pholoe* sp., *Ophelia limacina* (Rathke, 1843), *Minuspio cirrifera* (Wiren, 1883).

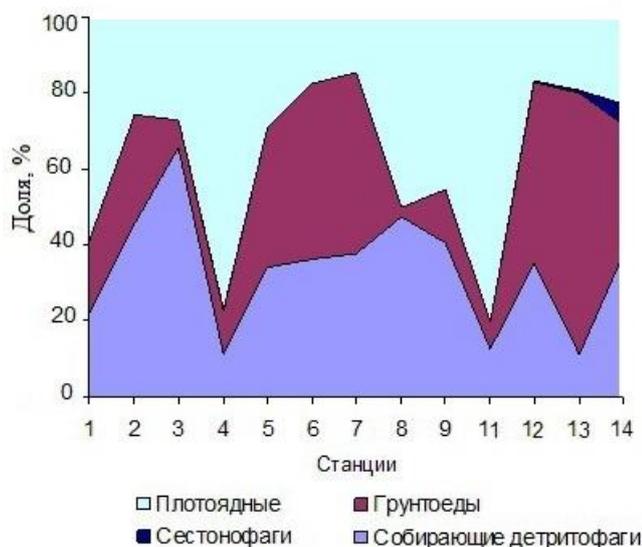


Рис. 2. Трофическая структура биомассы полихет в Кольском заливе в октябре 2017 г.

Fig. 2. Trophic structure of polychaete biomass in the Kola Bay in October 2017

На акватории Кольского залива выделены 9 комплексов многощетинковых червей доминирующих по интенсивности метаболизма (табл. 3). В южном колене на глубине от 11 до 33 м отмечены комплексы плотоядных полихет *Alitta virens* и собирающих детритофагов *Galathowenia oculata* и *Pectinaria hyperborea*. В среднем колене на глубине от 43 до 95 м встречен комплекс *Notomastus latericeus*. В среднем и северном коленах на глубине от 65 до 125 м развивается комплекс с доминированием теребеллиды *Polycirrus arcticus*. В среднем колене на глубине 162 м зафиксирован комплекс широко распространенного в Баренцевом море собирающего детритофага *Spiochaetopterus typicus*. В северном колене на глубине 101–208 м у восточного берега отмечен комплекс мальданиды *Nicomache lumbricalis*, а на глубине 31 м у западного берега – комплекс *Scoloplos armiger*. На отдельных, видимо, наиболее загрязненных органикой участках (станции 4, 11), доминируют плотоядные *Nephtys ciliata*.

Применение ABC-метода к группе многощетинковых червей для оценки экологического состояния зообентоса в sublittorали Кольского залива показало нарушенное сообщество на станциях 1, 2 – в районе Мурманска, на станциях 5, 6 – в районе Белокаменки, на ст. 9 – на выходе из Тюва-губы и на станциях 13, 14 – на выходе из губы Сайда (рис. 3). Близкое расположение кривых кумулятивной биомассы и численности, их пересечение показывает массовое развитие видов-оппортунистов, что

свидетельствует о неустойчивом и угнетенном состоянии сообщества, а в некоторых случаях, когда кривая кумулятивной численности поднимается над кривой биомассы (рис. 3, ст. 2), о нарушении его структуры (в районе Мурманска).

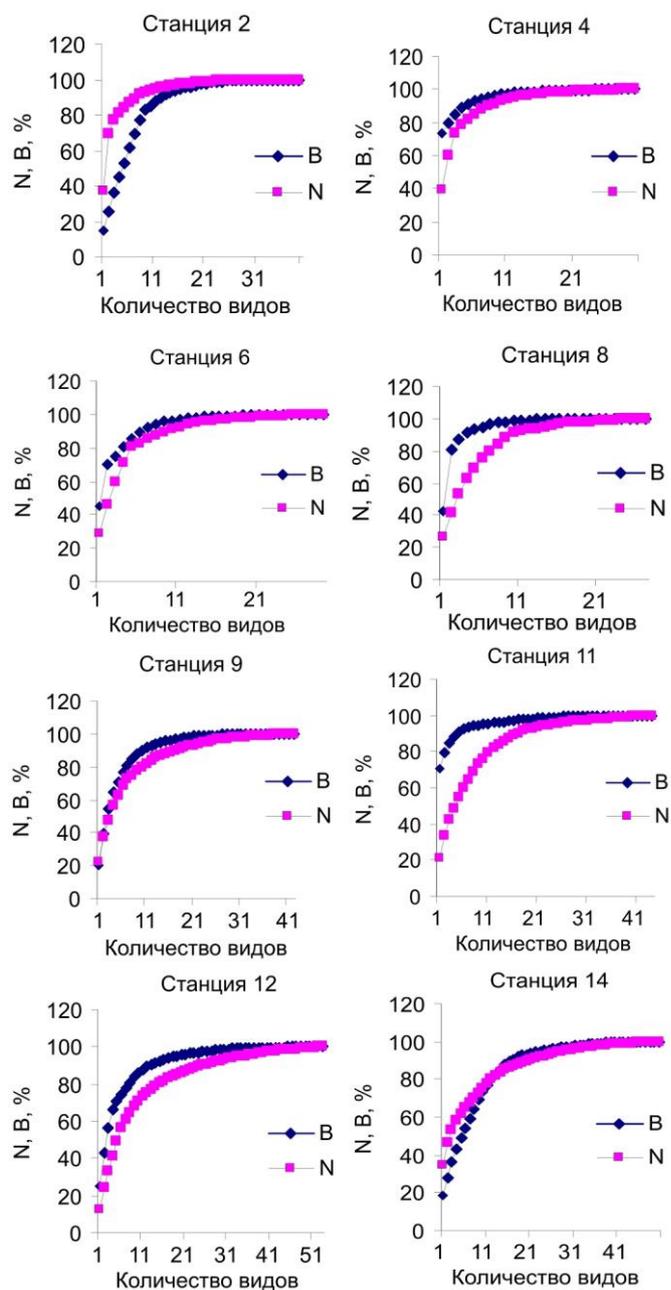


Рис. 3. Примеры кривых кумулятивных процентов плотности поселения (N) и биомассы (B) полихет на станциях в Кольском заливе в октябре 2017 г.

Fig. 3. Examples of cumulative curves of percent of the density of settlement (N) and biomass (B) of polychaetes at the stations in the Kola Bay in October 2017

Предыдущие исследования выявили, что загрязнение акватории залива отражается на видовом составе обитающих здесь сообществ, сортируя виды по их устойчивости к поллютантам (Голиков, Аверинцев, 1977). Характерной особенностью угнетенных сообществ является сильное преобладание по биомассе полихет. Наиболее устойчивы к загрязнению виды *Laonice cirrata*, *Scoletoma fragilis*, *Nephtys ciliata* (Антипова, 1984). По данным 2004–2006 гг., в южном колене залива преобладали *Alitta virens*, *Scoletoma fragilis*, а в среднем колене – *Scoletoma fragilis*. Кроме того, зообентос в участках залива, примыкающих к населенным пунктам и промышленным объектам, обладал повышенным уровнем биомассы, что, вероятно, было связано с избытком органики, поступающей со стоками (Зообентос ..., 2009). Подобное явление ранее было отмечено в южном колене залива (Антипова, 1984).

Сравнивая современные данные с результатами исследования 2004–2006 гг. можно, как и ранее, отметить высокий уровень биомассы многощетинковых червей в южном колене залива и преобладание плотоядных видов на участках, примыкающих к населенным пунктам, по-видимому, связанное с избытком органики. При этом следует отметить смену одного из доминирующих видов полихет плотоядного *Scoletoma fragilis* в южном колене залива на собирающих детритофагов *Laonice cirrata*, *Pectinaria hyperborea*. В среднем колене залива кроме плотоядных видов *Scoletoma fragilis*, *Nephtys ciliata* доминируют грунтоеды *Notomastus latericeus*. Это признак улучшения экологической ситуации, так как в нарушенных сообществах при сильном загрязнении грунтоеды исчезают.

Заключение. По данным исследований 2017 г. в сублиторали Кольского залива идентифицирован 121 таксон многощетинковых червей (101 – видовой ранга). Максимальные биомасса (59.16 г/м²) и плотность поселения (13397 экз/м²) полихет отмечены в южном колене залива в районе Мурманска. Наибольшее видовое разнообразие многощетинковых червей (52 вида на станцию) наблюдается в северном колене на выходе из залива. Однако при достаточно высоких показателях обилия и биоразнообразия экологическое состояние фауны многощетинковых червей залива далеко от нормы. Об этом свидетельствует нарушение трофической организации со сдвигом в сторону плотоядных форм, а также массовое развитие видов-оппортунистов заменяющих долгоживущие виды, что было показано АВС-методом. При сравнении с 2004–2006 гг. отмечены некоторые признаки улучшения экологической ситуации в сублиторали Кольского залива.

Литература

Аверинцев В.Г., Жуков Е.И. АВС-метод оценки функционального состояния донных биоценозов // Теоретические подходы к изучению экосистем морей Арктики и Субарктики. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1992. С. 84–90.

Антипова Т.В. Некоторые данные о современном состоянии бентоса Кольского залива // Бентос Баренцева моря. Распределение, экология и структура популяции. Апатиты: Изд. КФ АН СССР, 1984. С. 41–47.

Гидробиологические индикаторы циклических изменений климата Западной Арктики в XX–XXI веках / Г.Г. Матишов, Д.В. Моисеев, О.С. Любина и др. // Вестн. Южного науч. центра РАН. 2011. Т. 7, № 2 С. 54–68.

Голиков А.Н., Аверинцев В.Г. Экологическая характеристика некоторых донных биоценозов кутовой части Кольского залива и мелководий у мыса Желания (Новая Земля) // Состав, распределение и экология донной фауны Баренцева моря: Тез. докл. конф. Мурманск: Изд. ПИНРО, 1973. С. 16–19.

Гудимов А.В., Петров В.С. Распределение и динамика бентоса в сублиторали губы Белокаменная: оценка влияния нефтяного загрязнения в полевом эксперименте // Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1997. С. 133–144.

Денисенко Н.В., Денисенко С.Г., Фролов А.А. Зообентос Горла и Воронки Белого моря: структура и особенности распределения в прибрежье Кольского полуострова // Морские беспозвоночные Арктики, Антарктики и Субантарктики. СПб., 2006. С. 15–34 (Исследования фауны морей. Вып. 56(64).

Донная фауна сублиторали / Е.А. Фролова, Е.Г. Митина, А.В. Гудимов и др. // Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1997. С. 101–123.

Жирков И.А. Полихеты Северного Ледовитого океана. М: Янус-К, 2001. 631 с.

Зообентос литорали и сублиторали. Количественное распределение, пространственно-временная изменчивость / О.С. Любина, О.Ю. Ахметчина, Е.А. Фролова и др. // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. С. 161–182.

Павлова Л.В., Зуев Ю.А., Фролов А.А. Особенности биоценозов верхней сублиторали // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. С. 142–161.

Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 192 с.

Ушаков П.В. Многощетинковые черви дальневосточных морей СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1955. 445 с. (Определители по фауне СССР. Т. 56).

Фролова Е.А. Экологическое состояние бентоса Кольского залива // Экологическая ситуация и охрана флоры и фауны Баренцева моря. Апатиты: Изд. КНЦ АН СССР, 1991. С. 121–125.

Warwick R.M. A new method for detecting pollution effects in marine macrobenthic communities // Mar. Biol. 1986. Vol. 92. P. 557–562.

Warwick R.M. The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities // Mar. Pollut. Bull. 1988. Vol. 19, № 6. P. 259–268.

Warwick R.M., Pearson T.H. Ruswahyuni detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species abundance/biomass method // Mar. Biol. 1987. Vol. 95, № 2. P. 193–200.

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.3.89-94
УДК 595.14.142.2 (268.45)

Д.Р. Дикаева, Е.А. Фролова

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

ФАУНА И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИХЕТ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В НОЯБРЕ 2017 ГОДА

Аннотация

На основе материала 2017 г. проанализирован видовой состав, количественные характеристики и структура фаунистических комплексов полихет в западной части Баренцева моря. Отмечена зависимость видового состава и количественных характеристик полихет от структуры дна, донных осадков, глубины, придонной гидродинамики.

Ключевые слова:

полихеты, сообщества, Баренцево море.

D.R. Dikaeva, E.A. Frolova

Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russia

FAUNA AND QUANTITATIVE DISTRIBUTION OF POLYCHAETA IN THE WESTERN BARENTS SEA IN NOVEMBER 2017

Abstract

On the basis of the material of 2017 the species composition, abundance and biomass, structure of the fauna complexes of polychaetes in the western Barents Sea are analyzed. The distribution of polychaetes proved to be dependent on the bottom structure, bottom sediments, depth, bottom, hydrological regime.

Keywords:

communities, Polychaeta (Annelida), Barents Sea.

Рельеф дна существенно влияет на распределение донных осадков, циркуляцию и распределение водных масс, а также на распределение и состав донной фауны. В предыдущих исследованиях нами было описано влияние краевых желобов Баренцева моря на видовой состав и количественное распределение полихет. По краевым желобам в Баренцево море поступают теплые атлантические воды, способствующие увеличению видового разнообразия донных организмов (Фролова, Дикаева, 2018).

Станции, расположенные в районе исследования пересекают Зюйдкапский желоб и Медвежинско-Надеждинское мелководье. Данный район повержен влиянию теплых вод Южно-Шпицбергенского течения и холодных вод Восточно-Шпицбергенского и Медвежинского течений,

что отражается на видовом составе и структуре донных сообществ. Сложная картина циркуляции вод и рельеф дна определяет интерес в изучении фауны в данном районе исследований.

Несмотря на достаточную изученность бентосных сообществ в западной части Баренцева моря (Кузнецов, 1970; Анисимова, 1984; Денисенко, 2007; Захаров, Любин, 2012), работ по изучению видового состава и количественному составу многочетинковых червей недостаточно (Фролова и др., 2018). Поэтому целью исследования является изучение изменений видового состава и количественных характеристик полихет в зависимости от условий среды.

Материал и методы. Материалом послужили 22 количественные пробы с 8 станций комплексной экспедиции Мурманского морского биологического института (ноябрь 2017 г.; рис. 1). Отбор проб с глубины от 92 до 320 м производили дночерпателем ван-Вина (площадь захвата 0.1 м²) в 3-кратной повторности. Собранный грунт промывали через капроновое сито с размером ячеек 0.75 мм, фиксировали 4 %-м формалином с последующим переводом беспозвоночных в 70 %-й спирт.

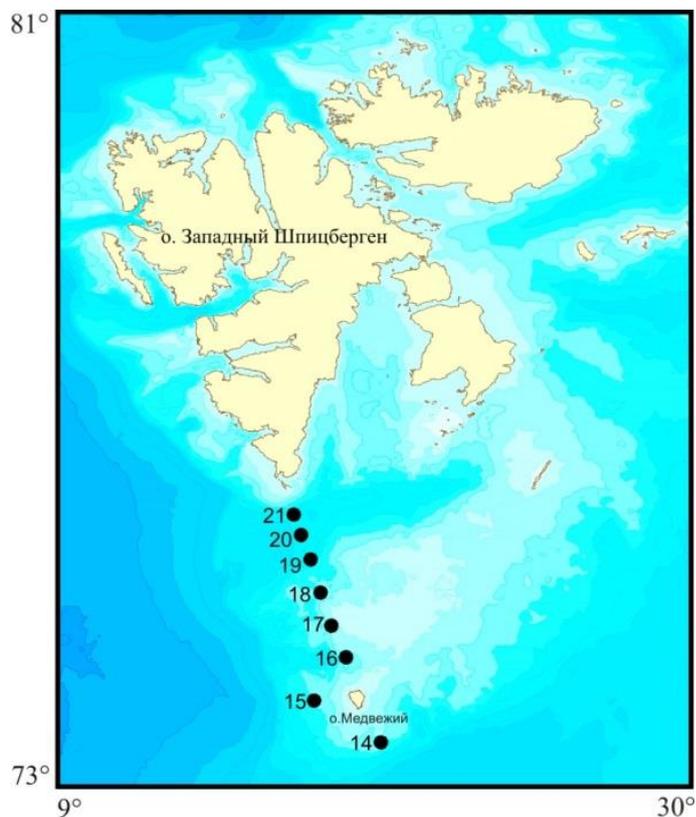


Рис.1. Карта-схема расположения бентосных станций в ноябре 2017 г.
Fig. 1. Map-scheme of benthic stations in November 2017

Выделение групп станций по сходству видового состава выполняли с помощью кластерного анализа методом средневзвешенного на основе коэффициента сходства Брея-Кертиса (Bray, Curtis, 1957). В качестве меры обилия при выявлении доминантной группы видов использовали показатель относительной интенсивности метаболизма (М), позволяющий оценить значимость отдельных видов как по биомассе, так и по численности особей:

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

где N – плотность поселения организмов, экз/м²; B – биомасса, г/м²; K – коэффициент удельной интенсивности метаболизма (Денисенко и др., 2006).

При оценке биогеографического состава многощетинковых червей мы пользовались классификацией ареалов полихет, предложенной И.А. Жирковым (2001).

Результаты и обсуждение. В районе исследований идентифицировано 86 таксонов многощетинковых червей, из них 70 определены до вида. Видовое богатство (количество видов на станции) на станциях варьирует от 50 до 21, максимальное количество видов отмечено на илисто-глинистых грунтах с камнями и ракушей (станции 14, 16, 18, 19). Минимальное количество зарегистрировано на песчаных грунтах с глиной, ракушей и гравием (ст. 17; таблица).

**Количественные характеристики сообществ полихет
в западной части Баренцева моря
Quantitative parameters of the polychaete communities
in the western Barents Sea**

Номер станции	Глубина, м	T, °C	Количество видов	B, г/м ²	N, экз/м ²	Доминирующий по метаболизму вид
14	150	4.2	50	18±6	1606±533	<i>Nothria hyperborea</i>
15	144	4.5	25	13.5±4	1040±133	<i>Nothria hyperborea</i>
16	199	4.6	50	80±11	6750±700	<i>Spiochaetopterus typicus</i>
17	101	3.8	21	3.5±1	473±225	<i>Nothria hyperborea</i>
18	142	5.3	50	48±7	2520±225	<i>Nothria hyperborea</i>
19	253	4.7	51	30±10	1225±270	<i>Spiochaetopterus typicus</i>
20	320	4.0	41	25±10	1750±240	<i>Spiochaetopterus typicus</i>
21	285	3.3	42	30±30	1747±1747	<i>Asychis biceps</i>

В районе исследований преобладают бореально-арктические виды (85 %), количество бореальных видов (10 %) превышает количество арктических (5 %). Наибольшее количество бореальных видов отмечено на станциях 19, 20, 21.

Биомасса полихет в районе исследований варьировала от 3.5 до 80 г/м², плотность поселения от 473 до 6750 экз/м² (таблица). По биомассе

на станциях доминирует собирающий детритофаг *Spiochaetopterus typicus*, по плотности поселения – *Galathowenia oculata*.

Методом кластерного анализа в исследованном районе выделено два фаунистических комплекса полихет (рис. 2).

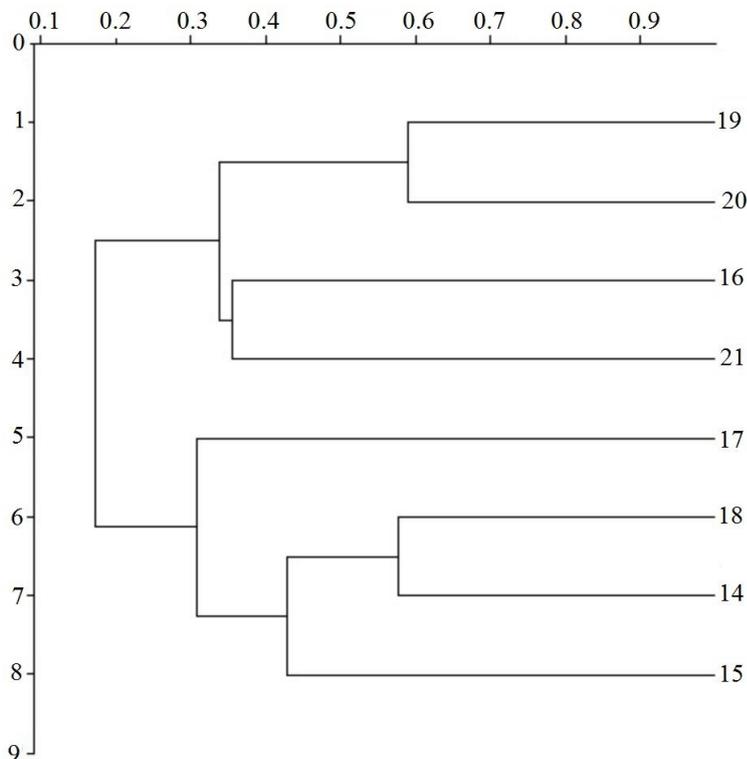


Рис. 2. Дендрограмма сходства видового состава полихет в районе западной части Баренцева моря в ноябре 2017 г.

Fig. 2. Dendrogram of the polychaete species similarity in the western Barents Sea in November 2017

Комплекс с доминированием по доле интенсивности метаболизма и биомассе собирающего детритофага *Spiochaetopterus typicus* расположен в глубоководных районах Зюйдкапского желоба (станции 21, 20, 19) и в районе Медвежинской банки (ст. 16) на илисто-глинистых грунтах с песком и ракушей на глубине от 199 до 320 м при положительной температуре воды (4.7...4.0 °С). По численности в комплексе доминирует *Galathowenia oculata*. Комплекс характеризуется средней биомассой – 41 ± 15 г/м² и высокой плотностью поселения – 3116 ± 990 экз/м². В биогеографическом составе преобладают бореально-арктические виды – 83 %, количество бореальных видов (11 %) превышает количество арктических (6 %).

В районе западного склона Медвежинского мелководья (станции 14, 15, 17, 18) на песчаных и глинистых грунтах с ракушей, камнями и

гравием на глубине от 92 до 150 м при положительной температуре воды (3.8...5.3 °С) отмечен второй фаунистический комплекс, в котором доминирует по доле интенсивности метаболизма и биомассе *Nothria hyperborea*, по численности *Galathowenia oculata*. Комплекс характеризуется низкой биомассой – 20.6±4.3 г/м² и невысокой плотностью поселения – 1407±280 экз/м². В биогеографическом составе преобладают бореально-арктические виды – 90 %, количество бореальных видов – 6 %, количество арктических – 4 %.

Заключение. По желобам поступают теплые атлантические воды, они являются областями аккумуляции осадочного вещества (Митяев и др., 2007), что способствует увеличению видового богатства и количественных характеристик донных организмов. В Зюйдкапском желобе, а также в глубоководном районе (ст. 16) Медвежинской банки отмечена более высокая биомасса и плотность поселения полихет по сравнению с другими районами. Доминирует по биомассе и доле интенсивности метаболизма собирающий детритофаг *Spiochaetopterus typicus*. Здесь в углублениях дна с ослабленной гидродинамикой, где процесс оседания взвеси преобладает над ее переносом (Кузнецов, 1970), созданы благоприятные условия для детритофагов, что приводит к росту биомассы. Увеличение количества бореальных видов в районе Зюйдкапского желоба свидетельствует о влиянии теплых атлантических вод Шпицбергенского течения в данном районе.

Полученные данные подтверждают результаты исследования А.П. Кузнецова (1970). В районе Медвежинско-Шпицбергенского плато основную роль в составе фауны играют *Spiochaetopterus typicus* и *Galathowenia oculata*. Также в предыдущих исследованиях отмечено доминирование детритофага *Spiochaetopterus typicus* на склонах желобов Медвежинский и Святой Анны (Фролова, Дикаева, 2017).

С уменьшением глубины вдоль западного склона Медвежинской банки отмечено снижение биомассы и плотности поселения сообществ полихет, доминирующим видом в данном районе выступает полихета *Nothria hyperborea*. Здесь на жестких грунтах с преобладанием грубообломочного материала в зоне активной гидродинамики в результате взаимодействия теплых и холодных течений, где процессы переноса осадков доминируют над процессами их образования, созданы неблагоприятные условия для развития детритофагов, что приводит к снижению биомассы и плотности поселения полихет.

Таким образом, полученные данные подтверждают опубликованные ранее результаты, о влиянии структуры дна, донных осадков, глубины, придонной гидродинамики на распределение фауны полихет в Баренцевом море (Дикаева, Фролова, 2014, 2018; Фролова, Дикаева, 2017; Фролова др., 2018). В районе исследований в углублениях дна на мягких грунтах отмечены более высокие количественные характеристики полихет, где по биомассе и доле интенсивности метаболизма доминирует *Spiochaetopterus*

typicus, по численности – *Galathowenia oculata*. Современные результаты существенно дополняют данные о распределении сообществ полихет в западной части Баренцева моря.

Литература

Анисимова Н.А. К фауне и количественному распределению иглокожих Баренцева моря // Бентос Баренцева моря. Распределение, экология и структура популяций. Апатиты: Изд. КФ АН СССР, 1984. С. 32–44.

Захаров Д.В., Любин П.А. Фауна, экология и распределение моллюсков семейства Vucsinidae (Mollusca, Gastropoda) в Баренцевом море и сопредельных акваториях // Вестн. Мурман. гос. техн. ун-та. 2012. Т. 15, № 4. С. 749–757.

Денисенко С.Г. Зообентос Баренцева моря в условиях изменяющегося климата и антропогенного воздействия // Динамика морских экосистем и современные проблемы сохранения биологического потенциала морей России. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 418–502.

Денисенко Н.В., Денисенко С.Г., Фролов А.А. Зообентос Горла и Воронки Белого моря: структура и особенности распределения в прибрежье Кольского полуострова // Морские беспозвоночные Арктики, Антарктики и Субантарктики. СПб., 2006. С. 15–34 (Исследования фауны морей. Вып. 56(64).

Жирков И.А. Полихеты Северного Ледовитого океана. М.: Янус-К, 2001. 632 с.

Дикаева Д.Р., Фролова Е.А. Современное распределение сообществ полихет во фьордах Западного Шпицбергена // Вестн. Мурман. гос. техн. ун-та. 2014. Т. 17, № 1. С. 119–127.

Дикаева Д.Р., Фролова Е.А. Фауна полихет в районе архипелага Шпицберген в июле 2017 г. // Вестн. Кольского науч. центра РАН. 2018. № 3(10). С. 61–67.

Кузнецов А.П. Закономерности распределения пищевых группировок донных беспозвоночных в Баренцевом море // Экология и распределение морской донной фауны и флоры. М.: Наука, 1970. С. 5–80 (Тр. Ин-та океанологии АН СССР. Т. 88).

Митяев М.В., Хасанкаев В.Е., Голубев В.А. Желоба Баренцева моря – современные каналы транспортировки или ловушки осадочного вещества? // Арктика и Антарктика 2007. Вып. 5(39). С. 72–79.

Фролова Е.А., Дикаева Д.Р. Фауна полихет и краевые желоба Баренцева моря // Тр. Кольского науч. центра РАН. 2017. Т. 2(8). Океанология. Вып. 4, С. 81–88.

Фролова Е.А., Дикаева Д.Р., Хачатурова К.С. Комплексы полихет к югу и юго-востоку от архипелага Шпицберген по результатам экспедиции 2015 г. // Вестн. Кольского науч. центра РАН. 2018. № 3(10). С. 68–77.

Bray J.R., Curtis J.T. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin // Ecol. Monogr. 1957. Vol. 27. P. 325–349.

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.3.95-104
УДК 599.5:599.745:599.742 (268.45)

Ю.И. Горяев

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ В АПРЕЛЕ–МАЕ 2018 ГОДА

Аннотация

В апреле–мае 2018 года в западной и северной частях Баренцева моря на чистой воде и вблизи границы плавучих льдов выполнены судовые трансектные учеты китообразных и ластоногих. Общая протяженность учетного маршрута составила 2442 км, отмечено 7 видов из отряда китообразных и 2 вида – ластоногих. Полученные данные сравниваются с результатами учета, проведенного в этом же районе в 2016 г.

Ключевые слова:

китообразные и ластоногие, учет, Баренцево море.

Yu.I. Goryaev

Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russia

DISTRIBUTION OF MARINE MAMMALS IN THE BARENTS SEA IN APRIL AND MAY 2018

Abstract

In April–May 2018, ship transect surveys of cetaceans and pinnipeds were carried out in clear water and near the border of floating ice in the western and northern parts of the Barents Sea. The total length of the route was 2442 km, 7 species from the order of cetaceans and 2 species – pinnipeds were noted. The obtained data is compared with the results of the accounting conducted in the same area in 2016.

Keywords:

cetaceans and pinnipeds, accounting, Barents Sea.

В водах Баренцева моря обитает 24 вида морских млекопитающих (включая белого медведя), 11 из которых имеют охранный статус МСОП и Красной книги России. В настоящем сообщении приводятся результаты наблюдений за морскими млекопитающими в ходе комплексной научной экспедиции. Район наблюдений 2018 г. частично совпадает с таковым экспедиции, проведенной в апреле–мае 2016 г.; для этих географически близких участков моря проводится сравнение.

Материал и методы. Учет морских млекопитающих выполнен с 18 апреля по 28 мая 2018 г. визуально (сектор обзора 180°) на трансектах общей протяженностью около 2442 км. Из них с учетами в апреле было пройдено 953 км, в мае – 1484 км. При работе использовали бинокль Nikon Action 16x. Места встреч китообразных и ластоногих фиксировали

по показаниям GPS Garmin 12 XL. По возможности наблюдения документировались фото- и видеосъемкой. Рассчитывали относительный показатель учета – количество особей на 100 км маршрута.

Результаты и обсуждение. В границах маршрута экспедиции были отмечены 9 видов морских млекопитающих: беломордый дельфин *Lagenorhynchus acutus*, косатка *Orcinus orca*, морская свинья *Phocaena phocaena*, гренландский кит *Balaena mysticetus*, горбач *Megaptera novaeangliae*, финвал *Balaenoptera physalus*, малый полосатик *Balaenoptera acutorostrata*, гренландский тюлень *Phoca groenlandica*, морж *Odobenus rosmarus*.

За исключением небольшой части трансект на юго-западе моря, учеты проведены на значительном удалении от побережья, т. е. в целом область наблюдений можно охарактеризовать как открытую акваторию моря с составом фауны, включающим виды, характерные для районов, удаленных от берегов. Условия обитания морских млекопитающих отличаются по гидрологии и трофности, поэтому осматриваемая акватория условно разделена нами на три участка: I – юго-западный (прибрежные воды); II – западный, расположенный в зоне взаимодействия арктических и атлантических вод; III – прикромочный, находящийся в арктических водах, в маргинальной части ледового массива северной части Баренцева моря и акватории непосредственно прилегающей к кромке льда (табл. 1).

Т а б л и ц а 1
Протяженность маршрутов во время исследований в 2016 и 2018 гг., км
Table 1
The length of the routes during research in 2016 and 2018, km

Участок	2016 г.		2018 г.	
	Апрель	Май	Апрель	Май
I	110	451	90	452
II	192	277	709	512
III	187 (20)	151 (35)	154 (154)	525 (70)

ПРИМЕЧАНИЕ. Цифры без скобок – чистая вода, цифры в скобках – льды.

Беломордый дельфин – массовый вид китообразных Баренцева моря, обитающий здесь круглый год. В период наблюдений был распространен в юго-западной и западной частях моря, чаще – в апреле; не встречался севернее 76° с. ш. и восточнее 34° в. д. Всего учтено 196 экз. В период экспедиции на участках I и II зарегистрировано 116 особей в апреле и 80 – в мае (14.5 и 8.2 экз/100 км маршрута). Апрельский показатель 2018 г. значительно превышает результат 2016 г. (6.3 экз/100 км), тогда как в мае 2016 г. встречаемость – 9.8 экз/100 км. В среднем за все время экспедиции для участков I и II встречаемость составила 11 экз/100 км, что очень близко к результатам учета 2016 г. (9 экз/100 км). При этом, судя по наиболее репрезентативному участку II, к маю численность может как возрастать (в 5 раз, 2016 г.), так и убывать (в 3 раза, в 2018 г.) (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2

**Численность животных в Баренцевом море
в апреле–мае 2016 и 2018 гг., экз/100 км**

Table 2

**The number of marine mammals in the Barents Sea
in April–May 2016 and 2018, ind/100 km**

Вид	Участок I				Участок II				Участок III			
	2016 г.		2018 г.		2016 г.		2018 г.		2016 г.		2018 г.	
	Месяцы											
	IV	V	IV	V	IV	V	IV	V	IV	V	IV	V
Белобочий дельфин	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
Беломордый дельфин	10	–	–	12	4.6	26	16.3	5	–	–	–	–
Косатка	–	–	–	–	–	–	1.1	–	1.4	–	–	–
Морская свинья	–	2.2	–	1.3	–	–	–	–	–	–	–	–
Гренландский кит	–	–	–	–	–	–	–	–	3.8	1.6	–	0.38
Горбач	–	0.66	–	–	–	0.36	0.7	–	–	–	–	–
Финвал	–	1.8	–	0.66	–	2.1	4.6	–	–	–	–	–
Малый полосатик	–	0.22	–	1.1	–	–	2.1	0.2	–	–	–	0.14
Морской заяц	–	–	–	–	–	–	–	–	10	8.5	–	–
Гренландский тюлень	–	–	–	–	–	–	–	–	5050	–	–	0.14
Морж	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.6*	–
Белый медведь	–	–	–	–	–	–	–	–	10	2.8	–	–

*Численность моржа рассчитана как количество особей на 100 км² площади льда.

Стая *косаток* из 8 особей наблюдалась вблизи кормового скопления крупных китов и птиц на участке II. В апреле–мае косатки встречаются в любых районах Баренцева моря; показатель учета, рассчитанный для всей протяженности трансект, составил 0.3 экз/100 км, что сопоставимо с результатом 2016 г. – 0.5 экз/100 км (табл. 2, рис. 2).

Морские свиньи в количестве 6 экз. зарегистрированы в прибрежной зоне Западного Мурмана (участок I). Плотность распределения для этого района в 2018 г. составила 1.1 экз/100 км, что значительно ниже, чем в 2016 г. (10 экз., 1.8 экз/100 км). В 2016 и 2018 годах морские свиньи отмечены только в мае – 2.2 и 1.3 экз/100 км соответственно. Эти животные встречаются и значительно севернее участка I (примерно до 75° с. ш.), но только в летний период, поэтому для весеннего периода мы ограничиваем ареал распространения 71° с. ш. (табл. 2, рис. 2).

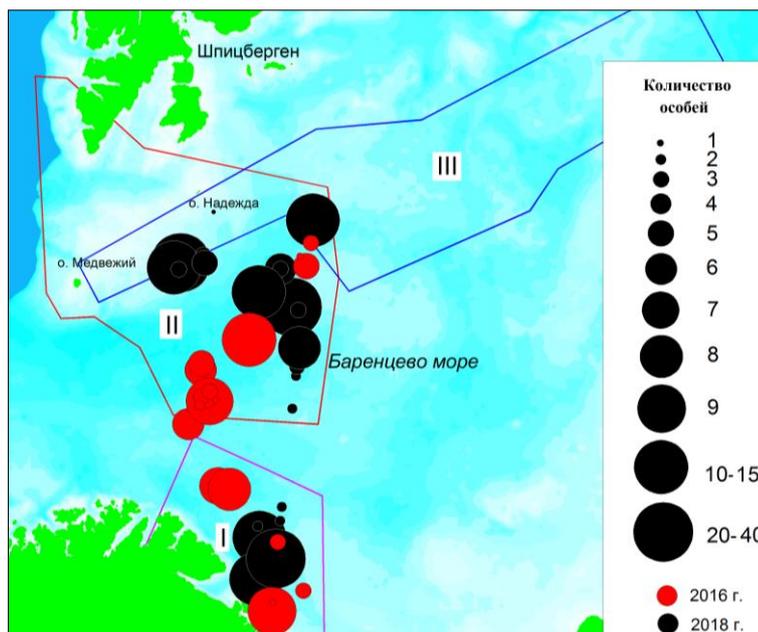


Рис. 1. Места регистрации беломордых дельфинов в 2016 и 2018 гг. (линии – границы участков I–III)

Fig. 1. Places of registration of the white-faced dolphins in 2016 and 2018 (lines show the boundaries of sections I – III)

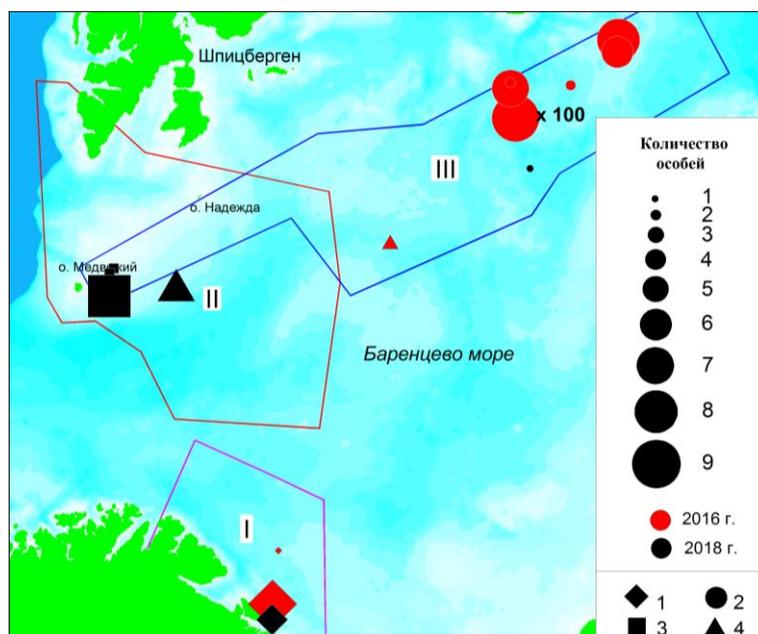


Рис. 2. Места регистрации морских свиной (1), гренландских тюленей (2), моржей (3) и косаток (4) в 2016 и 2018 гг. (линии – границы участков I–III)

Fig. 2. Registration places for porpoises (1), harp seals (2), walrus (3) and killer whales (4) in 2016 and 2018 (lines show the boundaries of sections I–III)

Гренландский кит отмечен нами во льдах (крайняя восточная часть участка III) – 2 особи. Для сравнения отметим, что показатель учета, взятый для акватории, где встречи этих китов происходили в прошлые годы – во льдах и прилежащих к ним районах восточнее 45° в. д. – составляет 0.38 экз/100 км (для всей прикромочной зоны – 0.3 экз/100 км). В 2016 году встречаемость для участка III была гораздо выше – 2.8 экз/100 км. Разница в показателях 2016 г. и 2018 г. может быть обусловлена иным расположением района учета в 2018 г. (227 км к юго-западу от мест наибольшей численности китов в 2016 г.). Исходя из границы распространения гренландских китов в северной части Баренцева моря по результатам многолетних встреч, район наблюдений 2018 г. – периферия ареала, и снижение численности здесь, возможно, вполне закономерно (Горяев, 2017) (табл. 2, рис. 3).

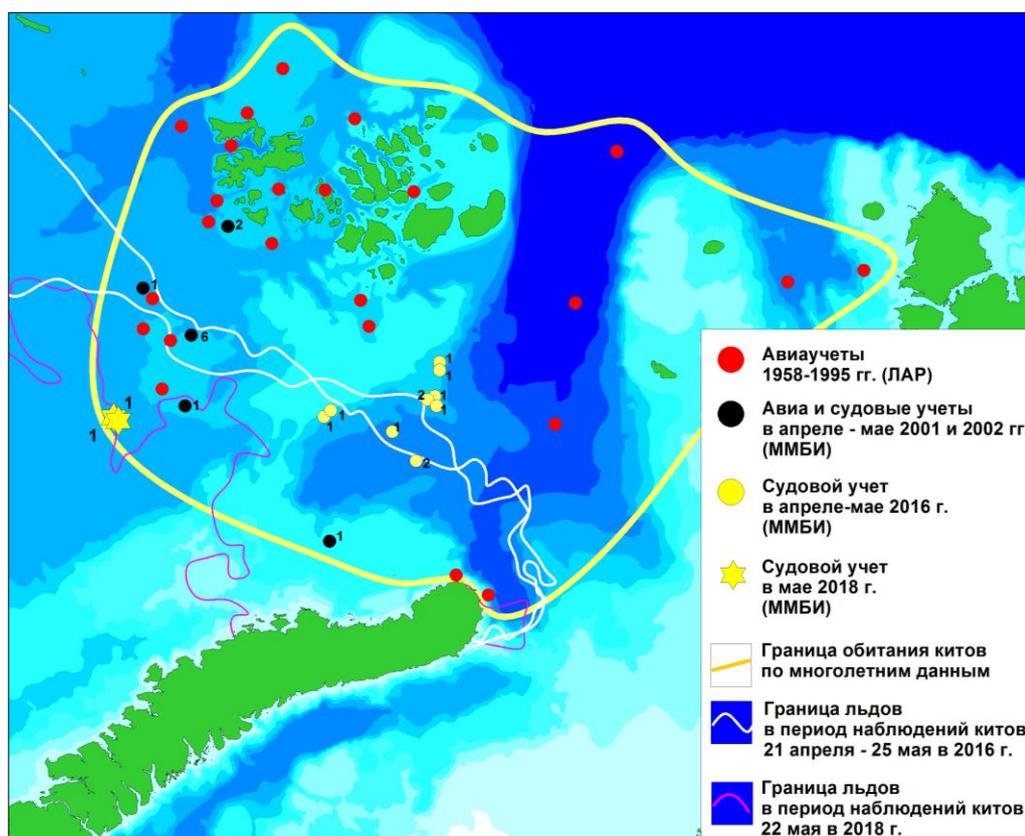


Рис. 3. Места регистрации гренландских китов по многолетним наблюдениям
 Fig. 3. Places of registration of bowhead whales by long-term observations

Финвалы наблюдались в апреле и мае от побережья Западного Мурмана до границ с Гренландским морем (36 экз.). Основная часть китов (33 экз.) встречена в апреле в центре участка II, в водах северной ветви Нордкапского течения (табл. 2), где финвалы кормились вместе

с горбачами. В среднем для всей обследованной акватории численность в 2018 г. (1.47 экз/100 км) выше показателей 2016 г. (0.98 экз/100 км). Одиночные особи финвалов зарегистрированы 3 раза, пары и группы из 3 китов – 2 раза, из 5 особей – 3 раза и из 7 особей – 1 раз (табл. 2, рис. 4). Относительные показатели учета 2016 и 2018 гг. (1–1.5 экз/100 км) близки к данным, полученным в 1995–2001 гг. (Øien, 2009) вдоль континентального склона – 0.67–2.3 экз/100 км, в среднем 1.65 экз/100 км) при плотности распределения 0.0057–0.013 экз/км².

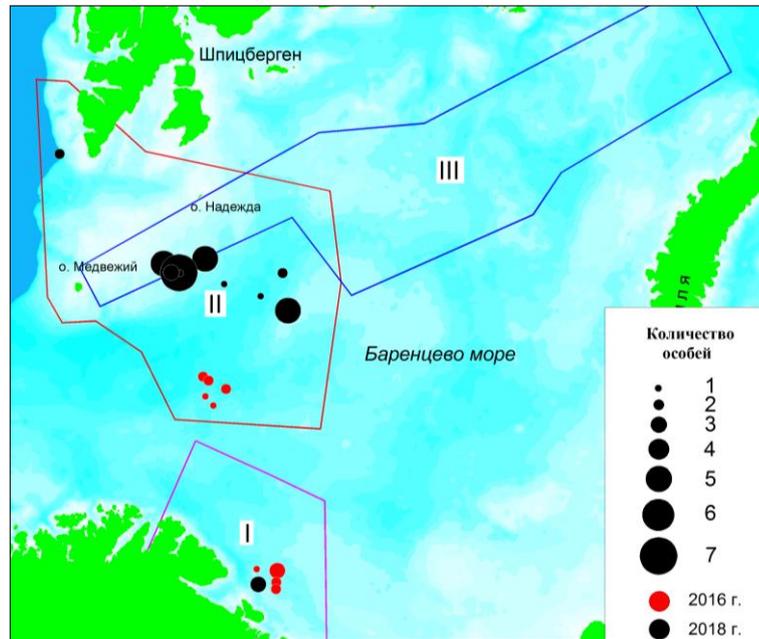


Рис. 4. Места регистрации финвалов в 2016 и 2018 гг. (линии – границы участков I–III)

Fig. 4. Places of registration of fin whales in 2016 and 2018 (lines show the boundaries of sections I–III)

Горбачи отмечались в апреле в районе (участок II), где одновременно наблюдалось скопление финвалов (на склонах Шпицбергенской банки и Центральной возвышенности, в водах северной ветви Нордкапского течения). Всего зарегистрировано 5 экз. В весенний период на участках I и II встречаемость в апреле составила 0.62 экз/100 км. Для общей протяженности трансект показатель учета составляет 0.2 экз/100 км.

В 2016 году горбачи встречались на участках I и II в мае (0.54 экз/100 км). С учетом того, что горбачи в 2016 и 2018 гг. могли присутствовать на участках I и II и в апреле и в мае (но были пропущены случайно в один из месяцев), средняя встречаемость для этого района весной составляет в 2016 г. 0.38 экз/100 км и в 2018 г. 0.28 экз/100 км (табл. 2, рис. 5). Относительная численность горбача для акватории,

прилежащей с запада к исследованному нами району (континентальный склон), по результатам широкомасштабных летних учетов в Северо-Восточной Атлантике колебалась от 0.23 до 0.56 экз/100 км (Øien, 2009), что, в общем, сравнимо с нашими данными.

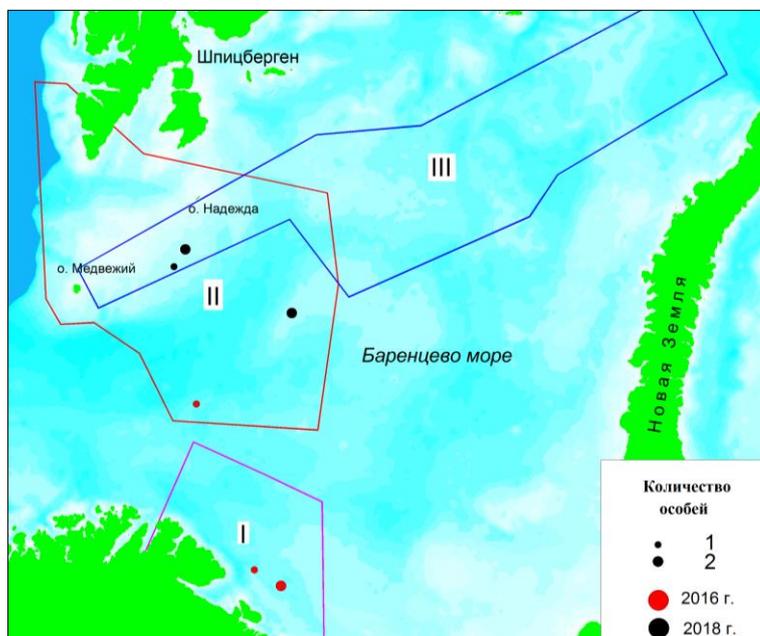


Рис. 5. Места регистрации горбачей в 2016 и 2018 гг. (линии – границы участков I–III)

Fig. 5. Places of registration of humpback whales in 2016 and 2018 (lines show the boundaries of sections I–III)

Малый полосатик – наиболее широко распространенный представитель крупных китообразных, всего обнаружено 22 экз. Вид встречался повсеместно, вплоть до кромки льда, в основном одиночно, наиболее многочислен был на мелководьях вблизи о. Медвежий и на юго-восточном склоне Шпицбергенской банки, где попадались разреженные группы численностью до 3–4 экз. В среднем для всей обследованной акватории показатель учета составил 0.9 экз/100 км, на участке I (в прибрежных водах) – 0.9 экз/100 км, на участке II – 1.3 экз/100 км, на участке III, вблизи ледовой кромки, – 0.14 экз/100 км. В 2016 году малый полосатик встречался гораздо реже – лишь в прибрежных водах 2 особи (0.14 экз/100 км). В апреле и мае 2018 г. было отмечено 15 и 7 особей соответственно. Таким образом, в определенных условиях малый полосатик обычен в море уже в конце зимнего периода, но низкая встречаемость в 2016 г. связана, вероятно, с неблагоприятной трофикой (резкое сокращение численности мойвы и др.) (рис. 6). Летом численность малого полосатика в западной части Баренцева моря может быть вдвое выше отмеченной нами – 3.5 экз/100 км (Abundance ..., 2004).

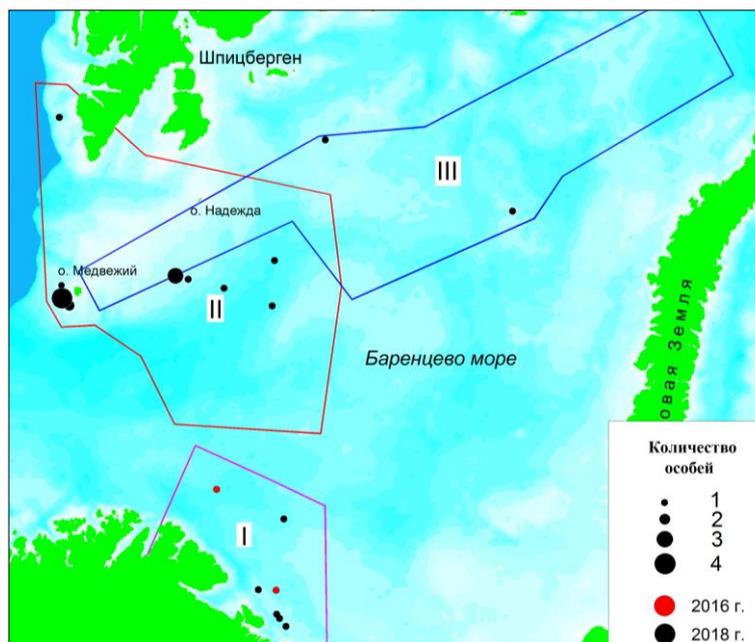


Рис. 6. Места регистрации малых полосатиков в 2016 и 2018 гг. (линии – границы участков I–III)

Fig. 6. Places of registration of minke whales in 2016 and 2018 (lines show the boundaries of sections I–III)

Гренландский тюлень – редкий вид в период наших работ. Во льдах, в восточной части участка III, зарегистрирован единственный тюлень (0.14 экз/100 км). В 2016 году приблизительно в этом же районе отмечалась залежка гренландских тюленей ил 1000 особей, а средняя встречаемость составила 490 экз/100 км. Столь значительные межгодовые колебания численности в прикромочных районах вызваны, возможно, различиями в фенологии постпродуктивной линьки тюленей в юго-восточной части Баренцева моря и последующей миграцией к льдам, в северную часть моря. Так в 2016 г. ледовитость юго-восточной части моря была более низкой, что, по-видимому, спровоцировало раннюю миграцию тюленей в высокие широты. В 2018 году, в условиях более суровой зимы и высокой ледовитости юго-востока Баренцева моря, миграция к льдам северной части, предположительно, могла пройти в более поздние сроки (табл. 2, рис. 2).

Моржи круглогодично встречаются в поясе низкой сплоченности льдов в северной части Баренцева моря, чаще – вблизи архипелагов Новая Земля и Шпицберген (Распределение ..., 2004). В апреле 2018 г. моржи одиночно или семейными группами (самки с моржатами) залегали на мелкобитых льдах в 60 км к северо-востоку от о. Медвежий (12 экз.). Для маршрутов, пройденных во льдах открытого моря (участок III) плотность распределения составила приблизительно 0.6 экз/100 км². Распределение

моржей в данном районе было очень неравномерным (все звери сосредоточены вблизи о. Медвежий, и для данного участка трансект “удельная” плотность была близка к 4 экз/100 км²) (табл. 2, рис. 2). По весеннему распределению моржей во льдах, прилежащих к архипелагу Шпицберген, информации нет. По данным М.В. Гаврило (2007), в летний период моржи концентрируются в непосредственной близости к берегам (пролив Стур-фьорд, северо-западное побережье о. Западный Шпицберген).

Заключение. Фауна морских млекопитающих в исследованном районе Баренцева моря в апреле–мае была представлена видами, мигрирующими весной из Восточной Атлантики – гренландским китом, косаткой, морской свиньей, горбачем, финвалом, малым полосатиком. К круглогодичным резидентам относились беломордый дельфин, морж и гренландский тюлень.

С учетом специфичности эффективной ширины учетной полосы для разных видов по приблизительным оценкам среди широко распространенных на акватории видов наиболее многочисленными были в группе усатых китов малые полосатики – не менее 70 %, около 27 % составляли финвалы, горбачи были наиболее редкими – 3 %. Из зубатых китов массовым видом был беломордый дельфин (93 %), лишь 7 % составили косатки. В зоне льдов фауна китообразных представлена гренландскими китами, гренландскими тюленями и атлантическими моржами. Первый вид, учитывая его статус исчезающего животного, можно отнести к обычным для исследованного участка ареала; малочисленность атлантического моржа свойственна для ледовых массивов открытого моря. Гренландский тюлень, стабильно многочисленный во льдах в летний период, весной, как показали наблюдения двух лет, встречается во льдах спорадически, с очень большой амплитудой изменения численности по годам – примерно 1:1000, что связано, вероятно, с условиями трофики и ледовитости моря, влияющими на сроки миграции, за пределами исследованного района. В целом малая протяженность маршрута во льдах не позволяет достаточно полно оценить обилие морских млекопитающих.

Сравнение полученных данных с наблюдениями 2016 г. показывает, что для большинства наиболее обычных видов (китообразных) разница в показателях учета в 2018 г. не превышает 40 %. Наиболее сильно изменилась численность малого полосатика, увеличение составило 90 %.

Работа выполнена по теме 9-13-06 “Орнитофауна северных морей: особенности внегнездовой экологии” (№ госрегистрации 01 2013 66845) в рамках государственного задания № 0228-2019-0004.

Литература

Гаврило М.В. Наблюдения за птицами и млекопитающими в районе архипелага Шпицберген летом 2003 года // Русский орнитол. журн. 2007. Т. 16. Экспресс-выпуск 385. С. 1459–1476.

Горяев Ю.И. Распределение морских млекопитающих в Баренцевом море в апреле–мае 2016 г. // Тр. Кольского науч. центра РАН. 2017. Т. 2(8). Океанология. Вып. 4. С. 88–95.

Распределение морских млекопитающих в условиях ледового покрова восточной части Баренцева и южной части Карского морей / Ю.И. Горяев, А.В. Воронцов, А.В. Ежов, Д.В. Янина // Эволюция морских и наземных экосистем в перигляциальных зонах: Тез. докл. Междунар. науч. конф. (Ростов-на-Дону, 6–8 сент. 2004 г.). Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2004. С. 22–27

Abundance of minke whales (Balaenoptera acutorostrata) in the Northeast Atlantic: variability in time and space / H. Skaug, N. Øien, T. Schweder, N. Gjermund // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2004. Vol. 61. P. 870–886.

Øien N. Distribution and abundance of large whales in Norwegian and adjacent waters based on ship surveys 1995–2001 // NAMMCO Sci. Publ. 2009. Vol. 7. P. 31–47.

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.10.3.104-115
УДК 598.2 (268.45)

Ю.И. Горяев

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, г. Мурманск, Россия

ОРНИТОФАУНА БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД 2018 ГОДА

Аннотация

В апреле–мае 2018 г. в западной и северной частях Баренцева моря проведены наблюдения за морскими птицами. Полученные данные характеризуют динамику видового и количественного состава авифауны этих районов в конце зимнего–начале весеннего периодов года. Проведено сравнение результатов учетов 2018 и 2016 гг. Обсуждается сезонная приуроченность птиц различных видов к отдельным районам обследованной области моря.

Ключевые слова:

морские и водоплавающие птицы, Баренцево море.

Yu.I. Goryaev

Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russia

BIRD FAUNA IN THE BARENTS SEA IN SPRINGTIME 2018

Abstract

In April–May 2018, observations of seabirds were carried out in the western and northern parts of the Barents Sea. The obtained data characterize the dynamics of the species and quantitative composition of the avifauna of these areas at the end of the winter–beginning of the spring periods of the year. A comparison of the results of counts 2018 and 2016. The seasonal assignment of birds of various species to certain areas of the surveyed area of the sea is discussed.

Keywords:

marine and floating birds, Barents Sea.

Для Баренцева моря, включая острова и побережья, описано 52 вида птиц из 4 отрядов (The Barents ..., 2001; собственные данные).

В 2018 году в ходе научного рейса НИС “Дальние Зеленцы” в Баренцевом море выполнено обследование акватории, географически близкой к таковой, осмотренной в 2016 г. Это позволило провести сравнение фауны птиц за два года.

Материал и методы. Учет морских птиц выполнен стандартным методом (Gould, Forsell, 1989), который использует принцип площадного учета птиц с получением показателя учета – плотности распределения на 1 км². Наблюдения проводились во время переходов между станциями с пеленгаторной палубы (высота около 7 м над уровнем моря) визуально; бинокль (Nicon Action 16x) использовался только в случае необходимости уточнения вида птицы. Общая площадь учетных трансект для птиц составила 1017 км². В апреле было отработано 382 км² трансект, в мае – 635 км².

Результаты и обсуждение. Учет проведен в апреле–мае, в переходный период от зимы к весне, когда пространственные различия видового состава и плотности распределения птиц на акватории обусловлены характерным для данного времени распределением пищевых ресурсов, фенологическими сроками весенней миграции в Баренцевом море и началом сезона гнездования.

На исследованной акватории в силу неоднородности гидрологических и трофических условий, а также условий для обитания птиц были выделены юго-западный (I), западный (II) и прикромочный (III) участки (рис. 1).

Авифауна юго-западного участка (I) формируется при участии чайковых и чистиковых птиц, гнездящихся в прилежащих материковых колониях Финмарка и Западного Мурмана и не встречающихся (или очень редко встречающихся) севернее 70° с. ш. (серебристая и морская чайки, тонкоклювая кайра, тупик, гагарка, северная олуша), а также – видов мигрантов по Восточно-Атлантическому пути (гагары, гуси и др.).

Авифауна западной и северо-западной частей моря (участок II) представлена летующими (неполовозрелыми и не приступившими к гнездованию) массовыми и обычными видами морских птиц, а также гнездящимися на островах Межвежий, Надежда и Западный Шпицберген. Гусеобразные, кулики, некоторые чайковые не обитают на акватории постоянно, но наблюдаются во время сезонного пролета к местам гнездования на архипелаги Земля Франца-Иосифа и Шпицберген.

Для авифауны прикромочного участка (III), расположенного на границе ледового массива Баренцева моря, характерны различные льдолюбивые виды – чистики, люрики, белая чайка.

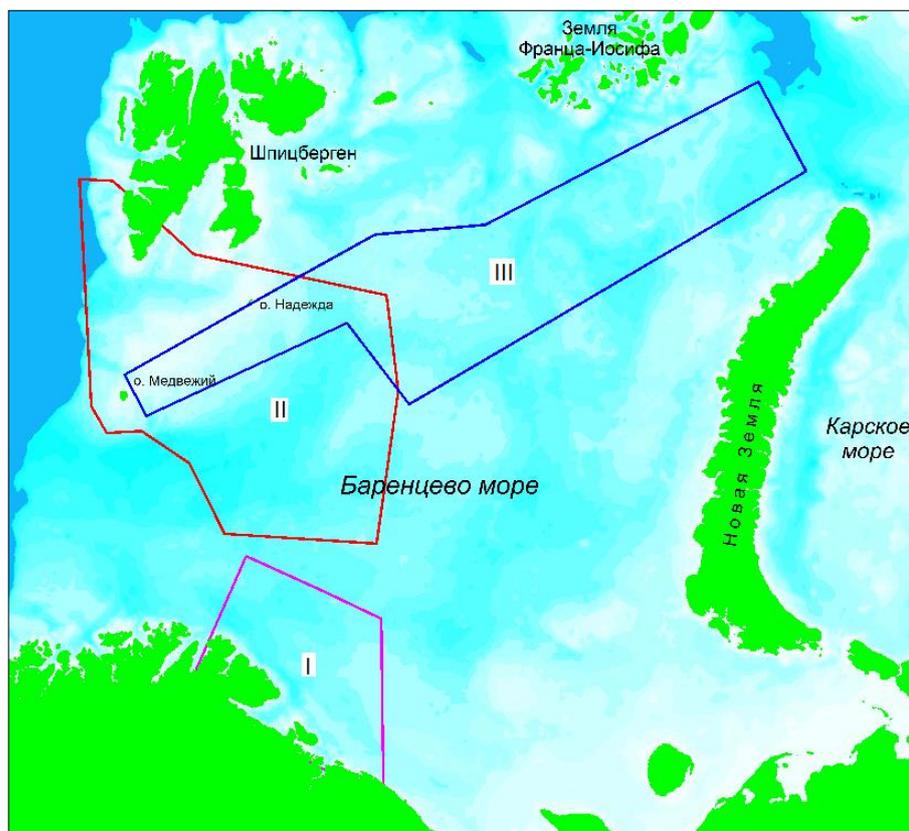


Рис. 1. Карта-схема районов (участков) наблюдений за птицами в 2016 и 2018 гг.:

I – юго-западный, II – западный, III – прикромочный

Fig. 1. Map of areas of bird observations in 2016 and 2018:

I – south-western, II – western, III – located near the edge of floating ice

По результатам наблюдений 2018 г. фауна птиц западной и северной частей Баренцева моря в весенний период представлена 25 видами, 8 (выделены в таблице полужирным курсивом) из которых относятся к пролетным. По-видимому, они мигрировали к архипелагам Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, прочие виды – типичные морские птицы (таблица).

На акватории западной части Баренцева моря в апреле–мае повсеместно распространены 9 видов – толстоклювая кайра, глупыш, моевка, бургомистр, четыре вида поморников и атлантическая олуша. Прочие виды сезонно или постоянно приурочены к определенным, более локальным районам (льды, прибрежные воды, основные русла миграций) (рис. 2). Как показали наблюдения за наиболее обычными видами обеих групп, все они имеют в исследованный период года различные тренды численности (рисунки 3–6) и характерные для сезона особенности распределения.

**Плотность распределения морских птиц в Баренцевом море
в апреле–мае 2016 и 2018 гг., экз/км²
Distribution density of seabirds in the Barents Sea
in April–May 2016 and 2018, ind/km²**

Вид	Участок I		Участок II		Участок III	
	2016 г.	2018 г.	2016 г.	2018 г.	2016 г.	2018 г.
Чернозобая гагара <i>Gavia arctica</i>	0.03	0.003	–	–	–	–
		8				
Белоклювая гагара <i>Gavia adamsii</i>	–	0.000	–	–	–	–
		5				
Глупыш <i>Fulmarus glacialis</i>	4	4.1	1.26	0.68	0.57	0.5
Северная олуша <i>Sula bassana</i>	0.007	0.016	0.001	–	–	0.003
					2	
Хохлатый баклан <i>Phalacrocorax aristotelis</i>	0.001	–	–	–	–	–
Гуменник <i>Anser fabalis</i> или <i>Anser brachyrhynchus</i>	0.001	–	0.001	0.04	–	0.032
Морянка <i>Clangula hyemalis</i>	0.07	–	–	–	–	0.016
Обыкновенная гага <i>Somateria mollissima</i>	0.033	–	–	0.1	–	–
Хохлатая чернеть <i>Aythya fuligula</i>	–	–	–	0.007	–	–
Камнешарка <i>Arenaria interpres</i>	–	–	–	–	–	0.009
Большой поморник <i>Stercorarius skua</i>	0.001	0.007	0.003	0.004	–	0.000
					25	
Средний поморник <i>Stercorarius pomarinus</i>	0.11	0.2	0.005	0.006	–	0.028
			8			
Короткохвостый поморник <i>Stercorarius parasiticus</i>	0.01	0.012	–	0.004	–	–
Длиннохвостый поморник <i>Stercorarius longicaudus</i>	0.1	0.023	–	–	–	–
Озерная чайка <i>Larus ridibundus</i>	–	0.000	0.001	–	–	–
		5				
Полярная чайка <i>Larus glaucooides</i>	–	–	0.001	–	–	–
Серебристая чайка <i>Larus argentatus</i>	1	0.25	–	0.000	–	–
			16			
Бургомистр <i>Larus hyperboreus</i>	0.01	0.1	0.42	0.074	0.14	0.082
Морская чайка <i>Larus marinus</i>	0.25	0.016	0.001	–	0.001	–
Моевка <i>Rissa tridactyla</i>	1	2	1.8	1.4	0.43	0.72
Белая чайка <i>Pagophila eburnea</i>	–	–	–	–	0.067	0.003
					5	
Полярная крачка <i>Sterna paradisaea</i>	0.08	0.15	–	–	–	0.003
					2	
Люрик <i>Alle alle</i>	–	–	0.003	0.31	2.26	0.068
Гагарка <i>Alca torda</i>	0.01	0.016	–	–	–	–
Тонкоклювая кайра <i>Uria aalge</i>	0.048	0.098	–	–	–	–
Толстоклювая кайра <i>Uria lomvia</i>	0.2	0.58	3.6	5.7	2.7	4.5

Вид	Участок I		Участок II		Участок III	
	2016 г.	2018 г.	2016 г.	2018 г.	2016 г.	2018 г.
Чистик <i>Cerphus grylle</i>	–	0.004	0.004	0.006	0.02	0.035
	5		3			
Тупик <i>Fratercula arctica</i>	0.001	0.11	–	–	–	–
Деревенская ласточка <i>Hirundo rustica</i>	–	–	–	+	–	–
Пуночка <i>Plectrophenax nivalis</i>	–	–	–	+	–	–
Всего	20	19	13	13		14

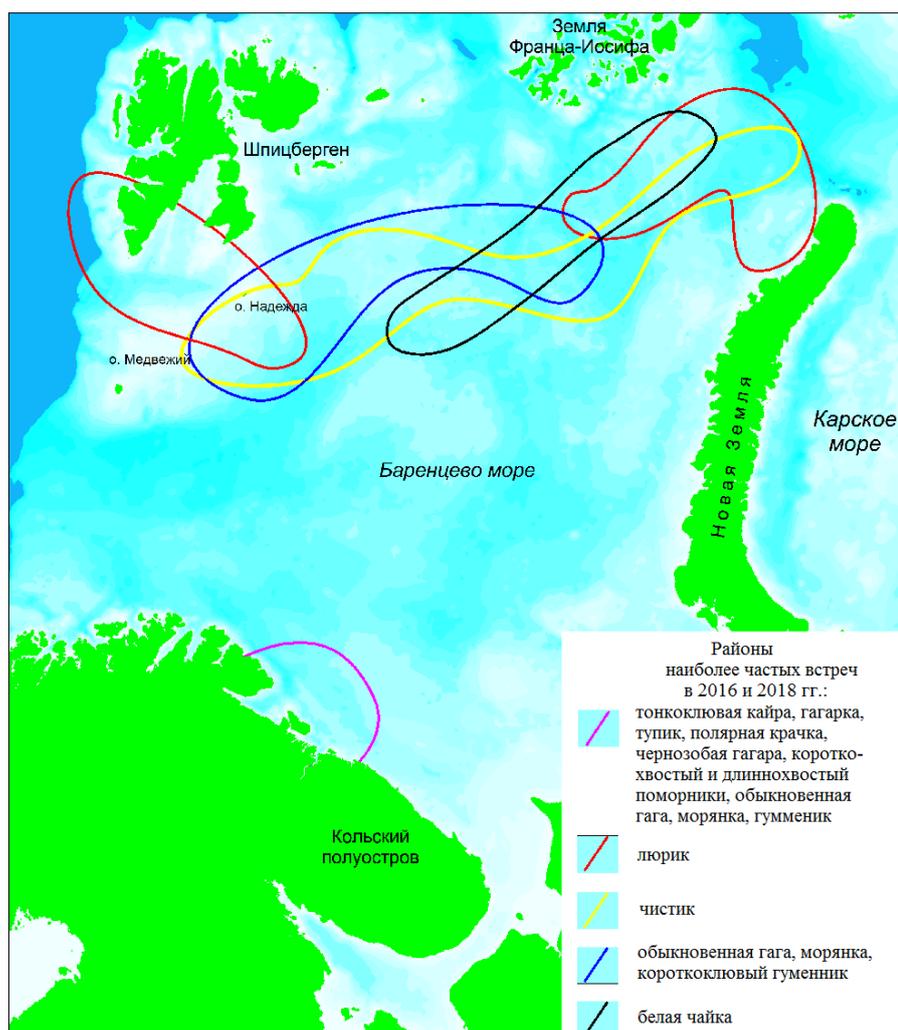


Рис. 2. Районы наибольшей численности видов, приуроченных к локальным участкам акватории

Fig. 2. Areas of the largest number of species confined to local areas of the water area

Повсеместно распространенные виды. Толстоклювая кайра в 2016 и 2018 гг. была более многочисленна в апреле в западной и северной частях обследованной акватории (9–10 экз/км²), а в мае количество птиц снижалось (для всей акватории в среднем с 7 до 2 экз/км²). Можно предположить, что птицы переместились в восточную и северо-восточную части моря, а также к местам гнездовий на архипелаге Шпицберген. Вероятно, высокая плотность распределения толстоклювой кайры в северной части участка II не относится только к весеннему периоду. В феврале–марте между архипелагом Шпицберген и о. Медвежий в разреженных льдах кайры зимуют с высокой плотностью распределения – до 1300 экз/км². В этих районах концентрируются основные объекты питания этих птиц – сайка и амфиподы *Themisto libellula* (Bakken, 1990). Не исключено, что данная ситуация (рис. 3) обусловлена окончанием зимовки и последующей миграцией кайры в северном и восточном направлениях. В целом для обследованной акватории в весенний сезон 2018 г. была отмечена более высокая численность вида, чем в 2016 г. (4.5 и 2.54 экз/км² соответственно). Тем не менее, динамика численности и распределение вида в эти годы имеют общую тенденцию.

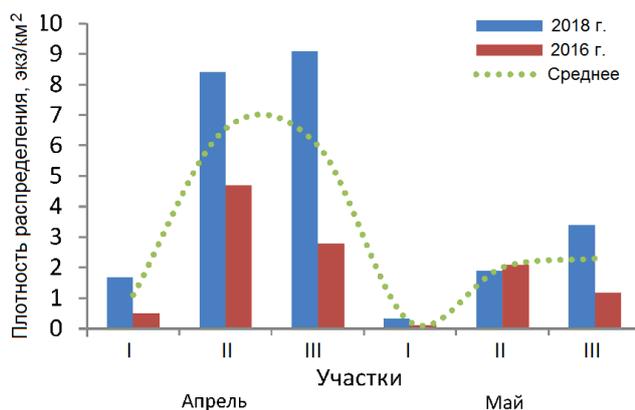


Рис. 3 Годовая и сезонная динамика численности толстоклювой кайры в западной и северной частях Баренцева моря в апреле–мае 2016 и 2018 гг.

Fig. 3 Annual and seasonal dynamics of the number of Brännich guillemot in the western and northern parts of the Barents Sea in April–May 2016 and 2018

Численность *бургомистра* в 2016 и 2018 гг. была максимальной в юго-западной и западной частях акватории в апреле (0.67 экз/км²), а в мае резко сократилась примерно в 6 раз (с некоторой тенденцией к повышению численности к северу). По-видимому, птицы мигрировали в северную, восточную и северо-восточную части моря (из районов зимовки в прибрежных водах к местам гнездования). Общая весенняя

численность бургомистра в 2018 г. была вдвое ниже, чем в 2016 г. (0.084 и 0.19 экз/км² соответственно), однако география распространения и характер сезонного изменения численности в целом были сходны (рис. 4).

Глупыши в апреле 2018 г. в районе исследований имел близкие с 2016 г. показатели средней плотности – 0.84 и 0.78 экз/км² соответственно. В этом месяце в районах относительно высокого обилия птиц в юго-западной или на участках I и II численность в среднем была близка к 1 экз/км², в отдельных районах не более 2 экз/км². В мае количество птиц, как и неравномерность их распределения в оба года возрастало, а наибольшая плотность отмечалась в направлении юго-западной части (участок I) – 90 % глупышей всего обследованного района в мае (5 экз/км² при средних показателях для двух лет на всех участках – 3 и 1.5 экз/км²). При этом в западной и северной частях района исследований численность в мае 2016 и 2018 гг. снижалась (рис. 5). Таким образом, в отличие от описанных выше закономерностей распределения толстоклювой кайры и бургомистра численность глупыша сезонно увеличивалась в южном направлении, возможно, из-за перемещения птиц из северных и восточных районов к местам концентрации кормового зоопланктона в южной части моря, так и с востока, в ходе продолжающейся весенней миграции из Северо-Восточной Атлантики. Средняя для весны плотность распределения незначительно отличалась в 2016 и 2018 гг. – 1.53 и 1.26 экз/км² соответственно.

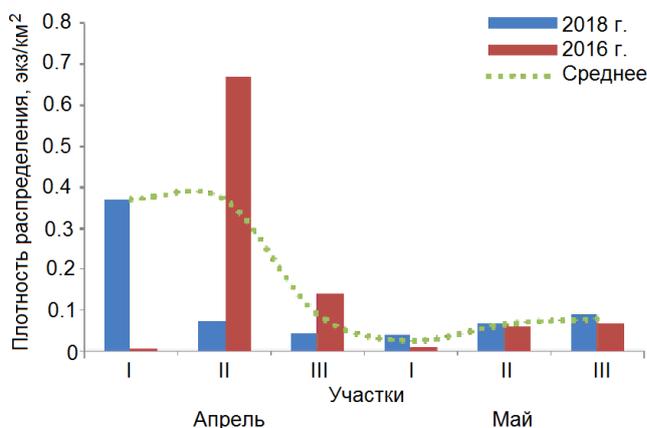


Рис. 4. Годовая и сезонная динамика численности бургомистра в западной и северной частях Баренцева моря в апреле–мае 2016 и 2018 гг.

Fig. 4. Annual and seasonal dynamics of the number of Glaucous gull in the western and northern parts of the Barents Sea in April–May 2016 and 2018

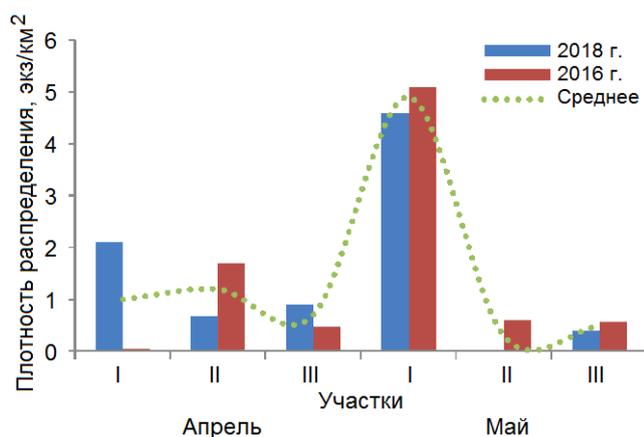


Рис. 5. Годовая и сезонная динамика численности глупыша в западной и северной частях Баренцева моря в апреле–мае 2016 и 2018 гг.

Fig. 5. Annual and seasonal dynamics of the number of Northern fulmar in the western and northern parts of the Barents Sea in April–May 2016 and 2018

Обыкновенная моевка – массовый вид, в 2018 г. максимальная плотность отмечена в мае в юго-западной части района исследований – 2.3 экз/км² (2016 г. – 2.67 экз/км²), минимальная – в северных, прилежащих к льдам областях – 0.5–0.7 экз/км². Резких изменений общей численности вида на исследованной акватории для весны в целом за два года также не отмечено (2018 г. – 1 экз/км² и 2016 г. – 1.23 экз/км²), при этом колебания численности в апреле и мае следующие: 2016 г. – 0.67–1.63 экз/км² (+44 %) и 2018 г. – 1.46–1.19 экз/км² (–20 %) (рис. 6).

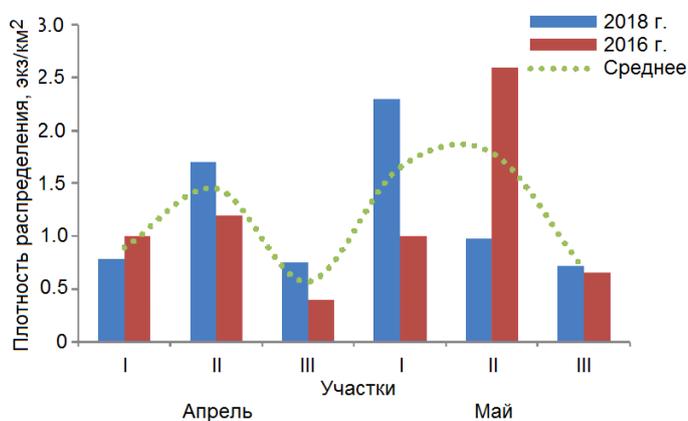


Рис. 6. Годовая и сезонная динамика численности обыкновенной моевки в западной и северной частях Баренцева моря в апреле–мае 2016 и 2018 гг.

Fig. 6. Annual and seasonal dynamics of the number of Black-legged kittiwake in the western and northern parts of the Barents Sea in April–May 2016 and 2018

Сезонное распределение трех обычных видов поморников – среднего, короткохвостого и длиннохвостого – было очень сходным в 2016 и 2018 гг. Три вида появились в мае, при этом область распространения длиннохвостого и короткохвостого поморников в этот период почти не выходила за границы прибрежных вод в южной части моря (участок I), средний поморник, при невысокой численности, был распространен наиболее широко, включая западную часть прикромочной зоны (участок III) (таблица). Количество птиц этого семейства в юго-западной части в мае составляло не менее 75–100 % от общей численности, учтенной в исследованном районе. Во все годы наблюдений самым многочисленным был средний поморник. Его численность в апреле–мае незначительно снизилась от 2016 к 2018 г. (с 0.081 до 0.064 экз/км² в среднем для всего района), тогда как два других вида отмечались в 2018 г. в 2 и 4.3 раза реже, чем в 2016 г. (0.024–0.012 и 0.1–0.023 экз/км² соответственно).

Установлено, что данные вида поморников в летний и осенний периоды широко распространены по всей акватории моря. Однако, судя по майским наблюдениям 2016 г. в крайних восточных районах (к сожалению, не осмотренных в 2018 г.), средний поморник был единственным представителем семейства (Горяев, 2017). Среди пролетных поморников южной части Карского моря в третьей декаде мая массовый вид семейства – также средний поморник (наши данные), поэтому можно предположить, что два других вида в весенний период локализованы в основном вблизи Западного Мурмана и Финнмарка, а в юго-восточных районах они еще очень немногочисленны.

Большой поморник – редкий вид, отмечался в апреле и мае в юго-западной и западной части моря. В апреле вид отмечен в 2018 г., возможно, из-за бóльшего смещения учетных трансект в западном и северо-западном направлениях (в апреле птицы отмечены вблизи мест гнездования – острова Надежда, Медвежий и южная оконечность о. Западный Шпицберген) (таблица).

Олуша зарегистрирована в основном в юго-западной части района исследований в мае, хотя отдельные наблюдения выполнены и в северной части моря вблизи ледовой кромки (таблица).

Локально распространенные виды. *Серебристая чайка* обитает преимущественно в зоне прибрежных вод. В апреле и мае 2018 г. чайки отмечались почти исключительно на участке I (0.25 экз/км² в среднем для всего периода), что существенно ниже, чем в 2016 г. (0.9 экз/км²). Возможно, это связано с изменением доступности пищи в прибрежье: улучшение обеспеченности кормом (мойвой) в предгнездовой период в 2018 г. вызвало более активное гнездование в колониях побережья Мурмана и Финнмарка или непосредственно у берега. Лишь одна птица была отмечена на участке II (75.5° с. ш., 26.4° в. д.), необычно далеко на севере, куда она возможно залетела с островов Медвежий или Западный

Шпицберген, где в небольшом количестве гнездится (Гаврило, 2007) (таблица, рис. 2).

Морская чайка также была редка. На участке I в апреле–мае отмечались одиночные особи (0.017 экз/км²). В эти же месяцы в 2016 г. на данном участке численность составила 0.25 экз/км², что в 14 раз больше, чем в 2018 г. Предположительно, низкая численность вида на участке I вызвана теми же причинами, что и низкая численность экологически близких серебристых чаек (таблица, рис. 2).

Люрик в 2018 г. встречался в западной и северной частях моря, на участках II и III. Сравнительно многочислен (0.36 экз/км²) был в северной части участка II – вблизи мест гнездования на островах Медвежий и Западный Шпицберген, тогда как восточнее, вплоть до 49° в. д., был редок. В 2016 году люрик был более многочислен восточнее этой границы (0.31 экз/км²) (рис. 2). Возможно, редкое обнаружение вида в некоторых районах участка III (между 33° и 49° в. д.), обследованных в 2018 г., вызвано удаленностью этой области как от мест гнездования в западной части моря, так и колоний в восточной и северной частях. Можно предположить, что весеннее распределение люриков в исследованной части прикромочной зоны определяется, как и в случае с толстоклювой кайрой, не только трофикой, но и иными причинами (перемещением к местам гнездования и др.). Так в 2018 г. между 33° и 49° в. д. люрики были малочисленны даже в районах станций с рекордно высокой концентрацией зоопланктона (таблица, рис. 2).

Атлантический чистик наблюдался преимущественно в 2018 г. в зоне разреженных льдов на участке III и в 6–8 раз реже – на участках I и II (таблица, рис. 2).

В зоне разреженных льдов на всем протяжении обследованного района между 23° и 68° в. д. чистик был распространен довольно равномерно и встречался несколько чаще, чем в 2016 г. (таблица, рис. 2).

Белая чайка – редкий во время экспедиции вид. Отмечена лишь одна особь на участке III (таблица), что гораздо ниже результатов 2016 г. (таблица, рис. 2).

Гагарка, тонкоклювая кайра, тупик единично отмечались на участке I в мае (таблица, рис. 2). В 2016 году все три вида наблюдались значительно чаще. По-видимому, малочисленность видов в 2018 г. обусловлена значительным удалением от колоний на Западном Мурмане и Финнмарке. Возможно, встречи случайны. Однако то, что численность всех трех экологически близких видов в 2018 г. изменилась в одном направлении (снизилась соответственно в 6, 3 и 10 раз), свидетельствует о различном освоении птицами прибрежных вод в эти годы. Причинами этого могут быть изменение обилия и перераспределение видов-жертв этих птиц в прибрежных водах или большая концентрация птиц в местах гнездовий в 2018 г.

Большая часть мигрирующих видов (за исключением чернозобой гагары) в 2018 г. отмечена в северной половине моря при невысокой численности между 74° и 78° с. ш. Птицы, вероятно, мигрировали к архипелагам в северной части моря или летели в Карское море (рис. 2).

Полярная крачка отмечалась 23–28 мая 2018 г. в основном на участке I и гораздо реже – на участке III (таблица, рис. 2).

Две одиночные особи *чернозобой гагары* зарегистрированы пролетающими на восток соответственно 14 и 27 мая 2018 г. между 70° и 71° с. ш. на участке I.

Белоклювая гагара – очень редко отмечаемый на морской акватории вид. Одну особь наблюдали 27 мая 2018 г. на участке I.

Гуменники (до вида не определены) встречены 17 и 22 мая 2018 г.: небольшие стаи гусей (14 и 3 особи) пролетали в северной части участка II и на участке III (таблица, рис. 2). Плотность распределения оказалась значительно выше зарегистрированной на участках I и II в мае 2016 г. (таблица). Учитывая гнездование на архипелагах северной части моря двух видов – обыкновенного и короткоклювого гуменников, не отличимых в полевых условиях, можно предполагать встречу обоих видов.

Две особи *морянки* пролетали в северной части моря (участок III) 19 мая 2018 г. Плотность распределения вида была почти на порядок ниже, чем в 2016 г., когда морянки отмечались в юго-западной части моря (таблица, рис. 2).

Обыкновенная гага зарегистрирована 21 апреля 2018 г. на участке II на 75° с. ш. (15 особей пролетели на север). Вид также отмечен в прибрежных водах Западного Мурмана. В целом полученные показатели учета близки к данным 2016 г. (таблица, рис. 2).

Хохлатая чернеть отмечена 15 мая 2018 г. в северной половине участка II на 74° с. ш. (2 особи). Птицы встречены далеко за пределами северной границы видового ареала (70° с. ш.), что, по-видимому, свидетельствует о случайном залете (таблица, рис. 2).

Одиночная особь *кулика-каменшарки* отмечена 19 мая 2018 г. (77°33' с. ш., 33°29' в. д.) в нескольких километрах южнее границы льдов.

Деревенская ласточка зарегистрирована в точке с координатами 73°58' с. ш., 33°29' в. д. (залетный вид).

Пять особей *пуночек* учтены на пролете к местам гнездования (75°50' с. ш., 28°04' в. д. и 76°08' с. ш., 25°11' в. д.).

Заключение. В апреле–мае 2018 г. авифауну Баренцева моря составляли 25 видов (исключая явно залетные виды или виды, не имеющие отношения к морской экосистеме – хохлатую чернеть, деревенскую ласточку и пуночку). В период исследований видовое разнообразие увеличилось за счет появления мигрантов (чернозобой и белоклювой гагар, гуменника, полярной крачки), а также с прилетом в западную часть моря олуши и трех видов поморников. На участках I, II и III обнаружено (не считая залетные виды), соответственно, 19

(7.7 экз/км²), 13 (8.3 экз/км²) и 14 (6 экз/км²) видов морских и водоплавающих птиц, что незначительно отличается от 2016 г. (6.8, 7, 6 экз/км²). В 2016 и 2018 годах численность птиц не совпала на выделенных участках. Основная масса птиц находилась либо в прибрежных водах, либо смещалась в северном направлении (или наоборот). Однако в целом характер ее временной динамики у наиболее обычных видов имел сходные черты. Межгодовые изменения численности (для весны в целом) в группе массовых и обычных видов наиболее велики у толстоклювой кайры (+44 %), бургомистра (-56 %), менее сильно изменялась численность глупыша (-18 %) и моевки (+19 %). В группе локально распределенных обычных и многочисленных видов наиболее заметно и в сходных масштабах изменилась численность серебристой (-78 %) и морской чайки (-94 %), что вызвано, вероятно, откочевкой к югу в воды, прилегающие к материковому побережью.

Литература

Гаврило М.В. Наблюдения за птицами и млекопитающими в районе архипелага Шпицберген летом 2003 года // Русский орнитол. журн. 2007. Т. 16. Экспресс-выпуск 385. С. 1459–1476.

Горяев Ю.И. Орнитофауна Баренцева моря в весенний период 2016 года // Тр. Кольского науч. центра РАН. 2017. Т. 2(8). Океанология. Вып. 4. С. 95–101.

Bakken V. The distribution and movements of Brunnich's Guillemot *Uria lomvia* in ice covered waters in the Barents Sea, Februar-march 1987 // Polar Research. 1990. Vol. 8. P. 55–59.

Gould P.J., Forsell D.J. Techniques for shipboard surveys of marine birds // Fish and Wildlife Technical Rep. Washington, 1989. Vol. 25. 22 p.

The Barents Sea ecoregion: a biodiversity assesment / T. Larsen, D. Nagoda, J.R. Anderson (Eds.). Oslo: World Wildlife Fund, 2001. 160 p.

