

ЗООПЛАНКТОН,
ЗООБЕНТОС, ЗООПЕРИФИТОН

УДК 574.587:594(262.5)

МОЛЛЮСК-ВСЕЛЕНЕЦ *Anadara kagoshimensis* В СТРУКТУРЕ ДОННЫХ
СООБЩЕСТВ ШЕЛЬФА КРЫМА

© 2023 г. Н. Н. Шаловенков*

Центр экологических исследований, Севастополь, Россия

*e-mail: shaloven@rambler.ru

Поступила в редакцию 13.09.2020 г.

После доработки 24.12.2022 г.

Принята к публикации 30.12.2022 г.

За пятнадцать лет встречаемость моллюска-вселенца *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) в зообентосе шельфа черноморского побережья Крыма выросла с 5 до 17–23%. В то же время доля моллюска-вселенца была незначительной и колебалась в пределах 0.73–23.29% биомассы и 0.19–2.20% численности макрозообентоса в донных сообществах. Моллюск *A. kagoshimensis* зарегистрирован в сообществах *Chamelea gallina*, *Gouldia minima*–*Pitar rudis* и *Gouldia minima*. Самостоятельного сообщества анадара здесь не сформировала. Влияние этого моллюска на донные сообщества Крымского шельфа не столь велико, как, например, в северо-западной или восточной частях Черного моря. Видовая структура донных сообществ шельфа Южного Берега Крыма не претерпела значительных изменений по сравнению с 70–80 гг. прошлого века. Заселение и первая регистрация моллюска-вселенца на шельфе Крыма совпадают с изменением в межгодовой тенденции термохалинных характеристик прибрежных вод – со снижением солености и повышением температуры прибрежных вод, особенно в последнее десятилетие.

Ключевые слова: моллюск-вселенец, зообентос, сообщества, Черное море

DOI: 10.31857/S0320965223040198, **EDN:** SECFOH

ВВЕДЕНИЕ

На Крымском шельфе чужеродный моллюск *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) впервые зарегистрирован в акватории Карадагского заповедника в 1999 г. (Ревков и др., 2002). Расселение анадары на этом участке шельфа было отмечено спустя 40 лет после первой регистрации моллюска в Черном море (Киселева, 1992). С 2002 г. *A. kagoshimensis* регистрировали в наших регулярных исследованиях зообентоса в прибрежных донных сообществах Крыма. При этом частота встречаемости чужеродного вида, как правило, не превышала 5% в бентосных пробах во всех районах Крымского побережья. Однако с 2010 г. встречаемость моллюска-вселенца заметно возросла и уже достигала 17–23% на отдельных участках шельфа.

Цель работы – оценить степень возможных изменений в структуре донных сообществ и роль активизации экспансии моллюска *A. kagoshimensis* в этом процессе на данном участке шельфа Черного моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использованы гидробиологические съемки макрозообентоса, выполненные на участ-

ках прибрежного шельфа Южного Берега Крыма в 2010–2012 гг., где встречаемость анадары превышала 15% (рис. 1). Это три района побережья: внешний рейд Балаклавы, акватории г. Алушка и пгт. Гурзуф.

Пробы зообентоса рыхлых грунтов собирали с помощью ручного водолазного дночерпателя (на глубинах 2–25 м) и дночерпателя Петерсена (на глубинах 25–60 м), площадь облова которых 0.1 м². Материал собран на 45 гидробиологических станциях трех исследованных акваторий (на каждой станции по три пробы). Обработку и разбор макрозообентосных проб проводили по стандартной методике с пересчетом на 1 м² дна.

Доминирование массовых видов рассчитывали по индексу доминирования Балого (Balogh, 1958). Построение полей распределения биологических показателей донных животных в исследованных акваториях выполнено на основе линейной интерполяции. Донные сообщества и их границы выделены с использованием кластерного анализа (Шаловенков, 1992; Shalovenkov, 1997, 1998).

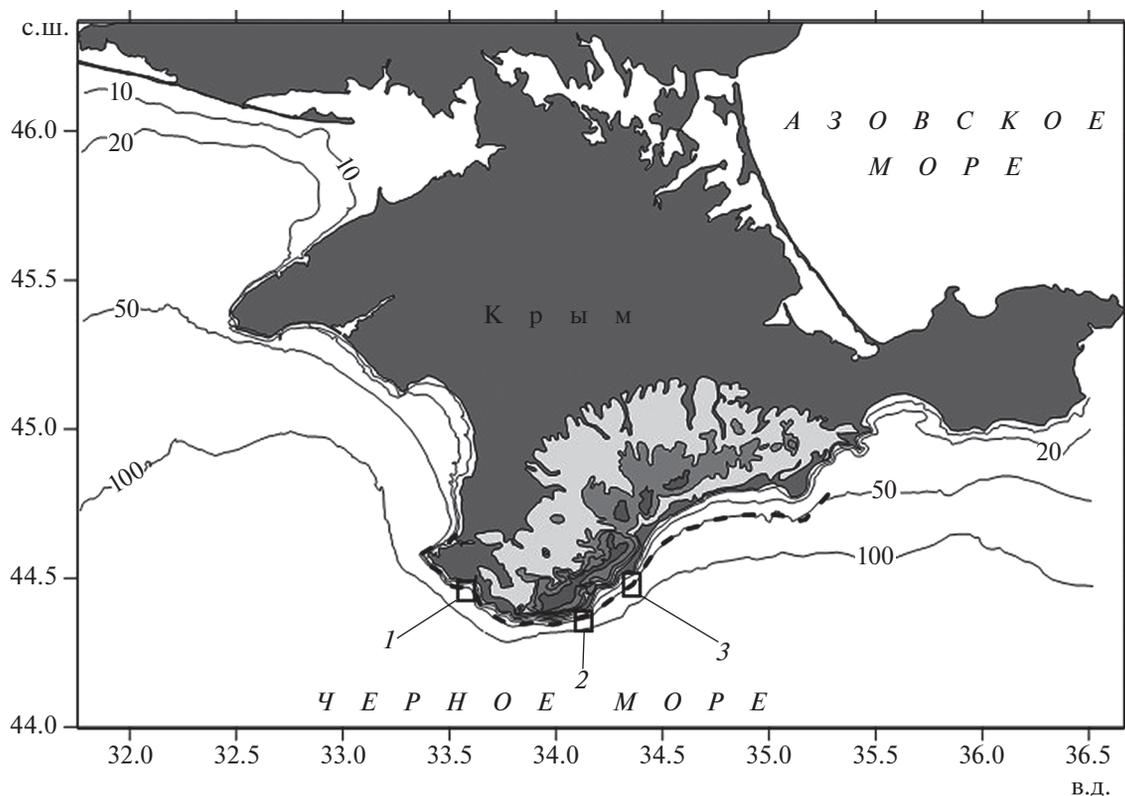


Рис. 1. Район исследований. Участок шельфа Крыма, где регистрировали моллюска-вселенца *A. kagoshimensis* в бентосных пробах (пунктирная линия). Прибрежные полигоны исследования: 1 – внешний рейд Балаклавы, 2 – акватория г. Алушка и 3 – акватория пгт. Гурзуф.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В прибрежном шельфе Балаклавы (акватория Васильевой балки) зарегистрировано 36 видов донных животных. Распределение видов характеризовалось пространственной неоднородностью и варьировало от 0 до 16 видов на станции в исследованной акватории. Преобладали моллюски, среди которых массовыми видами были *Gouldia minima* (Montagu, 1803), *Chamelea gallina* (L., 1758), *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791), *Pitar rudis* (Poli, 1795) и *Cyclope pellucid* (Risso, 1826). Ракообразные и полихеты составляли небольшую долю суммарной биомассы бентоса. В то же время, высокая встречаемость зарегистрирована для амфиподы *Echinogammarus olivii* (Milne Edwards, 1830), декапод *Pisidia longimana* (Risso, 1816) и *Diogenes pugilator* (Roux, 1829) в мелководной (≤ 25 м) части акватории. Полностью макрозообентос отсутствовал на подводном участке перемещения техногенного берегового оползня в прибрежном шельфе (рис. 2).

Расчеты многомерного статистического анализа показали, что $>60\%$ станций исследованной акватории объединены по видовому составу в одно донное сообщество: *Gouldia minima*–*Pitar rudis* (рис. 2). Остальные станции из-за низкой встре-

чаемости донных животных не рассматривали в качестве статистически достоверного объединения с сообществом гальдии-питара. Эти станции с неустойчивым видовым составом и недостоверной статистической связью между видами зообентоса располагались преимущественно в прибрежной мелководной полосе и на участке распространения техногенного оползня.

Следует отметить, что и в границах сообщества *Gouldia minima*–*Pitar rudis* проявляется пространственная неоднородность видового состава. Статистически достоверно выделяются два комплекса донных животных, которые занимали разные участки сообщества (рис. 2б). Первую группировку видов (табл. 1) можно охарактеризовать как ядро сообщества с высоким уровнем доминирования по численности и биомассе моллюсков *Gouldia minima* и *Pitar rudis*. Средняя биомасса и численность организмов зообентоса в ядре сообщества достигала 59.385 г/м^2 и 727 экз./м^2 соответственно. Вторая группировка имела видовой состав, который указывал на частичное “перекрытие” двух соседствующих сообществ: *Gouldia minima*–*Pitar rudis* и *Chamelea gallina*. Здесь средняя биомасса организмов зообентоса составляла 101.746 г/м^2 , численность – 585 экз./м^2 .

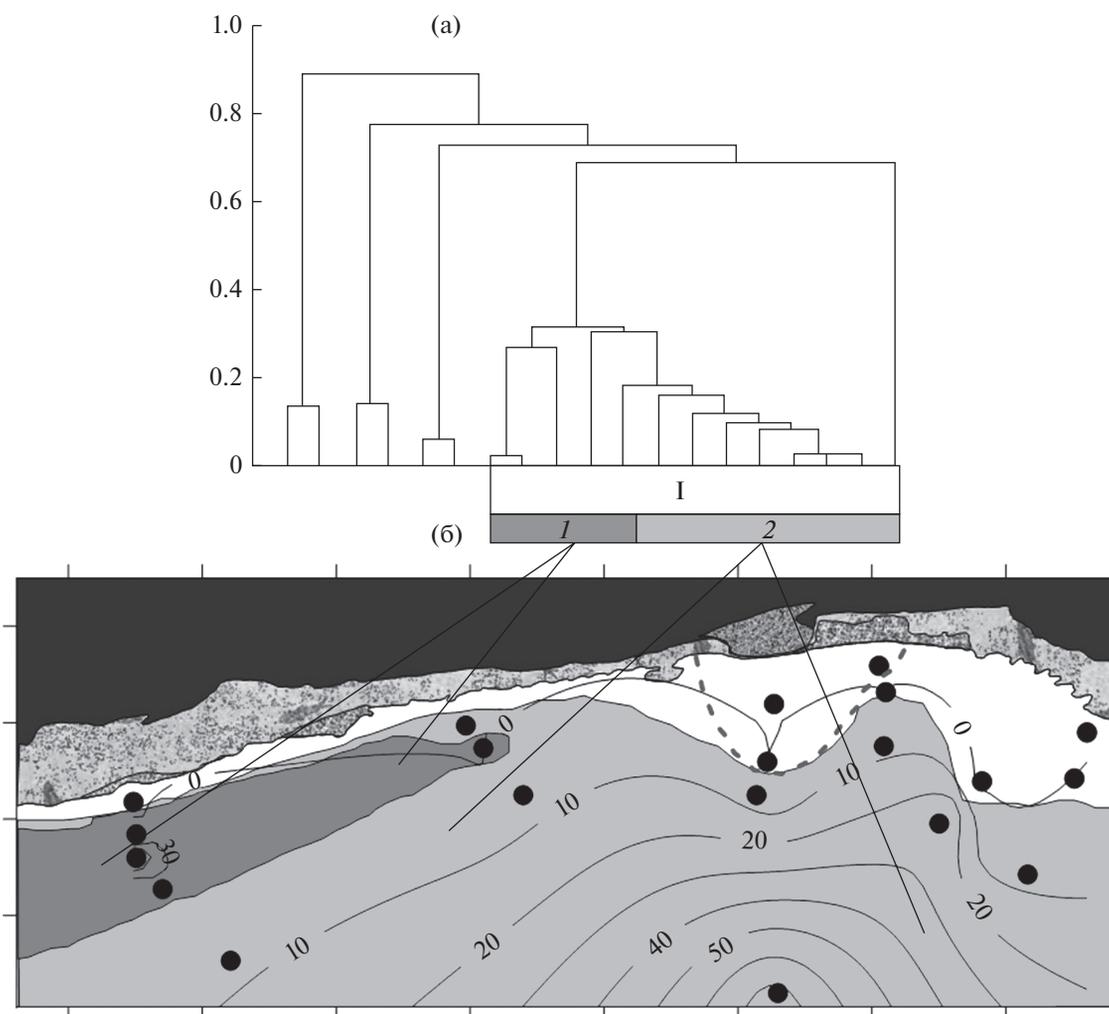


Рис. 2. Дендрограмма объединения станций по видовому составу зообентоса (а) и пространственное распределение в акватории Васильевой балки (б) донного сообщества *Gouldia minima*–*Pitar rudis* (I), с разделением на участки перекрытия (1) и “ядра” (2) сообщества *A. kagoshimensis* (изолинии – биомасса (г/м²)). Пунктирная линия – участок подводного оползня.

Анадара зарегистрирована на глубине 40–55 м в исследованной акватории. Пространственное распределение этого моллюска имело сходство с распределением здесь доминирующих видов *G. minima* и *P. rudis*. Наиболее высокие биологические показатели моллюска-вселенца отмечены на участке распространения “ядра” сообщества *Gouldia minima*–*Pitar rudis* (табл. 1, рис. 2б). Поселение моллюска-вселенца представлено преимущественно взрослыми особями, что отразилось на соотношении показателей биомассы и численности. Относительно высокая доля биомассы и низкий уровень индекса доминирования по численности этого моллюска были характерны для участков в сообществе гульдии-питара и “перекрытия” двух сообществ в западной части акватории в местах с высокой плотностью видов макрозообентоса. Причем в сообществе гульдии-питара моллюск-вселенец представлен особями

первого и третьего года, а в смежной области двух сообществ моллюскам было больше трех лет.

На участке прибрежного шельфа в акватории г. Алупка (рис. 1, полигон № 2) зарегистрировано также 36 видов макрозообентоса. Пространственное распределение видов макрозообентоса характеризовалось высокой изменчивостью и варьировало от 2 до 13 видов по данной акватории. Это относительно высокие показатели биоразнообразия донных животных для прибрежного шельфа Крыма.

Высокая встречаемость (>50%) в этой акватории отмечена для моллюсков: *G. minima*, *Ch. gallina*, *Tricolia pullus* (L., 1758), *Donacilla cornea* (Poli, 1791), *Lucinella divaricata* (L., 1758) и для рака-отшельника *D. pugilator*. Массовыми видами (встречаемость >30%) на исследованном полигоне были моллюски *Cyclope pellucid* (Risso, 1826), *C. neritea* (L., 1758), *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791),

Таблица 1. Средняя биомасса (B), численность (N), встречаемость (F) и индексы доминирования (D) массовых видов в группировках донных животных на акватории Васильевой балки

Вид	B , г/м ²	D_B , %	N , экз./м ²	D_N , %	F , %
Сообщество <i>Gouldia minima</i> – <i>Pitar rudis</i> , “ядро”					
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	20.167	33.96	471	64.76	100
<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	19.402	32.67	137	18.84	86
<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	13.832	23.29	4	0.55	43
<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	0.036	0.06	1	0.14	29
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	0.042	0.07	4	0.55	29
Смежный участок двух сообществ: <i>Gouldia minima</i> – <i>Pitar rudis</i> и <i>Chamelea gallina</i>					
<i>Chamelea gallina</i> (L., 1758)	48.848	48.01	173	29.57	100
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	13.350	13.12	229	39.10	100
<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)	11.040	10.85	71	12.18	100
<i>Cyclope pellucid</i> (Risso, 1826)	4.192	4.12	18	3.08	100
<i>C. neritea</i> (L., 1758)	5.700	5.60	11	1.88	75
<i>Lucinella divaricata</i> (L., 1758)	0.279	0.27	16	2.74	75
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	0.192	0.19	6	1.03	75
<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)	0.463	0.46	4	0.68	50
<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	16.894	16.60	3	0.43	25

Moerella donacina (L., 1758) и полихета *Platynereis dumerilii* (Audouin & Milne Edwards, 1834). По результатам кластерного анализа выделено два сообщества зообентоса: *Chamelea gallina* и *Gouldia minima*, а также временная группировка видов (рис. 3а, 3б). Временная группировка донных животных представлена преимущественно ювенильными особями, которые зарегистрированы в прибрежной полосе на мелководье.

Сообщество *Chamelea gallina* занимало центральную часть исследованного участка морского дна в виде эллипса, вытянутого вдоль изобат, на глубине от 8 до 20 м (рис. 3). Пространственное распределение сообщества *Gouldia minima* формировало своеобразный “пояс” вокруг сообщества хамели на глубинах 4–10 и 20–25 м. В сообществе *Chamelea gallina* средняя биомасса была невысокой (в среднем 19.177 г/м²) при относительно высокой средней численности организмов зообентоса 523 экз./м². В сообществе *Gouldia minima* средняя биомасса была меньше (11.101 г/м²), а средняя численность организмов зообентоса также относительно высокой (443 экз./м²).

Моллюск *A. kagoshimensis* зарегистрирован в сообществе хамели и в сообществе гульдии на исследованном полигоне у побережья г. Алушка (табл. 2), однако не имел преобладающих показателей в этих двух сообществах. Хотя пространственное распределение анадары частично перекрывалось с распределением гульдии и хамели в акватории, тем не менее, статистически значимой корреляции в пространственном распределе-

нии с этими доминирующими моллюсками не отмечено (рис. 3).

Зообентос в акватории пгт. Гурзуф (рис. 1, полигон № 3) был представлен относительно небольшим количеством видов (18). Пространственная изменчивость видового разнообразия макрозообентоса совпадала с изменением глубины изученного участка прибрежного шельфа, т.е. снижалось с уменьшением глубины донного участка. Так, в глубоководной части исследованной акватории регистрировали по девять видов на станциях, в прибрежной полосе – до трех видов. Это наиболее низкий показатель биоразнообразия донных животных для прибрежного шельфа Крыма.

Многомерный статистический анализ пространственной изменчивости видов макрозообентоса позволил выделить сообщество *Chamelea gallina* и временную группировку видов зообентоса в исследованной акватории пгт. Гурзуф (рис. 4). В сообществе хамели зарегистрировано 11 видов макрозообентоса, характерных для этого сообщества, а также моллюск-вселенец *Anadara kagoshimensis*. Верхняя условная граница распространения сообщества проходила на глубине 6 м.

Массовыми видами в сообществе хамели были моллюски *Chamelea gallina* и *Gouldia minima*, а также ракообразные *Diogenes pugilator* и *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854) (табл. 3). Средняя биомасса и численность организмов зообентоса в сообществе *Chamelea gallina* на исследованной акватории достигала 24.384 г/м² и 182 экз./м² соответственно.

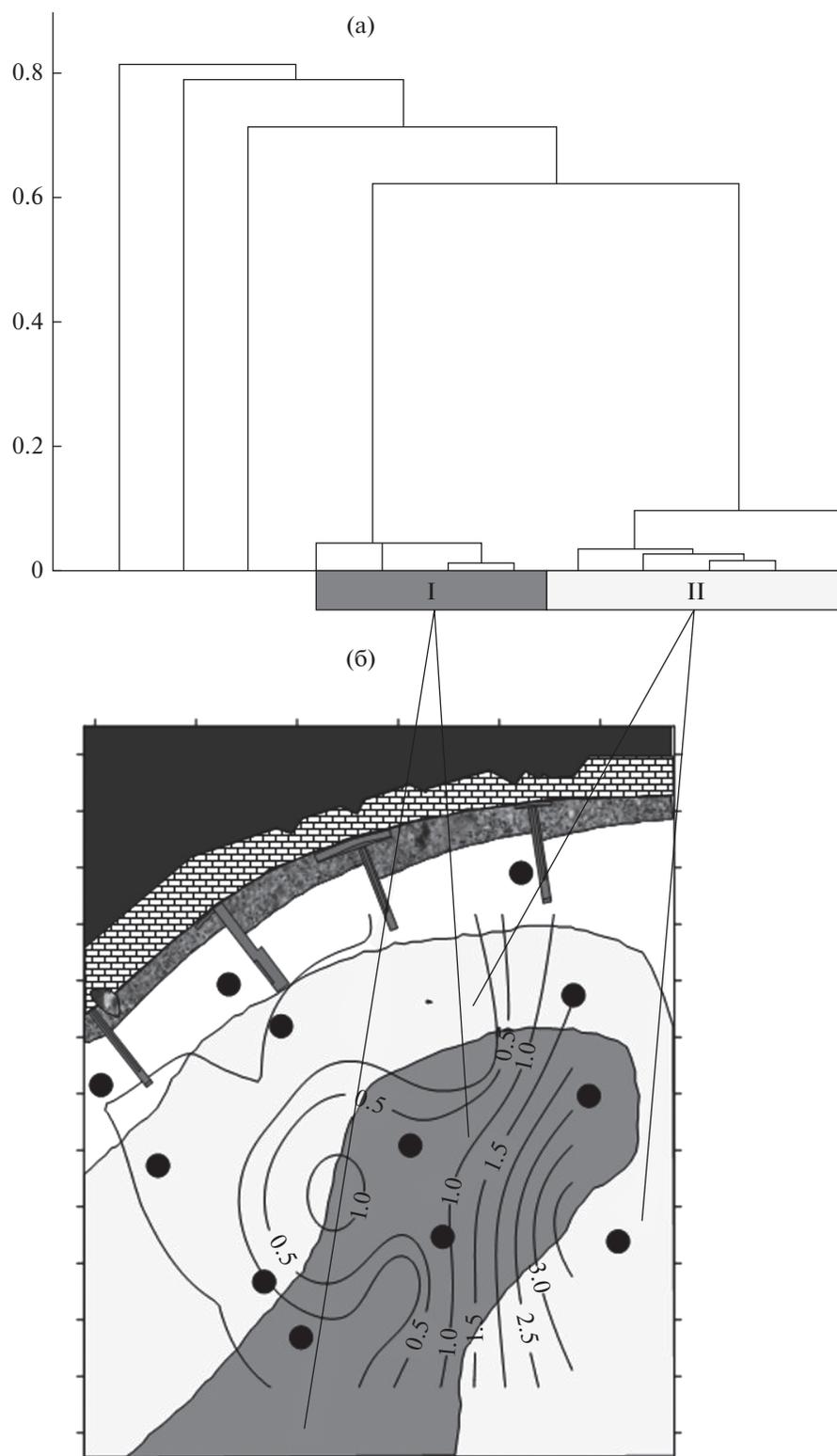


Рис. 3. Дендрограмма объединения станций по видовому составу зообентоса (а) и пространственное распределение в акватории г. Алупка (б) донных сообществ *Chamelea gallina* (I) и *Gouldia minima* (II) и моллюска-вселенца *A. kagoshimensis* (изолинии – биомасса, г/м²).

Таблица 2. Средняя биомасса (B), численность (N), встречаемость (F) и индекс доминирования (D) массовых видов в сообществах *Chamelea gallina* и *Gouldia minima* в акватории г. Алупка

Вид	B , г/м ²	D_B , %	N , экз./м ²	D_N , %	F , %
Сообщество <i>Chamelea gallina</i>					
<i>Chamelea gallina</i> (L., 1758)	14.752	76.93	265	50.67	100
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	0.189	0.99	25	4.77	75
<i>Lucinella divaricata</i> (L., 1758)	0.050	0.26	21	4.06	75
<i>Donacilla cornea</i> (Poli, 1791)	0.758	3.95	3	0.57	50
<i>Cyclope neritea</i> (L., 1758)	0.645	3.36	4	0.76	25
<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	0.359	1.87	1	0.19	25
Сообщество <i>Gouldia minima</i>					
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	7.777	70.06	294	66.37	100
<i>Lucinella divaricata</i> (L., 1758)	0.193	1.74	14	3.16	100
<i>Tricolia pullus</i> (L., 1758)	0.085	0.77	8	1.81	80
<i>Moerella donacina</i> (L., 1758)	0.340	3.06	11	2.48	80
<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834)	0.123	1.11	13	2.93	60
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	0.115	1.03	19	4.29	60
<i>Cyclope pellucid</i> (Risso, 1826)	0.247	2.23	6	1.35	40
<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	0.831	7.49	2	0.45	20

Таблица 3. Средняя биомасса (B), численность (N), встречаемость (F) и индекс доминирования (D) массовых видов в сообществе *Chamelea gallina* в акватории пгт. Гурзуф

Вид	B , г/м ²	D_B , %	N , экз./м ²	D_N , %	F , %
<i>Chamelea gallina</i> (L., 1758)	20.436	83.81	95	52.25	100
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	2.740	11.24	52	28.60	87.5
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	0.115	0.47	7	3.85	62.5
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	0.098	0.40	23	12.65	50
<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	0.178	0.73	4	2.20	37.5

Моллюск *Anadara kagoshimensis* имел низкую встречаемость по сравнению с доминирующими видами в границах сообщества *Chamelea gallina*. Индексы доминирования по биомассе и численности в сообществе также характеризовались очень низкими значениями (табл. 3). При этом, наиболее высокие биологические показатели моллюска-вселенца отмечены на условной границе сообщества хамели на глубине 10 м (рис. 4).

При сравнении расселения чужеродного вида на трех исследованных акваториях проявляется связь биологических показателей моллюска с общим уровнем продуктивности в локальных сообществах зообентоса. Так, максимальная биомасса моллюска *Anadara kagoshimensis* зарегистрирована в районе внешнего рейда Балаклавы, где суммарная биомасса зообентоса была наиболее высокой среди исследованных акваторий (рис. 5). Для этого района характерны также более высокие показатели видового разнообразия макрозообентоса — до 16 видов на станции.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Численность и биомасса моллюска-вселенца *A. kagoshimensis* ниже в 20–30 раз на шельфе Крыма по сравнению с локальными поселениями в Керченском проливе. Так, численность моллюска-вселенца в проливе колеблется от 21 до 88 экз./м², биомасса — от 9 до 39 г/м² (Иванов, Синегуб, 2008). Максимальная биомасса этого моллюска в проливе достигает 500 г/м² (Головкина, Набоженко, 2012). Однако самые высокие показатели исследователи отмечают в приустьевом районе р. Дунай и у побережья Кавказа. Для устья р. Дунай минимальная биомасса моллюска-вселенца в локальных поселениях изменялась от 375 до 2700 г/м², численность — от 13 до 528 экз./м² (Стадниченко, Золотарев, 2009). На Кавказском шельфе (район бух. Инал) средняя численность моллюска была ~1160 экз./м², максимальные значения достигали 2462 экз./м². Средняя биомасса в

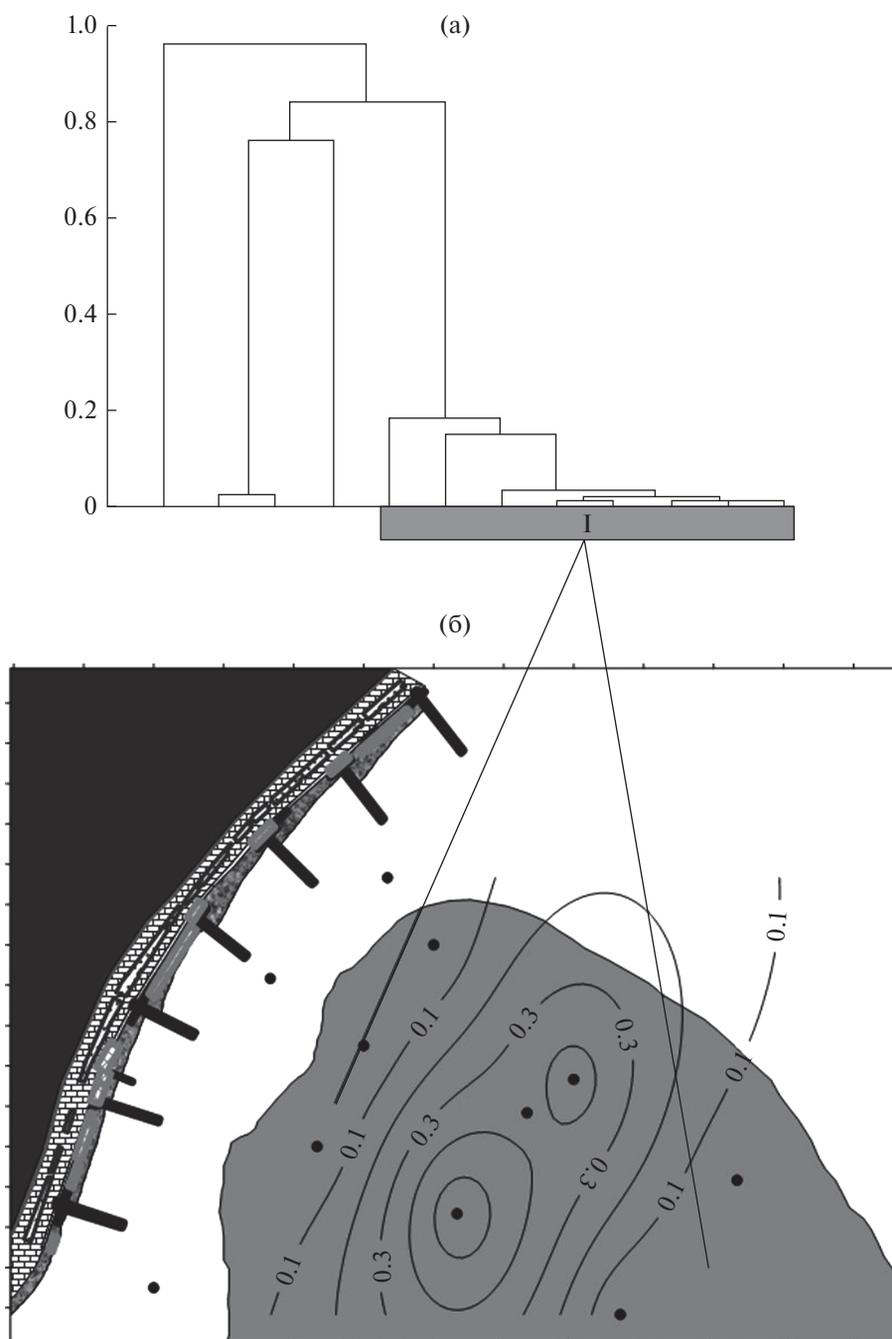


Рис. 4. Дендрограмма объединения станций по видовому составу зообентоса (а) и пространственное распределение в акватории пгт. Гурзуф (б) донного сообщества *Chamelea gallina* (I) и моллюска-вселенца *A. kagoshimensis* (изолинии – биомасса, г/м²).

локальных поселениях составляла 450 г/м² (Чикина и др., 2003; Chikina, Kucheruk, 2004).

Моллюск *A. kagoshimensis* формирует собственные сообщества в районах Кавказа, устья р. Дунай и в Керченском проливе (Skolka, Gomoiu, 2004; Chikina, Kucheruk, 2005; Синегуб, 2006; Шурова, Золотарев, 2007; Головкина, Набоженко, 2012; Шаловенков, 2021; Shalovenkov, 2022 и др.). У Кав-

казского побережья моллюск-вселенец активно занимает площади сообщества *Chamelea gallina*, выступая конкурентом доминирующему виду (Chikina, Kucheruk, 2005; Чикина, 2009; Золотарев, Терентьев, 2012). В Керченском проливе моллюск-вселенец образует собственное сообщество на граничных участках между сообществами церастодермы и хамелии (Головкина, Набожен-

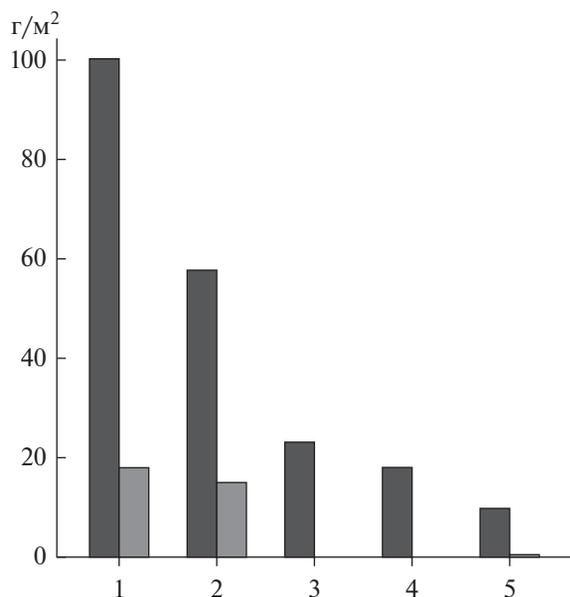


Рис. 5. Гистограмма соотношений средней биомассы (г/м²) сообщества зообентоса (черный цвет) и моллюска *A. kagoshimensis* (серый цвет) в исследованных акваториях. Сообщества: 1 – *Chamelea gallina* (Балаклава), 2 – *Gouldia minima*–*Pitar rudis* (Балаклава), 3 – *Chamelea gallina* (Гурзуф), 4 – *Chamelea gallina* (Алупка), 5 – *Gouldia minima* (Алупка).

ко, 2012; Фашук и др., 2012). На шельфе в Дунайско-Днестровском междуречье и у Румынского побережья анадара формирует собственное сообщество вместо сообщества *Mytilus gallprovincialis*, которое подверглось деградации в период крупномасштабной гипоксии в северо-западной части Черного моря (Skolka, Gomoiu, 2004; Синегуб, 2006; Стадниченко, Золотарев, 2009; Abaza et al., 2010; Skolka, Preda, 2010; Золотарев, Терентьева, 2012; Petrova, Stoykov, 2013).

В представленных исследованиях анадара зарегистрирована в сообществах *Chamelea gallina*, *Gouldia minima* и *Gouldia minima*–*Pitar rudis* и самостоятельного сообщества не формировала. Доля моллюска-вселенца колебалась от 0.73 до 23.29% суммарной биомассы в донных сообществах Крымского побережья. Следует отметить, что в сообществах с более высокой суммарной биомассой зообентоса зарегистрированы и более высокие показатели развития локальных поселений моллюска-вселенца. Несмотря на возрастание встречаемости анадары в зообентосе Крымского шельфа, роль этого моллюска в донных сообществах не столь значительна, как в северо-западной и восточной частях Черного моря. Видовая структура донных сообществ не претерпела значительных изменений по сравнению с 70–80 гг. прошлого века (Киселева, 1992). При этом, средняя численность и биомасса доминирующих видов макрозообентоса в сообществе *Chamelea gallina*

уменьшились в 2–5 раз, а в сообществах *Gouldia minima* и *Gouldia minima*–*Pitar rudis*, наоборот, – выросли в 2–4 раза.

Наибольшее развитие популяции моллюска-вселенца наблюдается в тех районах Черного моря, где происходит достаточно сильное распреснение прибрежных вод за счет речных стоков. В прибрежных водах Южного Берега Крыма основными источниками распреснения прибрежных вод служат горные реки, которые заполняются в период осенне-зимних дождей. Здесь личинок *A. kagoshimensis* регистрируют с сентября по декабрь (Казанкова, 2002; Трошенко и др., 2012), т.е. в период усиления атмосферных осадков. Такие условия наиболее благоприятны для распространения личинок моллюска-вселенца у Крымского шельфа. С конца XX–начала XXI вв. наблюдается общая тенденция увеличения атмосферных осадков и потепление в регионе (Ильин, Репетин, 2011; Репетин, 2012). Последствием региональных климатических изменений стало снижение солености и повышение температуры прибрежных вод, особенно в последнее десятилетие (Горячкин, Иванов, 2005; Репетин и др., 2009). Следует отметить, что заселение и первая регистрация моллюска на шельфе Крыма совпадают с этим периодом в межгодовой изменчивости термохалинных характеристик прибрежных вод. Последствия региональных климатических изменений проявляются в определенных тенденциях развития зообентоса и на других прибрежных участках Крыма (Шаловенков, 2023).

Выводы. С расселением моллюска-вселенца *Anadara kagoshimensis* на шельфе Крыма значительных изменений в видовой структуре донных сообществ пока не наблюдается. Самостоятельного сообщества анадара не сформировала. Доля чужеродного моллюска в суммарной численности и биомассе макрозообентоса была незначительна. Наибольшие показатели развития анадары отмечены в донных сообществах с более высокой суммарной продуктивностью макрозообентоса. Первая регистрация и расселение моллюска *A. kagoshimensis* на шельфе Крыма по времени совпадает с изменениями в трендах многолетней изменчивости термохалинных характеристик прибрежных вод района, обусловленными климатическими условиями в регионе.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено на личные средства автора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Головкина Е.М., Набоженко М.В. 2012. Современное состояние донных сообществ Керченского пролива (российский сектор) и заливов Таманского по-

- дуострова // Вестн. Южн. науч. центра РАН. Т. 8. № 2. С. 53.
- Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. 2005. Изменчивость солености поверхностных вод в прибрежной зоне Южного берега Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. Вып. 20. С. 248.
- Троценко О.А., Куфтаркова Е.А., Лисицкая Е.В. и др. 2012. Результаты комплексных экологических исследований на акватории мидийно-устричной фермы (Голубой залив, Крым, Черное море) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. Вып. 26. № 1. С. 291.
- Фаиук Д.Я., Флинт М.В., Кучерук Н.В. и др. 2012. География макрозообентоса Керченского пролива: динамика распределения, структуры и показателей развития // Изв. РАН. Сер. геогр. № 3. С. 94.
- Чикина М.В., Колючкина Г.А., Кучерук Н.В. 2003. Аспекты биологии размножения *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière) (Bivalvia, Arcidae) в Черном море // Экология моря. Вып. 64. С. 72.
- Чикина М.В. 2009. Макрозообентос рыхлых грунтов Северо-Кавказского побережья Черного моря: пространственная структура и многолетняя динамика: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва. 25 с.
- Шаловенков Н.Н. 1992. Возможности применения методов многомерной статистики в исследованиях зообентоса // Экология моря. Т. 42. С. 88.
- Шаловенков Н.Н. 2021. Распределение чужеродных видов зообентоса на шельфе Черного моря. Российский журнал биологических инвазий. № 4. С. 157.
- Шаловенков Н.Н. 2023. Тенденция возрастания видового богатства макрозообентоса в Севастопольской бухте (Черное море) // Биология внутр. вод. № 3. С. 337.
<https://doi.org/10.31857/S032096522303021X>
- Шурова Н.М., Золотарев В.Н. 2007. Структура популяций морских двустворчатых моллюсков в районе дельты Дуная // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. Вып. 15. С. 556.
- Abaza V., Dumitrache C., Dumitrescu E. 2010. Structure and distribution of the main molluscs from the Romanian marine areas designated for their growth and exploitation // Recherches Marines. V. 39. P. 137.
- Balogh J. 1958. Lebensgemeinschaften der Landtiere. Budapest: Akademie Wissenschaft.
- Chikina M., Kucheruk N. 2004. Contemporary dynamics of coastal benthic communities of the north Caucasian coast of the Black Sea // International Workshop on Black Sea Benthos. Turkey: Turkish Mar. Res. Found. P. 155.
- Chikina M., Kucheruk N. 2005. Long-term changes in the structure of benthic communities in the northeastern part of the Black Sea. Influence of alien species // Oceanology. V. 45. I. 1. P. 176.
- Petrova E., Stoykov S. 2013. Biocenological investigations of the macrozoobenthos in the northern part of the Bulgarian Black Sea coast in depth up to 30 m // Bulgarian J. Agricul. Sci. V. 19. S. 1. P. 16.
- луострова // Вестн. Южн. науч. центра РАН. Т. 8. № 2. С. 53.
- Золотарев П.Н., Терентьев А.С. 2012. Изменения в сообществах макробентоса Гудаутской устричной банки // Океанология. Т. 52. № 2. С. 251.
- Иванов Д.А., Синегуб И.А. 2008. Трансформация биоценозов Керченского пролива после вселения хищного моллюска *Rapana thomasiana* и двустворчатых *Mya arenaria* и *Cunearca cornea* // Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО), Матер. III Междунар. конф. (10–11 октября 2007 г.). Керчь: ЮгНИРО. С. 45.
- Ильин Ю.П., Репетин Л.Н. 2011. Климатические изменения гидрометеорологического режима северного и восточного побережий Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. Вып. 25. Т. 1. С. 157.
- Казанкова И.И. 2002. Сезонная динамика личинок двустворок и их вертикальное распределение в прибрежном планктоне внешнего рейда Севастопольской бухты (Черное море) // Экология моря. Вып. 61. С. 59.
- Киселева М.И. 1981. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. Киев: Наукова думка.
- Киселева М.И. 1992. Сравнительная характеристика донных сообществ у побережья Кавказа. Многолетние изменения бентоса Черного моря. Киев: Наукова думка. С. 84.
- Ревков Н.К., Болтачева Н.А., Николаенко Т.В., Колесникова Е.А. 2002. Разнообразие зообентоса рыхлых грунтов в прибрежной зоне крымского побережья Черного моря // Океанология. Т. 42. № 4. С. 561.
- Репетин Л.Н., Ильин Ю.П., Долотов В.В., Липченко М.М. 2009. Современные оценки атмосферных осадков, их вклада в водный баланс Черного моря. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. Вып. 18. С. 193.
- Репетин Л.Н. 2012. Пространственная и временная изменчивость температурного режима прибрежной зоны Черного моря. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. Вып. 26. № 1. С. 99.
- Синегуб И.А. 2006. Макрозообентос. Донные сообщества 1984–2002 гг. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. Киев: Наукова думка. С. 268.
- Стадниченко С.В., Золотарев В.Н. 2009. Популяционная структура морских двустворчатых моллюсков в

- Shalovenkov N.N.* 1997. Peculiarity of spatial distribution of the benthos communities on mud in an estuarine area of Sevastopol Bay (Black Sea) // Muddy Coasts' 97 International Conference on hydrology, sedimentology, geochemistry, and ecology of muddy coasts. Wilhelmshaven, Germany, 1–5 September 1997. P. 102.
- Shalovenkov N.N.* 1998. Changing of the Benthic Communities in the Sevastopol Bay Estuary During the Last Eighty Years // NATO TU-Black Sea Project ecosystem modeling as a management tool for the Black Sea. V. 1. P. 301.
- Shalovenkov N.N.* 2022. Distribution of Alien Zoobenthic Species on the Black Sea Shelf. Russ. J. Biol. Invasions. Vol. 13. №. 1. P. 123.
- Skolka M., Preda C.* 2010. Alien invasive species at the Romanian Black Sea coast-Present and perspectives // Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa". V. 53. I. 1. P. 443.
- Skolka M., Gomoiu M.-T.* 2004. Invasive species in Black Sea. Ecological impact of invasive species in aquatic ecosystems. Constanta: Ovidius Univ. Press.

Mollusc *Anadara kagoshimensis*, Alien Species, in Structures of the Benthic Communities on the Crimea Shelf

N. N. Shalovenkov*

The Centre for Ecological Studies, Sevastopol, Russia

**e-mail: shaloven@rambler.ru*

The frequency of occurrence of the mollusc-invader, *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906), increased from 5 to 17–23% in zoobenthos of the South Coast of the Crimea Shelf for the last fifteen years. At the same time, the rate of the non-native mollusc was not significant and fluctuated: 0.73–23.29% from the biomass and 0.19–2.20% from abundance of the macrozoobenthos in the benthic communities. The mollusc *A. kagoshimensis* has been registered in the three communities: *Chamelea gallina*, *Gouldia minima*–*Pitar rudis* and *Gouldia minima*. The mollusc *Anadara* has not formed an independent community here. Influence of this alien species on bottom communities of the Crimean Coast was not such considerable as on bottom communities in northwest or in east parts of Black Sea Shelf. The structure of benthic communities had no significant changes on the shelf of the Southern Coast of the Crimea, compared with 70–80 of the last century. The first registration and the settlement of the mollusc-invader on the Crimea Shelf coincides with salinity decrease and temperature rise of coastal waters which are observed during last decade.

Keywords: invasive mollusk, zoobenthos, communities, Black Sea