

ВИДЫ-ВСЕЛЕНЦЫ В ЗООПЕРИФИТОНЕ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ (ЧЁРНОЕ МОРЕ, КРЫМ)

©2026 Болтачева Н.А.*, Ревков Н.К.**, Подзорова Д.В.***, Гринцов В.А.****

Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, 299011, Россия

e-mail: *nboltacheva@mail.ru, **nrevkov@yandex.ru, ***d.podzorova91@yandex.ru, ****vgrintsov@gmail.com

Поступила в редакцию 31.03.2026. После доработки 24.07.2026. Принята к публикации 13.08.2026

В период 2023–2025 гг. в обрастании гидротехнических сооружений (Севастопольская бухта, район Инкерманского порта) наблюдали процесс формирования перифитонного сообщества. Всего идентифицирован 81 вид макрофауны, среди которых 10 (более 12%) являются видами-вселенцами в Чёрное море. Из 18 руководящих видов в сообществе 6 (33%) являются чужеродными. В течение трёх лет наблюдений возрастали плотность и биомасса как аборигенных видов, так и видов-вселенцев, при этом к 2025 г. относительная доля вселенцев по численности составила 32%, по биомассе – 64%. Особенно высокие количественные показатели имели *Magallana gigas* (Thunberg, 1793), *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923), *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873), *Polydora cornuta* Bosc, 1802. Впервые в Чёрном море отмечено полноценное природное поселение *M. gigas* и новый биоценоз с доминированием по биомассе гигантской устрицы. Её максимальная биомасса достигала 7387 г/м². По численности в этом биоценозе вторым после аборигенного *Mytilaster lineatus* был *F. enigmaticus* с максимальной плотностью 117 150 экз/м². С учётом массы трубок червей этот вид был субдоминантом и по биомассе (1176 г/м²). Впервые у черноморских берегов Крыма (Севастопольская бухта) обнаружен двустворчатый моллюск-вселенец *Arcuatula senhousia* (W.H. Benson, 1842). Максимальная плотность этого вида (875 экз/м²) в сформированном им поселении превышает ранее известные в Чёрном море значения.

Ключевые слова: чужеродные виды, обрастание, *Arcuatula senhousia*, *Magallana gigas*, *Ficopomatus enigmaticus*, *Hydroides dianthus*, Чёрное море.

DOI: 10.35885/1996-1499-19-3-28-43

Введение

Гидротехнические сооружения являются своеобразным биотопом для бентосных организмов-обрастателей (перифитона). Сообщества обрастаний искусственных поверхностей у берегов Севастополя изучают не так интенсивно, как сообщества рыхлых грунтов. Есть работы по отдельным таксономическим группам, в особенности это относится к моллюскам [Гринцов, Мурина, 2002; Макаров, 2018; Тихонова и др., 2025], а макрофауне в целом в составе перифитона данного района посвящены редкие исследования [Брайко, Долгопольская, 1974; Гринцов, Иванов, 2000; Миронов и др., 2003; Макаров и др., 2016, 2019]. Известно, что в последние десятилетия в Чёрном море было зарегистрировано довольно много новых видов зообентоса, попавших сюда из других регионов Мирового океана [Skolka, Preda, 2010; Шаловенков, 2021; Boltachova et al., 2021]. Считается, что в большей степени

инвазиям подвержены прибрежные экосистемы (мелководья, эстуарии, лагуны и заливы) [Алимов, Богущкая, 2004]. Действительно, в Севастопольской бухте отмечен, в том числе и впервые для Чёрного моря, целый ряд видов-вселенцев [Болтачева, 2008; Болтачева и др., 2011; Boltachova et al., 2021]. Однако все эти находки были сделаны при исследовании зообентоса рыхлых грунтов, а в обрастаниях искусственных субстратов в бухте, кроме *Amphibalanus improvisus*, другие виды-вселенцы практически не были зарегистрированы [Миронов и др., 2003, 2018; Макаров и др., 2019; Тихонова и др., 2025].

Целью данной работы явилось изучение состава, количественных характеристик, структуры и временной динамики сообществ обрастаний твёрдых искусственных субстратов в вершинной части Севастопольской бухты и оценка вклада видов-вселенцев в ценоз макрозооперифитона этого района.

Материал и методика

Исследования проводили в период 2023–2025 гг. в вершинной части Севастопольской бухты, в районе так называемого Инкерманского ковша (рис. 1).

Описание района работ. В настоящее время вершина Севастопольской бухты фактически представляет собой лиман, кутовая часть которого является портом г. Инкерман. До середины XX века здесь находилось дельтовое болото, после его дноуглубления были сооружены искусственный канал и ковш порта глубиной 6–10 м [Ефремова, Горячкин, 2023]. Строительство самих причалов и других гидротехнических сооружений было осуществлено на насыпных грунтах.

Участок акватории Севастопольской бухты, в котором проводились исследования, как и любые другие портовые акватории [Виноградов и др., 2014], характеризуется ослабленной гидродинамикой и поступлением повышенного количества органических и техногенных веществ. Помимо того, данный район является частью эстуария с изменчивыми условиями, прежде всего гидрохимического режима. Благодаря сезонными изменениями стока реки Чёрная в вершинную часть Севастопольской бухты и наличию субмаринной разгрузки здесь происходит периодическое распреснение вод до 11.85‰ [Иванов и др., 2006]. При районировании Севастопольской бухты по содержанию биогенных веществ и взвешенного органического вещества в воде кутовая часть бухты была от-

несена к зоне умеренного загрязнения [Иванов и др., 2006; Мезенцева, Совга, 2019]. Тем не менее было отмечено превышение содержание биогенных элементов группы азота, фосфора и кремния в акватории Инкерманского ковша в сравнении с открытым морем в 10–100 раз [Иванов и др., 2006; Кондратьев, 2024]. Показана недостаточная способность к самоочищению экосистемы кутовой части Севастопольской бухты в отношении неорганического азота [Мезенцева, Совга, 2019].

Севастопольская бухта практически на всём своём протяжении, включая вершинную часть в районе порта Инкерман, характеризуется хроническим нефтяным загрязнением с высоким уровнем концентрации хлороформ-экстрагируемых веществ (ХЭВ) и нефтяных углеводородов (НУ) в донных отложениях [Ткаченко и др., 2025]. Уровень обогащения донных отложений тяжёлыми металлами в кутовой части Севастопольской бухты считается умеренно-тяжёлым [Гуров, Котельянец, 2022].

Методика. Конструкции причального сооружения, с которых собирали зооперифитон, были установлены в 2022 г. Глубина в районе расположения конструкций 5 м. Сбор материала осуществляли весной и летом 2023 г., во все четыре сезона 2024 г., зимой, весной и летом 2025 г.

Отбор проб обрастания конструкций выполняли в приповерхностном (0–0.5 м) и придонном (4 м) горизонтах в трёх повторностях с применением учётной рамки 20×20 см, с



Рис. 1. Район исследований: ● – место отбора проб (44°36'45" с.ш., 33°36'4" в.д.).

пришитым к ней мешком из мельничного газа. Промывку проб проводили через сито с диаметром ячеек фильтрации 0.5 мм. Дальнейшая разборка оставшегося после промывки материала выполнена в лабораторных условиях под микроскопом. Организмы просчитывали и взвешивали с точностью до 0.001 г. Их численность и сырую массу пересчитывали на 1 м² поверхности субстрата. У колониальных организмов (Porifera, Cnidaria, Bryozoa) учитывали лишь сырую массу. Массу двусторчатых моллюсков определяли после удаления мантийной жидкости. Кольчатых червей сем. Serpulidae (*Ficopomatus enigmaticus*, *Hydroides dianthus*) взвешивали без трубок. Поскольку трубки этих полихет построены из веществ, выделенных самими червями, методически более верно учитывать массу червей с трубками [Лейбсон, 1939]. Для перерасчёта были проведены измерения 10 разноразмерных особей с трубками (по три повторности). Полученный средний показатель массы 10 особей для *F. enigmaticus* составил 0.405 г, для *H. dianthus* – 0.195 г. Видовая идентификация донной фауны выполнена по определителям [Определитель..., 1968, 1969, 1972; Киселёва, 2004; Grintsov, Sezgin, 2011] с верификацией таксонов по [WoRMS, 2006].

При оценке структуры сообщества перифитона использовано подразделение видов по частоте их встречаемости на три группы: руководящие (встречено в 50% и более проб), характерные (25–50%) и редкие (менее 25%) [Воробьёв, 1949].

Таблица. Список видов макрозообентоса, их встречаемость (Р), средние за весь период исследований и максимальные показатели плотности (N) и биомассы (B)

Таксон	Р, %	N, экз/м ²	N _{max}	B, г/м ²	B _{max}
ANNELIDA					
<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)	100	1418	51 138	8.435	24.4
<i>Ctenodrilus serratus</i> (Schmidt, 1857)	5	0.4	8	<0.001	0.004
<i>Dorvillea rubrovittata</i> (Grube, 1855)	32	16	100	0.046	0.263
<i>Eumida sanguinea</i> (Örsted, 1843)	42	19	150	0.061	0.375
<i>Exogone naidina</i> Örsted, 1845	37	20	163	0.003	0.019
<i>Fabricia stellaris</i> (Müller, 1774)	37	205	2 900	0.013	0.15
**<i>Ficopomatus enigmaticus</i> (Fauvel, 1923)	100	14 491	117 150	58.64 (586.8)	398.8 (4745)
<i>Genetyllis tuberculata</i> (Bobretzky, 1868)	21	22	200	0.070	0.5
<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	53	6	100	0.043	0.475

Результаты и обсуждение

Таксономический состав. За весь период исследований в сборах перифитона обнаружен 81 вид макрозообентоса, в том числе Annelida – 36, Arthropoda – 15, Mollusca – 19, Bryozoa – 6, Ascidiacea – 3, Cnidaria – 2 (см. табл.). Также в пробах отмечены не идентифицированные до вида представители Porifera, Actiniaria, Xenacoelomorpha, Platyhelminthes, Oligochaeta, Nemertea, Acari, Tardigrada и Nudibranchia.

В составе перифитона обнаружены 10 видов-вселенцев в Азово-Черноморский бассейн. Среди них как недавние иммигранты – полихеты *Hydroides dianthus*, *Streblospio gynobranchiata*, моллюски *Arcuatula senhousia*, так и виды, появившиеся в Чёрном море в прошлом столетии: полихеты *Polydora cornuta*, *Ficopomatus enigmaticus*, моллюски *Magallana gigas*, *Anadara kagoshimensis*, ракообразные *Rhithropanopeus harrisi* и даже в конце XIX столетия – *Amphibalanus improvisus*, *A. eburneus*. В связи с очень широким распространением и давними первыми находками в Чёрном море *A. improvisus*, *A. eburneus* [Зевина, 1972] и *F. enigmaticus* [Annenkova, 1929] ряд исследователей считают эти виды криптогенными, тем не менее традиционно относя их к вселенцам [Skolka, Preda, 2010], и в настоящей работе мы придерживаемся такой же точки зрения.

В сообществе перифитона отмечено 18 руководящих видов, из которых 6 (см. табл.), т.е. 33%, являются вселенцами, причём

<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)	11	54	363	0.145	1.075
<i>Hediste diversicolor</i> (O. F. Muller, 1776)	53	51	300	0.27	1.713
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	5	3	50	0.001	0.025
**Hydroides dianthus (Verrill, 1873)	84	1002	3788	2.875 (19.6)	11.95 (74)
<i>Janua heterostrophra</i> (Montagu, 1803)	5	1	25	<0.001	0.004
<i>Lysidice ninetta</i> Audouin & H Milne Edwards, 1833	5	3	50	0.018	0.35
<i>Lysidice unicornis</i> (Grube, 1840)	11	6	100	0.022	0.4
<i>Manayunkia caspica</i> Annenkova, 1929	5	8	150	0.001	0.013
<i>Mysta picta</i> (Quatrefages, 1866)	5	1	13	0.041	0.775
<i>Nereiphylla pusilla</i> (Claparede, 1870)	5	1	13	0.002	0.038
<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867	26	90	863	0.245	3.36
<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)	21	7	100	0.057	0.55
<i>Pholoe inornata</i> Johnston, 1839	16	20	200	0.007	0.088
<i>Phyllodoce maculata</i> (Linnaeus, 1767)	11	2	25	0.009	0.15
<i>Phyllodoce mucosa</i> Örsted, 1843	11	1	13	0.006	0.06
<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1833)	32	49	763	0.121	1.48
*Polydora cornuta Bosc, 1802	58	291	950	0.174	0.975
<i>Sabellaria taurica</i> (Rathke, 1837)	5	1	25	0.013	0.25
<i>Salvatoria clavata</i> (Claparède, 1863)	79	135	475	0.025	0.113
<i>Sphaerosyllis bulbosa</i> Southern, 1914	5	1	75	0.001	0.038
<i>Sphaerosyllis hystrix</i> Claparède, 1863	5	4	75	0.002	0.008
<i>Schistomeringos rudolphi</i> (Delle Chiaje, 1828)	5	4	13	<0.001	0.013
*Streblospio gynobranchiata Rice & Levin, 1998	16	5	50	0.094	0.01
<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758)	11	3	50	0.001	1.375
<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840	26	19	763	0.106	0.87
<i>Syllis hyalina</i> Grube, 1863	32	112	150	0.016	0.175
<i>Vermiliopsis infundibulum</i> (Philippi, 1844)	5	1	13	0.020	0.375
ARTHROPODA					
*Amphibalanus eburneus (Gould, 1841)	37	48	313	26.587	203.3
*Amphibalanus improvisus (Darwin, 1854)	68	73	275	8.11	52.6
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin, 1826	11	2	25	0.001	0.009
<i>Caprella acanthifera</i> Leach, 1814	5	1	17	<0.001	0.002
<i>Chondrochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	5	1	25	<0.001	0.001
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu, 1813)	32	55	875	0.047	0.626
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)	21	16	158	0.014	0.132
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853	5	1 374	8 113	1.032	12.83
<i>Microdeutopus versiculatus</i> (Spence Bate, 1857)	84	3	58	0.003	0.048
<i>Monocorophium acherusicum</i> (Costa, 1853)	11	2	33	0.001	0.017
<i>Pachygrapsus marmoratus</i> (Fabricius, 1787)	5	1	13	0.008	0.15
<i>Palaemon adspersus</i> Rathke, 1836	11	1	13	1.486	28.13
*Rhithropanopeus harrisi (Gould, 1841)	32	22	200	1.671	15.28
<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1813)	16	9	75	0.002	0.013
<i>Tanais dulongii</i> (Audouin, 1826)	95	24 345	15 600	0.901	2.81
MOLLUSCA					
<i>Abra segmentum</i> (Récluz, 1843)	5	3	63	0.005	0.088

<i>Acanthochitona fascicularis</i> (Linnaeus, 1767)	32	12	50	0.290	3.55
* <i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	42	40	313	1.754	32.56
* <i>Arcuatula senhousia</i> (W.H. Benson, 1842)	84	184	875	1.303	10.2
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	42	398	5 188	0.150	1.34
<i>Hydrobia acuta</i> (Drapaernaud, 1805)	5	21	400	0.070	1.33
<i>Irus irus</i> (Linnaeus, 1758)	11	16	275	0.019	0.325
<i>Lepidochitona cinerea</i> (Linnaeus, 1767)	5	0.4	8	<0.001	0.004
* <i>Magallana gigas</i> (Thunberg, 1793)	89	450	3 175	974	7387
<i>Modiolus adriaticus</i> Lamarck, 1819	21	9	100	0.002	0.025
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	100	44 5093	149 138	2 319	2 347
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck 1819	89	752	5 813	498	3 843
<i>Parthenina emaciata</i> (Brusina, 1866)	16	10	150	0.005	0.075
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	32	27	213	0.372	3.28
<i>Petricola lithophaga</i> (Retzius, 1788)	53	165	988	0.422	2.25
<i>Pusillina philippi</i> (Aradas & Maggiore, 1844)	5	8	150	0.024	0.45
<i>Rissoa splendida</i> Eichwald, 1830	5	0.4	8	0.004	0.067
<i>Spiralina alpinoligustica</i> (Sacco, 1892)	58	463	3450	0.211	1.53
<i>Tricolia pullus</i> (Linnaeus, 1758)	5	0.4	8	0.001	0.017
BRYOZOA					
<i>Amathia gracilis</i> (Leidy, 1855)	11	+	+	0.113	0.138
<i>Conopeum seurati</i> (Canu, 1928)	53	+	+	1.913	10
<i>Conopeum reticulum</i> (Linnaeus, 1767)	5	+	+	0.001	0.025
<i>Cradoscrupocellaria bertholletii</i> (Audouin, 1826)	11	+	+	1.118	16.25
<i>Cryptosula pallasiana</i> (Moll, 1803)	53	+	+	20.99	111.25
<i>Einhornia crustulenta</i> (Pallas, 1766)	5	+	+	0.329	6.25
ASCIDIACEA					
<i>Molgula euprocta</i> (Drasche, 1884)	16	7	100	0.530	9.9
<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)	47	+	+	161.700	801.23
<i>Diplosoma listerianum</i> (Milne Edwards, 1841)	53	+	+	28.259	232.36
CNIDARIA					
<i>Clytia hemisphaerica</i> (Linnaeus, 1767)	5	+	+	0.005	0.088
<i>Gonothyraea loveni</i> (Allman, 1859)	5	+	+	<0.001	0.008

Примечание: * – виды-вселенцы; ** – для полихет в скобках указана расчётная биомасса с трубками; полужирным шрифтом выделены руководящие виды.

один из них – *F. enigmaticus* – имел 100%-ную встречаемость. Три чужеродных вида – *A. kagoshimensis*, *Rh. harrisii*, *A. eburneus* – отнесены к характерным и только один – *S. gynobranchiata* – к редким видам.

Количественные показатели и их динамика в 2023–2025 гг. Поскольку известно, что конструкции, на которых исследовали перифитон, были установлены в море во второй половине 2022 г., то период наших трёхлетних исследований захватил начальный этап формирования сообщества обраста-

ния, с дальнейшей сменой стадий сукцессии. В задачу настоящего сообщения не входило детальное описание стадий развития перифитонного сообщества. Отметим лишь некоторые общие моменты.

В течение всего периода исследований зарегистрированы сезонные и межгодовые колебания количества, плотности и биомассы обнаруживаемых видов макроперифитона. Количество видов от года к году изменялось в небольших пределах (50–56 видов), при этом 25 видов были общими для этих периодов.

Показатели биомассы и плотности организмов в разные сезоны колебались в довольно больших пределах. Например, весной 2023 г. по численности в обрастании преобладала молодь *M. lineatus* (до 38 650 экз/м²), однако по биомассе доминировали колониальные оболочники *B. schlosseri* и *D. listerianum*. Данная стадия развития перифитонного сообщества соответствует (в Чёрном море) III стадии сукцессионного процесса в сообществе обрастания по [Брайко, 1985]. Уже летом 2023 г. и по плотности, и по биомассе в перифитоне доминировали прикреплённые двустворчатые моллюски *M. lineatus*, *M. galloprovincialis*, *M. gigas*, что может свидетельствовать о переходе сообщества в климаксное квазистационарное состояние. При этом если по численности на разных по глубине горизонтах преобладал *M. lineatus*, то по биомассе на первых позициях оказались либо устрица *M. gigas* (до 1270 г/м²), либо мидия *M. galloprovincialis* (до 1176 г/м²). В 2025 г. лидирующие позиции по численности сохранил *M. lineatus*, а по биомассе роль доминанта сохранилась лишь у *M. gigas*.

Осреднение данных за каждый год позволило выявить некоторую закономерность в изменении основных количественных показателей. На протяжении трёхлетнего периода исследований отмечено увеличение средних значений плотности и биомассы обрастаний. По биомассе в абсолютных значениях в первые два года преобладали мидия и устрица, причём если в 2023 г. их показатели

были близкими (327 и 338 г/м²), а в 2024 г. биомасса мидий (45% общей биомассы) несколько превышала таковую устриц (32%), то в 2025 г. среднее значение этого параметра у устриц (2058 г/м²) было на порядок больше, чем у мидий (208 г/м²), и составило 59% общей биомассы перифитона. В последний год наблюдений средние показатели плотности и биомассы обрастаний составляли 100 685 экз/м² и 3495 г/м².

При этом важно отметить параллельное возрастание плотности и биомассы как аборигенных видов, так и видов-вселенцев (рис. 2). Относительная доля вселенцев по численности увеличивалась в эти годы от 5 до 17 и 32%, а по биомассе – от 32 до 39 и 64%.

Как было указано в методике, у серпулид измеряли сырую массу только тела. Однако с использованием полученного нами пересчётного коэффициента оказалось возможным приблизительно рассчитать биомассу этих червей с трубкой и оценить долевое участие самого массового среди полихет вида *F. enigmaticus* в общей биомассе перифитона в разные годы. При таком пересчёте оказалось, что в последний год наблюдений средняя биомасса обрастаний в целом составляла 4552 г/м² (в отличие от 3495 г/м² – без учёта массы известковых трубок полихет). В итоге доминирующими по биомассе видами в 2025 г. являлись *M. gigas* и *F. enigmaticus* (с учётом трубок), с соответствующим вкладом 45 и 25% от общей биомассы перифитона (рис. 3).

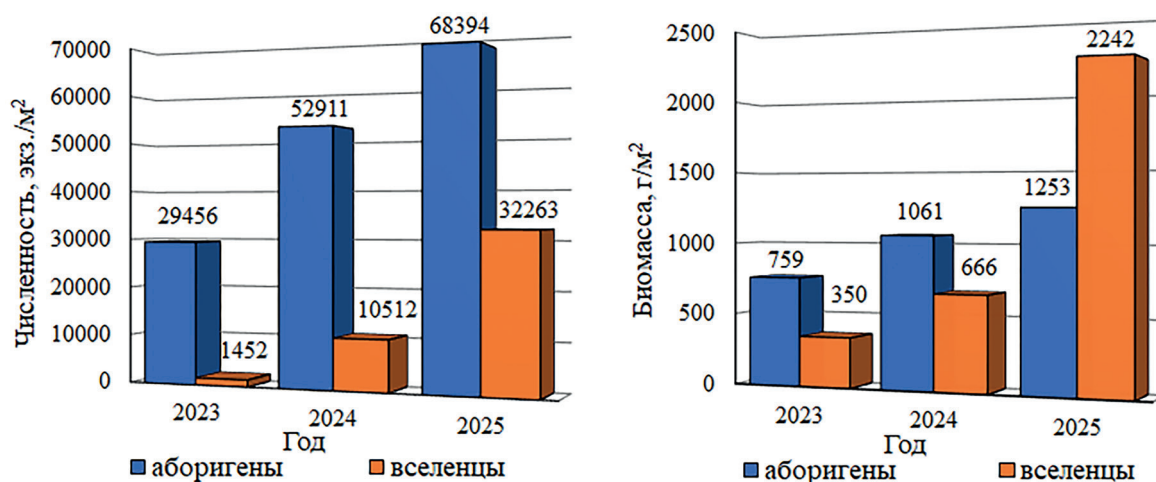


Рис. 2. Средние значения плотности и биомассы макрозооперифитона на причальных конструкциях в Инкермане в 2023–2025 гг.

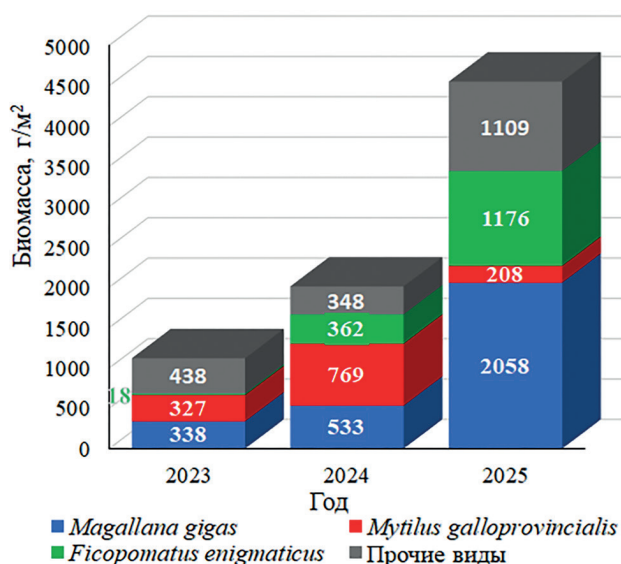


Рис. 3. Средняя биомасса доминантов – двустворчатых моллюсков *Magallana gigas*, *Mytilus galloprovincialis*, полихеты *Ficopomatus enigmaticus* (вместе с трубками) и остальных видов (прочие виды) на причальных конструкциях в Инкермане в 2023–2025 гг.

В рамках исследуемого процесса формирования перифитонного сообщества происходило изменение уровня доминирования (по численности) отдельных видов, включая видов-вселенцев (рис. 4).

Виды-вселенцы и их участие в формировании перифитонного сообщества. *Anadara kagoshimensis* – индопацифический двустворчатый моллюск, появившийся в акватории Чёрного моря во второй половине XX века (в 1968 г.) [Киселёва, 1992]. В настоящее время этот вид стал массовым на рыхлых грунтах и занял одно из ведущих мест в донной фауне Азово-Черноморского бассейна [Ревков, 2025а, б]. В Севастопольской бухте первое появление анадары зарегистрировано

в 2006 г. [Ревков, 2025а], а уже в 2007 г. в её вершинной части отмечено доминирование вида на илистом грунте со средней биомассой 57 г/м², при этом максимальная достигала 1270 г/м² [Макаров, 2018]. В 2010 и 2019 гг. встречаемость анадары в этой части бухты составляла 25% [Миронов и др., 2018; Макаров, Витер, 2021].

В наших сборах перифитона *A. kagoshimensis* была отмечена в 42% собранных проб и, таким образом, может быть отнесена к характерным видам биоценоза. Однако моллюски были представлены лишь молодью с длиной раковины от 0.95 до 5.3 мм. Количественные показатели вида были довольно высокими – средние значения плотности и биомассы составляли 40 экз/м² и 1.75 г/м², соответствующие максимальные значения – 313 экз/м² и 32.56 г/м².

То, что в обрастаниях гидросооружений могут присутствовать типичные обитатели песчаных и илистых грунтов, известный факт [Брайко, 1985; Шурова и др., 2002; Виноградов и др., 2014]. На Севастопольском взморье анадару постоянно обнаруживали среди обрастаний мидийных и, особенно, устричных коллекторов [Гринцов и др., 2025]. Кроме *A. kagoshimensis* в перифитоне причальных конструкций Инкерманского ковша нами зарегистрирована также молодь других двустворчатых моллюсков (*Abra segmentum*, *Parvicardium exiguum*, *Modiolus adriaticus*), входящих, как и анадара, в состав фауны рыхлых грунтов Севастопольской бухты. Вероятно, биотоп обрастаний гидросооружений служит своеобразным «питомником» для

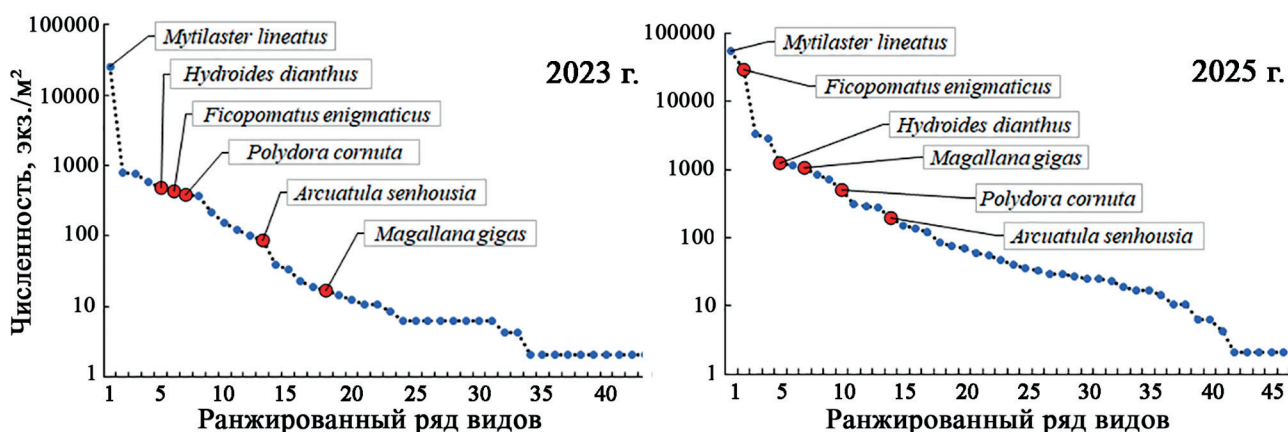


Рис. 4. Кривые доминирования-разнообразия для сообщества зооперифитона в 2023 и 2025 гг.

оседания личинок и последующего подращивания молоди многих видов – типичных обитателей рыхлых грунтов. Известно, что в последние годы плотность личинок анадары, обнаруживаемых в планктоне на взморье Севастополя, увеличилась с 450 экз/м³ в 2014 г. до 1306 экз/м³ в 2022 г. [Лисицкая, 2017].

Единичные находки гигантской устрицы *Magallana gigas* в Чёрном море относятся к первой половине XX века, однако в дальнейшем эти данные не были достоверно подтверждены [Скарлато, Старобогатов, 1972]. В начале 1980-х годов проводили интродукцию *M. gigas* в Чёрное море взамен исчезающего вида *Ostrea edulis* (Linnaeus 1758). Моллюсков разного размера (преимущественно спат) доставляли на побережье Чёрного моря и содержали на многих экспериментальных морских фермах, производили выпуск личинок в воды Керченского предпроливья [Орленко, 1994]. В настоящее время в Крыму существует ряд марихозийств, где производят полуциклическое выращивание *M. gigas* [Пиркова и др., 2020].

В течение длительного времени попытки создания массовых поселений гигантской устрицы в Чёрном море не приносили ожидаемого результата. Было высказано предположение о том, что натурализации вида препятствовала низкая концентрация гамет, производимых в естественных условиях поселениями моллюсков, не достигших критического уровня плотности [Пиркова и др., 2020]. Лишь к началу XXI века относится появление первых сведений о находках молоди естественно осевших устриц сначала в озере Донузлав, а затем в районе Севастополя и у кавказского побережья [Орленко, 2012; Попов, Щуров, 2019; Ананьева и др., 2024]. В планктоне в районе Севастопольской бухты личинки устриц впервые были обнаружены в 2020 г., а в 2020–2023 гг. они были зарегистрированы как в акватории Севастополя, так и у южного берега Крыма [Лисицкая, Щуров, 2024]. Эти данные являются свидетельством успешной натурализации *M. gigas* в Чёрном море. Однако до настоящего времени в бентосе Севастопольской бухты в естественных условиях данный вид отмечен не был.

В перифитоне причальных конструкций Инкерманского ковша устрицы регистрирова-

лись нами на протяжении трёх лет исследований. За весь период исследования (2023–2025 гг.) их встречаемость составила 89%, средние значения плотности и биомассы – 450±345 экз/м² и 3175±765 г/м² (здесь и далее среднее ± доверительный интервал), максимальные – 974 экз/м² и 7387 г/м² соответственно. В начале 2023 г. (первый год после установки причальных конструкций) единичные экземпляры молоди устриц (средним весом 5.3 г и длиной раковины до 42 мм) были отмечены только в верхнем горизонте – у уреза воды. В последующие годы устрицы были обнаружены и на глубине 4 м, на обоих горизонтах их плотность и биомасса с течением времени возрастали. Плотность поселения моллюсков у уреза воды была, как правило, выше, чем на глубине 4 м, что согласуется с литературными данными. На Черноморском побережье Краснодарского края наиболее массовые поселения молодые особи устриц (до 40 мм) формировали у уреза воды [Ананьева и др., 2024].

Размерная структура *M. gigas* в последний год наших наблюдений (2025 г.), включающая особей с длиной раковины от 1.2 до 85 мм, свидетельствует о формировании в исследованном биотопе уже зрелого поселения моллюсков данного вида. Зарегистрированная в 2025 г. наибольшая, среди других гидробионтов обрастания биомасса (см. рис. 2) даёт основание говорить о появлении нового для Чёрного моря биоценоза с доминированием *M. gigas*. Станет ли данный биоценоз полноценной заменой деградировавшего в середине XX века в Чёрном море и Средиземноморском бассейне в целом биоценоза плоской устрицы *Ostrea edulis* – покажет время.

Arcuatula senhousia (или азиатская мидия) – вселенец из северо-западной части Тихого океана. В Средиземноморском бассейне аркуатула впервые обнаружена в 1964 г., в его восточной части, в Чёрном море – в 2002 г. в водах Румынии [Miciu, 2004b]. До настоящего времени ареал вселенца включал западный (Румынско-Болгарское побережье), северо-западный (район Одессы), северо-восточный (Керченский пролив), восточный (район Туапсе) участки Черноморского шельфа [Ковалёв и др., 2017; Varigin, 2020; Zhulidov et al., 2021; Копий и др., 2022;

Колючкина и др., 2024]. При этом в инвазивном Черноморском регионе данный вид регистрировался преимущественно в биотопе рыхлых грунтов в единичных экземплярах. В нативном ареале азиатская мидия предпочитает относительно мелководные (до глубины 20 м) малоприбойные биотопы на твёрдых (включая искусственные) и рыхлых грунтах, где может достигать численности до 170 000 экз/м² [Munari, 2008; McDonald, Wells, 2009]. Включение аркуатулы в Чёрный список морских инвазивных видов [Otero et al., 2013] и ТОП-100 наиболее опасных инвазионных видов России [Орлова, Фенёва, 2018] обусловлено высокой средообразующей ролью данного вида. Создаваемые ими биссусные коконы в плотных поселениях могут формировать биссусные маты, покрывающие дно и изменяющие ранее существовавший донный биотоп.

Arcuatula senhousia отмечена в наших пробах в течение всего периода исследований. Плотность её поселения последовательно увеличивалась с 85 экз/м² (размерный ряд представлен моллюсками с длиной раковины 0.5–8.8 мм) в 2023 г. до 169 экз/м² (0.65–9.6 мм) в 2024 г. и до 196 экз/м² (1.1–9.9 мм) в 2025 г. Учитывая известные особенности вида (двухлетний жизненный цикл, наличие максимальной длины раковины до 40 мм с возможностью достижения за год 25 мм и более [Орлова, Фенёва, 2018; Колючкина и др., 2024]), обнаруженное нами поселение аркуатулы в течение трёх лет было представлено исключительно сеголетками (возраст 0+). С одной стороны, это говорит об отсутствии здесь в полной мере благоприятных условий для развития вида, с другой – свидетельствует о наличии некоторого маточного стада, определяющего ежегодное оседание личинок в исследованном биотопе. Мы не исключаем собственные возможности рассматриваемого молодого поселения аркуатулы к продуцированию личинок, поскольку половозрелость вида наступает на первом году жизни и моллюски с длиной раковины 7 мм уже являются половозрелыми [Колючкина и др., 2024]. В любом случае следует говорить о состоявшейся натурализации *A. senhousia* у юго-западных берегов Крыма (район Севастополя).

Средние значения плотности и биомассы аркуатулы за трёхлетний период составляли соответственно 184 ± 111 экз/м² (максимальная – 875 экз/м²) и 1.30 ± 1.16 г/м² (10.2 г/м²) при встречаемости 84%.

Среди полихет-вселенцев обнаружены по два представителя сем. Serpulidae (*H. dianthus*, *F. enigmaticus*) и сем. Spionidae (*P. cornuta*, *S. gynobranchiata*).

Hydroides dianthus первоначально был описан с Атлантического побережья Северной Америки, позже обнаружен в Мексиканском заливе, у берегов Европы, Западной Африки, в Средиземном море, а затем у берегов Южной Америки, Японии и Китая [Zibrowius, 1971; Sun et al., 2017]. Данный вид относят к опасным инвазивным видам, способным оказать негативное воздействие на аборигенные виды моллюсков, объекты марикультуры и гидротехнические сооружения [Sun et al., 2017]. В Чёрном море эта серпулида впервые обнаружена в 2009 г. на устрицах, выращиваемых в районе Севастополя [Болтачева и др., 2011]. Генетический анализ черноморских экземпляров *H. dianthus* показал, что они наиболее близки к особям из Мексиканского залива и, видимо, были интродуцированы в Чёрное море из американской популяции [Sun et al., 2017].

По прошествии более четверти века после первого обнаружения в Чёрном море данный вид регистрировался пока только в бухтах Севастополя и в озере Донузлав (Западное побережье Крыма), формируя поселения с максимальной плотностью 100 экз/м² на водорослях и 252 экз/м² на камнях [Boltachova et al., 2021].

В перифитоне исследованного нами биотопа в Инкермане эта серпулида встречена во все периоды сборов (все годы, все сезоны). Её средние значения плотности и биомассы составляли соответственно 1002 ± 494 экз/м² (максимальная 3788 экз/м²) и 2.875 ± 1.448 г/м² (12 г/м²). С учётом массы трубок средняя и максимальная плотность *H. dianthus* составляли соответственно 19.6 и 74 г/м². На всём протяжении исследования плотность данной полихеты у уреза воды была намного ниже, чем на глубине 4 м, в среднем составляя 225 и 1469 экз/м².

Отмеченные нами количественные показатели *H. dianthus* являются максимальными, что зарегистрировано для Чёрного моря. Отсутствие регистрации вида, с момента первого обнаружения в Чёрном море в 2009 г., на других участках черноморского побережья (кроме побережья Юго-Западного Крыма), с нашей точки зрения, объясняется относительной редкостью подробных фаунистических исследований бентоса на жёстких субстратах, которые являются биотопом предпочтительного обитания вида.

Ficopomatus enigmaticus впервые описан из Франции (Канский морской канал); предполагают, что его родина – водоёмы Индии, но общепринятого мнения о нативном ареале *F. enigmaticus* нет [Маринов, 1990; Boltachova et al., 2021]. Эта рифообразующая полихета распространилась в эстуариях по всему миру, за исключением тропиков, в настоящее время её ареал охватывает Атлантику, моря Средиземноморского бассейна, Индийский и Тихий океаны, побережье Австралии, Новой Зеландии [Styan et al., 2017]. В Чёрном море *F. enigmaticus* впервые найден в пресноводном озере Палеостоми на Черноморском побережье Кавказа [Annenkova, 1929]. Впоследствии вид был зарегистрирован в озёрах и лиманах на болгарском и румынском побережье [Маринов, 1977; Киселёва, 2004]. В 2001 г. *F. enigmaticus* был отмечен в обрастании в Одесском порту, его также находили на волнорезах в районе Севастополя, в лимане Донузлав, в Балаклавской бухте [Гринцов, Мурина, 2002; Boltachova et al., 2021]. В последние годы скопления полихет с высокой численностью обнаружены в районе Керчи в довольно закрытой Камыш-Бурунской бухте на глубинах до 1 м [Копий и др., 2023]. В обрастаниях гидротехнических сооружений в Севастопольской бухте *F. enigmaticus* не был отмечен во все годы исследований, однако его находили в небольших количествах на рыхлых грунтах в кутовой части бухты в 2010 г. [Миронов и др., 2018].

В наших сборах в Инкермане *F. enigmaticus* присутствовал во все периоды сбора материала. Межгодовая динамика плотности поселения фикопоматуса имела положительный тренд: 438 экз/м² – в 2023 г., 8934 – в 2024 г. и

29 046 экз/м² – в 2025 г. Его средние плотность и биомасса за время исследований составляли $14\,491 \pm 12\,701$ экз/м², 58.64 ± 43.09 г/м², максимальные – 117 150 экз/м² и 399 г/м². С учётом массы трубок червей соответствующие значения биомассы равны 587 и 4745 г/м². Количественные показатели этого вида у уреза воды и на более глубоких горизонтах не отличались.

В лиманах Болгарии численность *F. enigmaticus* достигала 3500 экз/м², в рифообразных колониях в районе Керчи – 2785 экз/м² [Копий и др., 2023]. Зарегистрированные нами показатели сопоставимы с таковыми для перифитона из района порта Констанца (Румыния), где в одноимённом сообществе плотность *F. enigmaticus* достигала 245–250 экз/м² [Micu, Micu, 2004a].

Спиониды *Streblospio gynobranchiata* и *Polydora cornuta*, как и большинство представителей этого семейства, являются обитателями рыхлых грунтов, и их нахождение в перифитоне не совсем обычно. *S. gynobranchiata* первоначально был описан из Мексиканского залива (Флорида, США) (Rice, Levin, 1998). В Чёрном море *S. gynobranchiata* зарегистрирован в 2007 г. в сборах макрозообентоса из Севастопольской бухты [Болтачева, 2008], затем обнаружен у кавказского побережья, в Северо-Западной части Чёрного моря, в Керченском проливе [Radashevsky, Selifonova, 2013; Boltachova et al., 2015]. Данные полихеты являются детритофагами, населяющими верхние слои рыхлых грунтов; особенно высокой плотности (до 46 470 экз/м²) популяции *S. gynobranchiata* достигают в портовых акваториях [Виноградов и др., 2014].

В наших сборах перифитона *S. gynobranchiata* относился к категории редких видов (встречаемость 16%), его плотность не превышала 50 экз/м². Следует заметить, что, по нашим данным, в макрозообентосе рыхлых грунтов этой же локации плотность популяции стрелблоспио достигала 28 533 экз/м². Видимо, в условиях низкой подвижности воды среди организмов обрастания накапливается детрит и илистый осадок в объёме, достаточном для обитания некоторого количества этих мелких (длиной до 12 мм) червей.

Вид *Polydora cornuta* был первоначально описан из Атлантического побережья Се-

верной Америки, а затем обнаружен в эстуариях и акваториях морских портов по всему миру [Radashevsky, Selifonova, 2013]. Одной из самых заметных морских инвазий в Чёрном море было, возможно, массовое развитие этой полихеты (вначале определённой как *P. ciliata limicola* Анненкова, 1934) в Одесском порту в начале 1960-х годов [Лосовская, Нестерова, 1964]. С тех пор *P. cornuta* был зарегистрирован в различных районах Азово-Черноморского бассейна и в настоящее время считается одним из наиболее опасных инвазивных видов в сообществах рыхлых грунтов Средиземного моря [Radashevsky, Selifonova, 2013].

В наших материалах в перифитонном сообществе *P. cornuta* входил в число руководящих видов (встречаемость 58%); его средняя за весь период наблюдений плотность составляла 291 ± 179 экз/м², максимальная – 950 экз/м². Являясь детритофагом и типичным обитателем рыхлых грунтов, полидора, однако, ранее регистрировалась (как *Polydora limicola*) также в обрастании субстратов в Варненском озере (тысячи экз/м²) [Маринов, 1977] и в порту Одессы (262 экз/м²) [Лосовская и др., 2004]. Видимо, в этих случаях имела место известная для Чёрного моря ошибка в определении червей рода *Polydora* [Boltachova et al., 2021]. Вероятно, *P. cornuta* можно отнести к видам, в массе развивающимся как на рыхлых, так и на жёстких субстратах.

Отмеченные нами вселенцы ракообразные – усоногие *A. improvisus* и *A. eburneus*, а также краб *Rh. harrisii* в настоящее время стали обычными компонентами в составе обрастаний в Чёрном море.

Amphibalanus improvisus, родиной которого считается Атлантическое побережье Северной Америки, в Чёрном море был зарегистрирован в середине XIX века и в настоящее время стал типичным представителем сообществ обрастания [Зевина, 1972]. Это эврибионтный вид, для которого характерны очень быстрое индивидуальное развитие и высокая плодовитость, благодаря чему его количество в обрастании может быть огромно. Так, на гидротехнических сооружениях в Одесском морском порту его плотность достигала $81\,360$ экз/м², а биомасса – 5884 г/м²

[Виноградов и др., 2014]. В Севастопольской бухте данный вид встречается повсеместно, отмечены его высокая встречаемость, но с небольшими показателями численности и биомассы [Гринцов, Иванов, 2000; Миронов и др., 2003, 2018; Макаров и др., 2016; 2019].

В перифитонном сообществе в Инкермане *A. improvisus* вошёл в число руководящих видов (встречаемость 68%), однако его плотность и биомасса (в среднем за трёхлетний период) были всего 73 ± 43 экз/м² (максимальная – 275 экз/м²) и 8.11 ± 7.44 г/м² (максимальная – 52.6 г/м²) соответственно. Возможно, такая низкая представленность данного вида связана с развитием плотного поселения оболочников *Botryllus schlosseri* и *Diplosoma listerianum*, особенно в 2023 и 2025 гг., когда их совместная биомасса достигала 1034 г/м². Это согласуется с данными [Брайко, 1985], свидетельствующими о возможности конкурентного подавления развития поселений баянусов со стороны оболочников. Колонии последних могут покрывать седентарных баянусов, фактически перекрывая им доступ к пище и кислороду.

Считается, что *Amphibalanus eburneus* также происходит из Карибского бассейна, откуда проник в европейские воды и далее расселился во многие районы Мирового океана; в Чёрном море вид был зарегистрирован А.А. Остроумовым в конце XIX века [Зевина, 1972]. Это относительно редкий вид в бентосе и меропланктоне Чёрного моря; отмечен в районах Севастополя, Новороссийска, Батуми, Одессы [Зевина, Полтаруха, 1999; Шурова и др., 2002; Лисицкая, 2010]. Он более теплолюбив, чем *A. improvisus*, и нерестится при прогреве воды в море до 26 °C [Лисицкая, 2010]. В наших исследованиях *A. eburneus* отнесён к характерным видам сообщества обрастаний (обнаружен в 37% проб) с относительно высокими (для Чёрного моря) показателями количественного развития. Его средние значения (за трёхлетний период) плотности и биомассы составляли 48 экз/м² и 26.6 г/м², а максимальные – 313 экз/м² и 203 г/м² соответственно. Данные, близкие к отмеченным нами максимальным значениям численности и биомассы, приводятся для поселения *A. eburneus* в биоценозе мидий в опреснённой

северной части Сухого лимана (Ильичевский порт) – до 340 экз/м² и 712 г/м² соответственно [Шурова и др., 2002].

Восточное побережье Северной Америки является природным ареалом ещё одного вселенца – краба Харриса *Rhithropanopeus harrisi*. Вид проник в европейские воды во второй половине XIX века, а в Чёрном море впервые был зарегистрирован в 1936 г. [Макаров, 1939]. В Чёрном море ритропанопеус вначале освоил лиманы, а затем распространился и в открытых частях моря. В настоящее время повсеместно встречается в ценозах обрастания, где образует особенно плотные поселения – до 25 000 экз/м² [Резниченко, 1967].

В перифитоне портовых конструкций в Инкермане *Rh. harrisi* оказался характерным видом (встречаемость 32%) с относительно не высокими (в среднем за трёхлетний период) значениями плотности и биомассы – 22 экз/м² (максимальная 200 экз/м²) и 1.67 г/м² (максимальная – 15.28 г/м²). При этом мы обращаем внимание на тот факт, что на начальном этапе сукцессионного процесса в обрастании причальных конструкций (2023 г.) ритропанопеус отсутствовал. Его появление и дальнейшее постоянное присутствие в перифитоне отмечено только с конца 2024 года.

Заключение

Сформировавшийся на портовых конструкциях в период 2022–2025 гг. перифитонный комплекс, включающий 81 вид макрозообентоса, состоял как из аборигенных гидробионтов, так и из видов-вселенцев. Зарегистрировано 10 чужеродных видов беспозвоночных (12% общего количества видов). В их числе три – относительно «старых», вселившихся в Чёрное море в конце XIX – начале XX века: усоногие раки *Amphibalanus eburneus*, *Amphibalanus improvisus* и полихета *Ficopomatus enigmaticus*. Вселенцы середины и конца XX века представлены двустворчатыми моллюсками *Anadara kagoshimensis* и *Magallana gigas*, крабом *Rhithropanopeus harrisi* и полихетой *Polydora cornuta*. Также отмечены виды, вселившиеся в Чёрное море в XXI веке: двустворчатый моллюск *Arcuatula senhousia*, полихеты *Hydroides dianthus* и *Streblospio gynobranchiata*. Шесть видов-вселе-

нцев отнесены к руководящим, три – к характерным и только один – к редким видам перифитонного сообщества.

В процессе формирования перифитонного сообщества в трёхлетнем цикле наблюдений (2023–2025 гг.) отмечено параллельное возрастание плотности и биомассы как аборигенных видов, так и видов-вселенцев. Относительная доля вселенцев по численности увеличивалась с 5% в 2023 г. до 32% в 2025 г., а по биомассе с 32 до 64% соответственно. В последний год наблюдений, с нашей точки зрения, являющийся завершающим этапом формирования зрелого сообщества перифитона, средние значения плотности и биомассы обрастаний составляли 100 685 экз/м² и 3495 г/м². Доминантом по биомассе была гигантская устрица *Magallana gigas* (средняя биомасса – 3175 г/м², максимальная – 7387 г/м²). В трёхлетнем поселении отмечены моллюски размером от 1.2 до 85 мм, что свидетельствует о формировании в перифитоне причальных конструкций полноценного природного поселения гигантской устрицы. Согласно концепции В.П. Воробьёва (1949), можно говорить о фактическом формировании в Чёрном море нового биоценоза с доминированием по биомассе чужеродного вида – *Magallana gigas*.

В биоценозе вторым по численности после аборигенного *Mytilaster lineatus* была полихета *Ficopomatus enigmaticus* со средней плотностью для трёх лет исследования 14 491 экз/м², а в последний год наблюдений (2025 г.) – 29 046 экз/м². Поселение данного вида со столь высокой плотностью впервые зарегистрировано для Севастопольской бухты и Крымского побережья в целом. Следует отметить, что реальный вклад *F. enigmaticus* в количественные показатели развития перифитона намного больший. С учётом массы трубок биомасса червей составляла в 2025 г. 1176 г/м² (вместо 120 г/м² – без трубок). При таком способе расчёта этот вид был вторым в сообществе не только по плотности, но и по биомассе (после *Magallana gigas*). В последний год наблюдений его доля равнялась 25% от общей биомассы перифитона, составлявшей 4552 г/м² (в отличие от 3495 г/м² – без учёта массы трубок червей).

Двустворчатый моллюск-вселенец *Arcauatula senhousia* впервые зарегистрирован у черноморских берегов Крыма (не учитывая его обнаружение в районе Керченского пролива). Отмеченное регулярное в течение трёх лет пополнение перифитонных поселений аркуатулы молодью свидетельствует о наличии маточных поселений, обеспечивающих данный процесс, и о фактической натурализации данного вида у юго-западных берегов Крыма (район Севастополя). Формируемое им в перифитоне поселение по максимальной плотности (875 экз/м²) превышает ранее известные для этого вида значения данного параметра в Чёрном море.

Семь из 10 отмеченных вселенцев (*M. gigas*, *A. senhousia*, *A. kagoshimensis*, *A. improvisus*, *A. eburneus*, *F. enigmaticus*, *H. dianthus*) по типу питания относятся к фильтраторам. Образуя большие скопления, они в качестве нового и ещё развивающегося компонента природного биофильтра способствуют очищению акватории и поддержанию экосистемы антропогенно нагруженной акватории Севастопольской бухты в состоянии экологического равновесия.

В сформировавшемся перифитоне сообществе ведущая роль принадлежит видам-вселенцам. Нам трудно говорить о конкурентном преимуществе, которое в сложившихся условиях они могли получить перед аборигенными видами, но мы можем констатировать, что условия периодического распреснения акватории, повышенного содержания в Севастопольской бухте биогенов и загрязняющих веществ не стали препятствием для их успешного развития.

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме: «Биоразнообразие как основа устойчивого функционирования морских экосистем, критерии и научные принципы его сохранения», регистрационный номер 124022400148-4.

Благодарности

Авторы выражают большую признательность С.В. Щурову за участие в сборе материала, Л.В. Бондаренко за помощь при разборке

материала и определении ракообразных. Мы благодарны глубокоуважаемым рецензентам за ценные советы, которые позволили улучшить рукопись.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных авторами.

Литература

- Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 436 с.
- Ананьева М.С., Симакова У.В., Тимофеев В.А., Сёмин В.Л., Колочкина Г.А. Дикая популяция гигантской устрицы (*Magallana gigas* (Thunberg, 1793)) на Азово-Черноморском побережье Краснодарского края // Морские исследования и образование (MARESEDU-2023): труды 12-й Междунар. науч.-практ. конф., 23–27 октября 2023 г., Москва, РФ. Тверь: ПолиПРЕСС, 2024. Т. 3 (4). С. 369–376.
- Болтачева Н.А. Обнаружение нового вида-вселенца *Streblospio gynobranchiata* Rice et Levin, 1998 (Polychaeta: Spionidae) в Чёрном море // Морской экологический журнал. 2008. Т. 7, №. 4. С. 12.
- Болтачева Н.А., Лисицкая Е.В., Лебедевская М.В. Новый для Чёрного моря вид полихет *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) (Polychaeta: Serpulidae) из прибрежных вод Крыма // Морской экологический журнал. 2011. Т. 10, № 2. С. 34–38.
- Брайко В.Д. Обрастание в Чёрном море. Киев: Наукова думка, 1985. 123 с.
- Брайко В.Д., Долгопольская М.А. Основные черты формирования ценоза обрастания // Гидробиологический журнал. 1974. Т. 2, № 10. С. 11–19.
- Варігін О. Таксономічна структура прибережного угруповання обростання, що формується чорноморською мідією *Mytilus galloprovincialis* // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). 2020. Т. 12, № 2. С. 217–225.
- Виноградов А.К., Богатова Ю.И., Синегуб И.А. Экология морских портов (Черноморско-Азовский бассейн). Одесса: Астропринт, 2014. 568 с.
- Воробьев В.П. Бентос Азовского моря // Труды АЗЧерНИРО. Симферополь: Крымиздат, 1949. Вып. 13. 193 с.
- Гринцов В.А., Иванов В.Н. Сукцессия в сообществе обрастания на заградительных конструкциях Севастопольского Океанариума // Экология моря. 2000. Вып. 53. С. 5–10.
- Гринцов В.А., Мурина В.В. Некоторые вопросы экологии полихет – обитателей искусственного рифа

- прибрежного района Севастополя // Экология моря. 2002. № 61. С. 45–48.
- Гринцов В.А., Тимофеев В.А., Лисицкая Е.В. Виды-вселенцы в ассоциации консортного типа *Cradosrupocellaria* cf. *bertholletii* (Audouin, 1826) (Candidae, Bryozoa) // Российский журнал биологических инвазий. 2025. Т. 18. № 3. С. 57–63. <https://doi.org/10.35885/1996-1499-18-3-057-063>
- Гуров К.И., Котельянец Е.А. Распределение Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Sr, Ti, Mn, Fe в донных отложениях Севастопольской бухты (Чёрное море) // Морской гидрофизический журнал. 2022. Т. 38, № 5. С. 512–529. DOI:10.22449/0233-7584-2022-5-512-529
- Ефремова Т.В., Горячкин Ю.Н. Морфодинамика севастопольских бухт под воздействием антропогенной деятельности // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2023. № 1. С. 31–47. DOI:10.29039/2413-5577-2023-1-31-47
- Зевина Г.Б. Обрастания в морях СССР. М.: Изд-во МГУ, 1972. 213 с.
- Зевина Г.Б., Полтаруха О.П. Усоногие раки (Cirripedia, Thoracica) Чёрного моря. Бюллетень МОИП, отд. Биол. 1999. 104. Вып. 1. С. 30–39.
- Иванов В.А., Овсяный Е.И., Репетин Л.Н., Романов А.С., Игнатъева О.Г. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов / Препринт. Севастополь: МГИ НАНУ Украины, 2006. 90 с. http://mhi-ras.ru/assets/files/gidrologogidrohicheskij_rezhim_sevastopolskoj_buhty_2006.pdf (дата обращения: 13.03.2026).
- Киселёва М.И. Сравнительная характеристика донных сообществ у побережья Кавказа // Многолетние изменения зообентоса Чёрного моря. Киев: Наукова думка, 1992. С. 84–99. <https://repository.marine.research.ru/handle/299011/5644>
- Киселёва М.И. Многощетинковые черви (Polychaeta) Чёрного и Азовского морей. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2004. 409 с.
- Ковалёв Е.А., Живоглядова Л.А., Ревков Н.К., Фроленко Л.Н., Афанасьев Д.Ф. Первая находка двустворчатого моллюска *Arcuatula senhousia* (Benson, 1842) в российской части Азово-Черноморского бассейна // Российский журнал биологических инвазий. 2017. Т. 10, № 3. С. 24–29.
- Колочкина Г.А., Симакова У.В., Ковалёва М.А., Залота А.К., Живоглядова Л.А., Сёмин В.Л., Тимофеев В.А., Копий В.Г., Бондаренко Л.В. Азиатская мидия – *Arcuatula senhousia* (Benson, 1842): продолжение инвазии в Азово-Черноморском бассейне // Российский журнал биологических инвазий. 2024. № 4. С. 61–84. <https://doi.org/10.35885/1996-1499-17-4-61-84>
- Кондратьев С.И. Гидрохимическая структура реки Чёрной (Крым) в 2012–2023 годах // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2024. № 4. С. 27–38. EDN OVGMMMS.
- Копий В.Г., Бондаренко Л.В., Тимофеев В.А., Подзорова Д.В., Ковалёва М.А. Макрозообентос мелководья Керченского пролива и прибрежной зоны Таманского полуострова (Азово-Черноморский бассейн) // Эко-системы. 2022. № 30. С. 69–83.
- Копий В.Г., Тимофеев В.А., Бондаренко Л.В., Подзорова Д.В., Гринцов В.А. Макрозообентос колоний полихеты *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923) в районе Керченского пролива (Азово-Черноморский бассейн) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2023. № 61. С. 113–133. <https://doi.org/10.17223/19988591/61/5>
- Лейбсон Р.Г. Количественный учёт донной фауны Мотовского залива // Труды ВНИРО. 1939. Т. 4. С. 127–198.
- Лисицкая Е.В. Сезонная динамика личинок видов-вселенцев у берегов Крыма (Чёрное море) // Биоразнообразие и устойчивое развитие: тез. Междунар. науч.-практ. конф. (Симферополь, 19–22 мая 2010 г.). Симферополь, 2010. С. 79–81.
- Лисицкая Е.В. Таксономический состав и сезонная динамика меропланктона в районе мидийно-устричной фермы (Севастополь, Чёрное море) // Морской биологический журнал. 2017. Т. 2, № 4. С. 38–49. <https://doi.org/10.21072/mbj.2017.02.4.04>
- Лисицкая Е.В., Щуров С.В. О нахождении личинок *Crassostrea gigas* (Thunberg 1793) (Bivalvia, Ostreidae) в Чёрном море // Зоологический журнал. 2024. Т. 103, № 5. С. 11–15. <https://doi.org/10.31857/S0044513424050028>
- Лосовская Г.В., Нестерова Д.А. О массовом развитии новой для Чёрного моря формы многощетинкового кольчатого червя *Polydora ciliata* sep. *limicola* Anpenkova в Сухом лимане (северо-западная часть Чёрного моря) // Зоологический журнал. 1964. Т. 43, № 10. С. 1559–1560.
- Лосовская Г.В., Синегуб И.А., Рыбалко А.А. Сравнение видового состава и количественного развития полихет обрастания и бентоса на примере Одесского порта // Морской экологический журнал. 2004. Т. 3, № 1. С. 51–58.
- Макаров А.К. О некоторых новых элементах в составе фауны черноморских лиманов в связи с судоходством // Доклады АН СССР. 1939. Т. 23, № 8. С. 818–821.
- Макаров М.В., Бондаренко Л.В., Копий В.Г., Ковалёва М.А. Макрозообентос гидротехнических сооружений в районах, различающихся по экологическим условиям у побережья Крыма (Чёрное море) // Экологический мониторинг и биоразнообразие. № 1 (11). 2016. С. 76–80.
- Макаров М.В. Новые данные по сезонной динамике качественного и количественного состава моллюсков в вершинной части Севастопольской бухты (Чёрное море) // Ruthenica: Русский малакологический журнал. 2018. Т. 28, № 4. С. 157–162.
- Макаров М.В., Бондаренко Л.В., Витер Т.В., Подзорова Д.В. Обрастания твёрдых искусственных субстратов в сезонном аспекте у побережья Севастополя (Юго-Западный Крым, Чёрное море) // Учёные записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2019. Т. 5 (71), № 2. С. 116–131.

- Макаров М.В., Витер Т.В. Пространственно-временные изменения в макрозообентосе устья реки Чёрной и вершины Севастопольской бухты (Юго-Западный Крым) // Учёные записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2021. Т. 7, № 4. С. 92–107.
- Маринов Т. Многочетинисты червеи (Polychaeta) – Фауна на България. София: Изд-во Българ. АН, 1977. Т. 6. 258 с.
- Маринов Т.М. Зообентосът от българския сектор на Черно море. София: Изд. Българ. АН, 1990. 195 с.
- Мезенцева И.В., Совга Е.Е. Самоочистительная способность экосистемы восточной оконечности Севастопольской бухты по отношению к неорганическим формам азота // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2019. Вып. 1. С. 71–77. <https://ecological-safety.ru/static/assets/files/2019/01/20190108.pdf>
- Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н., Алёмов С.В. Санитарно-биологические аспекты экологии Севастопольских бухт в XX веке. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. 185 с. <https://repository.marine.research.ru/handle/299011/1466>
- Миронов О.Г., Алёмов С.В., Щекатурина Т.Л., Осадчая Т.С., Соловьёва О.В., Бурдиян Н.В., Тихонова Е.А., Миронов О.А., Дорошенко Ю.В., Гусева Е.В., Муравьёва И.П., Витер Т.В., Волков Н.Г. Санитарно-биологические исследования прибрежных акваторий юго-западного Крыма в начале XXI века / под ред.: О.Г. Миронова, С.В. Алёмова; Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН. Симферополь: АРИАЛ, 2018. 276 с.
- Определитель фауны Чёрного и Азовского морей. Т. 1–3. Киев: Наукова думка, 1968. 437 с.; 1969. 536 с.; 1972. 340 с.
- Орленко А.Н. Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Grassostridae) как объект акклиматизации и основные этапы её трансплантации в Чёрное море // Зоологический журнал. 1994. Т. 73, вып. 1. С. 51–54.
- Орленко А.Н. Гигантская устрица (*Crassostrea gigas* Thunberg) как аллохтонный вид фауны Чёрного моря // Труды ЮГ НИРО. 2012. Т. 50. С. 129–133.
- Орлова М.И., Фенёва И.Ю. *Arcuatula senhousia* – Азиатская мидия // Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. С. 267–274.
- Пиркова А.В., Ладыгина Л.В., Холодов В.И. Биологические и биотехнические аспекты организации и функционирования устричного питомника на Чёрном море / Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН. Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 2020. 120 с. <https://doi.org/10.21072/978-5-6044865-3-5>
- Попов М.А., Щуров С.В. Находки молоди двустворчатого моллюска *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) в озере Донузлав и в Артиллерийской бухте (Крым, Чёрное море) // Морской биологический журнал. 2019. Т. 4, № 4. С. 97–99. <https://doi.org/10.21072/mbj.2019.04.4.10>
- Резниченко О.Г. Трансокеаническая аутоакклиматизация ритропанопеуса (*Rhithropanopeus harrisi*: Crustacea, Brachyura) // Труды Института океанологии АН СССР. 1967. Т. 85. С. 136–177.
- Ревков Н.К. Положение анадары в структуре макрозообентоса у берегов Крыма // *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906): функциональные аспекты инвазии в Азово-Черноморский регион. Севастополь; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2025а. С. 26–40.
- Ревков Н.К. К вопросу об участии анадары в межвидовых конкурентных отношениях // *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906): функциональные аспекты инвазии в Азово-Черноморский регион. Севастополь; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2025б. С. 41–48.
- Скарлато О.А., Старобогатов Я.И. Класс двустворчатые моллюски – Bivalvia // Определитель фауны Чёрного и Азовского морей. Киев: Наукова думка, 1972. Т. 3. С. 178–249.
- Тихонова Е.А., Соловьёва О.В., Алёмов С.В., Гусева Е.В., Витер Т.В., Кузьминова Н.С., Миронов О.А., Бурдиян Н.В., Дорошенко Ю.В. Влияние факторов среды на гидробионтов и их сообщества, вопросы самоочищения морских вод // Санитарно-биологические исследования прибрежных акваторий Крыма: современное состояние и многолетние тренды / под ред. С.В. Алёмова; ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН». Севастополь, М.: Товарищество научных изданий КМК, 2025. Ч. 3. С. 159–287.
- Ткаченко Ю.С., Тихонова Е.А., Витер Т.В. Динамика поселения моллюсков *Mytilaster lineatus* в черноморской акватории с различной степенью нефтяного загрязнения // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2025. № 1. С. 137–154. EDN YFOTIP.
- Шаловенков Н.Н. Распределение чужеродных видов зообентоса на шельфе Чёрного моря // Российский журнал биологических инвазий. 2021. № 4. С. 157–177.
- Шутова Н.М., Лосовская Г.В., Золотарёв В.Н. Зооценоз мидий как биотоп для интродуцированных видов // Экологічні проблеми Чорного моря. Одеса: ОЦНТЕІ, 2002. С. 298–301.
- Annenkova N. Polychaeten aus dem Reliktsee Palaostom (West-Kaukasus) und den mit ihm verbundenen Flüssen / D A N SSSR. 1929. No. 6. P. 138–140.
- Boltachova N.A., Lisitskaya E.V., Podzorova D.V. The population dynamics and reproduction of *Streblospio gynobranchiata* (Annelida, Spionidae), an alien polychaete worm, in the Sevastopol Bay (Black Sea) // Ecologica Montenegrina. 2015. No. 4. P. 22–28. <https://www.biotaxa.org/em/article/view/em.2015.4.5/16814>
- Boltachova N.A., Lisitskaya E.V., Podzorova D.V. Distribution of alien polychaetes in biotopes of the northern part of the Black Sea // Russian Journal of Biological Invasions. 2021. Vol. 12, no. 1. P. 11–26. <https://doi.org/10.1134/S2075111721010033>
- Grintsov V., Sezgin M. Manual for Identification of Amphipoda from The Black Sea. Sevastopol: Digit Print, 2011. 151 p.

- McDonald J.I., Wells F.E. Results of a 2007 survey of the Swan River region for four introduced marine species. Fisheries Research Report No 189. Western Australia, North Beach: Department of Fisheries, Western Australia, 2009. 24 p.
- Micu D., Micu S. A new type of macrozoobenthic community from the rocky bottoms of the Black Sea // International Workshop on the Black Sea Benthos. 18–23 April 2004. Istanbul-Turkey. 2004a. P. 75–88.
- Micu D. First record of *Musculista senhousia* (Brenson in Cantor, 1842) from the Black Sea // In: Abstracts of the International Symposium of Malacology (Romania, Sibiu, 2004). Sibiu, 2004b. P. 47.
- Munari C. Effects of the exotic invader *Musculista senhousia* on benthic communities of two Mediterranean lagoons // Hydrobiologia. 2008. Vol. 611, no 1. P. 29–43.
- Otero M., Cebrian, E., Francour P., Galil B., Savini D. Monitoring Marine Invasive Species in Mediterranean Marine Protected Areas (MPAs): A strategy and practical guide for managers. Malaga, Spain: IUCN, 2013. 136 p.
- Radashevsky V.I., Selifonova Zh.P. Records of *Polydora cornuta* and *Streblospio gynobranchiata* (Annelida, Spionidae) from the Black Sea // Mediterranean Marine Science. 2013. №14 (2). P. 261–269.
- Skolka M., Preda C. Alien invasive species at the Romanian Black Sea coast – present and perspectives // Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa». 2010. Vol. 53. P. 443–467. DOI: 10.2478/v10191-010-0031-6
- Styan C.A., McCluskey C.F., Sun Y., Kupriyanova E.K. Cryptic sympatric species across the Australian range of the global estuarine invader *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923) (Serpulidae, Annelida) // Aquatic Invasions. 2017. Vol. 12, no. 1. P. 53–65.
- Sun Y., Wong E., Keppel E., Williamson J.E., Kupriyanova E.K. A global invader or a complex of regionally distributed species? Clarifying the status of an invasive calcareous tubeworm *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) (Polychaeta: Serpulidae) using DNA barcoding // Marine Biology. 2017. 164:28. DOI 10.1007/s00227-016-3058-9
- WoRMS Editorial Board. World Register of Marine Species. 2026. Available from <https://www.marinespecies.org>. Accessed 2026-03-16.
- Zhulidov A., Kozhara A., Son M.O., Morhun H., Velde G. v. d., Leuven R.S., Santiago-Fandino V., Nalepa V. Additional records of the bivalves *Mytilopsis leucophaea* (Conrad, 1831) (Dreissenidae) and *Arcuatula senhousia* (Benson, 1842) (Mytilidae) in the Ponto-Caspian region // Bioinvasions Records. 2021. Vol. 10, no. 1. P. 119–135. <https://doi.org/10.3391/bir.2021.10.1.14>
- Zibrowius H. Les especes Mediterraneennes du genre *Hydroides* (Polychaeta Serpulidae). Remarques sur le pretendu polymorphisme de *Hydroides uncinata* // Tethys. 1971. Vol. 2. P. 691–746.

ALIEN SPECIES IN THE ZOOPERIPHYTON OF SEVASTOPOL BAY (BLACK SEA, CRIMEA)

©2026 Boltachova N.A.*, Revkov N.K.***, Podzorova D.V.***, Grintsov V.A.****

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of the RAS, Sevastopol

e-mail: *nboltacheva@mail.ru, **nrevkov@yandex.ru, ***d.podzorova91@yandex.ru, ****vgrintsov@gmail.com

In the period of 2023–2025, the formation of a periphyton community was observed on the surfaces of hydraulic structures in the Inkerman Port area of Sevastopol Bay. A total of 81 macrofaunal species were identified, 10 of which (12%) are alien to the Black Sea. Six of the 18 dominant species in the community (33%) are alien. During the three-year observation period, the density and biomass of both native and invasive species were increasing. By 2025, invasive species accounted for 32% of the total density and 64% of the total biomass. Particularly high quantitative values were recorded for *Magallana gigas* (Thunberg, 1793), *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923), *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) and *Polydora cornuta* (Bosc, 1802). A fully established natural aggregation of *M. gigas* was recorded in the Black Sea for the first time, resulting in a new biocenosis dominated by the giant oyster in terms of biomass. Its maximum biomass value reached 7,387 g/m². In terms of density, *F. enigmaticus* was the second species in this biocenosis after the native *Mytilaster lineatus*, with a maximum density of 117,150 individuals per square meter. Taking the mass of the worm tubes into account, this species was also subdominant in terms of biomass (1,176 g/m²). The invasive bivalve *Arcuatula senhousia* (W.H. Benson, 1842) was discovered for the first time near the coast of the Black Sea in Crimea (Sevastopol Bay). The maximum density of this species (875 individuals per square meter) in the established by them colony goes beyond previously documented values in the Black Sea.

Keywords: alien species, fouling, *Arcuatula senhousia*, *Magallana gigas*, *Ficopomatus enigmaticus*, *Hydroides dianthus*, the Black Sea.