

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

УДК 574.5(282.05+289)

ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОЙ, ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ТРОФИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МАКРОБЕНТОСА В ЛАГУННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЕРМОЛИНСКОЙ И НИКОЛЬСКОЙ ГУБ (КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ, БЕЛОЕ МОРЕ)

А. П. Столяров

*Кафедра гидробиологии, биологический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, 119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12
e-mail: macrobenthos@mail.ru*

Изучены особенности видовой, пространственной и трофической структуры макробентосных сублиторальных сообществ в двух прибрежных лагунных экосистемах Белого моря. Ермолинская и Никольская губа относятся к сильно заиленным лагунным экосистемам с упрощенной трофической структурой сообщества макробентоса и преобладанием трофической группы собирающих детритофагов. В сублиторали исследованных лагун было обнаружено 24 вида беспозвоночных животных, а также 4 вида морских трав и водорослей (*Zostera marina*, *Cladophora sericea*, *Fucus vesiculosus* и *Chorda tomentosa*). Наиболее высоким видовым разнообразием, общей плотностью и биомассой видовых популяций макробентоса характеризуется лагунная экосистема Ермолинской губы, а более низкими показателями – экосистема губы Никольской. В лагуне Никольской губы, лучше защищенной от морских волн и течений, наблюдалось большее развитие литоральных эвригаллиных морских и солоноватоводных видов макробентоса, а в лагуне Ермолинской губы, менее отгороженной от моря, было обнаружено больше морских сублиторальных видов.

Ключевые слова: лагунные экосистемы, макробентос, видовое разнообразие, пространственное распределение, трофическая структура, Белое море

Прибрежные лагунные экосистемы относятся к мелководным, динамичным и продуктивным экосистемам, которые расположены на границе между морем и сушей. Они характеризуются переходными абиотическими условиями и своеобразными сообществами живых организмов [1–7]. Прибрежным лагунам свойствен затрудненный водообмен с внешней акваторией, они отделены порогами, наносными косами, баром и соединяются с морем (постоянно или временно) одним или несколькими узкими проливами [7]. Переходный характер этих экосистем делает их особенно уязвимыми к различного рода изменениям условий окружающей среды, – как естественным (климатическим, гидрографическим, солевого режима водоема, скорости осадконакопления), так и антропогенным (органического и химического загрязнения) [8–13]. Мониторинг этих уникальных экосистем имеет большое значение для сохранения их видового разнообразия и рационального долгосрочного использования, поэтому изучение

видовой, пространственной и трофической структуры макробентоса как одного из важнейшего компонентов лагунных экосистем является важным и весьма актуальным.

Материалы и методы

Исследование сублиторального макробентоса было проведено в двух губах лагунного типа в Кандалакшском заливе Белого моря – в губе Ермолинской и в лагунной экосистеме губы Никольской – в июле 2018 г. (рис. 1). Всего было отобрано 24 сублиторальные пробы. В Ермолинской губе пробы отбирались с 11 станций, а в Никольской – с 13.

Сублиторальный макробентос отбирали дночерпателем Экмана-Берджи с площадью захвата 0,025 м². Грунт промывали на сите с ячейей 1 мм. Промытые пробы просматривали прижизненно в лаборатории. Для расчета биомассы определяли сырой вес организмов. В некоторых случаях биомассу определяли по ранее полученным соотношениям между средними размерами

животного и его биомассой.

Параллельно со сбором гидробиологического материала проводили измерения важнейших параметров среды: соленость в придонном слое воды, характер грунта, а также глубину.

Был проведен статистический анализ данных с помощью пакетов прикладных программ PAST ver. 3.24 [14] и MS Excel 2010.

Для оценки сходства сообществ, формирующихся на разных станциях (количественные данные), проводили кластерный анализ методом среднего присоединения на основе матриц сходства Пианки [15], реализованный в пакете прикладных программ PAST:

где P_{ik} , P_{jk} — доля k -го вида для станций i и j , S — число видов.

Этот индекс мало чувствителен к различиям по редким признакам, что позволяет нивелировать влияние «хвоста» случайных видов.

При проведении кластер-анализа по каче-

$$a = \frac{\sum_{k=1}^S P_{ik} \times P_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^S P_{ik}^2 \times P_{jk}^2}}$$

ственному составу макробентоса использовали индекс сходства Сьеренсена-Дайса [16, 17]:

$$K = 2c / (a + b + 2c),$$

где c — число общих видов для станций X и Y, a и b — число видов, отмеченных лишь у одной из станций.

Для выбора приемлемой степени дробности полученных кластеров использовался критерий «значимого сходства», который рассчитывается как верхняя 95%-ная доверительная граница среднего сходства между станциями.

Результаты и обсуждение

Абиотические условия и характеристика районов исследования. Губа Никольская расположена в 5,5 км от Беломорской биологической станции имени Н.А. Перцова МГУ (Кандалакшский залив, 66° с.ш. и 32° в.д.), так же, как и Ермолинская губа, отделена от основного бассейна мелководным порогом и защищена от морских волн и течений косами, лудами и мелкими островами (рис. 1). Это небольшая губа, более вытянутая по сравнению с Ермолинской, больше напоминает эстуарное русло небольшой речки и почти так же заилена. Лагунная экосистема Ермолинской губы расположена восточнее губы Никольской и отделена от основного бассейна своим мелководным порогом, находится в 2,5 км от Никольской губы (рис. 1).

Исследованные экосистемы были примерно

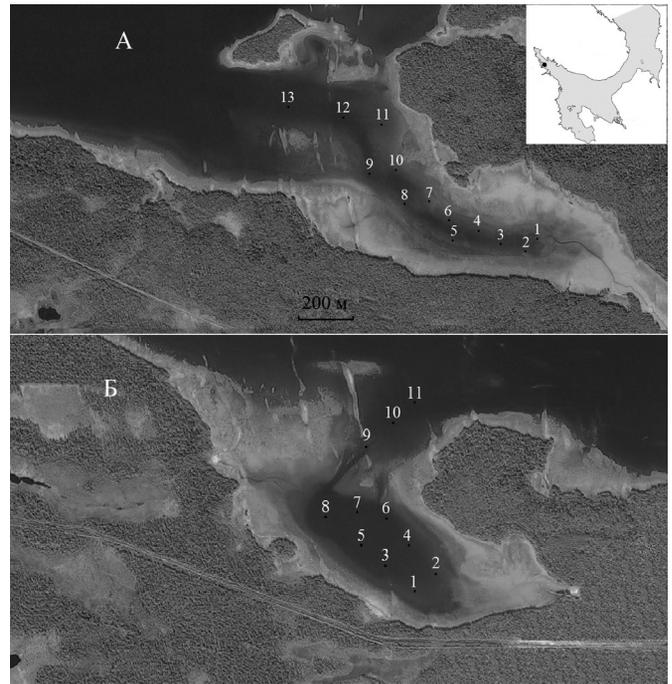


Рис. 1. Карта-схема района исследования. А — лагуна Никольской бухты, Б — лагуна Ермолинской губы. Цифрами обозначены станции

одинакового размера (500–600 м) и одинаковой глубины (максимальные глубины 4–5 м на малой воде). Надо отметить меньшие глубины кутового и центрального района Никольской губы (1–2 м на малой воде).

Сублитораль всех лагун была представлена в основном илами или песчанистыми илами — в Ермолинской губе главным образом черными илами с запахом сероводорода (показатели редокс-потенциала принимали отрицательные значения [13]) и значительным содержанием детрита (много полуразложившихся морских трав и водорослей — *Cladophora sericea* (Hudson) Kützing, 1843, *Zostera marina* Linnaeus, 1753 и *Fucus vesiculosus* Linnaeus, 1753), а в Никольской — серыми илами, поросшими в основном *Zostera marina*. Соленость придонной воды во всех лагунах в период взятия проб была относительно высокой — 22–23‰. В кутовых районах этих лагун соленость снижалась до 21–22‰.

Видовой состав и общие показатели структуры сообщества. Всего в сублиторали исследованных лагун встречалось 24 вида беспозвоночных животных и 4 вида морских трав и водорослей (*Zostera marina*, *Cladophora sericea*, *Fucus vesiculosus*, *Chorda tomentosa* Lyngbye, 1819) (табл. 1)

При этом наибольшего видового разнообразия достигали морские полихеты (9 видов), моллюски (2 вида брюхоногих и 4 вида двустворчатых) и ракообразные (3 вида), меньше

Таблица 1

Список видов макробентоса, обнаруженных в лагунных экосистемах Ермолинской и Никольской губ летом 2018 г.

Макробентос	Лагуна Ермолинской губы	Лагуна Никольской губы
Зообентос:		
кл. Polychaeta		
1. <i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	+	+
2. <i>Nereimyra punctata</i> (Müller, 1788)	+	+
3. <i>Pygospio elegans</i> Claparede, 1863	+	-
4. <i>Scoloplos armiger</i> (O. F. Müller, 1776)	+	+
5. <i>Alitta (Nereis) virens</i> M. Sars, 1835	+	+
6. <i>Micronephthys minuta</i> (Theel, 1879)	+	+
7. <i>Terebellides stroemi</i> Sars, 1835	+	-
8. <i>Pectinaria koreni</i> (Malmgren, 1866)	+	+
9. <i>Phyllodoce maculata</i> (Linnaeus, 1767)	+	+
кл. Oligochaeta		
10. <i>Tubificoides benedii</i> (d'Udekem, 1855)	+	+
кл. Gastropoda		
11. <i>Hydrobia ulvae</i> (Pennant, 1777)	+	+
12. <i>Cylichna alba</i> (Brown, 1827)	+	-
кл. Bivalvia		
13. <i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758	+	-
14. <i>Limecola (Macoma) balthica</i> (Linnaeus, 1758)	+	+
15. <i>Mya arenaria</i> Linnaeus, 1758	+	-
16. <i>Musculus discors</i> (Linnaeus, 1767)	+	-
кл. Crustacea		
17. <i>Gammarus duebeni</i> Lilljeborg, 1852	-	+
18. <i>Pontoporeia femorata</i> Krøyer, 1842	+	-
19. <i>Crassikorophium bonellii</i> (H. Milne Edwards, 1830)	+	-
Кл. Ascidiacea		
20. <i>Molgula griffithsii</i> (MacLeay, 1825)	+	-
кл. Insecta		
21. <i>Cladotanytarsus mancus</i> Walker, 1856	+	+
тип Nemathelminthes		
22. <i>Priapulul caudatus</i> Lamarck, 1816	+	+
тип Nemertini		
23. <i>Amphiporus lactifloreus</i> (Johnston, 1828)	-	+
24. <i>Lineus gesserensis</i> (O. F. Müller, 1774)	+	+
Макрофиты (морские травы и водоросли):		
1. <i>Zostera marina</i> Linnaeus, 1753	+	+
2. <i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing, 1843	+	+
3. <i>Fucus vesiculosus</i> Linnaeus, 1753	+	-
4. <i>Chorda tomentosa</i> Lyngbye, 1819	+	+

Примечание: «+» – наличие вида, «-» – вид не найден.

было обнаружено солоноватоводных олигохет (1 вид) и хирономид (1 вид). В сублиторали лагуны Ермолинской губы был обнаружен 21 вид беспозвоночных животных, а в лагунной экосистеме Никольской губы – всего 15 видов. Таким образом, в Никольской губе было выявлено на 6 видов меньше (30 процентов от общего списка), чем в Ермолинской, что, по-видимому, связано с ее большей мелководностью и опресненностью (особенно ранней весной, а также во время сильных дождей). Надо отметить, что в исследованных лагунах в сублиторали преобладал литорально-сублиторальный комплекс видов. Однако, если в Ермолинской губе, имеющей большую связь с морем (более широкий вход по сравнению с Никольской и меньшая защищенность от моря), наблюдалось большее развитие морских сублиторальных видов (в основном полихет, моллюсков, асцидий), то в Никольской губе, имеющей меньшую связь с морем и более защищенной от морских волн и прибоя, было выявлено больше типичных литоральных эвригалинных морских и солоноватоводных видов.

Таким образом, чем меньше была связь лагуны с морем и чем сильнее она была отгорожена от основного бассейна, тем больше наблюдалось литоральных морских эврига-

линных и солоноватоводных видов и меньше было сублиторальных морских менее эвригаллиных видов.

Наиболее высоким видовым разнообразием, общей плотностью и биомассой видовых популяций характеризуется лагунная экосистема Ермолинской губы, а более низкими значениями — экосистема губы Никольской (табл. 2).

Средние показатели общей плотности и биомассы сообщества макробентоса Ермолинской губы превышали в два и более раза соответствующие значения для Никольской губы (табл. 2).

Таким образом, полученные данные по ка-

кробентосного сообщества в этих двух лагунах.

Кластер-анализ, выполненный для сублиторальных станций на уровне значимого сходства, позволяет выделить в Ермолинской губе три группы станций — кутового района (1, 2), центрального (3–5) и мористого на выходе из губы (9, 11), а также две станции (4, 10), имеющие низкое сходство с остальными, что связано с разными условиями существования гидробионтов в куту, в центральном районе и на выходе из губы (рис. 2А). В Никольской губе выделяется большая группа станций преимущественно кутового и центрального районов (3–10) и станций мористой области (12, 13, 8), расположенных на выходе из губы (рис. 2, Б), а также три станции (11, 6, 2), не имеющие значимого сходства с остальными. По качественному составу в Никольской губе идет более четкая группировка мористого района (11–13) и основной части губы (1–10). В Ермолинской губе наблюдается схожая картина.

Проведенный анализ свидетельствует о неоднородности видовой структуры макробентосного сообщества в этих двух лагунах, что связано с различными абиотическими условиями в кутовых районах (более мелководных и опресненных), в центральных частях водоема и на выходе из лагун (постоянная и мало меняющаяся соленость воды, большие глубины, преобладание мягких грунтов).

Интеграция видов в сообществе. Проведенный аналогичный кластерный анализ по видам (на основе качественных данных), позволил вы-

Общие показатели структуры макробентоса в лагунных экосистемах

Таблица 2

Показатели	Лагуна Ермолинской губы		Лагуна Никольской губы	
	S	N, экз/м ²	B, мг/м ²	H _N
S	5,5*	0,7**	3,8*	0,5**
N, экз/м ²	2074	869	569	98
B, мг/м ²	44761	13682	24688	6992
H _N	1,5	0,2	1,4	0,2
E _N	0,6	0,1	0,8	0,1
H _B	1,2	0,1	0,9	0,2
E _B	0,5	0,1	0,5	0,1

Примечание: * — среднее, ** — среднеквадратическая ошибка. S — число видов, N — общая плотность, B — общая биомасса, H_N — индекс Шеннона по плотности, E_N — выровненность по плотности, H_B — индекс Шеннона по биомассе, E_B — выровненность по биомассе

качественному составу и общим показателям структуры сообщества макробентоса свидетельствуют о «менее морском» характере фауны (больше литоральных солоноватоводных и морских эвригаллиных видов) Никольской губы, лучше защищенной от морских волн и более отгороженной от основного бассейна по сравнению с Ермолинской, что является, по-видимому, следствием ее большей опресненности (особенно ранней весной во время снеготаяния или летом и осенью во время сильных дождей и т.д.), мелководности и заиленности.

Пространственная структура сообщества (сходство станций). Среднее сходство станций по качественному составу или по плотности видовых популяций макробентоса или по биомассе в экосистеме Ермолинской губы и лагуне губы Никольской было относительно низким (около 0,3–0,4). Это свидетельствует о неоднородности видовой структуры ма-

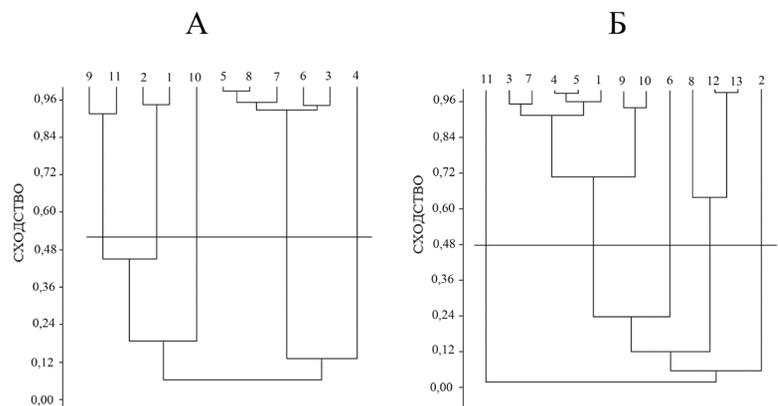


Рис. 2. Дендрограмма сходства сообществ по биомассе макробентоса Ермолинской (А) и Никольской губы (Б). Вертикальной линией показан уровень значимого сходства. Нумерация станций в лагунах согласно рис. 1

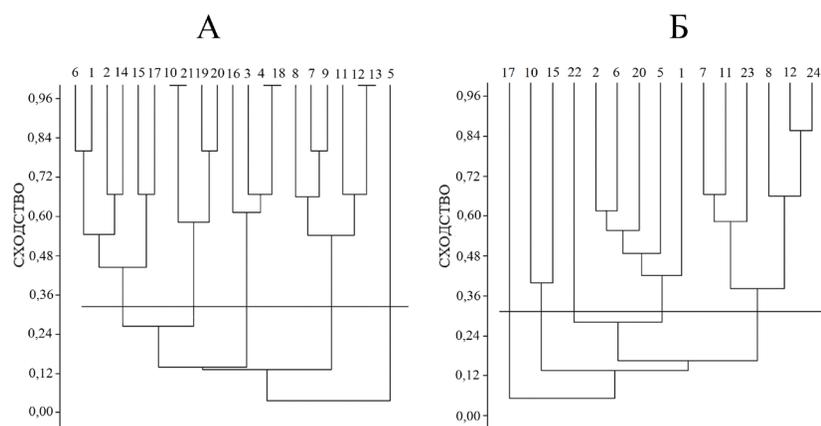


Рис. 3. Дендрограмма сходства видов по качественному составу макробентоса в Ермолинской (А) и Никольской губы (Б). Вертикальной линией показан уровень значимого сходства. 1 – *Hydrobia ulvae*, 2 – *Limecola (Macoma) balthica*, 3 – *Mytilus edulis*, 4 – *Pontoporeia femorata*, 5 – *Tubificoides benedii*, 6 – *Linaeus gesserensis*, 7 – *Nereimyra punctata*, 8 – *Scoloplos armiger*, 9 – *Terebellides stroemi*, 10 – *Pectinaria koreni*, 11 – *Harmothoe imbricata*, 12 – *Micronephthys minuta*, 13 – *Musculus discors*, 14 – *Pygospio elegans*, 15 – *Priapulus caudatus*, 16 – *Cylichna alba*, 17 – *Cladotanytarsus mancus*, 18 – *Mya arenaria*, 19 – *Molgula griffithsii*, 20 – *Phyllodoce maculata*, 21 – *Crassikorophium bonellii*, 22 – *Amphiporus lactifloreus*, 23 – *Gammarus duebeni*, 24 – *Alitta virens*

делить 4 комплекса видов в Ермолинской губе и 3 комплекса видов в Никольской, различающихся своим распространением (рис. 3). В Ермолинской губе первый комплекс видов (6–17) распространен по всей губе (при доминировании *Hydrobia ulvae* (Pennant, 1777) и *Limecola (Macoma) balthica* (Linnaeus, 1758)), он имеет преимущественное развитие в кутовом и центральном районах лагуны, второй (10–20) и третий (16–18) комплексы видов (во втором доминируют *Pectinaria koreni* (Malmgren, 1866), *Crassikorophium bonellii* (H. Milne Edwards, 1830), *Molgula griffithsii* (MacLeay, 1825), *Phyllodoce maculata* (Linnaeus, 1767), а в третьем – *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758, *Pontoporeia femorata* Krøyer, 1842, *Cylichna alba* (Brown, 1827), *Mya arenaria* Linnaeus, 1758) предпочитали центральные районы губы (третий ближе к кутовому району, а второй – к мористому) и, наконец, четвертая группа видов (8–13) преобладает в мористом районе на выходе из губы при доминировании *Terebellides stroemi* Sars, 1835, *Scoloplos armiger* (O. F. Müller, 1776), *Nereimyra punctate* (Müller, 1788), *Musculus discors* (Linnaeus, 1767), *Harmothoe imbricata* (Linnaeus, 1767) (рис. 3, А).

В Никольской губе можно выделить три комплекса видов: первый (10 – 15) преобладает в центральном районе (доминируют *Pectinaria koreni*, *Priapulus caudatus* Lamarck, 1816), второй (2 – 1) – в кутовом и центральном (доминируют *Hydrobia ulvae*, *Limecola balthica*, *Tubificoides benedii* (d'Udekem, 1855)), а третий (7 – 24) – в мористом районе на выходе из лагуны (доминируют *Nereimyra punctata*, *Harmothoe imbricata*, *Micronephthys minuta* (Theel, 1879), *Scoloplos armiger*, *Alitta (Nereis) virens* M. Sars, 1835, *Gammarus duebeni* Lilljeborg, 1852) (рис. 3, Б).

Таким образом, в кутовых районах обеих губ доминировали литоральные солоноватоводные и морские эвригалинные виды – *Hydrobia ulvae*, *Tubificoides benedii*, *Limecola balthica*, в центральных районах – морские эвригалинные литоральные и сублиторальные виды *Limecola balthica*, *Mytilus edulis*, *Pontoporeia femorata*, *Cylichna alba* (Brown, 1827), *Mya arenaria*, *Priapulus caudatus*, *Pectinaria koreni*, а в морском (на выходе из губ) – морские менее эвригалинные сублиторальные виды *Terebellides stroemi*, *Nereimyra punctata*, *Harmothoe imbricata*, *Musculus discors*, *Micronephthys minuta*, *Alitta virens*, *Scoloplos armiger*. Надо отметить, что в Никольской губе, которая больше отгорожена от моря, чем Ермолинская, и которая более опресненная и мелководная, чаще встречаются типичные литоральные эвритопные виды.

Трофическая структура сообщества. Макробентосные сообщества Ермолинской губы и ла-

Таблица 3

Трофическая структура сообществ макробентоса

Трофические группы	Лагуна Ермолинской губы	Лагуна Никольской губы
С, О (%)	0	0
НС (%)	3,8±1,9	0
ПС (%)	1,0±0,9	0
Д (%)	64,1±8,8	63,6±11,6
Г (%)	1,1±0,8	1,8±1,5
Х (%)	24,8±9,6	31,8±11,3
П (%)	5,2±4,9	2,8±1,8

Примечание: С, О – скоблильщики, обгрызатели, НС – неподвижные сестонофаги, ПС – подвижные сестонофаги, Д – собирающие детритофаги, Г – грунтоеды (безвыборочно заглатывающие грунт), Х – хищники, П – полифаги. % – процент от общей биомассы сообщества (средние значения)

гунной экосистемы Никольской бухты характеризуются сходной трофической структурой (табл. 3).

Везде преобладает трофическая группа собирающих детритофагов (64% от общей биомассы сообщества). Таким образом, по этим показателям и Ермолинская и Никольская губы относятся к значительно отгороженным от моря лагунам с повышенным содержанием органического вещества в осадках, где преобладают комплексы морских эвригалинных и солоноватоводных видов с упрощенной трофической структурой сообщества.

Наши исследования показывают, что Никольская губа по сравнению с Ермолинской характеризуется меньшим видовым разнообразием и более низкими показателями общей плотности и биомассы сообщества макробентоса. Проведенный кластерный анализ свидетельствует о неоднородности видовой структуры макробентосных сообществ в этих двух лагунах. В кустовых районах (более мелководных и опресненных) преобладали в основном литоральные солоноватоводные и морские эврига-

линные виды, в центральных районах — морские эвригалинные литоральные и сублиторальные виды, а на выходе из лагун (постоянная и мало меняющаяся соленость воды, большие глубины, преобладание мягких грунтов) доминировали морские менее эвригалинные сублиторальные виды. Надо отметить, что в Никольской губе, более отгороженной от моря и соответственно более опресненной и мелководной, значительное развитие получают литоральные эвритопные виды. В целом, лагунные экосистемы Ермолинской и Никольской губ можно отнести к сильно заиленным лагунам с преобладанием трофической группы собирающих детритофагов. Такие экосистемы находятся под влиянием органической нагрузки и солености.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №18-04-00206а).

Эксперименты проведены с соблюдением этических норм работы с животными, установленными Комиссией по биоэтике МГУ. Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *McLusky D.S., Elliott M.* Transitional waters: a new approach, semantics or just muddying the waters? // *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 2007. Vol. 71. N 3. P. 359–363.
2. *De Wit R.* Biodiversity of coastal lagoon ecosystems and their vulnerability to global change // *Ecosystems Biodiversity* / Eds. O. Grillo and G. Venora. IntechOpen Publisher, 2011. P. 29–40.
3. *Basset A., Elliott M., West R.J., Wilson J.G.* Estuarine and lagoon biodiversity and their natural goods and services // *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 2013. Vol. 132. P. 1–4.
4. *Stolyarov A.P.* Some features of the macrobenthos community structure in estuary ecosystems (Kandalaksha bay, the White Sea) // *Biol. Bull. Rev.* 2013. Vol. 3. N 6. P. 505–521.
5. Комплексные исследования Бабьего моря, полуизолированной беломорской лагуны: геология, гидрология, биота — изменения на фоне трансгрессии берегов (Труды Беломорской биостанции МГУ. Т.12.) / Под общ. ред. В.О. Мокиевского, А.И. Исаченко, П.Ю. Дгебуадзе и А.Б. Цетлина. М.: Т-во научных изданий КМК, 2016. 243 с.
6. *Столяров А.П., Мардашова М.В.* Особенности структуры и разнообразия сообществ макробентоса в прибрежных лагунных экосистемах (Кандалакшский залив, Белое море) // *Бюл. МОИП. Отд. Биол.* 2017. Т. 122. № 3. С. 18–27.
7. *Kjerfve B.* Coastal lagoons // *Coastal lagoon processes.* Elsevier Oceanography Series / Ed. B. Kjerfve. Amsterdam: Elsevier, 1994. P. 1–8.
8. *Montagna P.A., Palmer T.A., Pollack J.B.* Hydrological changes and estuarine dynamics. Springer Briefs in Environmental Science, vol. 8. N.Y.: Springer, 2013. 94 pp.
9. *Khlebovich V.V.* Applied aspects of the concept of critical salinity // *Biol. Bull. Rev.* 2015. Vol. 5. N 6. P. 562–567.
10. *Labay V.S., Kurilova N.V., Shpilko T.S.* Seasonal variability of macrozoobenthos in a lagoon having a periodic connection with the sea (Ptich'e Lake, southern Sakhalin) // *Biol. Bull.* 2016. Vol. 43. N 9. P. 988–1002.
11. *Angus S.* Scottish saline lagoons: Impacts and challenges of climate change // *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 2017. Vol. 198. N B. P. 626–635.
12. *De Wit R., Balavoine J., Rey-Valette H., Lifran R., Ouisse V.* Restoration ecology of coastal lagoons: new methods for the prediction of ecological trajectories and economic valuation // *Aquat. Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 2017. Vol. 27. N 1. P. 137–157.
13. *Stolyarov A.P.* Peculiarities of the structure of and trends in the macrobenthos community of the Ermolinskaya bay lagoon ecosystem, Kandalaksha bay, White Sea // *Biol. Bull.* 2017.

Vol. 44. N 9. P. 1019–1034.

14. *Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D.* PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontol. Electron.* 2001. Vol. 4. N 1. P. 1–9.

15. *Pianka E.R.* Niche overlap and diffuse competition // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 1974. Vol. 71. N 5. P. 2141–2145.

16. *Sørensen T.A.* A method of establishing

groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons // *Kngl. Dan. Videnskab. Selskab., Biol. Skr.* 1948. Vol. 5. N 4. P. 1–34.

17. *Dice L.R.* Measures of the amount of ecologic association between species // *Ecology.* 1945. Vol. 26. N 3. P. 297–302.

Поступила в редакцию 28.03.2019 г.

После доработки 10.06.2019 г.

Принята в печать 28.06.2019 г.

RESEARCH ARTICLE

SOME FEATURES OF THE SPECIES, SPATIAL AND TROPHIC STRUCTURE OF MACROBENTHOS IN THE LAGOON ECOSYSTEMS OF THE ERMOLINSKAYA AND NIKOLSKAYA LIPS (KANDALAKSHA BAY, WHITE SEA)

A.P. Stolyarov

*Department of Hydrobiology, School of Biology, Lomonosov Moscow State University, Leninskiye gory 1–12, Moscow, 119234, Russia
e-mail: macrobenthos@mail.ru*

The features of species, spatial and trophic structure of macrobenthic sublittoral communities in two coastal lagoon ecosystems of the White sea are studied. Ermolinskaya and Nikolskaya Lips belong to the heavily silted lagoons with simplified trophic community structure of macrobenthos and the predominance of collecting detritus feeders. In sublittoral of lagoons studied were found 24 species of invertebrates, as well as 4 types of sea grasses and algae (*Zostera marina*, *Cladophora sericea*, *Fucus vesiculosus* and *Chorda tomentosa*). The lagoon ecosystem of Ermolinskaya Lip is characterized by the highest species diversity, total density and biomass of macrobenthos, and the lower indicators – the ecosystem of Nikolskaya Lip. In the lagoon of Nikolskaya Lip, better protected from sea waves and currents, there was a greater development of littoral eurygaline marine and brackish species of macrobenthos, and in the lagoon of Ermolinskaya Lip, less fenced off from the sea, more marine sublittoral species were found.

Keywords: *lagoon ecosystems, macrobenthos, species diversity, spatial distribution, trophic structure, White Sea*

Сведения об авторе

Столяров Андрей Павлович – докт. биол. наук, вед. науч. сотр. кафедры гидробиологии биологического факультета МГУ. Тел.: 8-499-939-25-73; e-mail: macrobenthos@mail.ru.