

МОРСКИЕ КАМНЕТОЧЦЫ И ЗАЩИТА ОТ НИХ

Е.М. Лебедев

Морские камнеточцы многочисленны, их видов гораздо больше, чем издревле известных древоточцев. Занимая экологически промежуточное место между обрастателями твердых поверхностей и бентосом, они играют важную роль в динамике берегов, преобразовании и переносе веществ в море. Их не замечаемая людьми деятельность и оставляет геологические следы, и ведет подчас к быстрым тяжелым последствиям. Изучение их природных очагов, экологии и возможностей ущерба очень важны при освоении шельфа и глубин для проектирования и эксплуатации сооружений [12, 15-18, 24].

Камнеточцы разрушают илы, глины, сланцы, мергели, известняки, ракушечник, мшанковые и коралловые рифы, конгломераты, многие метаморфизованные породы, гранит, бетон. Химическое разрушение идет быстро там, где микробиологические и биохимические процессы локально меняют реакцию среды.

Растительные организмы на камнях бывают двух групп: эпилитические и эндолитические (разрушают камни химическим путем).

Цианобактерии (синезеленые водоросли) изучены лучше других прокариот. Их метаболиты, особенно органические кислоты, растворяют и разрыхляют камни. Немногочисленные роды литобионтов имеют массовое распространение, дальневосточные *Chroococcidioxis*, *Plectonema* разрушают даже гранитоидные породы, а *Dalmatella*, *Hyella*, *Kyrtutrix*, *Solentia*, *Normatonema*, *Mastigocoleus* - лишь известьсодержащие - от супралиторали до сублиторали. Наименьший диаметр их ходов - 0,006 мм, глубина - до 30 мм [4, 31, 38].

Зеленые водоросли эукариоты *Gomontia*, *Tellamia*, *Ostreobium*, *Phaeophylla* разрушают кальцийсодержащие субстраты: у о-ва Ямайка пластины исландского шпата за 3 месяца [9, 13, 37].

Бурые водоросли *Fucus* и некоторые стадии красных *Porphira* матируют поверхность камня органами прикрепления [12, 29].

Я не нашел данных о морских грибах-камнеточцах. Но в 1952 г я в Очакове и позже В.О. Калининко в Севастополе наблюдали быстрое растворение известковых домиков баянусов гифами грибов.

О лишайниках-камнеточцах данных нет. Но их тела слагают синезеленые или зеленые водоросли и грибы, выделяющие химически разрушающие камни вещества на суше. Видимо, и в море также.

Подводные высшие морские растения камень не разрушают.

Беспозвоночные морские животные-камнеточцы изучены лучше.

Простейшие Foraminifera способствуют разрушению рифов прочными внешними скелетами, проникая в щели и поры рифа с прибойной стороны [47]. Я считаю эту эрозию пассивно-гидродинамической (см. о морских ежах). Не менее прочные (из SrSO_4) колючие скелеты обитателей приповерхностных вод *Acantharia* могут лишь посмертно служить абразивом, так как живые эти протисты уходят на глубины при малейшем волнении морских вод.

Сверлящие губки разрушают известь камня действием своих странствующих клеток-амебоцитов. Насильнейшие разрушители (род *Cliona*) пронизывают множеством мелких ходов камни и раковины живых моллюсков. Скелеты клион кремневые, и ненужные им частицы извести они отделяют действием CO_2 и удаляют усилиями клеток. В СССР клионы обитают в Черном, Белом, Баренцевом и в дальневосточных морях. В Черном и Белом морях я находил их на глубинах от 1 до 65 м, длина их ходов - до 60 мм. Клионы способствуют обламыванию веток кораллов; заносимые на новые места полипы приживаются. В итоге на атолле Эниветок губки разрушают от 0,25 до 22 кг/м в год [23, 34].

Многощетинковых червей-камнеточцев в СССР лишь два рода. *Lisidice ninetta* живет в обростах и щелях камней, сверлит раковины (по моим наблюдениям, и мергеля в Черном море). Личинки расселяются с июля по сентябрь. Личинки массовой *Polidora ciliata* оседают вблизи взрослых особей, что, как у обрастателей, способствует размножению. Осев, личинки приклеивают к субстрату U-образную трубку из частиц диаметром до 4 мм. У подвида *P. ciliata limicola* и взрослые особи остаются обрастателями: я видел в Ильичевске (Черное море) на судах "шубу" из ее трубочек высотой более 2 см. *P. ciliata*, построив личиночную трубку, начинает сверлить камень, используя кислый секрет брюшных желез. Щетинки 5-го членика тела помогают очистке норки и механическому сверлению кислотоупорных субстратов. Этот вид в Черном море живет на глубине 0,4-30 м в ракуше, известняке, мергеле и в раковинах раковотшельников (как комменсал). Он и близкие к нему *P. websteri*, *P. socialis* в морях Атлантического и Тихого океанов, селясь массами, быстро эродировать скалы [3, 10, 13, 28, 32, 35].

Сипункулиды в полносоленых морях сверлят илы, глины, кальцийсодержащие субстраты роговыми и обызвествленными сосочками и секретом эпидермальных желез, не изменяя pH [13, 23, 34, 39].

Мшанки-камнеточцы изучены слабо (из 50 видов описана анатомически 1/3).

Живут во всех морях, но из-за малых (0,2-1 мм) размеров их находят обычно в скелетах более крупных животных. В отряде Cheilostomata Penetrancia сверлит кальциевые субстраты, выделяя ионы фосфатов. Из Stenostoma мшанки Immergencia, Harmeriella, Nuphorella, Terebriroga сверлят рифы с помощью терки. Последние две разрушают и неизвестковые субстраты [13, 19].

Улитки Littorina соскребают водорослевый оброст и с ним до 6 т/га песчаника в год. Флоридская Syrphonaria - слой до 2 мм размягченного синезелеными камня, растворяя цементирующий породу арагонит выделениями, снижающими рН. Patella ночью счищает водоросли на 1 м в окружности от постоянного места дневного отдыха, где от пассивного трения нижнего края конуса раковины при прибое вырезается в камне шрам-кольцо [19, 42, 46].

Двустворчатые моллюски - самые мощные и крупные разрушители природного и искусственного камня. В морях СССР представлены все пять родов самых опасных камнеточцев отряда Amyaria, которым исчезновение связки створок - лигамента обеспечило наибольшую подвижность органа сверления - раковины. В Черном море из-за историко-геологических, геоморфологических и эколого-гидрологических причин процент видов камнеточцев и древоточцев в фауне наивысший [13, 14, 18, 19] в мире. В это море при периодическом осолонении неоднократно вселялись средиземноморские камнеточцы; в карангатское время - даже Hyatella arctica. После последнего опреснения Барнеа - в витязевское время (а позже, в каламитское, - и в Азовское), Pholas, Gastrochaena, Petricola - в предшествующее современному джеметинское [18, 21]. Поэтому в камнях встречаются и "ископаемые" норы, и раковины.

Раковины фолалид широко зияют спереди, где их округлый конец эксцентрично дополняет присоска - подошва ноги. Ее мощные мышцы прикреплены к рычагам - апофизам - остистым выступам внутри створок. Извне створки спереди - радиально-зубчатые, сзади - волнистые. Они скреплены двумя мускулами-замыкателями; сокращение переднего раскрывает раковину сзади, заднего - спереди. Поочередное раскачивание створок вверх-вниз и по дуге назад расверливает убежище в глубину; концентричные морщины задней части раковины и сифоны вышлифовывают узкий задний конец норы. Известны повреждения не только ила, глины, мергеля, известняка, песчаника, но бетона в Панаме и кирпича доков Калькутты [25]. Повреждая бетонную облицовку деревянных свай, фолалды открывают доступ древоточцам и грибам; в железобетоне - к гидрату окиси кальция бактериям, водорослям и губкам, а к металлу - возбудителям коррозии и биокоррозии. Pholas dactylus - массовый вид в Атлантике и Средиземноморье при солености более 17‰, разрушает даже гнейс, который тверже его

раковины [13]. У Севастополя личинок находили у уреза воды устья р. Черной в глинистом илу [8]. Длина раковин черноморских фолад - до 8 см, диаметр - до 2 см, глубина нор - до 30 см (в Англии - 50 см). Они обычны на глубине 0,2-15 м, там, где их не заносит песок и галька.

Barnea candida живет при солености выше 8‰. Раковина спереди замкнутой, чем у фолады, и с меньшим числом спинных табличек. Я находил ее в илах Азовского моря, у Ейска, и к северу от Одессы, где она провоцировала оползни берегов, а также в мергелях и известняках на глубинах от 0,1 у закрытых и до 26 м у открытых берегов Крыма и Кавказа. В смешанных с фоладой поселениях свыше 2000 экз./м² они ускорили абразию берега у Сочи на 2 порядка - до 10 см/год [7, 12, 14, 19].

Gastrochaena dubia причиняет наименьший ущерб: ее размеры до 12x7 см, норки не глубже 20 мм, плотность до 400 экз./м² [13, 14].

В Калифорнии фолადиды сверлят диатомовый песчаник, содержащий лишь 0,7 CaCO₃, со скоростями: *Chasea* за 15 месяцев углубила норы с 13 до 30 см, а *Parapholas* за год - лишь на 2,5 см. Самые крупные фоладиды *Zirfea* сверлят мягкие породы [13, 40].

Penitella (=Pholadidea) - "морское сверло" живет в сланцах, глинах, ракушечнике в Японском море. Полагают, что осевшая молодежь обрабатывает 6-8 часов ракушу выделениями мантийного края, а затем 24-мя движениями раковины в час счищает ее зубчиками раковины на 1,5 мм за 2 месяца для стартовой норки, а взрослые углубляют норку за год до 30-50 мм [6].

Petricola lithophaga в Черном и Средиземном морях и в Атлантике механически бурит глины, известняки, ракушечники и песчаники, чаще поселяясь в углублениях. Радиальные ребра раковины пересекают кольца роста, как насечки напильника; задние ретракторы ноги движут раковину вперед-поперек неглубокой и сплюснутой с боков норки. В XIX в. из США в Европу завезли (я полагаю, в обросте судов) и *P. pholadiformis* [13, 27].

Nyatella arctica живет при солености свыше 28‰ на глубине 1-60 м. Она распространилась (как я полагаю, в обростах плавника и плавучестей) всюду, кроме тропиков. В СССР часто была найдена в обростах судов [13], а в Калифорнии - в обросте пластин [6]. Раковина до 25 мм изменчиво-прямоугольной формы, зияющая спереди и сзади. Концентричные морщины периостракума растачивают нору при закрытии сифонов, упертых в ее стенки [6]. При численности до 2500 экз./м² и глубине нор до 4 см абразия берега *N. arctica* до 1,3-10 мм в год [6, 13].

Медленно сверлят камни виды трех родов митилин семейства *Lithophagidae*: морской финик *Lithophaga*, калифорнийская *Botula* (*Adula*), *Gregariella*. Предполагали, что

бурение происходит химическим способом - кислыми выделениями передней мантийной железы [6, 20]. Позже нашли мукопротеин, ионно-обменно связывающий кальций [19, 22, 23]. В настоящее время доказывают, что бурение механическое - движениями взад-вперед мелкоисчерченного конхиолинового периостракума раковины [30, 48]. У берегов Югославии я находил до 4000 экз./м² литофаг размерами до 66x14 мм в норах 120x16 мм и с потерей камнем до 25% массы. По S.T. Trudgill [23, 46] начальная скорость сверления (9 мм/год) увеличивается с возрастом. Так как гантелевидные отверстия нор горизонтальны, и считая, что сверление идет на боку, К.Н. Kleemann [36] помещал литофаг на свету в стеклянные трубочки диаметром на 2 мм шире их поперечника и часто видел отклонения сифонов на 90° или повороты раковин на 180° (при 45° их биссус обрывался); молодь до 20 мм длиной могла покидать трубочки. Раньше считали дыхание двустворок неравномерным, изучая его на свету в стеклянных закупоренных сосудах. Я же помещал синдесмию в темный грунт, освежал воздух сосудов Баркрофта, и она прекращала беспорядочные движения и равномерно дышала [11]. Молодь литофаг видели в норах и раковинах погибших старых особей [36]. Я находил в одной норе и фолад до 10 экземпляров, удесятеривших разрушения [17], видел рост в чужих норах и углублениях хиателлы, гастрохены, ранее принимавшегося за камнеточца *Venerupis*, а также *Mutilaster*.

Ракообразные усконогие *Liyhotrya* повреждают сланцы, ракушу, известняк. Равноногие *Sphaeroma* в Новой Зеландии повредили наброску под молами, вызвав миллионные убытки [25].

Иглокожие разрушители камня - морские ежи *Camarodonta*. Считают, что в массовом семействе *Strongilocentrotidae* пурпурный еж *Strongilocentrotus purpuratus* сверлил даже стальные сваи в Калифорнии [1, 25]. *Geterocentrotus* в прибое на рифах Тихого и Индийского океанов толстыми зубчатыми иглами роет пещерки; массовый крупный скальный еж *Paracentrotus lividus*, живя в Атлантике в прибое, иглами и зубами повреждает скалы, но в Средиземноморье же, живя в более тихих местах, не роет нор, а накрывается водорослями, морской травой, легкими ракушками [1, 13, 35, 46]. Я наблюдал в Адриатике, у Дубровника, скопления этого ежа на наклоненных на юго-запад плитах. Там при обилии обрывков водорослей, пластика и другого мусора в постоянной затиши у форта не было ни одного "прикрывшегося" ежа. По мере приближения к гавани, где сильнее и чаще набегали на плиты волны и с моторных судов, и с моря, появились "прикрытые" ежи и их количество быстро увеличивалось. Полагаю, что "мода прикрытия" обусловлена вовсе не поведенчески, а гидродинамически. Их "сверлящая деятельность" (а может быть, и других вышеуказанных видов) подобна пассивному "сверлению" фораминифер. "Норовая мода" части атлантической популяции у открытых берегов [1]

объяснима тем, что в прибое и штормовом накате уцелевают ежи, попавшие в ямки-убежища. В Черном море из-за пониженной солености ежей нет, но у "мыса бурь" - Тарханкута находят в зоне прибоя много подобных ежиным нор и "котлов", внутри которых лежат округлые камни, пассивно и незаметно для людей растачивающие эти ямки во время штормов [5]. Две природные неживые модели объясняют обе "моды" скального ежа (в значительной мере может быть и других вышеупомянутых видов), тем более что в аквариумах и в природе круглосуточные наблюдения сверления не выявили.

Для других групп ежей доказана абразия поверхности камня при выгрызании из него в пищу мелких сверлящих организмов. Хищный *Echinus esculentus*, выедая молодь массового червя-камнеточца полидоры из норок в мергелях, мелах, песчаниках у Гельгоlanda в море на глубине 5-20 м и в аквариумах при плотности 1-7 экз./м², увеличивает эрозию скал до 1 см/год, а без взаимодействия с полидорой в аквариуме крупный еж за сутки может абрадовать лишь 5 см³. Этот еж питается также мшанками, губками, корковыми водорослями, морской капустой. Он не может выесть полидору, если она осядет в норы двустворок, а она в этих норах значительно усиливает биоразрушение камня. Другой массовый еж *Arbacia*, пожирая губок клион, в 3 раза быстрее стачивает поверхность, чем клионы без него [35]. Интересно, что наблюдения за *Echinus* в Ирландском море и в аквариуме не выявили ни днем, ни ночью сверлящих движений, а борозды в "норах и котлах" оказались следами не игл и зубов, а "ходами" выгрызанных им клион. Скорость экскавации им одним "котлов" в более тихих местах за год - 0-0,5 см, в прибойных - 0,5-1 см. В "норах" в тихих местах были и мелкие особи, и ежи занимали 52-80% нор, а в прибое - лишь 27-60% нор и только крупные ежи, часто с потертыми прибоем иглами. Общие потери породы (но без вычета разрушений другими камнеточцами, позже съеденными ежом *Echinus lividus*) за год в пересчете на одного ежа достигали 17-125 см³ [22, 46]. Один крупный еж *Diadema antillarum* эродировал в год до 500 г вещества Виргинского кораллового рифа, более мелкий вид - *Echinometra lacunter* - 25 г известняка скал Барбадоса или 260 г золианита Бермуд, *Echinometra mathaei* - от 40 до 300 г известняковой облицовки базальта на Гавайях [22, 43, 45]. Оценка другим методом эрозии CaCO₃ *E. mathaei* при поедании водорослевого оброста мертвого коралла в Кувейте - 30-510 г/год [29]. Оценка третьим методом эрозии особью *E. mathaei* на атолле Эниветок - 0,1-0,2 г в день (36-73 г/в год), а более крупным *Echinostrophus aciculatus* - 0,2-0,4 г в день (73-146 г/год) плотного известняка [41]. Эти факты показывают, что, как правило, разрушение камня ежами или пассивно-гидродинамическое, или в сочетании с выгрызанием истинных литобионтов, уже нарушивших целостность камня.

Ущерб от морских камнеточцев малоизвестен и, как типично для биоповреждений,

биологический фактор выявляют с опозданием, не понимая экологических причин и следствий.

При постройке порта Сочи северный мол преградил путь незамеченному вовремя проектантами штормовому потоку гальки; с юга от порта ее унесло, и на обнажившийся флиш тысячами осели *Pholas* и *Вагпеа*, ускорив стократно абразию. На протяжении 12 км размыв берега и пляжей достиг 4 м в год, сопровождаясь оползнями и повреждениями построек. Весь берег защищали от волн бетонными стенками, но они опрокидывались каждые несколько лет. Геологи предложили строить перпендикулярно берегу и движению наносов бетонные короткие молы-буны и в карманы меж ними завозить гальку. Она укрыла берег от размыва и перемалывает личинок камнеточцев [7, 14, 17, 19]. Берег теперь прикрывают бетонными тетраподами без гальки, что позволяет камнеточцам осесть и возобновить разрушение. Их очаги есть в подводных фестонах скал от Анапы до Лазаревской.

Защитить сооружения, кроме бун, могут выпуски пресной или горячей (выше 40°) вода, а также пузырьков воздуха или углекислоты в сезоны вымета, плавания и оседания личинок камнеточцев.

В СССР накоплен первый в мире опыт защиты от обрастания, биокоррозии и камнеточцев Кислогубской ПЭС путем введения в бетон оловоорганики или катапина 0,05-0,25% от массы цемента, а для бетонов трехлетней биостойкости - 0,01-3% алкилдиметилбензил аммония хлорида. Ухудшения биоты на ПЭС не отмечено [26]. Но не следует забывать, что широкое применение оловоорганики для необрастающих красок запрещено из-за отравления вод [2, 44].

Литература

1. Баранова З.И. Класс морские ежи // Жизнь животных. Т.2. М.: Просвещение, 1988. С. 196-197.
2. Бочаров Б.В., Прокофьев А.К. Экологическая опасность загрязнения морской среды // Экотоксикология. Рига: Зинатне, 1988. С. 38-40.
3. Виноградов К.А., Лосовская Г.В. Класс многощетинковые черви // Определитель фауны Черного и Азовского морей. Киев: Наукова думка, 1968. С. 290, 301.
4. Голлербах М.М. Сверлящие и туфообразующие водоросли // Жизнь растений. Т.3. М.: Просвещение, 1977. С. 70-72.
5. Живаго А.В. О формах растворения и разрушения известняков побережья Крыма // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. 1950. Т. 82, вып. 6. С. 615-618.

6. Зацепин В.И., Филатова З.А., Шилейко А.А. Класс двустворчатые моллюски // Жизнь животных. Т.2. М.: Просвещение, 1988. С. 90, 105, 109.
7. Зенкович В.П. Берега Черного и Азовского морей. М.: Учпедгиз, 1965.
8. Зернов С.А. К вопросу об изучении жизни Черного моря // Зап. Имп. Акад. наук, 1913. Сер. 8. Т. 32, вып. I. С. 68-69, 244-245.
9. Келлер К. Жизнь в море. Ч. 2. СПб.: Изд. Сойкина, 1901. С. 47-61.
10. Киселева Г.А. Оседание *Polydora ciliata* на разные субстраты // Донные биоценозы Черного моря. Киев: Наукова думка, 1967. С. 47.
11. Лебедев Е.М. О методиках манометрического изучения дыхания водных беспозвоночных в связи с их экологией // Общие вопросы физиологии адаптаций. Новосибирск: СО АН СССР, 1967. С. 143-147.
12. Лебедев Е.М. Взаимосвязи проблем биологического повреждения материалов с проблемами водной токсикологии // Вопросы водной токсикологии. М.: Наука, 1970. С. 74-79.
13. Лебедев Е.М. Морские камнеточцы // Биоповреждения в пресных и морских водах. М.: МГУ, 1971. С. 229-256.
14. Лебедев Е.М. О морских камнеточцах в Черном и Азовском морях // Проблемы биологических повреждений и обрастаний материалов, изделий и сооружений. М.: Наука, 1972. С. 163-173.
15. Лебедев Е.М. Морские сверлильщики берега Адриатики // Там же. С. 191.
16. Лебедев Е.М. Биоповреждение материалов в водах // Там же. С. 156-162.
17. Лебедев Е.М. Ущерб от обрастаний и биоповреждений при отсутствии защиты или нарушении ее технологии // Биоповреждения строительных и промышленных материалов. М.: ПЭМ Госстроя СССР, 1972. С. 246.
18. Лебедев Е.М. Обрастание, биокоррозия и биоповреждения в морских и пресных водах: вселение и экологическая изменчивость экзоскелетов обрастателей в Черном море // Закономерности распределения и экология прибрежных биоценозов. Л.: Наука, 1978. С. 130-133, 261-264.
19. Лебедев Е.М. Защита от морских камнеточцев // Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений. Т.2. М.: Машиностроение, 1987. С. 561-563.
20. Наумов Д.В., Пропп М.В. Мир кораллов. Л.: Гидрометиздат, 1985. 215 с.
21. Невеская Л.А. Позднечетвертичные двустворки Черного моря, их систематика и экология // Тр. Палеонт. ин-та АН СССР. 1963. Т. 105. С. 101.
22. Преображенский Б.В. Современные рифы. М.: Наука, 1986. С. 124.

23. Сорокин Ю.И. Экосистемы коралловых рифов. М.: Наука, 1990. С. 188.
24. Старостин И.В., Лебедев Е.М. Биоповреждение в водных средах // Проблемы защиты от биоповреждений. М.: Знание, 1979. Сер. Биология. Вып. I. С. 53.
25. Тарасов Н.И. Биология моря и флот. М.: Воениздат, 1943. 224 с.
26. Усачев И.Н. Новые модификации бетона для ПЭС, их исследование и внедрение // Науч. тр. Гидропроекта. 1980. Вып. 69. С. 25-40.
27. Ansell A.D. Boring and burrowing mechanism la *Petricola pholadiformis* // J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. 1970. Vol. 4. P. 211-220.
28. Blake J.A. Systematic and ecology of shell-boring polychaetes from New England // Amer. Zool. 1969. Vol. 9. P. 813-820.
29. Downing N., El-Zahr C.R. Gut evacuation and filling rates rock-boring sea urchin *Echinometra mathaei* // Biol. Mar. Sci. 1987. Vol. 41. P. 579-584.
30. Fang L.S., Shin P.A. Living mechanical file: the burrowing mechanism of coral-boring bivalve *Lithophaga nigra* // Mar. Biol. 1987. Vol. 97. P. 349-354.
31. Fritsch F.E. The structure and reproduction of the algae. Cambridge: Univ. press, 1965. Vol. 2. P. 827, 867.
32. Haigler S.A. Boring mechanism of *Polydora websteri* // Amer. Zool. 1969. Vol. 9. P. 831-838.
33. Hamner W.H. Intraspecific competition in *Tridacna crocea*, a burrowing biwalve // Oecologia. 1980. Vol. 34. P. 267-281.
34. Hutchings P.A. Biological destruction of coral reefs // Coral Reefs. 1986. Vol.4. P. 239-252.
35. Janke K. Die Makrofauna in Felswatt von Helgoland // Natur und Museum. 1987. Bd. 117. S. 89-98.
36. Kleeman K.H. Boring bivalves and their host corals from GBR // J. Mollusk. Stud. 1980. Vol. 46. P. 13-54.
37. Kobluk D.R., Risk M.J. Rate and nature of infestation of carbonate substrat by boring alga // J. Exp. Mar. Biol. and Eool. 1984. Vol. 27. P. 107.
38. Le Campion-Alsumard T. Les cyanophites endolites marines // Oceanol. acta. 1979. Vol. 2. P. 143-156.
39. Rice M.E. Possible boring structures of Sipunculida // Amer. Zool. 1969. Vol. 9. P. 803-812.
40. Roder H. Zur Beziehung zwischen Konstruktion und Substrat bei mechanisch bohrender Bohrmuscheln (*Pholadidae*, *Teredinidae*) // Senckenberg. mar. 1977.

Bd. 9. S. 105-213.

41. Russo A.R. Bioerosion by two rockboring echnoids on Eniwetak Atoll // J. Mar. Res. 1980. Vol. 38. P. 99-110.
42. Safriel U.N., Erez N. Effect on limpets on the fouling in ships in the Mediterranean // Mar. Biol. and Ecol. 1982. Vol. 95. P. 531-537.
43. Sammarco P.W. Echinoid grazing as a structuring force in coral communities // J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. 1982. Vol. 61. P. 31-55.
44. Schort J.W., Rice S.D., Brodersen C.C., Strickle W.B. Occurence of TH-n-butiltin caused imposex in the N.Pacific marine snail *Nucella lima* in Anne.bay, Alaska // Mar. Biol. 1989. Vol. 102. P. 431-439.
45. Shulman M.J. Aggression among sea urchings on Carribbean coral reefs // J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. 1990. Vol. 140. P. 197-207.
46. Trudgill S.T., Smard P.L., Friedrich H., Crubtice R.W. // Bioerosion intertidal limestone Co Clare Eire // Mar. Geol. 1987. Vol. 74. P. 85-98.
47. Venec-Peire M.-T. Boring foraminifera in french Polynesian corall reefs // Coral Reefs. 1987. Vol. 5. P. 205-212.
48. Wilson B.R., Tait R. Systematics, anatomy, boring mechanisms of the rockboring Mitilid *Botula* // Proc. Roy. Soc. Victoria. 1984. Vol. 96. P. 113-125.