

СУКЦЕССИЯ В СООБЩЕСТВЕ ОБРАСТАНИЯ НА ЗАГРАДИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО ОКЕАНАРИУМА

В акватории океанариума "Акварин" (Севастопольская бухта) с ноября 1996 по ноябрь 1997 гг. исследовали сукцессию и динамику сообществ обрастания на рамках с сетями. Определены 32 вида беспозвоночных, относящихся к 11-ти крупным таксонам. Выявлена динамика их численности в разных точках как внутри, так и снаружи океанариума. Оценена роль сетевых защитных сооружений океанариума как дополнительного субстрата для оседания и развития организмов-фильтраторов в экологически перегруженном районе Севастопольской бухты. Выявлено различие в заселении беспозвоночными рамок с сетями внутри и снаружи океанариума.

Севастопольский океанариум "Акварин" размещается в одной из Севастопольских бухт – Артиллерийской (рис. 1 А) и представляет собой участок моря 60×31 м, отгороженный от моря специальными свайно-тросовыми системами, обтянутым рыболовной сетью. Участок разгорожен на вольеры-бассейны (рис. 1Б), в которых во время наших исследований содержалось 13 млекопитающих. Для оценки экологической нагрузки на столь ограниченную акваторию укажем лишь, что в сутки животные потребляют 10 кг корма – резанной мороженой рыбы.

Наибольшая глубина в бассейнах океанариума 5.2 м; водообмен осуществляется как естественным путем, так и за счет принудительной прокачки. В номинальном режиме откачивается до 400 м³/ч, что позволяет обеспечить кратность принудительного водообмена 1,7 объема в сутки в дополнение к естественному.

Акватория океанариума защищена от плавающего в бухте мусора и нефтепродуктов гибким резиновым ограждением, погруженным на 1.5 м (надводная часть 0.5-0.7 м). Поступающая извне вода проходит через многослойные сетевые ограждения, заселенные организмами обрастания. Океанариум расположен вблизи стока в бухту ливневых вод и причалов морского транспорта, поэтому акватория загрязнена практически всем, что способен "дать" морю промышленный город [2, 3].

Цель настоящей работы – изучить сукцессию сообщества обрастания на заградительных конструкциях Севастопольского океанариума.

Материал и методика. Нами исследована динамика оседания беспозвоночных-обрастателей и сукцессия сообщества на капроновых сетях, идентичных заградительным сетям океанариума. Для этого сети натягивали на железные рамки 50×50 см; размер ячеек сетей 60 мм. Рамки выставили в ноябре 1996 г., и заменяли одновременно в 4 местах: по 2 с внешней (0 и 4 м) и внутренней (0 и 4 м) стороны ограждения вблизи арены. Всего исследовано 96 рамок.

Для изучения сукцессии обрастания в ноябре 1996 г. на внутренней акватории океанариума на глубине 1.5 м дополнительно было выставлено 12 рамок. Начиная с января 1997 г., каждый месяц изымали по одной рамке для исследования сукцессии одновременно с рамками по исследованию динамики оседания.

По окончании эксперимента рамки с обрастаниями помещали в целлофановые мешки, а затем переносили в прозрачную кювету с черным дном. На живом материале учитывали число особей и определяли видовую принадлежность организмов-

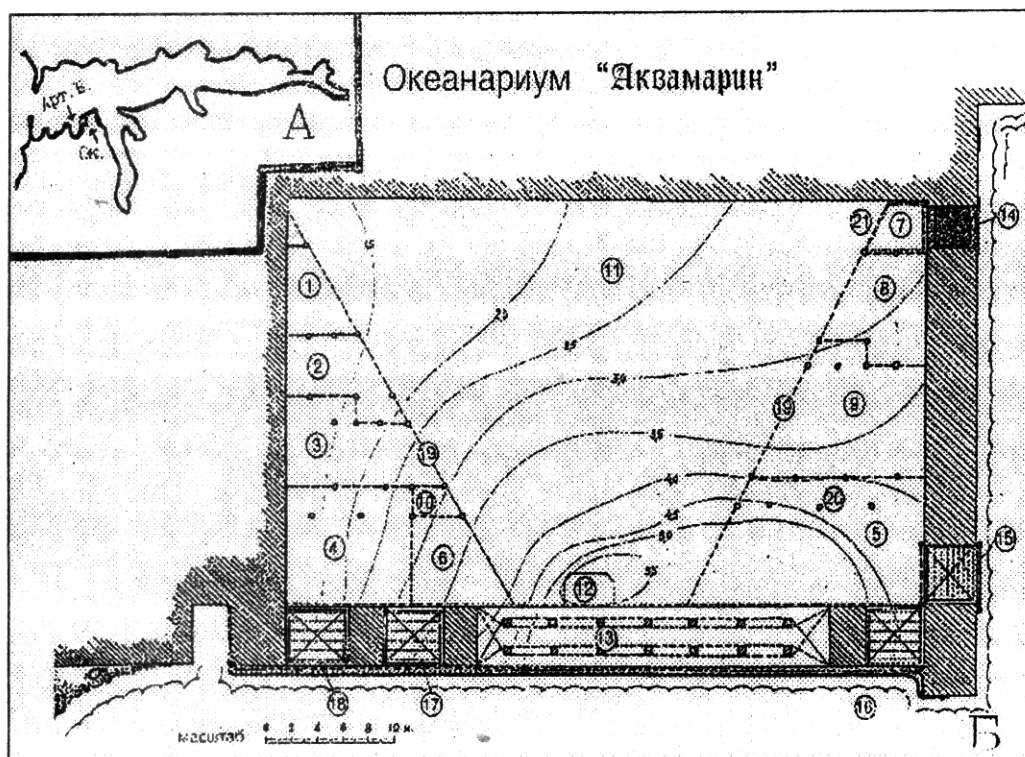


Рис. 1 Схема расположения океанариума "Аквумарин" в Севастопольской бухте (а) и размещения бассейнов океанариума с указанием глубины (б):

Арт.Б. – Артиллерийская бухта; Ок. – Океанариум "Аквумарин"; 1 - 10 – вольеры для животных; 11 – бассейн-арена; 12 – помост для выступлений; 13 – бетонные сваи; 14 – гравийный блок-фильтр; 15 - 18 – сетевые блок-фильтры; 19 – тросово-сетевое ограждение с цепной загрузкой; 20 – сваи (металлические трубы); 21 – дополнительная мелкоячеистая сетевая сетка.

Fig. 1 Scheme of the oceanarium "Aquamarin" arrangement in the Sevastopol Bay (a) and placing of the oceanarium pools with indication:

Арт.Б. – Artilleriyskaya Bay; Ок. – Oceanarium "Aquamarin"; 1-9 – enclosures for marine mammals; 10 – lobby – lock; 11 – pool arena; 12 – platform for appearances; 13 – concrete piles; 14 – gravel block-filter; 15-18 – net block-filters; 19 – rope-net barrier with chain loading; 20 – piles (metallic tubes); 21 – additional small cell net.

обрастателей, как седентарных, так и вагильных. Для последующего уточнения видовой принадлежности некоторых животных помещали в 70% спирт.

Число относительно мелких (до 5 мм) седентарных обрастателей, образующих большую плотность заселения, определяли на 4-х типичных квадратах сетей 10×10 см и рассчитывали на 1м². Для колонияльной мшанки *Lepralia pallasiana* рассчитывали относительную площадь обрастания в процентах от общей площади сетей.

Результаты и обсуждение. На вновь поставленных рамках с сетями было отмечено сообщество из 32 видов, относящихся к следующим таксонам: гидроидные полипы –1 вид, актинии –1, усногие раки –1, десятиногие раки –1, равноногие раки –4, разноногие раки –8, панцирные моллюски –1, брюхоногие моллюски –10, двустворчатые моллюски –2, мшанки –1, асцидии 2 вида.

Значительную долю сообщества на рамках (около 44% от общей численности) составляли подвижные формы: брюхоногие моллюски, многощетинковые черви, равноногие раки, разноногие раки и др. В отдельные месяцы население сетей целиком состояло из этих животных.

По [1, 6], в сообществе обрастания заградительных сетей доминируют седентарные формы: усоногие раки, гидроидные полипы, двустворчатые моллюски, оболочники и др. В нашем материале значительную долю в процентном отношении по численности составляли устойчивые к загрязнению виды: многощетинковый червь *Polydora ciliata* (22,28%), асцидия *Molgula euprocta* (24,28%), многощетинковый червь *Spirorbis* sp. (15,54%), тогда как мидия (*Mytilus galloprovincialis*) и усоногий рак баянус (*Balanus improvisus*) составили всего 3,07% от общей численности. Малая доля седентарных видов – мидий, баянусов, гидроидов, мшанок и др. не типична для сообщества обрастания. Эти факты указывают на обедненность фауны и нарушение типичного процесса формирования обрастания в районе исследования.

Наличие заградительных сетей океанариума, стоявших уже 4 года, оказывает определенное влияние на заселение рамок донными беспозвоночными. Сообщества сетей четырехлетней давности экспозиции могут выступать как фоновые по отношению к вновь выставленным рамкам.

Представляет интерес подробнее рассмотреть население этих сетей. На наружной и внутренней заградительных сетях, выставленных в 1992 г., в сообществах обрастания выявлена разница в соотношении видов по биомассе. Так, наружная сеть обросла сплошной щеткой мидий, в то время как на внутренней сети, наряду с мидиями, значительную долю составляли другие организмы. К их числу в первую очередь относится двустворчатый моллюск *Mytilaster lineatus*, а также губки, мшанки, многощетинковые черви, усоногие раки.

Характеристики сообществ на рамках, выставленных на наружной и внутренней сетях, как по сравнению с обрастанием четырехлетней давности, так и между собой, резко различаются по некоторым параметрам. Так, видовое разнообразие сообществ, выраженное как индекс "D" по Симпсону, на рамках внутри океанариума составило 4,81 на 0 м и 5,18 на 4 м, тогда как на рамках наружной сети соответственно 3,18 и 1,82. Показатель видового разнообразия на раме оказался наименьшим, несмотря на более высокую численность беспозвоночных в этом месте.

Снаружи океанариума значительную долю в обрастании рамок с сетями занимали виды, устойчивые к загрязнению: многощетинковый червь *P. ciliata* и оболочник *M. euprocta* (табл.). На рамках в точке размещения 3 и 5, расположенных на сети внутри океанариума, наряду с этими видами, значительная доля по численности принадлежала брюхоногим моллюскам *Rissoa splendida* и *Gibbula adriatica*. На одной из внутренних площадок значительную долю составлял равноногий рак *Naesa bidentata*.

Неожиданным оказалось распределение на рамках усоногих раков – баянусов. Известно [1, 5], что поздние личинки усоногих раков – циприсы стремятся к оседанию рядом с взрослыми особями своего вида. Численность взрослых *B. improvisus* была выше на внутренней заградительной сети океанариума. Однако молодь больше осела на рамки, расположенные на внешней сети в зоне мидийной щетки. Так, на рамках, расположенных внутри океанариума, за год осело баянусов 2,27 экз/м², тогда как снаружи океанариума – 10,5 экз/м².

Эти данные согласуются с результатами исследования численности пелагических личинок баянусов. Уменьшение численности личинок и осевшей молодежи баянусов внутри океанариума, вероятно, обусловлено наличием мидийной щетки на наружной заградительной сети океанариума, действующей как биофильтр.

Молодь мидий более активно заселяла рамки, расположенные на внешней заградительной сети, т.е. вблизи щетки взрослых мидий. Неравномерное заселение рамок снаружи и внутри океанариума отмечено также и для других видов.

Таблица Процентное соотношение числа особей видов донных беспозвоночных на четырех точках размещения в сумме за год
Table Proportion of bottom invertebrates species specimens in four points calculated for the year

Вид	Внешняя сторона заградительной сети		Внутренняя сторона заградительной сети	
	0 м	4 м	0 м	4 м
<i>Actinothoe clavata</i>	—*	0.3	7.3	1.4
<i>Polydora ciliata</i>	3.8	67.3	1.8	32.0
<i>Spirorbis sp.</i>	—	—	—	19.1
<i>Balanus improvisus</i>	14.2	1.3	1.2	1.9
<i>Naesa bidentata</i>	8.5	0.3	35.8	0.5
<i>Idotea baltica basteri</i>	1.0	0.4	12.1	1.9
<i>Synisoma capito</i>	0.3	0.2	3.0	4.6
<i>Rissoa splendida</i>	4.7	1.8	16.7	21.8
<i>Tricolia pulla</i>	—	0.5	1.2	1.0
<i>Gibbula adriatica</i>	0.3	0.7	4.2	7.8
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	5.6	0.5	—	0.1
<i>Facelina auriculata</i>	8.8	0.1	0.6	—
<i>Nana donovani</i>	—	1.0	—	0.5
<i>Mytilaster lineatus</i>	—	0.1	0.6	0.5
<i>Mohrensternia parva</i>	0.3	0.2	0.6	0.5
<i>Tritia reticulata</i>	—	0.1	—	0.3
<i>Molgula euprocta</i>	52.1	25.3	9.7	19.5

* Прочерк (—) означает отсутствие вида в данном эксперименте.

Для равноногого рака *Idotea baltica basteri* и актинии *Actinothoe clavata* более предпочтительными оказались рамки, расположенные на внутренней сети. Для брюхоногого моллюска *Facelina auriculata* и равноногого рака *Synisoma capito* более привлекательными были рамки, размещенные на наружной сети.

Таким образом, заградительные сети как искусственные рифы, подобно причалам, молам, буям, мидийным коллекторам и т. д., обеспечивают новые экологические ниши для заселения беспозвоночными, тем самым увеличивая видовое разнообразие. Из-за различного соотношения организмов в сообществах на внешней и внутренней сетях обрастание на вновь поставленных рамках внутри и снаружи от океанариума также различно. Выяснено, что население заградительных сетей с четырехлетним обрастанием почти целиком состоит из организмов-фильтраторов, которые, очищая воду, способствуют сохранению разнообразия жизни в бухте.

Изучая сукцессию сообщества обрастания в Севастопольской бухте, В.Д. Брайко [1] установила, что до достижения стадии климакса оно проходит 4 стадии: доминирование гидроидного полипа *Obelia loveni* (январь-апрель), преобладание усоногих раков *B. improvisus* (конец апреля-май), массовое развитие оболочника *Botryllus schlosseri* (июнь-октябрь) и, наконец, доминирование мидий с выходом на климаксное сообщество (с ноября).

Наши исследования выявили иной характер сукцессии. Первые 7-8 мес. эксперимента с ноября 1996 по май-июнь 1997 гг. отмечены хаотичным колебанием числа видов (от 6 до 9) в заселении рамок (рис. 2). Индекс видового разнообразия по Симпсону "D" в этот период практически не изменялся, колеблясь в пределах 1,01-1,41. До июня по численности доминировал многощетинковый червь *P. ciliata*. В июне по численности его сменил многощетинковый червь *Spirorbis sp.* Доля указанных для этого периода доминирующих видов (*O. loveni*, *B. improvisus*, *B. schlosseri*, *M. galloprovincialis*) [1] в обрастаниях океанариума была ничтожна - не более 1,27%.

Начиная с июня-августа по ноябрь 1997 г., в процессе формирования сообществ произошли резкие перемены. Число видов беспозвоночных обрастания постепенно

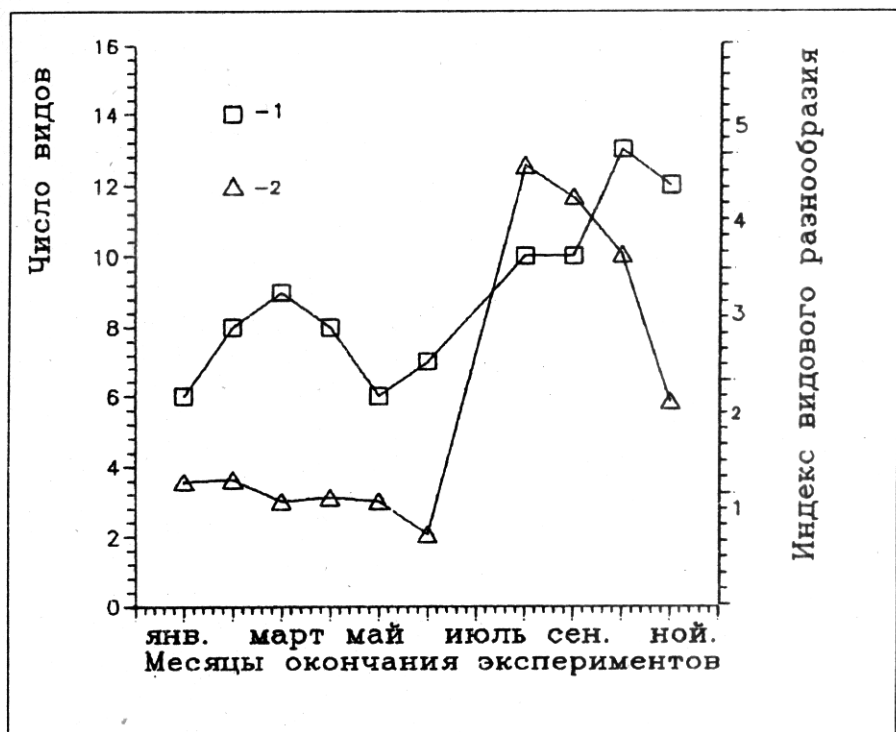


Рис. 2 Колебания числа видов и индекса видового разнообразия "D" в экспериментах в 1997 г. (указаны месяцы окончания экспериментов). Начало экспериментов в ноябре 1996 г. Обозначения: 1 – число видов, 2 – значения индекса видового разнообразия "D".

Fig. 2 Fluctuations of species number and species diversity index "D" in experiments in 1997 (months of the experiments completion are indicated). Beginning of ones was in November, 1996. 1 – species number; 2 – species diversity index "D".

возрастало – с 7 до 13. Индекс видового разнообразия "D" составил первоначально 4,83, а затем постепенно снизился до 2,25. Заметно увеличилась доля баянусов, мидий и митилиастеров, асцидий *M. euprocta*, актиний *A. clavata*, мшанки *L. pallasiana*. Таким образом, седентарные виды заняли доминирующее положение, и сообщество в целом приобрело вид, характерный для обрастания.

В проведенных экспериментах в заселении и развитии на субстрате обрастателей особенно велика была роль сезонности, накладывающейся на сукцессию. Так, первые 7-8 месяцев колебания числа видов и соотношения их численности объясняются сезоном оседания и развития, как в случае с *P. ciliata* и *Spirorbis sp.* Отчасти это касается возрастания индекса видового разнообразия "D" = 4,49 в августе, обусловленное появлением в сообществе в это время года *M. euprocta* и *S. capito*. Однако по доминирующим видам сообщества – баянусу, мидии и митилиастеру, а также обычным седентарным видам *L. pallasiana* и *M. euprocta*, начиная с августа-сентября, сукцессия стала более или менее выраженной.

Выводы. 1. Определен состав массовых видов сообщества обрастания в экологически перегруженной акватории Артиллерийской бухты (Севастополь). Значительную долю составляют виды, устойчивые к загрязнению. 2. Заградительные сети океанариума "Аквармарин", действуя как искусственные рифы, обеспечивают новые экологические ниши для поселения беспозвоночных, что способствует увеличению видового разнообразия и процессам мелиорации среды. 3. Сообщества обрастания на

внутренней и внешней заградительных сетях океанариума отличаются по соотношению биомассы массовых видов. Обрастание на вновь поставленных рамках внутри и снаружи от океанариума также различно, что свидетельствует о значительной роли ограждения в формировании обрастания. 4. На вновь выставленных субстратах первые 7-8 мес. с начала эксперимента не наблюдается упорядоченной сукцессии сообществ. По окончании этого периода она приобретает определенный характер, выражающийся в постепенном увеличении численности седентарных видов. Продолжительность сукцессии в экологически нагруженных участках моря более длительна.

Авторы выражают благодарность директору океанариума "Акварин" Д.Т.Н., к.б.н. Журиду Б.А. за оказанную помощь в проведении исследований и сборе материала.

1. Брайко В.Д. Обрастание в Черном море. – Киев: Наук. думка, 1985. – 123 с.
2. Миронов О.Г., Кирихина Л.Н., Дивавин И.А. Санитарно-биологические исследования в Черном море. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 115 с.
3. Петров А.Н., Алимов С.В. Распределение, количественные характеристики и показатели состояния зообентоса в бухтах, различающихся по степени загрязнения // Ихтиофауна черноморских бухт в условиях антропогенного воздействия. – Киев, 1993. – С. 25 - 45.
4. Халаман В.В. Закономерности развития сообщества обрастания на искусственных субстратах при промышленном выращивании мидии съедобной (*Mytilus edulis* L.) в Белом море: Автореф. дис....канд. биол. наук. – СПб., 1993. – 25 с.
5. Crisp D. Surface chemistry and life in the sea // Chem. and Ind. – 1975. – № 5. – P. 187 - 193.

Институт биологии южных морей НАНУ,
г. Севастополь

Получено 26.04.2000

V.A. GRINTSOV, V.N. IVANOV

SUCCESSION OF THE FOULING COMMUNITY ON PROTECTING CONSTRUCTIONS OF THE SEVASTOPOL OCEANARIUM

Summary

The seasonal change and succession of fouling community inside and outside of the Sevastopol oceanarium were studied during the whole year (1996-1997). Taxonomic composition including 32 species belonging to 11 high taxons of bentic invertebrates was determined. The significance of the artificial constructions containing mussels settlements was revealed. They play the important ecological role as the biological filter for the region with heavy antropogen pollution. The declaration of succession of the Sevastopol oceanarium region was observed.