

Автор посвящает свой  
труд светлой памяти своих  
Учителей, известных  
специалистов в области  
изучения морского  
обрастания Галины  
Бенициановны Зевиной и  
Олега Германовича  
Резниченко

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
FAR EASTERN BRANCH

---

INSTITUTE OF MARINE BIOLOGY

A. Yu. ZVYAGINTSEV

**MARINE FOULING  
IN THE NORTH-WEST PART  
OF PACIFIC OCEAN**



Vladivostok  
Dalnauka  
2005

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

---

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ МОРЯ

А. Ю. ЗВЯГИНЦЕВ

**МОРСКОЕ ОБРАСТАНИЕ  
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ  
ТИХОГО ОКЕАНА**



Владивосток  
Дальнаука  
2005

УДК 577.472

**ЗВЯГИНЦЕВ А.Ю. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана.** – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 432 с. ISBN 5-8044-0546-2.

Монография посвящена исследованию состава, количественного распределения и особенностей формирования сообществ обрастания разных субстратов (подводной части судов, гидротехнических сооружений, нефтедобывающих платформ, систем охлаждения промышленных предприятий) в северо-западной части Тихого океана. В основу работы положены материалы, полученные автором и его коллегами в составе морских экспедиций Института биологии моря ДВО РАН в дальневосточных морях в 1980–2000 гг.

Книга может быть полезной для морских биологов, экологов, фаунистов, биогеографов, специалистов по судоремонту и судостроению.

Ил. 116, табл. 80, библи. 605.

**ZVYAGINTSEV A.Yu. Marine fouling in the north-west part of Pacific ocean.** – Vladivostok: Dalnauka, 2005. – 432 p. ISBN 5-8044-0546-2.

Monograph is dedicated to study of composition, quantitative distribution and features of fouling communities forming on the different substrata (underwater part of ships, hydrotechnical structures, oil platforms, and cooling systems of undertakings) in the north-west part of Pacific Ocean. Investigation is basic on data received by author with colleagues in marine expeditions of the Institute of Marine Biology FEB RAS of 1980–2000 in Far East seas.

The book is of use for hydrobiologists, ecologists, specialists in the biogeography and shipbuilding. Ill. 116, tabl. 80, bibl. 605.

Ответственный редактор д-р биол. наук, проф. *В.С. Левин*

Рецензент д-р биол. наук проф., действительный член РАЕН *В.П. Шунтов*

Утверждено к печати Ученым советом ИБМ ДВО РАН

В оформлении обложки использованы фотографии *А.А. Омеляненко*  
и *А.Л. Дроздова*

ISBN 5-8044-0546-2

© Звягинцев А.Ю., 2005 г.

© Дальнаука, 2005 г.

*Когда понятны природа и развитие болезни,  
стоимость и сложность лечения часто  
сокращаются.*

А. Д. Б а к и о к к о

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**К**огда речь заходит о морском обрастании, часто кажется, что о нем все давно уже известно. Среди работников судоремонтных заводов бытует мнение, что обрастание – это «черная и белая ракушка», да еще «трава». Оно вызывает снижение скорости судов, и поэтому с ним следует беспощадно бороться любыми способами. При этом под черной и белой ракушкой, соответственно, подразумеваются мидии и усоногие раки, под травой щедро объединяются гидроида, мшанки, водоросли. Между тем уже полвека назад полный список известных тогда обрастателей составлял около 2000 видов!

с Морская буровая платформа «Оушн Рейнджер», казалось, может противостоять любому разгулу стихий. По расчетам проектировщиков, она должна была выдерживать удары 33-метровых волн и напор ветра 185 км в час. И все же в феврале 1982 г., во время одного из штормов, платформа опрокинулась и затонула; находившиеся на ней 83 человека погибли. А ведь и высота волн, и скорость ветра были меньше расчетных. Вполне вероятно, что решающим моментом в возрастании сопротивления волновым нагрузкам стало массовое развитие обрастания, что и привело к катастрофе. Снижение скорости судов, связанное с этим явлением, обычно к катастрофам не приводит, но вызывает серьезные экономические потери. А иногда даже имеет стратегическое и геополитическое значение: так, одной из причин поражения в Цусимском сражении называют обрастание днищ кораблей. Стоит отметить также, что поток видов-вселенцев на корпусах судов не подвластен никакой таможенной и карантинной службе.

Мне неоднократно приходилось слышать вопросы вполне уважаемых коллег-биологов примерно такого содержания: «Когда же вы, наконец, изобретете такую краску, чтобы уничтожить обрастание?» Ответ однозначен: обрастание исчезнет, когда будет уничтожена жизнь в Мировом океане. В этом процессе человечество за последние века добилось серьезных успехов. На мой взгляд, даже при мировых катаклизмах обрастание исчезнет в последнюю очередь, так как его слагают наиболее эврибионтные, приспособленные к специфическим условиям существования виды.

Наиболее широкое развитие на практике нашло лишь одно направление защиты от обрастания – химическое, которое активно разрабатывается во многих развитых странах и в настоящее время. Оно связано с использованием красок и других покрытий, способных выделять в окружающую среду сильнодействующие яды (биоциды), которые убивают не только обрастателей, но и любых других водных животных. Основной принцип работы противообрастающих покрытий – постоянный выход ядов в окружающую среду, приводящий к образованию сначала локальных, а затем и более обширных безжизненных зон в акваториях портов. Результат – в местах с повышенным числом искусственных объектов, имеющих такие покрытия, исчезают широко распространенные ранее виды, появляются мутантные формы: моллюски без раковин и т.п. Возникает сложная ситуация: чем больше мы создаем искусственных морских объектов, тем большее количество ядов из противообрастающих покрытий поступает в морскую среду, нанося этим непоправимый вред природным экосистемам. В сложившейся ситуации существует один разумный выход: не бороться с обрастанием, а

защищаться от него и, как это ни покажется парадоксальным, иногда и защищать его от человека.

Несмотря на обилие существующих в настоящее время способов защиты от обрастания, до сих пор нет радикального метода, способного полностью его предотвратить. В результате последних исследований предложена общая концепция экологически безопасной хемотоксиологической защиты. Однако пока исследования в области такой защиты не выйдут из эмпирической стадии, трудно рассчитывать на быстрый прогресс.

Корень английского термина «fouling» (обрастание) переводится в разных, в основном отрицательных значениях: грязный, отвратительный, нечестная игра. Таким образом, отрицательное отношение к обрастанию задано уже в названии этого явления. Однако обрастание – это не холерный вибрион или вирус СПИДа, с которыми необходимо бороться. Это те же виды бентосных животных и водорослей, но обитающие на антропогенных субстратах. Многие из них – перспективные объекты марикультуры. Общеизвестна положительная роль обрастания как биофильтра и искусственного рифа. Откроем любой учебник экологии – каждая глава может быть посвящена и такому явлению, как обрастание: видовое богатство, сообщества, сукцессия, островная биогеография, расселение видов и т.д. Поскольку проблема актуальна, а ее масштабы имеют фундаментальное значение, становится очевидной необходимость ее изучения. Обратимся к эпиграфу: американский коллега А.Д. Бакиокко считает морское обрастание «болезнью», которую, естественно, следует лечить с минимальными затратами. Однако для этого необходимо познать ее природу и развитие. Поэтому необходимо продолжать фундаментальные исследования, практическая отдача от которых не может быть получена за короткое время.

Именно фундаментальное изучение морского обрастания в северо-западной части Тихого океана – основная задача книги, разработку методов защиты я предоставлю специалистам. Возможно, содержащаяся здесь информация окажется полезной и для них. Предупреждаю заранее особо нетерпеливых читателей: книга содержит много материала описательного характера. От этого мне уйти не удалось – пришлось закрывать множество «белых пятен» в исследовании разных антропогенных субстратов в неизученных районах либо делать то, что не было сделано предшествующими авторами. В работе приведено много фактического материала, который может послужить основанием для более углубленного исследования соответствующими специалистами, например, по моделированию экосистем.

## ВВЕДЕНИЕ

**П**роблема морского обрастания. С данным явлением человек столкнулся со времени постройки первых судов и примитивных подводных сооружений. Вопросы, касающиеся защиты от обрастания, отражены еще в античной литературе. Вначале, очевидно, это явление серьезно не воспринималось, но с течением времени стало наносить значительный экономический ущерб. Общеизвестна

*Человечеству необходимо «перестраиваться» на океан. Это неизбежно, и в этом деле нельзя проявлять близорукость, иначе за нее придется расплачиваться тяжелой ценой.*

Л.А.Зенкевич

негативная роль морского обрастания в хозяйственной деятельности человека. В процессе эксплуатации судна оно отрицательно влияет на его гидродинамические характеристики, что приводит к ухудшению ходовых свойств. Это, прежде всего, потери скорости хода судов, достигающие 50% от номинальной; ухудшение маневренности; повышение расхода топлива в связи с необходимостью поддерживать коммерчески оправданную скорость перевозки грузов; преждевременный износ машин и оборудования. Все это приводит к увеличению количества докований и к ухудшению эксплуатационных показателей флота в целом. Для работников тепловых электростанций и других предприятий, использующих в системе охлаждения морскую воду, – это зарастание водоводов морскими прикрепленными организмами, делающее порой эксплуатацию труб невозможной. Обрастание гидроакустических приборов (эхолотов, локаторов, устройств связи) вызывает снижение их чувствительности вплоть до выхода прибора из строя.

Обрастание гидротехнических сооружений (ГТС) способствует резкому возрастанию сопротивления волновым нагрузкам, что в конечном счете может привести к аварийной ситуации. Особенно актуальна данная проблема в отношении опор нефтесборных платформ в связи с интенсификацией добычи нефти и газа на континентальном шельфе. Обрастание стальных неводов и установок марикультуры увеличивает их вес, зачастую делая непригодными для эксплуатации. Кроме того, организмы-обрастатели могут быть пищевыми конкурентами объектов культивирования. Ежегодные убытки из-за него судоходных компаний США еще в первой четверти XX в. оценены в 100 млн дол. (Visscher, 1928), к началу 70-х годов эта цифра возросла до 700 млн дол. в год (Houghton, 1970), а общий мировой ущерб от морского обрастания в настоящее время составляет 50 млрд дол. в год, из них 20% приходится на обрастание судов (Зевина, 1994).

Одной из основных задач Научного совета по теоретическим проблемам биологических повреждений материалов при секции химико-технологических и биологических наук президиума Академии наук бывшего СССР являлось решение вышеназванной проблемы. Основатель изучения обрастания дальневосточных морей Н.И. Тарасов в одной из своих работ (1962, с. 33) писал: «Нельзя ... не упомянуть о том, что в нашей стране ряд лет работает Межведомственная комиссия по необрастающим краскам, в состав которой не входил до самого последнего времени ни один морской биолог. Этот частный случай характеризует распространенное среди наших проектировщиков, технологов и эксплуатационников пренебрежение биологией моря – неотъемлемой частью науки о море». Подобное отношение к работам гидробиологов способствует одностороннему подходу к проблеме морского обрастания.

Несколько слов о масштабах явления. По мнению специалистов (Синицын, Резниченко, 1981), общая площадь погруженных в море искусственных субстратов составляет около 200 тыс. км<sup>2</sup>, т.е. не менее 20% от площади поверхности верхних отделов шельфа. Образно говоря, это полоса шириной 10 м, в длину превышающая побережье Японского моря с островами. А так как биомасса обрастания может достигать десятков килограммов на квадратный метр, то его общая масса, соответственно, исчисляется миллионами тонн. На борьбу с обрастанием развитые страны тратят огромные средства: Англия расходует на эти цели 20 млн фунтов стерлингов в год, примерно столько же в долларовом эквиваленте тратят США (Зевина, 1994). Если бы с

данным явлением не велась борьба, то ущерб от него возрос бы в десятки, если не в сотни раз.

Мы привыкли считать обрастание злейшим врагом. Однако, как всякое природное явление, оно имеет и положительные для нас свойства. В биологическом аспекте – это естественный процесс, составляющий неотъемлемую часть жизни гидросферы. Любое нарушение сложившегося равновесия экосистем обрастания, так же, как и бентоса, может вызвать непредвиденные, в т.ч. и крайне нежелательные, сдвиги этого равновесия. Так, в состав обрастания входит множество двустворчатых моллюсков: мидии, устрицы, жемчужницы. Они являются перспективными объектами марикультуры, а из обрастания постоянно воспроизводится огромное количество личинок этих видов. Кроме того, двустворчатые моллюски активно фильтруют загрязненную воду портов, пропуская через себя сотни тонн воды за сутки. Обросшие сваи гидротехнических сооружений представляют собой «искусственный риф», привлекающий скопления рыб ценных пород. Большинство обрастателей являются высокочувствительными индикаторами состояния водных экосистем на наличие в воде тяжелых металлов. Преимуществом обрастания как объекта тестирования эколого-биохимического состояния водных экосистем является то, что оно представляет собой интегральный показатель качества воды при загрязнении ее тяжелыми металлами. Это дает возможность оперативно проводить оценку степени загрязнения и относительно легко интерпретировать полученные результаты.

Единственный способ реализации «экологически чистой» защиты – использование биологически активных веществ (репеллентов), которые не убивают, а лишь отпугивают личинок обрастателей. Репелленты действуют не на весь организм, а только на органы чувств, что исключает гибель подплывающих к объекту животных, которые могут и не быть обрастателями (Field, 1982). В результате последних исследований А.И. Рапкиным (1998) предложена общая концепция экологически безопасной хемобиологической защиты и обозначены конкретные пути для ее осуществления. Это – репеллентные и противoadгезионные покрытия, а также генерация у защищаемой поверхности активного кислорода, весьма эффективного бицида. Применяемые в ней вещества не причиняют вреда окружающей среде, быстро утилизируются и разлагаются микроорганизмами до безопасных соединений, не накапливаются в воде, не являются канцерогенами и источниками аномалий в развитии личинок и других расселительных и взрослых форм.

Кроме большой практической значимости, изучение обрастания вызывает и чисто академический интерес. Его сообщества представляют собой упрощенную модель бентосных, поскольку они содержат на порядок (а иногда на два порядка) меньше число видов. На основании анализа сравнительно просто организованных сообществ можно лучше понять многие процессы, происходящие в морских экосистемах, и решить ряд частных и общих вопросов синэкологии (Гурпаева, 1987), не проводя при этом специальных экспериментов. Действующие суда представляют собой гигантские экспериментальные пластины, на которых ежегодно независимо от воли человека осуществляется колоссального масштаба опыт над бентосными организмами (Рудякова, 1981). Исследователю остается только собрать и должным образом обработать богатейший материал, выбирая при этом судно определенного режима, района и срока эксплуатации. Несомненно, изучение формирования обрастания непосредственно на корпусе судна более достоверно и имеет большую практическую значимость, чем подобная работа с экспериментальными пластинами в стационарных условиях.

Особый интерес представляет собой изучение обрастания в тропиках, где личинки макрообрастателей оседают практически на протяжении всего года и скорость роста



особей очень высока. Изучение сукцессии сообществ на действующих судах и ГТС разного срока эксплуатации может служить одним из способов мониторинга некоторых экологических процессов в тропических водах. Процесс формирования финальной стадии развития искусственного кораллового рифа на опорах таких крупных ГТС, как морские стационарные платформы (МСП), может существенно дополнить теоретические аспекты исследования коралловой сукцессии.

Практически неизученным до настоящего времени было обрастание систем охлаждения тепловых электростанций, использующих для этих целей морскую воду, на побережье дальневосточных морей России. Единственная публикация Н.И. Тарасова (1961) содержит информацию о сообществах обрастания систем охлаждения ТЭЦ на побережье Японского моря. Фундаментальное исследование особенностей обрастания разных объектов ТЭЦ, закономерностей формирования сообществ обрастания, сроков оседания личинок может послужить основанием для разработки методов защиты.

Дискуссия о правомочности использования термина «обрастание» для обозначения сообществ организмов на твердых субстратах различного происхождения продолжалась на протяжении прошлого столетия. В определении границ понятия обрастания автор придерживается точки зрения американских исследователей (Marine fouling ..., 1952; Marine bioterroriation s, 1984), О.Г. Резниченко (1978) и ряда других авторов, понимая под данным термином совокупность прикрепленных и подвижных форм организмов, населяющих антропогенные субстраты, расположенные в толще воды (подробнее см. гл. 8).

*История изучения морского обрастания.* Во введении дана краткая история изучения обрастания зарубежными и отечественными специалистами преимущественно в северо-западной части Тихого океана. Литературный обзор распределен по главам ввиду их специфичности и широкого диапазона затрагиваемых проблем.

Изучение обрастания морских судов начато в 20-е годы прошлого века. Основоположниками комплексного исследования считаются немецкий ученый Е. Геншель и американский Ж. Висшер. На основании анализа обрастания 48 судов Геншель (Hentschel, 1923) составил таблицу обнаруженных им видов для различных районов Атлантики, где плавали эти суда, выявил особенности состава и распределения различных форм для каждого района. Выводы Геншеля хорошо согласуются с результатами специалистов по бенгосу в том, что отдельным районам свойственны определенные сочетания видов. В результате обследования 217 кораблей Висшером произведен анализ зависимости степени их обрастания от условий эксплуатации (Visscher, 1928). Только на нескольких осмотренных им судах после 9 мес эксплуатации не было обрастания, а все плавсредства, пробывшие в море 16–18 мес, несли на себе по крайней мере среднее обрастание.

Сведения об обрастании судов регулярно встречаются в мировой литературе до 1960-х годов (Hentschel, 1923; Pery, 1931; Bertelsen, 1936; Smith, 1946; Pyefnch, 1947, 1950; Skerman, 1960; Kühl, 1962, 1968; Iqic, 1968a). Приводимые этими авторами данные весьма неоднородны: определение обрастателей проводится чаще всего выше видового ранга, степень обрастания выражается в несопоставимых единицах, часто не приводятся маршруты и порты захода судов. В течение последующих двух десятилетий специальные работы по данной теме перестали появляться в мировой литературе, хотя по общим вопросам проблемы выходит целый ряд работ: в Аргентине (Bastida, 1973; Bastida, Torti, 1971; Bastida et al., 1974; Brankevich et. al., 1985), в Италии (Relini, 1966, 1968, 1977; Relini, Dabini-Oliva, 1973; Relini et. al., 1976a, b; Riggio, 1979; Riggio, Mazzola, 1976 a, b; Riggio, Di Pisa, 1979), в США (Haderlie, 1968; 1969; Reish, 1971; De Palma, 1976, 1977; Field, 1982), во Франции (Bellan-Santini, 1970a, b; Bellan, 1970, 1973), в

Югославии (Igić, 1968b; 1972; 1981; Zavadnic, Igić, 1968), в Новой Зеландии (Luckens, 1975) и т.д.

Большой вклад в изучение морского обрастания сделан японскими специалистами. Исследование данного явления проводится ими в разных направлениях. Так, в районе Хакодате (о-в Хоккайдо) изучен ход сукцессии сообществ макрофитов в обрастании бетонных волноломов (Saito et al., 1976). Показано, что максимальное видовое богатство водорослей достигается за 3 года экспозиции, однако при достижении климаксовой фазы наблюдается баланс между степенью покрытия однолетними и многолетними макрофитами. Т. Хирата (Hirata, 1986) прослежена сукцессия сообществ макрофитов на экспериментальных пластинах. Проводятся исследования экологии макрофауны сообществ обрастания (Kajihara, 1964; Kajihara et al., 1976).

Наиболее полно изучено обрастание Токийского залива, где сосредоточено максимальное количество антропогенных субстратов в крупнейших японских портах Токио, Иокогама, Тиба. Проведены исследования экологии сообществ в различных точках залива и в приустьевой части впадающей в него р. Сумида (Furuse, Furuta, 1985). Авторами изучены вертикальное и горизонтальное распределения доминирующих видов сообществ обрастания Внутреннего Токийского залива, затронуты сезонные изменения в составе и количественных показателях этих сообществ. В одной из последних работ Кадзихара (Kajihara, 1994) приводятся данные по видовому составу и количественному распределению обрастателей порта Иокогама Токийского залива. Обоснованием исследования послужили серьезные биоповреждения из-за них водоводов систем охлаждения прибрежных заводов и электростанций. Им анализируются сезонные изменения за 4 года эксплуатации бетонных вертикальных стенок порта. Т. Кавахара в серии работ описывает региональные различия в составе сообществ обрастания, а также особенности динамических аспектов этих сообществ у побережья Японии (Kawahara, 1961, 1962, 1963; Kawahara et al., 1979).

Японскими специалистами проводятся исследования динамики оседания и сукцессии сообществ обрастания с использованием экспериментальных пластин. Т. Ясуда с соавторами (Yasuda et al., 1981) изучают влияние нагретых вод системы охлаждения атомной электростанции в зал. Ичиура на оседание доминирующих видов сообществ обрастания (усоногих раков) на экспериментальные пластины из пластика. М. Эл-Коми и Т. Кадзихара (El-Komi, Kajihara, 1990) в течение трех лет проведены наблюдения за оседанием и ростом баланусов *Balanus amphitrite*, *B. trigonus* и *B. eburneus* в Токийском заливе, при этом предварительно изучены их планктонные стадии. Кроме того, в работе приведена схема динамики оседания фонообразующих видов в этом заливе. Т. Хирата в серии статей (Hirata, 1987, 1991, 1992) описывает сукцессию сообществ обрастания в зал. Набета на бетонных экспериментальных пластинах. В течение трех лет им изучались закономерности оседания морских водорослей, в результате чего выделено 3 последовательные стадии сукцессии. К концу эксперимента на всех глубинах отмечено снижение числа видов при доминировании бурых водорослей. На основании кластерного анализа степени покрытия пластин осевшими беспозвоночными выделено 3 ступени (стадии) сукцессии. Для первой характерно преобладание усоногих раков и спирорбид, для второй – оседание асцидий, для третьей – преобладание двустворчатых моллюсков. Все первопоселенцы к концу эксперимента были покрыты эпибионтно осевшими губками, мшанками и асцидиями.

Последовательность оседания обрастателей различалась в зависимости от глубины. Изменение структуры сообщества в ходе сукцессии изучалось с использованием 5 различных индексов, в т. ч. индексов Шеннона, доминирования и сходства. Кроме того, анализировались временные изменения сообществ по биомассе и метаболизму

отдельных особей. Значительное различие вышеуказанных параметров в зависимости от глубины подтверждает предположение Маргалефа и Одума о сукцессии в так называемой открытой системе сообществ обрастателей. К. Окамото (Okamoto, 1995) проведены детальные исследования закономерностей формирования сообществ обрастания в зал. Хама на с использованием экспериментальных пластин за последние 15 лет. Автором дан обзор проведенных исследований в этом заливе. За достаточно большой временной интервал им зарегистрирован ряд вселенцев в зал. Хама на, одновременно с исчезновением некоторых видов-аборигенов фауны залива. Детально изучено оседание макро- и микрообрастания на металлических пластинах 4 типов (Yamashita, 1990). Исследуется оседание обрастателей не только на экспериментальных пластинах, но и на веревочных коллекторах (Katsuyama, Kitamura, 1990).

А. Анил с соавторами (Anil et al., 1990) провели сравнение качественного состава сообществ обрастания в разных точках зал. Хама на с использованием методов кластерного анализа. Ими установлено, что максимальные отличия в составе сообществ отмечены в летнее время, зимой эти отличия незначительны. Т. Мияути (Miyauti, 1996) исследованы такие частные вопросы проблемы обрастания, как влияние цвета субстрата на оседание усонюгих раков. Показано, что личинки баланусов распознают не окраску, а яркость и длину волны и предпочитают менее светлые субстраты, преимущественно черного и красного цветов.

Детальные исследования флуктуаций оседания сублиторальных видов баланусов в зависимости от факторов среды проведены Р. Кадо с соавторами (Kado et al., 1997) в зал. Окираи на севере о-ва Хонсю. Результаты работы свидетельствуют о том, что значительные изменения степени освещенности оказывают более сильное стимулирующее воздействие на личинок, приспособленных к жизни в темноте.

Японскими специалистами исследуются вопросы защиты от обрастания. Так, изучена толерантность к органическим антиобрастающим покрытиям устойчивого к ядам вида балануса *B. amphitrite* (Kondo et al., 1983). Автор считает, что устойчивость науплиусов к ядам возрастает по мере их развития. Х. Китамурой с соавторами (Kitamura et al., 1995) анализируется эффект ультразвуковых волн, препятствующих оседанию личинок балануса этого вида. Показано, что наиболее эффективное действие ультразвуковые волны оказывают на науплиальные стадии личинок.

Около 20 лет в Японии выпускаются тематические журналы «Marine fouling» и «Sessile organisms», посвященные проблемам морского обрастания и седентарным организмам бентоса.

В последние десятилетия вышеназванное явление интенсивно исследуется китайскими учеными. Наибольший вклад в изучение обрастания сделан З. Хуангом с соавторами, которыми за период около 40 лет опубликовано более 20 работ. Этими авторами затрагиваются как общеэкологические (Huang, Cai, 1961; Huang et al., 1979, 1982a; Li et al., 1991), так и частные вопросы. Ряд статей посвящен составу и закономерностям распределения обрастания судов (Huang, Cai, 1962; Huang et al., 1979) и навигационного ограждения (Huang et al., 1982b). Часть работ касается распределения обрастателей в разных точках побережья Китая (Huang et al., 1981; Huang, Mak, 1980; Li et al., 1982). Китайскими учеными исследуется сукцессия сообществ обрастания на деревянных субстратах в сравнении с имеющимися в производстве антиобрастающими покрытиями в п. (порту) Гонконг (Lee, Trott, 1973). Исследуется влияние организмов-обрастателей на сети и садки установок марикультуры (Tseng, 1993; Tseng, Yuen, 1978). Мортон (Morton, 1981) зарегистрирована натурализация двустворчатого моллюска *Mytilopsis salleri* в районе п. Гонконг. Автор считает, что этот вид является интродуцентом из прибрежных вод Вьетнама, откуда занесен с помощью судов.

Итоги исследования морского обрастания у побережья Китая подведены в сводке З. Хуанга и Р. Кай (Huang, Cai, 1984). Хуангом на 6-м Международном конгрессе по

обрастанию и коррозии сделан доклад о результатах исследования обрастания у побережья Китая за сорокалетний период. Опубликованы списки фонообразующих видов сообществ, картировано распределение этих видов вдоль побережья Китая от о-ва Хайнань до зал Бохай в Желтом море (Huang, 1984). После выхода монографии работы в данном направлении в Китае продолжаются. Исследуется многолетнее обрастание пирса в районе о-ва Ксиамен в Восточно-Китайском море (Huang, Cai, 1988). Показано различие в составе и количественном распределении обрастания по 5 вертикальным зонам, зарегистрирована климаксная фаза развития сообщества при наличии межгодовых и сезонных флуктуаций. Исследование экологии обрастания в п. Яньтай на севере Китая проведено К. Ли с соавторами (Li et al., 1991). Ими выполнен годичный эксперимент по динамике оседания обрастателей на экспериментальные пластины. Выявлены таксономический состав, количественные показатели и процент покрытия поверхности пластин доминирующими видами в течение периода оседания – с апреля по ноябрь.

Большое внимание уделено проблеме обрастания на международной конференции по морской биологии в Гонконге в 1990 г., результаты которой опубликованы Гонконгским университетом (The marine biology, 1993). Монография содержит серию статей З. Хуанга с соавторами, посвященных составу, распределению и закономерностям формирования обрастания на разных типах антропогенных субстратов у побережья Китая. В одной из них содержатся сведения о сезонной динамике оседания доминирующих видов на экспериментальные цементные пластины, установленные на разных глубинах, защищенных от волнения участков пирса в зал. Дайа севернее Гонконга в районе атомной электростанции (Huang et al., 1993). Всего в обрастании зарегистрировано 162 вида, из которых к доминантам отнесен ряд гидроидов, мшанок, многощетинковых червей, усоногих раков и асцидий. Большой интерес представляет нахождение в числе доминирующих 4 видов мшанок, в бореальной зоне, как правило, относящихся к второстепенным видам сообществ обрастания. Оседание личинок обрастателей происходит в течение всего года с двумя пиками: май–июнь и октябрь–ноябрь. Авторами отмечено увеличение биомассы с 52 г/м<sup>2</sup> на месячных пластинах до 1959 г/м<sup>2</sup> на годовых. Организмы обрастания зал. Дайа отнесены к прибрежным эвриотпным тепловодным видам, обитающим при нормальной солености воды.

В этом заливе изучено обрастание 5 судов прибрежного плавания (Yan, Huang, 1993). Этими авторами на судах зарегистрировано 78 видов, из которых лишь 2 водоросли. В сообществах доминировали усоногие раки *Balanus reticulatus* и *B. amphitrite*. Сообщество *B. reticulatus* имело достаточно высокую биомассу (> 10 кг/м<sup>2</sup>), к числу субдоминантов отнесены несколько видов мшанок, многощетинковых червей, двусторчагых моллюсков и асцидий. Для сообщества *B. amphitrite* характерна монодоминантность (90 % от общей биомассы) при ее снижении примерно вдвое по сравнению с предыдущим сообществом, а также значительное уменьшение общего числа видов. Степень покрытия подводной части судов обрастанием составляла 75–100%, на 3 из 5 судов зарегистрировано стопроцентное покрытие. Толщина слоя обрастания варьировала от 12 до 26 мм при максимальном значении 11,4 кг/м<sup>2</sup>. Сообщества обрастания судов в зал. Дайа характеризуются этими авторами как сублиторальные прибрежного типа, приуроченные к закрытым бухтам с повышенной соленостью воды. Организмы-обрастатели в соответствии с их экологическими характеристиками подразделены на 3 группы: сублиторальные, прибрежные и эврибионтные.

3. Хуангом и С. Лином (Huang, Lin, 1993) исследовано обрастание 7 буй навигационного ограждения и 3 пирсов в зал. Дип, расположенном в районе устья большой реки недалеко от Гонконга. В зависимости от сезона дождей в течение года соленость воды залива колеблется в пределах 5–15 и 28–32‰ при активном перемешивании водных масс. Всего в обрастании объектов зарегистрировано 103 вида. Кроме макроорганизмов учитывались диатомовые водоросли. В течение года авторами проводилось изучение популяционной структуры доминирующих видов сообществ, в основном представленных двусторчатыми моллюсками. Толщина слоя обрастания (до 51 мм) значительно превышала аналогичный показатель для судов. Общая биомасса от ватерлинии до нижней части буйа возрастала с 8 до 20 кг/м<sup>2</sup>. Сообщества обрастания в зал. Дип представлены эврибионтными либо эстуарными видами, для которых характерны высокая плотность поселения и соответственно высокая смертность.

Большой интерес представляет собой работа Ж. Ванга с соавторами (Wang et al., 1993), посвященная изучению экологии обрастателей в п. Бейхай в Южно-Китайском море недалеко от границы с Вьетнамом. Ими исследована годовая динамика оседания обрастателей на экспериментальные пластины. На разных искусственных субстратах (судах, буйах и причальных сооружениях) зарегистрировано 94 вида, к доминирующим отнесены представители 5 разных групп. Оседание личинок происходило в течение всего года с пиком в период с июня по октябрь. Среднемесячная продукция составляла 1,2 кг/м<sup>2</sup> при толщине слоя обрастателей 3 мм. В этом районе зарегистрировано несколько тепловодных видов, отсутствующих в северном и среднем Китае. Среднегодовая соленость воды в заливе составляла 29–30‰, в период дождей снижаясь до 16‰. Состав сообществ обрастания в п. Бейхай отличается от такового в водах с высокой соленостью северного и среднего Китая, а также в ряде приустьевых участков побережья. По сравнению с другими портами побережья Китая, в п. Бейхай зарегистрировано значительно меньше видов обрастателей.

В водах Филиппин Н. Росселом (Rossel, 1976, 1989) изучена роль усонюгих раков в сообществах бентоса и обрастания. Публикуются обширные материалы международных конференций, посвященных проблемам искусственных рифов (Bull. of Marine Science, 1989).

Известны публикации корейских ученых, посвященные частным вопросам проблемы обрастания. Ж.-С. Хонгом (Hong, 1988) изучена роль разноногих раков в сообществах на экспериментальных пластинах в зал. Тунгнянг на юге Корейского полуострова. Автор не ограничивается описанием только этой группы, им приведены состав и количественные характеристики сообществ обрастания пластин на разных глубинах.

Кроме отдельных публикаций выходит серия объемных монографий, издаваемых американскими учеными: «Marine fouling and its prevention» (1952), «Ecology of Fouling Communities U.S. – U.S.S.R Cooperative Program» (1975), «Marine biodeterioration ...» (1984). В этих работах затрагиваются как биологические аспекты проблемы обрастания, так и некоторые вопросы защиты от него. Несколько десятилетий в Австралии выпускается журнал «Biofouling», посвященный этой теме.

Изучение океанического обрастания – совсем молодая область науки. Наиболее простой способ получения материала по данному явлению – осмотр судов дальнего плавания с фиксированным районом работ в открытых акваториях Мирового океана. Исследование океанического обрастания на плавнике, нефтяных агрегатах, в составе эпибиозов морских организмов не может быть привязано к конкретным точкам океана, оно дает возможность лишь отследить общие тенденции его распределения. И.Н. Ильиным (1983, 2003) разработана методика изучения обрастания в океане на буйковых

станциях, к настоящему времени проведены исследования на фиксированных буйковых станциях в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах. Им выявлены закономерности структуры, развития и характеристики сообществ океанического обрастания. Автор считает, что количественные характеристики последнего близки к соответствующим показателям прибрежного и пресноводного обрастания.

Основу океанического обрастания составляют усоногие раки подотряда *Lepadomorpha*. Весь материал по этой группе обобщен в монографии Г.Б. Зевина (1982). Российскими исследователями проведено изучение многих факторов, определяющих особенности экологии этого процесса, связанных с субстратом, глубиной, гидродинамикой, получены многочисленные данные о скорости роста морских уток (Ильин и др., 1980; Зевина, Мэмми, 1981; Тургаева и др., 1981). Выработаны достаточно формализованные концептуальные основы для математического моделирования океанического обрастания (Тургаева, Ямпольский, 1979).

Большая работа по изучению обрастания плавника в северо-западной части Тихого океана проведена московскими специалистами (Резниченко, 1981а; Сеницын, Резниченко, 1981). Авторами уточнены вопросы распространения лепидид в Тихом океане, предложена предварительная классификация субстратов плавника по составу и происхождению материалов, проведен фаунистико-экологический анализ всех сведений по тихоокеанскому обрастанию в открытых водах.

В России (бывшем СССР) специальные работы по изучению экологии прибрежного и судового морского обрастания появляются в 1950–1960-е годы (Гарасов, 1959, 1961, 1962; Зевина, 1957а, б, 1959, 1961, 1962, 1972; Рудякова, 1958, 1967а, б). Достаточно полно оно изучено на Белом море (Ошурков, 1982, 1985; Сиренко и др., 1978; Серавин и др., 1985). Выпускаются сборники статей Института океанологии «Экология обрастания и бентоса в бассейне Атлантического океана» (1980), «Экология массовых видов морского обрастания» (1981). Издается сборник «Защита от обрастания» (1989), в котором рассматриваются и биологические аспекты защиты подводных частей судов и конструкций. Ведутся исследования на Черном море (Брайко, Долгопольская, 1974; Брайко, 1985; Горбенко, 1981; Лукашова и др., 1986).

Изучением обрастания в Японском море занимается Зоологический институт АН СССР (Голиков, Скарлато, 1975а, б). Издается сводка «Обрастание в Мировом океане» (Резниченко и др., 1976). В последние десятилетия ведется работа в этом направлении на Командорских островах (Oshukov, Ivanjushina, 1994), на Камчатке (Ошурков, 1986), т.е. изучение данного явления в различных регионах побережья России проводится достаточно интенсивно.

Большой вклад в изучение обрастания в Дальневосточном морском бассейне внесен Институтом биологии моря ДВО РАН (Горин и др., 1980; Жирмунский и др., 1987). На рис. 1 приведена карта-схема районов исследования, выполненная Институтом биологии моря. В 1969 г. А.Н. Горин впервые предпринята попытка синхронного анализа сезонной динамики оседания личинок макрообрастания в северо-западной части Японского моря. В 1972–1973 гг. изучение обрастания продолжено в северо-западной части Охотского моря (о-в Завьялова). Проведена большая работа по исследованию сезонной динамики оседания обрастателей с помощью специальной установки, разработанной А.Н. Гориним с соавторами, в климатических условиях севера. Параллельно велись наблюдения за ходом репродуктивных циклов обрастателей, изучалось обрастание пирсов и затонувших судов. Основная часть полученных результатов опубликована в сборнике «Обрастания в Японском и Охотском морях» (1975).

С 1975 г. Институтом биологии моря начато изучение обрастания судов. Собран обширный материал с 600 судов различного режима эксплуатации в дальневосточных морях. Прослежен ход сукцессии сообществ на примере действующего судна с определенным маршрутом плавания. Результаты проведенных исследований опубликованы в двух сборниках «Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана» (1980) и «Организмы обрастания дальневосточных морей» (1981), а также в ряде других изданий (Звягинцев, Михайлов, 1978; Звягинцев и др., 1982а; Звягинцев, 1984а; Михайлов, 1985а). В.А. Брыковым с соавторами (1980, 1986б) изучены состав и вертикальное распределение обрастания стационарных якорных цепей в б. Витязь и зал. Восток Японского моря. Сотрудники ИБМ участвуют во Всесоюзных конференциях по биообрастанию и коррозии (Звягинцев, 1985б; 1990б).

В 1989 г. Институтом биологии моря в рейсе НИС «Академик Александр Несмеянов» исследовано обрастание судов и гидротехнических сооружений в районе Сейшельских островов (Zvyagintsev, Ivin, 1992).

В последние годы работы по изучению обрастания в ИБМ приобрели более узкую направленность. Поскольку расширилась сеть хозяйств марикультуры, возникла проблема защиты гидробиотехнических сооружений и объектов выращивания. Исследовано обрастание разноглубинных гидробиотехнических сооружений для выращивания приморского гребешка (Масленников, 1997; Масленников, Кашин, 1993), ламинарии (Ивин и др., 1990).

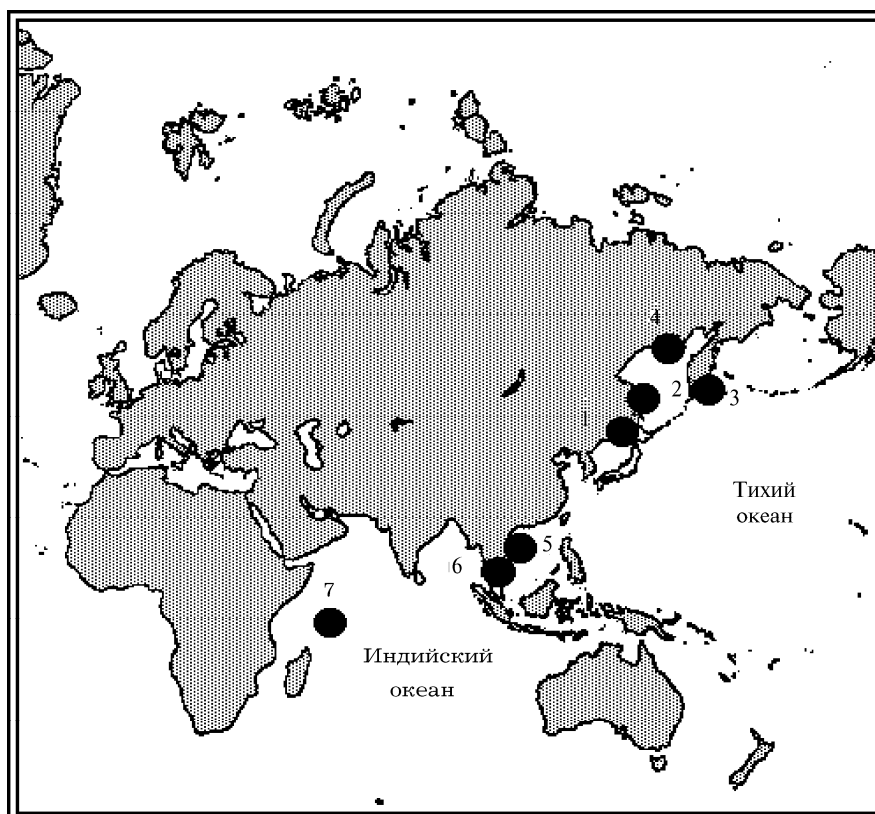


Рис. 1. Карта-схема районов исследования обрастания Институтом биологии моря за 1969–2000 гг. 1 – северо-западная часть Японского моря; 2 – район о-ва Сахалин; 3 – Авачинская губа; 4 – Тауйская губа,

Охотское море; 5 – Южно-Китайское море у побережья Вьетнама; 6 – Сиамский залив; 7 – Сейшельские острова

В последние годы нами было проведено комплексное исследование системы охлаждения Владивостокской ТЭЦ-2 (Звягинцев, 2002). Продолжены специальные работы совместно с Институтом химии ДВО РАН (Корякова и др., 2002 а, б, 2003) по изучению динамики оседания обрастателей на экспериментальные пластины.

До 1980 г. специальных исследований у побережья Вьетнама не проводилось. Опубликовано лишь несколько работ по усоногим ракам (основным обрастателям) из бентоса Южного Вьетнама, Сиамского залива (Broch, 1947; Davydoff, 1952; Stubbings, 1963) и Тонкинского залива (Zevina, 1968). Кроме того, имеется несколько работ по океаническому обрастанию в открытых частях Южно-Китайского моря (Skerman, 1960; Henry, McLaughlin, 1975; и др.).

С 1980 г. До Конг Тхунгом (Ханой, ИЦНИ) проводились целенаправленные исследования в Тонкинском заливе. Выявлены биоповреждения на судах и ГТС, установлена степень влияния нефтепродуктов на данное явление в зал. Кыйньон и п. Хайфон. Кроме того, проведена оценка эффективности воздействия на обрастание некоторых химических веществ, используемых в противообрастающих покрытиях. Часть материала опубликована (Thung, 1983, 1989 a,b,c,d, 1991; Thung, Dat, 1989), другая обрабатывается специалистами ИЦНИ. Под руководством автора До Конг Тхунгом защищена кандидатская диссертация (До Конг Тхунг, 1994).

Совместные советско-вьетнамские исследования морского обрастания начаты в 1984 г. Эти работы проводились Институтом биологии моря ДВО АН СССР и Институтом морских исследований ИЦНИ. Оно изучалось в 3, 8 и 11-м рейсах НИС «Академик Александр Несмеянов», Курило-Вьетнамском рейсе НИС «Профессор Богоров» и береговой экспедицией ИБМ в 1987–1988 гг. Часть материала обработана и полученные данные опубликованы (Звягинцев, Михайлов, 1985, 1988; Звягинцев, 1989; Звягинцев и др., 1993; Звягинцев, До Конг Тхунг, 1994; Зевина и др., 1992).

Цель настоящей работы – изучение особенностей качественного состава, количественного распределения и закономерностей формирования сообществ обрастания антропогенных субстратов (судов, гидротехнических сооружений, нефтедобывающих платформ, систем охлаждения промышленных предприятий) в северо-западной Пацифике. Были использованы материалы, полученные автором и его коллегами преимущественно в составе морских экспедиций Института биологии моря ДВО РАН в дальневосточных морях в 1980–2000 гг. Для достижения цели возникла необходимость решения следующих задач:

- выявить таксономический состав и характеристики количественного обилия обрастания судов прибрежного, дальнего плавания и гидротехнических сооружений в исследованных регионах;
- установить биогеографический состав обрастания судов;
- провести районирование сообществ обрастания судов разного режима эксплуатации;
- выделить сообщества обрастания гидротехнических сооружений в умеренной и тропической зонах;
- установить роль гидродинамических процессов в распределении обрастания на корпусах действующих судов и систем охлаждения промышленных предприятий;
- изучить ход сукцессии сообществ обрастания судов разного режима эксплуатации и неподвижных субстратов;
- исследовать некоторые эпилбиозы как экологические прототипы обрастания;



- выявить роль вселенцев в сообществах обрастания и бенгоса как основополагающей причины глобальных изменений в составе донных сообществ;
- теоретически обосновать выделение совокупности морских антропогенных субстратов (антропали) в зону, имеющую самостоятельный статус;
- провести анализ явления морского обрастания как следствия конфликта человека с биосферой в свете эколого-технологической концепции биоповреждений.

Полученные данные весьма неоднородны. Так, идентификация материала из тропиков завершена не полностью, часть его передана специалистам ИМИ (г. Нячанг, СРВ) для окончательного определения. Наиболее исследованным во всех отношениях оказался зал. Петра Великого, в котором базируется большинство судов Дальневосточного морского бассейна. Этот залив оказался самым доступным для изучения обрастания гидротехнических сооружений, систем охлаждения станций, здесь было удобно проводить многолетние исследования формирования обрастания на экспериментальных пластинах. Информация об особенностях состава, распределения и сроков оседания обрастателей у побережья Китая получена из литературных источников, к сожалению, запланированный рейс вдоль китайского побережья не состоялся.

Автору была оказана финансовая поддержка губернатора Приморья, ФЦП «Мировой океан» (гранты «Экология морского обрастания в северо-западной части Тихого океана», 1999 г., «Динамика экосистем, формирование биопродуктивности и биоресурсов Мирового океана», 2003 г.), Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 01-04-96922-р2001 Приморье, «Ведущие научные школы России» № 00-15-97890) и Президиума ДВО РАН (грант «Реакция морской биоты на изменение природной среды и климата»), за 2003, 2004, 2005 гг.).

Сбор и обработка материала, положенного в основу этой книги, выполнены в лаборатории экологии шельфовых сообществ Института биологии моря ДВО РАН. Эти исследования проводились в разных регионах с использованием легководолазного снаряжения и не могли быть осуществлены автором без содействия сотрудников института. Считаю своим приятным долгом выразить искреннюю благодарность товарищам по экспедициям А.Н. Горину, И.А. Кашину, А.М. Мурахвери, С.Р. Михайлову, С.В. Блинову, В.В. Ивину, Н.И. Селину, В.В. Гульбину, В.В. Водопьянову, Ю.П. Попову, А.Г. Голосеву, Е.А. Вейнеру (ИБМ ДВО РАН), А.В. Курдину, Р.Н. Метельской (ЦНИИ «Прометей»), М.Д. Коряковой, А.П. Супониной (ИХ ДВО РАН), а также сотрудникам ИМИ в Нячанге (СРВ) Чан Динь Наму и Нгуен Ван Чунгу. Весьма признателен за содействие и помощь в тропических рейсах начальникам экспедиций д-ру биол. наук профессору Э.А. Тиглянову и д-ру биол. наук Ю.Я. Латыпову, а также руководителю береговой экспедиции во Вьетнаме д-ру биол. наук профессору А.Л. Дроздову.

Автор признателен руководителю промышленно-санитарной лаборатории Службы экологии ВТЭЦ-2 Н.И. Ермоленко за предоставление гидрологических данных и старшему научному сотруднику ИБМ М.А. Ващенко за консультацию при обсуждении этих данных. Искренне благодарен он и сотрудникам станции Ю.С. Емелину и Э.Ф. Антонцеву за помощь в сборе материала и предоставление информации по системе охлаждения ВТЭЦ-2.

В работе по определению таксономической принадлежности материала принимал участие ряд специалистов Института биологии моря и академических институтов и университетов России (бывшего СССР) и Института морских исследований НЦНИ Вьетнама. Выражаю искреннюю признательность сотрудникам ИБМ канд. биол. наук А.М. Броневскому, канд. биол. наук С.И. Масленникову, канд. биол. наук В.В. Ивину,

*Наука движется толчками в зависимости от успехов, делаемых методикой. С каждым шагом методики вперед мы как бы поднимаемся ступенькой выше, с которой открывается нам более широкий горизонт с невидимыми раньше предметами.*

И. П. Павлов

оказавшим большую помощь при компьютерной обработке материала. Исследования по оценке влияния гидродинамических процессов на распределение обрастания не были бы выполнены без активного участия моего соавтора в ряде статей д-ра биол. наук А.В. Мощенко. Автор искренне благодарен ушедшим от нас академикам А.В. Жирмунскому и О.Г. Кусакину за ценные советы и замечания при написании книги. Хотелось бы особо отметить помощь и внимание д-ра биол. наук профессора А.И. Кафанова, а также поблагодарить д-ра биол. наук В.С. Левина за тщательное научное редактирование рукописи.

## **ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛ, МЕТОДЫ ЕГО СБОРА, ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА**

### **1.1. Материал**

Основным материалом для данной работы послужили сборы автора в ряде экспедиций Института биологии моря за период 1976–2003 гг. (см. рис. 1). Всего собрано и обработано 6 888 количественных и качественных проб (табл. 1; все таблицы вынесены в «Приложение»).

Большая часть материала получена в дальневосточных морях побережья России. В летне-осенний периоды 1976–1981 гг. отрядом обрастания лаборатории шельфовых сообществ был предпринят ряд поездок по портам советских вод Японского моря и о-ва Сахалин с целью изучения экологии обрастания судов и закономерностей его формирования в этом регионе (рис. 2).

В основном материал получен на плаву, часть его – при доковых осмотрах. Всего осмотрено 247 судов прибрежного плавания (СПП), для сравнения изучали обрастание затопленных судов и судов на длительных стоянках. В результате собрано и обработано около 2500 количественных и качественных проб.

При анализе сообществ обрастания судов дальнего плавания (СДП) использованы материалы, собранные в совместных экспедициях и любезно предоставленные С.Р. Михайловым. Кроме того, часть информации по СДП получена из публикаций этого автора.

Значительная часть материала собрана в крупных дальневосточных портах Владивостоке, Находке, Ванино, Петропавловске-Камчатском, Корсакове и пр., где базируется большинство СДП. На рис. 3 приведена схема промысловых районов (ПР), в которых работали осмотренные нами суда рыбодобывающего флота. Основные транспортные направления СДП указаны в табл. 6. Всего осмотрено 201 судно 45 типов, обработано около 2 000 качественных и количественных проб.

Материалом по обрастанию причальных сооружений послужили сборы, выполненные нами в заливах Амурском и Посыета (см. рис. 2). Сбор материала

---

\* Материал по Сейшельским островам и эпифитона тропической зоны.

стве дополнительного при анализе обрастания

проводили в соответствии с методикой, разработанной И.А. Кашиным (1982). Всего осмотрено 12 объектов (пирсов, набережных, эстакад), собрано и обработано 64 качественных и 228 количественных проб.

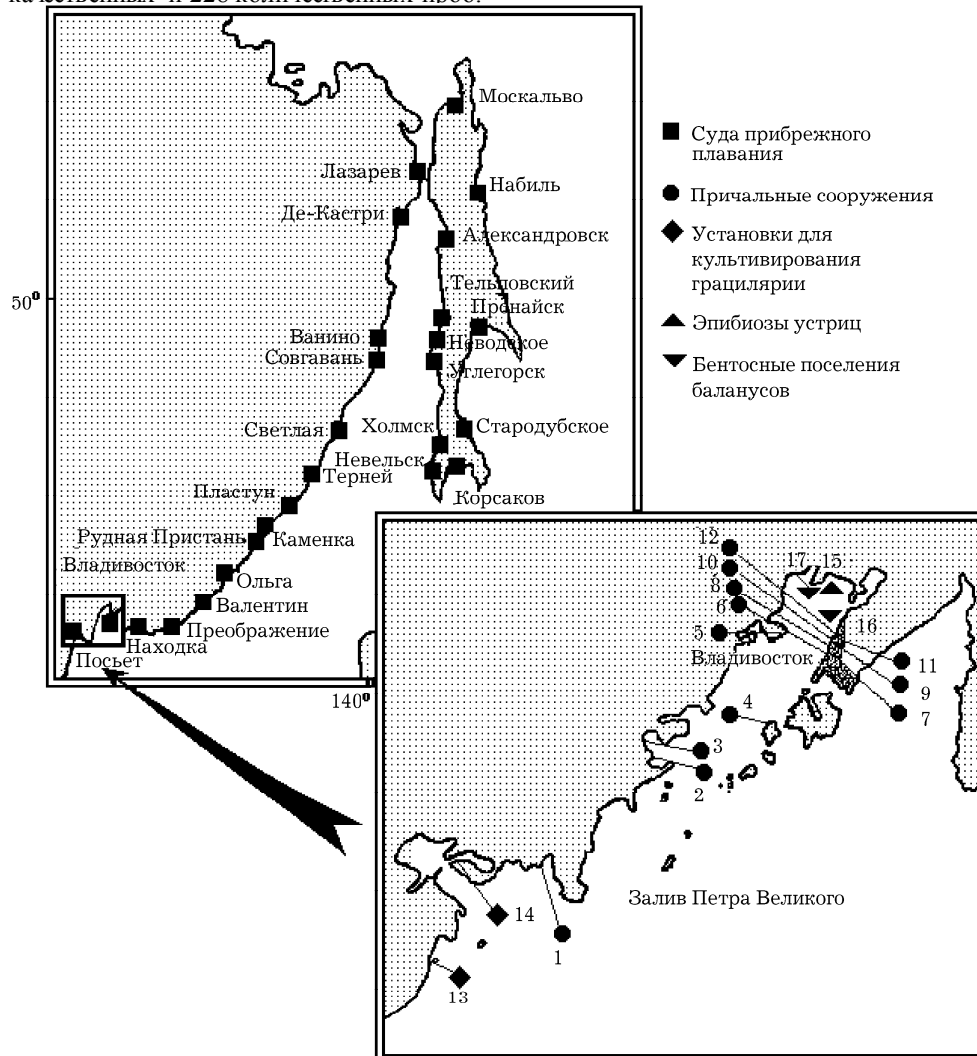


Рис. 2. Карта-схема района исследований обрастания судов прибрежного плавания у побережья Приморья и о-ва Сахалин; причальных сооружений (1 – п. Зарубино, 2 – п. Нерпа, 3 – п. Славянка, 4 – бух. Алексеява, 5 – п-ов Песчаный, 6 – « ДСО» Водник, 7 – ДСО «Труд» , 8 – Спортгавань, 9 – нефтебаза, 10 – рыбокомбинат, 11 – ст. Чайка, 12 – ст. Седанка); 13, 14 – установок для культивирования грацилярии; 15 – эпифиозов устриц; 16, 17 – бентосных поселений баланусов в зал Петра Великого

В 2001 г. была организована работа по комплексному изучению обрастания системы охлаждения Владивостокской ТЭЦ-2 (рис. 4). Получены данные по составу и количественному распределению обрастания в разных частях системы охлаждения станции (рис. 5, 6, табл. 1).

В 1985–1986 гг. нам была предоставлена возможность изучения динамических аспектов обрастания на стенде ЦНИИ «Прометей» в б. Рында Амурского залива Японского моря (рис. 7). Всего обработан материал со 120 стальных экспериментальных

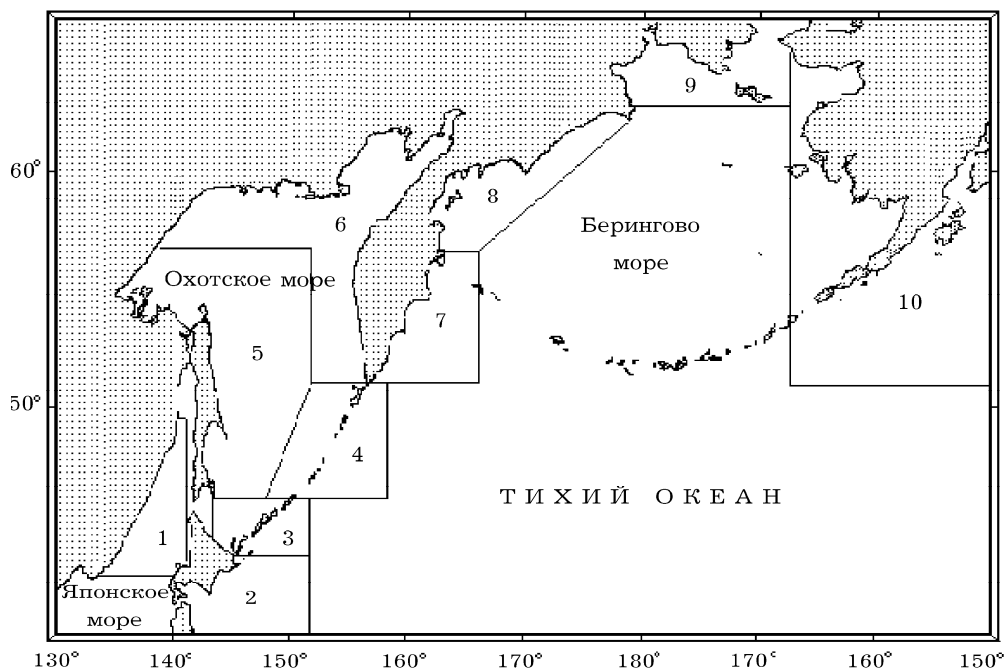


Рис. 3. Карта-схема расположения основных промысловых районов (ПР) в северной части Тихого океана. 1 – Япономорский ПР, 2 – южная часть Южно-Курильского ПР, 3 – северная часть Южно-Курильского ПР, 4 – Северо-Курильский ПР, 5 – юго-западная часть Охотоморского ПР, 6 – северо-восточная часть Охотоморского ПР, 7 – южная часть Берингоморского ПР, 8 – центральная часть Берингоморского ПР, 9 – северная часть Берингоморского ПР, 10 – Северо-Тихоокеанский ПР (по данным Михайлова, 1985б)

пластин площадью по 400 см<sup>2</sup>. Исследована динамика оседания обрастателей на пропивокоррозионное покрытие ЭЖС-40, которое обычно используется при окраске подводной части судов прибрежного плавания. Для сравнения качественного состава сообществ обрастания и донного населения бухты были выполнены 3 гидробиологических разреза: на 2 скалисто-валунных мысах, один из которых расположен напротив стенда, второй – на выходе из бухты в ее северной части (глубина 0–3 м) и на илисто-песчаном грунте в районе стенда (глубина 5 м, учитывали только эпифауну и эпифитон).

Работа с экспериментальными пластинами была продолжена нами в 1999–2000 гг. совместно с Институтом химии ДВО РАН (рис. 7, табл. 1). В акватории портовой гавани Золотой Рог проведены исследования по влиянию различного рода загрязнений на сукцессию микро-, мейо- и макрообрастания, а также изучено влияние загрязнений на биокоррозию высоколегированной стали Х18Н10Т. Сообщество обрастания матированного стекла в стадии первичной сукцессии исследовано в качестве биомонитора загрязнения портовых вод тяжелыми металлами.

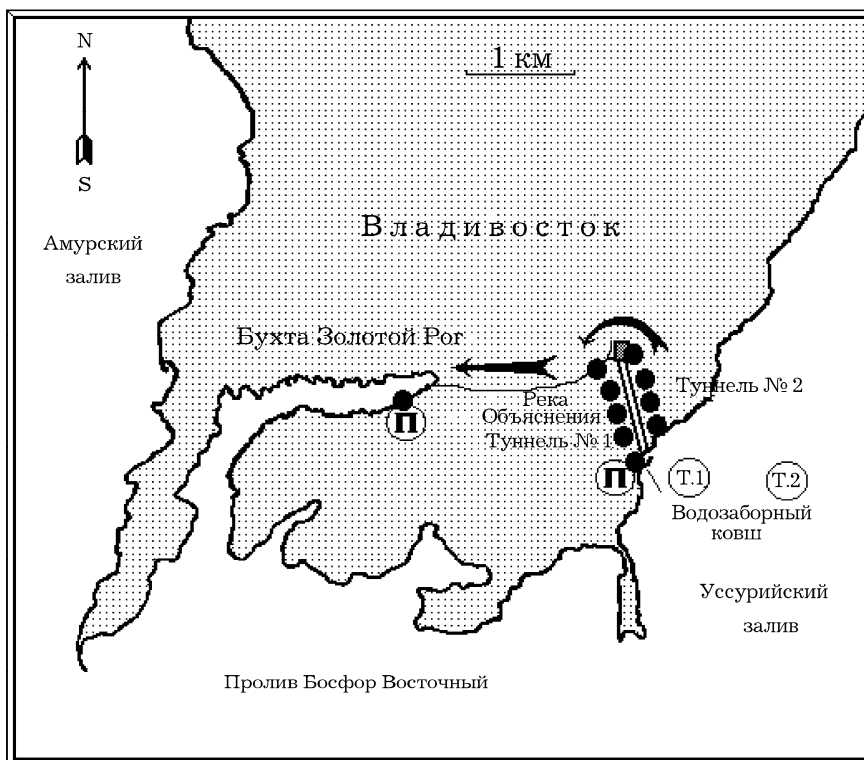


Рис. 4. Карта-схема района исследований обрастания системы охлаждения ВТЭЦ-2. Черными кружками обозначены места сбора проб обрастания. П – точки комплексных сезонных исследований и установки экспериментальных пластин. Т.1 и Т.2 – места изучения вертикальной стратификации меропланктона. Здесь и далее стрелками обозначено направление токов воды

Для изучения сукцессии сообществ обрастания непосредственно на корпусах действующих судов проведена серия экспериментов на плавсредствах различного режима эксплуатации. Антропогенная сукцессия обрастания СПП рассматривается на примере пассажирского катера (ПСК) «Гайдар». Этот катер работал на линии Владивосток–зал. Посьета в районе, наиболее полно изученном в отношении обрастания судов. Регулярные осмотры судна на плаву проводились каждые 15–20 дней. ПСК «Гайдар», основные технические характеристики которого приведены в табл. 7, после очередного ремонта и окраски подводной части (ПЧ) корпуса железным суриком был спущен на воду 26 апреля 1979 г. в район 44-го причала Владивостокского порта. С этого дня судно совершало регулярные рейсы по вышеуказанному маршруту 2 раза в неделю с попеременными стоянками в б. Троицы (или в б. Витязь) зал. Посьета и в б. Золотой Рог у 44-го причала. Кроме того, для уточнения сроков оседания массовых видов использованы материалы по обрастанию судов различных типов, полученные после их преддочковых стоянок в б. Золотой Рог.

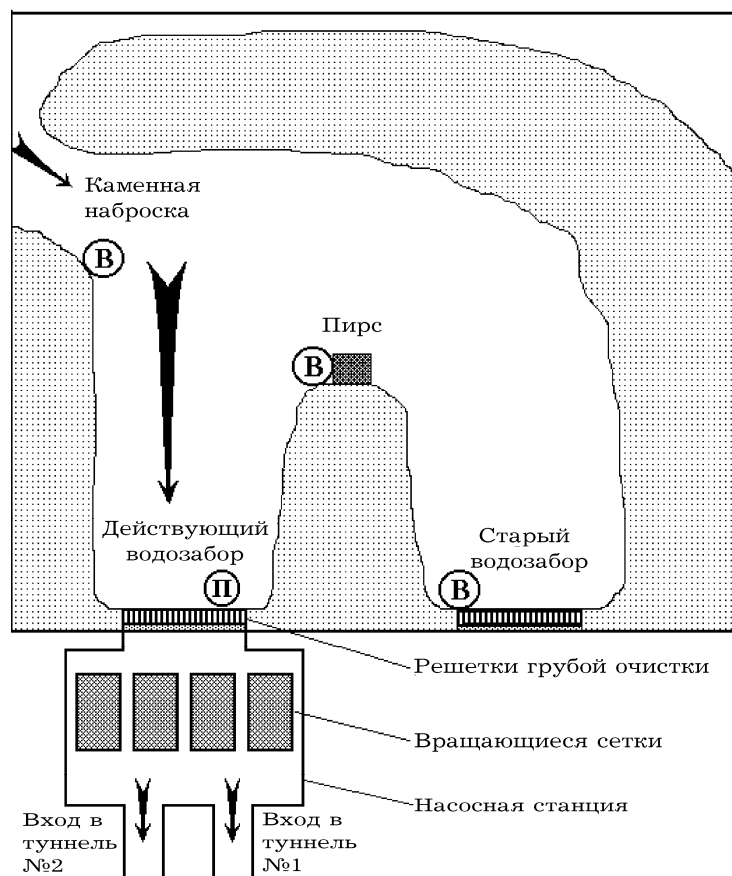


Рис. 5. Схема водозаборного ковш и насосной станции системы охлаждения ВТЭЦ-2. П – место экспозиции экспериментальных пластин, В – места водолазных осмотров гидротехнических сооружений и каменной наброски

В 3-м биологическом рейсе НИС «Академик Александр Несмеянов» было изучено формирование сообществ обрастания на корпусе этого судна в тропических водах (Звягинцев, Михайлов, 1985). Рейс проходил с января по май 1984 г. по следующему маршруту: п. Клайпеда–прол. Ламанш–Средиземное море–Красное море–п. Аден–о-в Сокотра–Сейшельские острова–о-в Маврикий–о-ва Каргадос-Карахос–Индийский океан–п. Сингапур–п. Нячанг–о-в Намзу–о-в Тху–порт Хошимин–зал. Бенгой–п. Нячанг–п. Владивосток. Регулярные осмотры ПЧ корпуса судна проводились на плаву во время участия в рейсе каждые 15–20 дней. Использовали пробную площадку  $0,01 \text{ м}^2$ .

В 15-м альгологическом рейсе проведены аналогичные осмотры обрастания ПЧ корпуса НИС «Академик Александр Несмеянов», работавшего в районе Сейшельских островов. Для сравнения сукцессии обрастания обросшей и предварительно очищенной поверхностей ПЧ судна проведена подводная очистка площади  $5 \text{ м}^2$  в соответствии с технологией АСПТР (Меренов, 1978; Литвин и др., 1979). Количественные пробы площадью  $0,04 \text{ м}^2$  брали каждые 15 сут одновременно на обросшей и очищенной поверхностях.

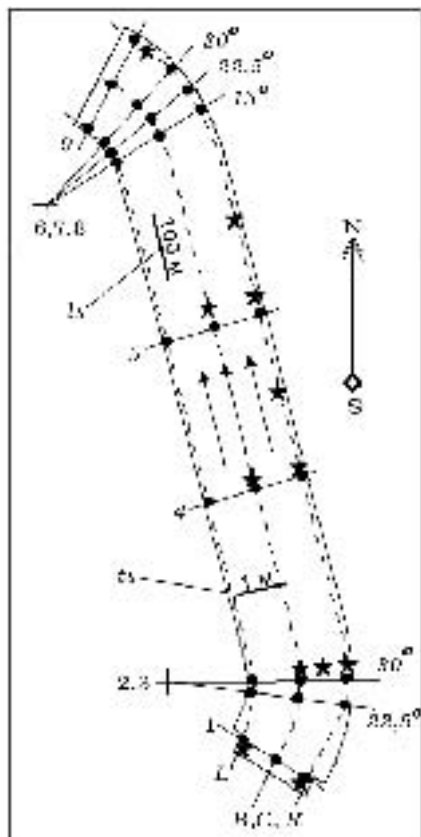


Рис. 6 Схематическое изображение туннеля и точки отбора проб в туннеле № 2. 1–9 – номера поперечных разрезов; L, R, B и C – продольные разрезы по левой и правой стенкам, дну и своду туннеля соответственно; стрелки – направление движения воды; 1 м и 5 м – масштабные линейки для продольного и поперечного размеров туннеля соответственно; звездочки – места отбора проб в 3 повторах в туннеле № 1

В весенне-летний период 1990 г. при проведении эксперимента по культивированию грацилярии *Gracilaria verrucosa* в Южном Приморье изучены закономерности формирования обрастания установок марикультуры и эпифитона грацилярии (см. рис. 2). Всего собрано и обработано 72 количественных и 24 качественных пробы.

Материалом для работы у побережья Вьетнама послужили сборы Института биологии моря ДВО АН СССР, проведенные совместно с Институтом морских исследований ИЦНИ СРВ (см. «Введение») в ряде морских и береговых экспедиций (рис. 8). Всего было осмотрено 150 судов разного типа и режима эксплуатации, а также 40 ГТС – навигационных буев, пирсов, опор мостов и нефтедобывающих платформ. Собрано и обработано 1016 количественных и качественных проб макрообрастания этих объектов.

В 15-м альгологическом рейсе НИС «Академик Александр Несмеянов» изучено морское обрастание у островов Фаркуар, Альдабра, Дерош, Праслен, Маэ, Серф (Сейшельские острова, район 7, см. рис. 1). Осмотрено 6 судов прибрежного плавания, 7 ГТС (буев, пирсов и причалов). Всего собрано и обработано 80 количественных и 14 качественных проб.

Для изучения формирования эпибиозов устриц в летне-осенний период 1986 г. на двух устричных банках, расположенных к северо-западу от г-ова Де-Фриза в Амурском заливе Японского моря (см. рис. 2), ежемесячно отбирали по 30 экз. двух-трехлетних особей *Crassostrea gigas* с длиной раковины 12–15 см на глубине 0,6–1 м. Всего собрано и обработано около 200 особей устрицы.

С 1979 г. в течение ряда лет проводились осмотры некоторых участков верхней сублиторали Амурского залива на предмет обнаружения вселенцев, в частности баланусов *Balanus improvisus* в составе сообществ бентоса (см. рис. 2).

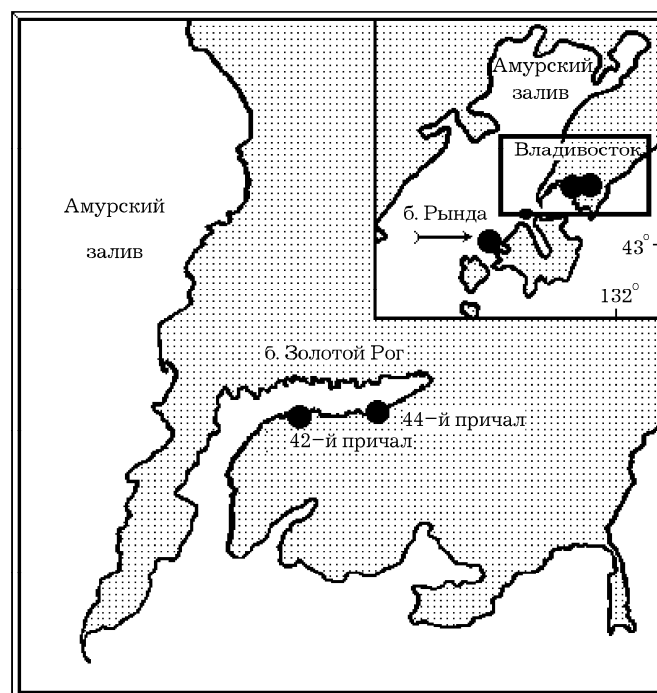


Рис. 7. Карта-схема мест исследования динамических аспектов обрастания с использованием экспериментальных пластин

Во время 15-го альгологического рейса НИС «Академик Александр Несмеянов» проведено исследование сообществ эпифитона некоторых зарослеобразующих макрофитов сублиторали островов, входящих в состав Сейшельской и Амиранской групп (см. рис. 1). Всего собрано и обработано 36 количественных и 15 качественных проб из зарослей 6 видов водорослей и морских трав.

Кроме основного материала в работе использованы опубликованные данные бывших и работающих в настоящее время сотрудников ИБМ (автор принимал непосредственное участие в сборе и обработке значительной части их материала), а также иностранных специалистов.

Исследование морского обрастания аналогично изучению бентоса (Лукин, 1980) и подразделяется на 4 этапа: 1) сбор материала; 2) камеральная обработка материала; 3) выделение сообществ; 4) анализ полученных данных.

## 1.2. Методы сбора материала

### 1.2.1. Исследование обрастания с помощью экспериментальных пластин

Методы взятия проб обрастания судов, свай пирсов, стенок причалов и плавучего навигационного ограждения в настоящее время более или менее стандартизированы. Исследователи обычно пользуются методиками, приводящимися в работах Е.И. Лебедева (1959), Г.Б. Зевинной (1961), Н.И. Тарасова и Н.А. Рудяковой (1961) и др. При изучении сезонной динамики обрастания с целью описания роста и развития отдельных организмов-обрастателей, процесса формирования сообществ и т. д., как правило, пользуются экспериментальными пластинами, изготовленными из



дерева, стекла, стали и т. д. Такие пластины экспонируются исследователем с какого-нибудь гидротехнического сооружения на определенной глубине, наиболее удобной

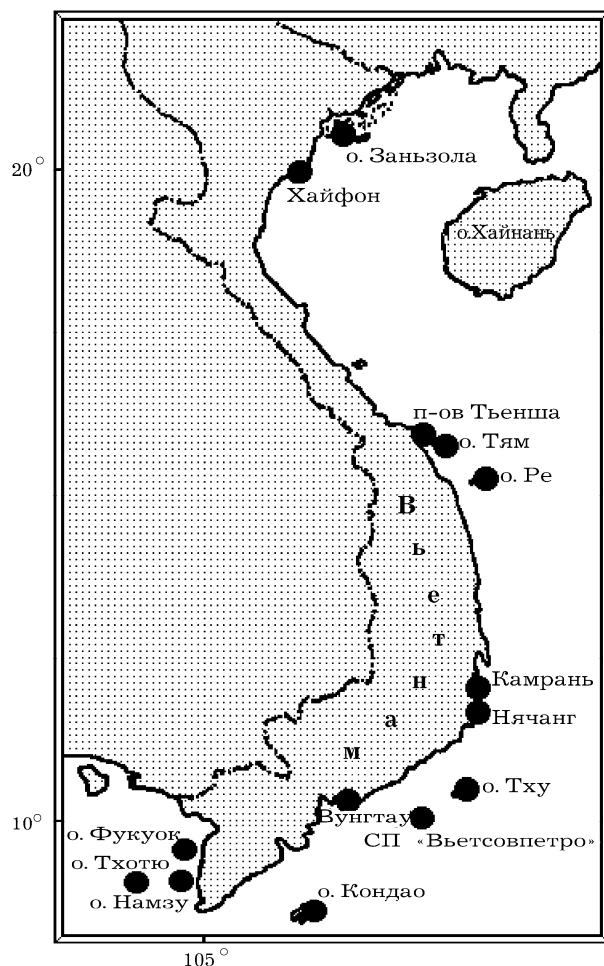


Рис. 8 Карта-схема района исследования у побережья Вьетнама с указанием мест осмотра судов и гидротехнических сооружений (районы 5 и 6, см. рис. 1)

для решения поставленных задач. Методы изучения с помощью экспериментальных пластин у различных исследователей могут иметь целый ряд особенностей. В данной работе мы остановимся на некоторых из них, использовавшихся при изучении обрастания Японского и Охотского морей в 1968–1973 гг. (Горин и др., 1975).

Наши методы исследований были основаны на данных, известных из работ указанных выше авторов, а также М.А. Долгопольской (1954), Н.И. Тарасова и Г.Б. Зевинной (1957). В основном, кроме специальных исследований, нами применялись пластины из матированного органического стекла с рабочей площадью  $10 \times 10 \text{ см}^2$ . Пластины экспонировались в 1968–1970 гг. в деревянных кассетах, подвешенных на пирсах или причалах на глубине 2–3 м. В 1971 г. для этих целей был построен стенд, представляющий собой модификацию геологического бурового понтона (рис. 9).

Площадь палубы стенда была около  $60 \text{ м}^2$ , что позволяло одновременно экспонировать на той или другой глубине около 40 кассет. В каждую кассету, изготовленную из стали и покрытую антикоррозийной краской, можно было устанавливать 9 пластин, смена которых проводилась в основном по схеме М.А. Долгопольской (1954). Оба варианта указанных выше кассет имеют некоторые недостатки. Деревянная, будучи весьма проста в изготовлении и удобна в работе, в условиях Японского моря в летний период быстро разрушается древоточцами. Стальная кассета менее удобна в эксплуатации и дорога в изготовлении. Кроме того, она пригодна для работы только на стенде и требует более частой очистки от обрастания с последующей новой антикоррозийной покраской. Следует также учесть, что рабочие поверхности двух

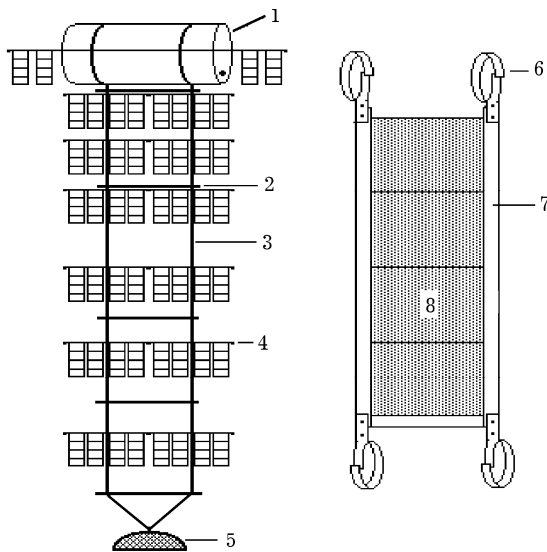


Рис. 10. Схема двухгирляндовой буйковой установки (слева): 1 – поплавок, 2 – распорка, 3 – основной несущий линь гирлянды, 4 – кронштейн с кассетами, 5 – якорь. Стальная кассета (справа): 6 – карабин, 7 – рамка, 8 – экспериментальная пластина

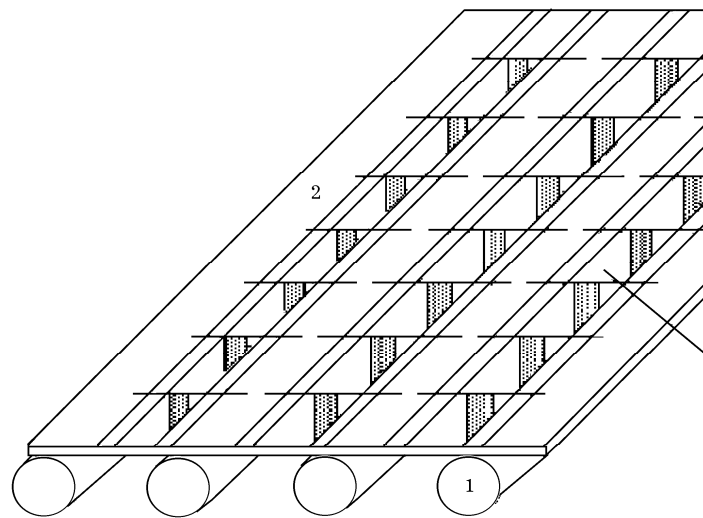


Рис. 9. Схема стенда для изучения динамики обрастания. 1 – понтон, 2 – палуба стенда, 3 – штанга для кассет, 4 – кассета, 5 – окно стенда

по характеру обрастания. Поэтому для выявления закономерностей процесса поселения использовали материалы, полученные только с идентичных сторон пластинок. Из-за этих недостатков в 1972 г. мы вернулись к первой модификации кассеты, но изготовленной из стали (рис. 10). Во всех случаях кассеты из-за обрастания или коррозии периодически менялись на новые. В том же 1972 г. мы отказались и от экспонирования кассет на стендах. Это было сделано по следующим причинам: стенды дороги; они практически нетранспортабельны и пригодны для работы только в стационарных условиях; на Дальнем Востоке, где почти все бухты и заливы зимой покрыты льдом, на зимний период их необходимо вытаскивать на берег и, следовательно, прекращать наблюдения; после каждого отработанного сезона стенды требуют капитального ремонта, что отнимает много времени и средств.

Наиболее удобной в эксплуатации оказалась последняя модель дальневосточного морского испытательного стенда, установленного в одной из бухт Амурского залива специалистами ЦНИИ «Прометей» (Звягинцев и др., 1986). Он представляет собой судно специальной постройки и по своей конструкции принципиально не отличается от нашего, однако на нем можно использовать на порядок больше пластинок практически любой площади. Динамику оседания молоди обрастателей изучали на этом стенде при помощи стальных пластинок размером 250 × 350 мм, окрашенных противокоррозийной эмалью ЭКЖС-40 (обычное покрытие подводной части судов прибрежного и портового плавания в дальневосточных морях). Смену пластинок, установленных на глубине 1 и 1,7 м в носовой, миделевой и кормовой частях стенда, проводили 2 раза в месяц, определяя при этом основные гидрохимические характеристики морской воды.

Учитывая недостатки при эксплуатации стендов, мы разработали конструкции буйв, требующие наименьших материальных затрат, минимального времени на сборку и удовлетворяющие целям наших исследований. На рис. 10 приведена схема такого буйа, испытанного в условиях Охотского моря. Помимо указанных преимуществ, такие буй

сторон пластинки из-за деталей конструкции кассеты различаются

благодаря хорошей обтекаемости устойчивы в штормовую погоду, пригодны для подледных наблюдений за обрастанием пластин (для этого поплавок необходимо погрузить на определенную глубину, в зависимости от толщины льда) и могут быть собраны при любой автономии полевых исследований. При разработке конструкции буйковых установок учитывалось то, что в экспедиционных отрядах работают аквалангисты, производящие периодическую замену кассет с пластинами. От них не требуется особой квалификации, так как процесс замены упрощен до минимума. Аквалангист снимает кассеты, прикрепленные к кронштейнам с помощью карабинов, и навешивает их на карабины веревки, спущенной с борта судна. На их место на кронштейны гирлянды прикрепляются новые кассеты, навешенные на второй такой же веревке. Человек, находящийся на борту судна, постепенно выбирает веревку с кассетами и вынимает из них пластины, дальнейшая обработка обрастания которых ведется по общепринятой методике.

При изготовлении буев в качестве поплавков нами использовались пенопласт или пустые герметически закупоренные металлические бочки емкостью 200–250 л. Несущей основой гирлянды был взят 12-миллиметровый капроновый фал в 4–6 рядов, соединенных в единый линь. Кронштейны и кассеты изготовлены в заводских условиях по специальному заказу.

Для проведения эксперимента в портовой гавани Золотой Рог (г. Владивосток) образцы – пластины (80 x 40 x 1,5 мм) высоколегированной стали X18H10Г экспонировали в море в течение июля–октября на горизонте 2 м с борта двух судов, пришвартованных к 44-му и 42-му причалам. Одновременно образцы стали в качестве контрольных испытывали на коррозионном стенде в б. Рында (о-в Русский, Амурский залив Японского моря), воды которой по основным гидрохимическим показателям соответствуют открытым водам Японского моря (Корякова, 1987), см. рис. 7. Биопленку, сформированную на образцах в течение 7 и 120 сут. их экспозиции на трех станциях, снимали и подвергали микробиологическому анализу по общепринятой методике (Кузнецов, Романенко, 1963). С образцов, экспонируемых в течение 120 сут, ее снимали с разных участков поверхности: I – свободной от обрастания баланусами; II – из-под балануса без коррозии; III – то же с коррозией образца. Исследовали 4 физиологические группы коррозионно-активных бактерий (Горбенко, 1977). Со снятых с испытаний образцов отбирали пробы макро- и мейофауны обрастания и в лабораторных условиях обрабатывали по стандартным методикам (Жадин, 1969; Гальцова, 1971). Одновременно оценивали интенсивность разрушения стали под баланусами, она выражалась отношением численности животных, под которыми отмечен очаг коррозии, к общему числу поселившихся баланусов. Оценивали потерю массы образца. В зоне испытания образцов проводили гидрохимический контроль воды по стандартной методике (Методы, 1978).

В летне-осенний период 2000 г. исследовано сообщество обрастания матированного стекла в стадии первичной сукцессии в качестве биомонитора загрязнения портовых вод тяжелыми металлами. В б. Золотой Рог одновременно со стальными образцами выставлялись в море стеклянные образцы-пластины (500 x 500 мм) на горизонте 2–2,5 м с борта двух судов, пришвартованных к 42-му и 44-му причалам. В качестве фоновой акватории использовалась б. Рында (см. рис. 7).

Перед постановкой пластины зачищали наждачной бумагой до получения матовой поверхности и протирали их этиловым спиртом. После двух-трех недель экспозиции пластин обрастание снимали целиком, пластины снова зачищали и выставляли в море. За весь срок испытания образцов проведено семь съемок комплексного сообщества микро- и пионерного макрообрастания. Образцы площадью 10 см<sup>2</sup>, взятые в трех повторностях, обрабатывали в соответствии со стандартными методами, применяемыми

для проб бентоса. Оставшееся обрастание подсушивали при температуре 60°С до постоянной массы, минерализовали концентрированной азотной кислотой и методом атомной абсорбции определяли содержание в нем тяжелых металлов: Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd, Ni.

В 2001 г. нами была продолжена экспозиция стеклянных пластин в период, когда макрообрастатели на них отсутствовали (май–начало июня). В фоновой б. Рында образцы-пластины были выставлены не на коррозионном стенде, расположенном в открытой части бухты, а в «кармашке» кутовой зоны, образованном береговой линией и старой корродирующей баржей. В 2001 г. снято и проанализировано пять проб обрастания, представленного бактериально-диатомовой пленкой.

В течение двух сезонов опыта (2000–2001 гг.) дважды в месяц отбирали пробы морской воды на трех станциях экспозиции образцов и определяли концентрацию растворенного (*in situ*) и биохимически поглощаемого кислорода (БПК<sub>5</sub>), величину pH, количество сапрофитов, нефтеокисляющих и сульфатредуцирующих бактерий (СРБ).

При проведении комплексного эксперимента по изучению обрастания системы охлаждения Владивостокской ТЭЦ-2 исследовано обрастание решеток водозабора, вращающихся сеток, двух километровых туннелей, сбросного канала и р. Объяснения за территорией станции. Проведены водолазные работы в водозаборном ковше с целью изучения обрастания гидротехнических сооружений (стенок водозабора, пирса) и каменной наброски. Обрастание туннелей, решеток водозабора и вращающихся сеток исследовали после их осушки. Пробы брали на 9 сечениях в районе днища, правой и левой стенок и свода (см. рис. 6).

Русла изученных туннелей относятся к непризматическому типу (по длине русла изменяются геометрические размеры, в данном случае диаметр сечения), имеют неправильную форму (сечение круговое, но глубина заполнения меньше диаметра) и обратный, хотя и незначительный, уклон (Константинов и др., 1987). Исследованные участки туннелей начинаются горловиной стальной трубы (диаметр 1,6 м), круто спускающейся к насосной станции. Затем туннели расширяются до 2 м, делают плавный поворот на 45° против часовой стрелки, следуют с юга на север–северо-запад (отклонение к западу составляет примерно 15°) на протяжении более чем 800 м и опять поворачивают к западу на 45°, переходя в распределительную систему охлаждения ТЭЦ (см. рис. 6).

Пробы обрастания в туннелях отбирали после спуска воды с использованием пробной площадки 100 см<sup>2</sup>. Так как время работы ограничивалось продолжительностью периода осушения и не превышало одних суток, в первом из туннелей с целью выяснения сходимости получаемых данных пробы отбирали в трех повторностях в начале, середине и конце туннеля на его своде, днище, правой и левой стенках (см. рис. 6). Во втором туннеле для определения зависимости количественных характеристик и состава обрастания от силы и характера движения воды отбирали по одной пробе по 9 сечениям туннеля (обозначаемым римскими цифрами) на тех же уровнях (буквенные обозначения, рис. 6). При выделении сообществ использовали биомассу (*B*), плотность поселения (*A*), встречаемость (*P*), а также производные индексы  $\sqrt{P \times B}$  и  $\sqrt{A \times B}$ . Для оценки характера распределения, как и на корпусах судов, использовали индекс рассеяния. При описании движения воды применяли соответствующие принципы, изложенные в многочисленной справочной литературе (Долгачев, Лейко, 1981; Войткуновский и др., 1982; Рапинчук, Герман, 1982; Константинов и др., 1987; Флетчер, 1991).

Исследованы динамика оседания и сукцессия сообществ обрастания на экспериментальных пластинах в водозаборном ковше (б. Сухопутная, Уссурийский залив), а также у 44-го причала в б. Золотой Рог, подверженной термальному загрязнению сбросными водами ВТЭЦ-2. В этих двух точках, расположенных до и после

прохождения морской воды по системе охлаждения станции (см. рис. 4), на глубине 1 м было установлено две серии экспериментальных пластин из асбоцемента площадью 20 x 20 см<sup>2</sup> с последующей съемкой дважды в месяц в течение года. Для изучения динамики оседания обрастателей пластины первой серии дважды в месяц снимали и заменяли на новые. Вторая серия пластин использовалась для исследования формирования сообщества обрастания, с них с такой же частотой отбирали пробы обрастания нарастающего срока экспозиции: 0,5, 1, 1,5 мес и т. д. Пробы обрастания площадью 10 см<sup>2</sup> обрабатывали в соответствии со стандартными методами обработки проб бентоса (Жадин, 1969).

Параллельно на станциях 1 и 4 с мая 2001 по май 2002 г. брали пробы планктона сетью Джели с диаметром входного отверстия 37 см из мельничного газа № 59 весной, летом и осенью дважды в месяц; зимой один раз в месяц. Глубина в районе взятия проб составляла 5 м в водозаборном ковше и 7 м у 44-го причала.

Для выявления вертикальной стратификации меропланктона в Уссурийском заливе 17 июня 2002 г. проведен послойный отбор проб планктона по вертикали в диапазоне глубин 0–20 м. Пробы брали сетью Джели через каждые 5 м на станциях 1, 2 и в водозаборном ковше (см. рис. 4).

Все пробы обрастания и планктона отбирали в трех повторностях и фиксировали в 4%-ном растворе формальдегида. Подсчет личинок проводили в камере Богорова с использованием бинокля МБС-9. Данные по температуре воды любезно предоставлены промышленно-санитарной лабораторией Службы экологии ВТЭЦ-2.

В 1986 г. совместно со специалистами ЦНИИ «Прометей» было изготовлено судовое устройство для биологических и коррозионных испытаний (Судовое устройство, 1988), предназначенное для экспозиции сменных пластин на корпусе судна во время его эксплуатации. Устройство состоит из рамы, неподвижно закрепленной на корпусе судна, уплотнительной резины, закладных деталей, амортизаторов и изоляторов между рамой и корпусом судна. Монтаж и демонтаж образцов под водой выполняет аквалангист любой квалификации. Устройство успешно прошло испытание во время вьетнамского рейса НИС «Академик Александр Несмеянов» в 1986 г. И, наконец, для исследования динамических аспектов обрастания может служить непосредственно сама поверхность корпуса судна (см. ниже).

## 1.2.2. Изучение обрастания судов

*1.2.2.1. Доковые осмотры судов.* До настоящего времени обрастание судов изучалось при их доковании. Методика исследования данного явления в доках разработана достаточно хорошо (Лебедев, 1959, 1971; Тарасов, Рудякова, 1961; Зевина, Лебедев, 1971). Однако она имеет ряд следующих недостатков:

а) наблюдения за обрастанием без параллельного изучения сукцессии не могут в полной мере выявить основные вопросы процесса формирования обрастания судов. Это становится реальным только при регулярном осмотре их на плаву;

б) во время постановки судна в док многие подвижные формы вымываются водой и осыпаются на палубу дока. По данным Зевиной с соавторами (1963), пока не удалось точно подсчитать количество гаммарид в обрастании, так как при поднятии из воды исследуемых объектов подвижные ракообразные разбегались;

в) суда в ожидании докования подолгу стоят в портах, и обрастатели, осевшие и развившиеся во время эксплуатации судна, оказываются в изменившихся условиях существования. Акватории судоремонтных заводов часто имеют другую температуру, соленость и обычно более загрязнены, чем район работы судна, поэтому за время преддоковых стоянок происходят изменения в составе и количественных показателях сообществ обрастания. В частности, многие океанические виды погибают и замещаются представителями местной флоры и фауны;

г) в настоящее время произошло значительное усовершенствование доковых операций по очистке судна. Теперь на многих судоремонтных заводах этот трудоемкий процесс механизирован и начинается сразу же после постановки судна в док, пока обрастание не «присохло». В таких случаях исследователь не имеет возможности даже подступиться к судну из-за работающих механизмов и отсутствия вспомогательных лесов.

Все перечисленные недостатки побуждают искать новые методы исследования обрастания судов, не исключая в то же время и возможности доковых осмотров.

**1.2.2.2. Сбор материала водолазом в вентилируемом снаряжении.** Использование водолаза в вентилируемом снаряжении для обследования обрастания судов на плаву впервые было предложено Н.И. Тарасовым и Н.А. Рудяковой (1961). Водолаз осматривает судно и передает свои наблюдения по телефону, после чего берет качественные пробы с помощью цельнометаллического скребка «почтовый ящик». Такая работа достаточно сложна и не всегда возможна.

Е.И. Лебедев (1971) не исключает возможности сбора проб обрастания водолазом, но указывает на то, что крупные сооружения (суда, приборы, буи) удобнее обследовать при подъеме из воды. Автор считает сбор проб с судов на плаву неточным, полагая, что толчки воды от движения рук водолаза при срезании неоднородного оброста выбивают значительную часть обрастателей. Однако он признает необходимость более качественного сбора под водой мягких организмов и лучшего количественного сбора подвижных компонентов обрастания.

**1.2.2.3. Сбор материала водолазом в автономном снаряжении.** Исследования макробентоса верхней сублиторали с помощью легководолазной техники в СССР начаты около 40 лет назад (Подводные гидробиологические исследования, 1982). Однако водолазный метод практически не применялся отечественными исследователями для изучения обрастания судов и ГТС, хотя брать пробы с подводной части таких объектов проще, чем бентоса верхней сублиторали. Осадка судов редко превышает 12 м, а преобладание гладких вертикальных поверхностей у большинства объектов значительно облегчает процесс сбора проб.

В лаборатории экологии шельфовых сообществ нами в течение ряда лет отработывалась и успешно применялась методика изучения обрастания судов на плаву (Звягинцев, Михайлов, 1980). Практика показала, что вполне возможно изучение данного явления квалифицированным водолазом-гидробиологом, применяющим выборочный метод с репрезентативной выборкой. Эта методика позволила за несколько экспедиций собрать обширный материал по обрастанию судов прибрежного, дальнего плавания и судов на приколе, а также ГТС в дальневосточных морях, у побережья Вьетнама и Сейшельских островов. Кроме того, прослежен ход сукцессии сообществ обрастания судна прибрежного плавания в зал. Петра Великого и дальнего плавания в двух тропических рейсах (табл. 1). Ниже приведено описание методики сбора проб обрастания судов на плаву.

Для проведения исследований в районе портов либо в прибрежной зоне удобно водолазное судно типа ВРД, которое швартуется к исследуемому объекту. Возможна также работа с катера типа «Прогресс» или «Амур», но в этом случае она ограничена небольшим районом и возможна лишь при соответствующих погодных условиях. Для поездок по портам Приморского, Хабаровского краев, Сахалинской области и п-ова Камчатка нами также успешно использовался автомобиль ГАЗ-66, оборудованный водолазной станцией. При работе на территории порта возможны погружения прямо с борта исследуемого судна при соответствующих мерах безопасности. Погружения проводились в стандартном водолазном снаряжении.

Вначале проводится визуальный осмотр ПЧ корпуса судна. Результаты осмотра заносятся на планшетку с заранее нанесенной на нее схемой ПЧ. Возможно описание

непосредственно по окончании работы. При визуальном осмотре исследователь обращает внимание на целостное восприятие сообщества (если таковое имеется), параллельно проводится сбор качественных проб. Оптимальный размер учетной рамки, достоверно характеризующий количественные показатели животных или растений, экспериментально обоснован М.В. Проппом (1971). Автор считает, что наиболее удачно пользоваться рамками такого размера, чтобы в каждую из них попадало от 1 до 10 экз. (т. е. в среднем 5–6) животных каждого вида. Универсальной рамкой для сообществ обрастания оказалась пробная площадка  $0,01 \text{ м}^2$ . В такую площадь обычно попадают по несколько десятков особей баланусов, мидий, амфипод, и даже используемые специалистами Института химии пластины площадью  $32 \text{ см}^2$  вполне удовлетворяют таким требованиям. При сборе количественных проб обрастания нами обычно используется пробная площадка  $0,01 \text{ м}^2$ , размер которой иногда может изменяться в зависимости от характера обрастания. При исследовании многолетнего сообщества обрастания ГТС размер площадки увеличивается до  $0,4 \text{ м}^2$ , а для учета крупных иглокожих даже до  $1 \text{ м}^2$ .

Как показала многолетняя практика, полученные нами данные достаточно репрезентативны: даже при взятии пробы в трех повторностях ошибка средней обычно колеблется в пределах 15–25%.

При взятии количественных проб используются специальные скребки-сачки с режущим краем соответствующей длины и острым углом наклона к исследуемой поверхности (рис. 11). Сечение рабочей площади скребка по форме приближается к кругу, что позволяет свести к минимуму потери материала. Перед взятием пробы исследователь размечает и очищает края пробной площадки, пользуясь специальной лопаткой (Лебедев, 1971). При определенном навыке возможно взятие пробы без предварительной очистки площадки. При толчках воды подвижные обрастатели укрываются среди водорослей и прикрепленных форм животных, попадая в водолазные сборы (Пропп, 1971). Приставив скребок режущим краем к основанию исследуемой площадки, водолаз с усилием проводит им вверх до конца площадки, плотно прижимая к поверхности корпуса. Срезанная проба проваливается в газовый мешок, который сразу же перехватывается водолазом в верхней части свободной рукой во избежание потерь подвижных организмов. Если одним движением не удастся срезать всю площадку, действие повторяется до полной ее очистки. Собранный проба на веревке с карабином подается сотрудникам, находящимся в лодке или на борту осматриваемого судна. Пока один скребок освобождается, водолаз берет следующую пробу вторым скребком.

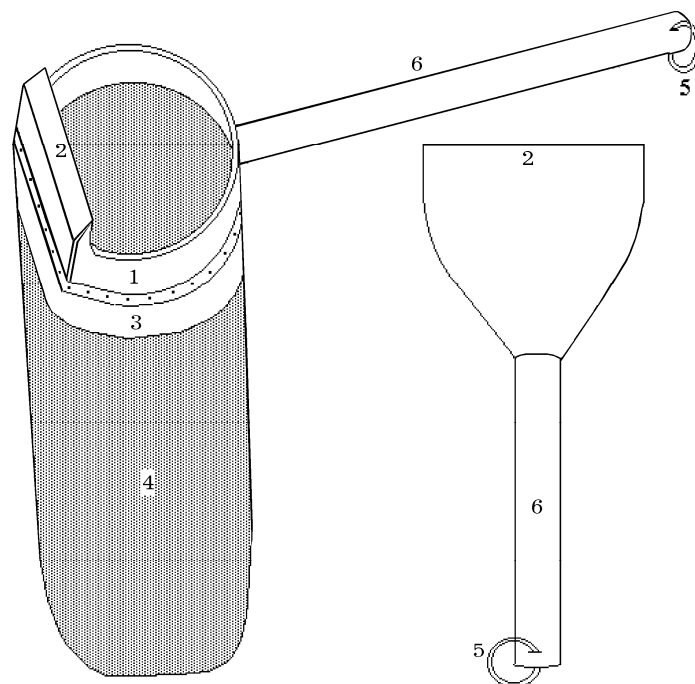


Рис. 11. Скребок-сачок и лопатка для взятия количественных проб обрастания: 1 – металлический каркас, 2 – нож из прочной стали, 3 – брезентовая ткань, 4 – мешок из газа, 5 – кольцо для крепления карабина, 6 – рукоятка

Для обеспечения репрезентативности сбора количественных проб необходимо, чтобы в их выборке были представлены все основные варианты совокупности участков с сохранением количественных соотношений между ними (Песенко, 1982). На корпусе судна такими участками являются форштевень, нос, начало и конец цилиндрической вставки, мидель, корма, ахтерштевень, винторулевая группа. В геоботанике и биоценологии наземных животных две основные схемы отбора проб: это рандомизированный (случайный) отбор образцов, предполагающий независимость каждой пробы от всех остальных, и систематический, при котором места взятия проб определяются по заранее намеченному плану (Песенко, 1982). Чаще всего исследователи пользуются комбинированным методом, проводя так называемый ограниченно рандомизированный отбор, который дает более высокую точность по сравнению со случайным (Грейг-Смит, 1967; Финни, 1970).

У разных исследователей бенгоса верхней сублиторали расположение рамок на грунте также различно. Одни используют рандомизированный отбор (Pequegnat, 1964), другие – систематический, распределяя рамки через определенный интервал (Пропш, 1971). Широко используется стратифицированный отбор (метод расслоения, или типический отбор), который соответствует гештальт-стратегии в фитоценологии (Блажек и др., 1977). При использовании всех этих методов на предварительном этапе исследования путем визуального осмотра дна в обследуемом районе выделяются типичные участки – страты, или выделы (Денисов, 1972), и только после этого проводится сбор количественных и качественных проб. При исследовании верхней сублиторали в условиях подвижных морских экспедиций обычно используется либо случайное, либо регулярное расположение пробных площадок (Лукин, Фадеев, 1982).

В основу методики сбора проб обрастания судов нами положен систематический отбор. Количественные пробы брались через 1 м от ватерлинии до киля в наиболее



характерных участках корпуса, перечисленных выше, аналогично гидробиологическому разрезу на вертикальной стенке литорали (Кусакин и др., 1974). Расстояние между пробами фиксировалось с помощью глубиномера (при работе на вертикальных участках) либо трансекты с метровыми метками, протянутой под днищем. На судах дальнего плавания вертикальная зональность сообществ обрастания довольно четко выражена в отличие от судов прибрежного плавания и портофлота. Для них ввиду небольшой осадки и лучшей освещенности корпуса характерно относительно равномерное распределение обрастателей по вертикали. При слабой степени обрастания для мозаично расположенных скоплений подсчитывали примерную площадь покрытия и на этом основании вычисляли процент обросшей поверхности. В зависимости от распределения обрастания, размеров, конструкции и типа судна число количественных проб может уменьшаться или увеличиваться. В среднем с одного судна осадкой 5 м берется 15–20 проб (рис. 12), для судов портофлота и вьетнамских шхун-сампанов вследствие их небольшой осадки число проб может быть уменьшено до 8–10.

**1.2.2.4. Оценка степени обрастания.** Приближенная оценка степени обрастания, в основу которой положено соотношение обросшей и необросшей площадей покрытия, предложена Н.И. Тарасовым и Н.А. Рудяковой (1961). Этими авторами различаются три степени обрастания: слабое – единичные обрастатели, умеренное – между обрастателями имеются значительные промежутки, сплошное – стопроцентное покрытие поверхности обрастателями. В практике эксплуатации судов состояние обрастания корпуса чаще характеризуется тремя аналогичными степенями (категориями), основанными на субъективной оценке площади покрытия. Существует более дифференцированный подход к оценке степени обрастания (Миядзима Токидзо, 1974, цит. по: Ревин, 1981). Все организмы им разделены на три группы и в зависимости от наличия и плотности поселения на корпусе характеризуются шестью баллами. Кроме того, М. Токидзо сделана попытка оценки степени обрастания через условные величины биомассы; при этом оценка производится также визуально.

В.В. Ревиным (1981) разработаны методы количественного критерия основных параметров обрастания и защитных покрытий подводной части корпуса судов. Методы носят скорее технологическую направленность и касаются оценки шероховатости поверхности корпуса судна, определения адгезии, толщины и степени сохранности покрытий, потребности судов ММФ в подводной очистке и почти не затрагивают экологические аспекты проблемы обрастания. Основным недостатком существующих методов оценки степени

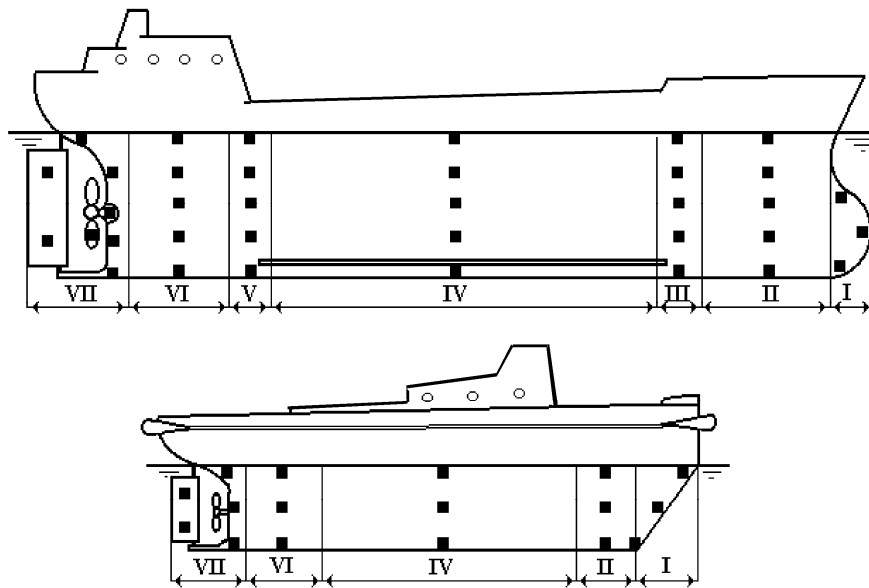


Рис. 12. Схема подводной части корпуса судов дальнего плавания (вверху) и прибрежного плавания (внизу) с указанием мест взятия количественных проб (черные квадраты). Римскими цифрами обозначены наиболее характерные участки корпуса, на которых берутся количественные пробы: I – форштевень, II – юс, III – начало цилиндрической вставки, IV – мидель, V – конец цилиндрической вставки, VI – корма, VII – ахтерштевень с винторулевой группой

обрастания, включая и разработанный нами, В.В. Ревин (1981) считает отсутствие учета особенностей формирования обрастания на отдельных участках корпуса судна, размерных характеристик доминирующих организмов, их влияния на сопротивление воды движению и потери скорости судна. С этим можно согласиться, если ставить ряд практических задач, а именно: геометрические закономерности изменения шероховатости обрастания на корпусе и ее влияние на сопротивление воды движению судна (потери скорости хода); время «истощения» внешнего слоя необрастающих покрытий на разных участках корпуса в зависимости от степени турбулентности потоков воды и т. д. Для выполнения же поставленных в данной работе задач разработанная нами методика изучения обрастания судов, на наш взгляд, вполне приемлема.

### 1.2.3. Исследование обрастания гидротехнических сооружений

В Институте биологии моря ДВНЦ АН СССР А.Н. Гориным (1975а) впервые с помощью водолазов обследованы пирсы и причалы основных портов северо-западной части Японского моря. Водолазы в автономном снаряжении, обладая большой подвижностью, провели качественный и количественный сбор материала с ГТС. К сожалению, автор не приводит методику сбора количественных проб. Методика исследования обрастания причальных сооружений с использованием легководолазного снаряжения разработана в Институте биологии моря И.А. Кашиным (1982).

Гидротехнические сооружения в зависимости от их конструкции образуют две группы поверхностей, подверженных обрастанию: сплошные стенки (стальной шпунт) и отдельно стоящие сваи или опоры из разных материалов, чаще из стали и дерева. Стенки обрастают только с наружной омываемой водой стороны, опоры полностью.

Первым этапом исследования обрастания стационарных ГТС является визуальный осмотр во время сизигийного отлива. Если такая возможность не представляется, то его осуществляет аквалангист. На основании осмотра делаются предварительные выводы о конструктивных особенностях сооружения, о составе и структуре обрастания, а также намечаются участки гидробиологических разрезов. В районах предполагаемых разрезов протягиваются трансекты с метровой разметкой. Во время визуального осмотра водолаз выделяет основные поясообразующие группировки (сообщества) обрастания, берет в каждом качественные пробы и намечает места взятия количественных проб.

Количественные пробы собирают с контрольных площадок, которые располагают полосой, перпендикулярной трансекте. Для обеспечения достоверности получаемых результатов желательно, чтобы каждая полоса состояла не менее чем из трех проб. В зависимости от плотности поселения и размеров обрастателей берутся учетные площадки 0,25, 0,1, 0,05 и 0,01 м<sup>2</sup>. Пробы извлекаются таким же скребком-сачком, что и при сборе обрастания с корпуса судна. Чтобы не происходило потерь при подъеме скребка из воды, газовый мешок затягивают в верхней части петлей. Во избежание лишних подъемов и спусков водолаза скребки удобно развешивать на карабинах, укрепленных через каждый метр на трансекте.

Для учета крупных животных и водорослей, не попадающих в учетную рамку, используется количественно-визуальный метод учета (Проп, 1971) – подсчитывается число особей, приходящихся на площади 1 м<sup>2</sup>. Принципы сбора материала и выполнение визуального учета на сваях и сооружениях из уголкового шпунта не различаются, но количество разрезов увеличивается соответственно числу рядов свай.

Дальнейшая обработка пробы обрастания судна или ГТС производится следующим образом. Собранная проба перекладывается в кювету с небольшим количеством воды, в ней же вымываются остатки пробы из газового мешка. Затем она переливается в банку или в шламочный мешочек, снабжается этикеткой. В полевой журнал заносятся сведения по составу и распределению массовых групп обрастателей, полученные при визуальном осмотре и предварительном анализе пробы в кювете.

#### 1.2.4. Изучение эпибиозов

Для определения количественных показателей эпибионтов устриц *C. gigas* подсчитывали проективную площадь створки раковины. Эпибиозы правых и левых створок вследствие вертикального ориентирования моллюсков в скученных поселениях оказались аналогичными. Эпифауну мертвых раковин, слагающих основание банки, не учитывали.

Обрастание экспериментальных установок для культивирования грацилярии (см. Колесников и др., 1986, рис. 1) исследовано с целью выявления его локальных особенностей в разных точках бухт Новгородской и Экспедиции, а также в лагунах и протоках ум. Островок Фальшивый. Пробы обрастания брали в июне, августе, октябре и ноябре. Эпифитон изучали во время сбора выращенной грацилярии в июле и августе. Использовали пробную площадку размером 25 см<sup>2</sup> на деревянной раме, 100 и 400 см<sup>2</sup> на сетном полотне, очищали 20 см якорной отяжки и 10 см поводца-субстрата. Эпифитон изучали в соответствии с общепринятой методикой (Маккавеева, 1979).

Исследование эпифитона зарослеобразующих макрофитов Сейшельских островов проводили на глубинах до 20 м. На каждой станции визуально определялся типичный участок зарослей. На выбранном участке проводили выкашивание макрофитов с использованием скребка-сачка (см. рис. 11) на площади 25 м<sup>2</sup> (Маккавеева, 1979). Отобранный материал помещали в газовый мешок и доставляли в лабораторию. Обработку проб проводили по стандартной гидробиологической методике. После отделения эпибионтов макрофиты взвешивали, все данные пересчитывали в расчете на 1 кг макрофита-субстрата. Для морской травы отдельно изучали эпибиоз на листьях. Из

каждой пробы отбирали 10 листовых розеток и определяли проективное покрытие инкрустирующих организмов на листьях разных возрастных групп (от наиболее старого – № 1 до самого молодого – № 5). Исследовали влияние инкрустирующих эпифитов на интенсивность фотосинтеза с использованием радиоуглеродного анализа (Колмаков, Таранкова, 1978).

Весь материал по СПП в экспедициях у побережья дальневосточных морей, по всем объектам в биологических рейсах НИС «Академик Александр Несмеянов», «Профессор Богоров» и береговой экспедиции в Нячанге (СРВ), а также по эпибиозам устрицы, эпифитону и обрастанию установок для культивирования грацилярии собран автором с использованием легководолазного снаряжения. Было сделано не менее 400 погружений и затрачено около 700 ч на сбор проб под водой. Кроме того, для более полного описания состава, количественных показателей, закономерностей распределения и формирования сообществ обрастания в исследуемых районах широко использовались опубликованные разными авторами данные.

### **1.3. Камеральная обработка материала**

Разборку проб обрастания в лабораторных условиях проводили согласно общепринятой методике, используемой для бентосных проб (Жадин, 1969). При камеральной обработке материала выделяли, подсчитывали и взвешивали с точностью до 0,01 г животных и водоросли отдельных групп. По окончании разборки проб макрофиты закладывали в гербарий либо фиксировали 4%-ным формалином, представители фауны макрообрастания – 70%-ным спиртом, после чего передавали специалистам для определения. Таксономическая принадлежность обрастателей установлена сотрудниками ИБМ: Н.Г. Клочковой и Т.В. Типляновой (водоросли), С.Ф. Чаплыгиной (гидроиды), Э.В. Багавеевой и А.Н. Гладковым (многощетинковые черви), Ю.Я. Латыповым (склерактинии), А.Н. Малютиным (альционарии и горгонарии), О.Г. Куракиным, С.А. Ростовым, М.В. Малюгиной (равноногие раки), В.В. Гульбиным (брюхоногие моллюски), М.Б. Ивановой, Ж.А. Евсеевым и Н.И. Селиным (двустворчатые моллюски), А.А. Кубаниным (мшанки), Т.С. Бениаминсон (асцидии), В.М. Маюшиным (рыбы); КИЭП ДВО РАН: К.Э. Санамяном (асцидии); ИнБИОМ: А.А. Калугиной-Гутник (водоросли); БИН: К.Л. Виноградовой (водоросли); МГУ: Г.Б. Зевинной (усоногие раки); ИМИ (СРВ): Чан Динь Намом (брюхоногие моллюски); Нгуен Тхань Ваном (офиуры и десятиногие раки Вьетнама). Часть материала из тропиков передана для идентификации специалистам ИМИ в Нячанге (СРВ). Автором частично определены усонogie и разноногие раки, а также десятиногие раки бореальной зоны, пангоподы, иглокожие, кроме того, массовые виды обрастания.

Животных, определенных до вида или более высокого таксономического ранга, подсчитывали и взвешивали с точностью до 0,01 г после обсушивания на фильтровальной бумаге. По мнению японских исследователей, в большинстве современных работ по обрастанию представлены только параметры биологического характера: число особей, сырой вес, который устанавливается на суше. Для разработки эффективных методов защиты от обрастания они предлагают делать перерасчет сырого веса на суше в сырой вес в воде с учетом количества вытесненной воды (Katsuyama, 1994). Поскольку разработка методов борьбы с обрастанием не входила в наши задачи, биомасса большей части определенных животных приведена нами по спиртовым фиксациям, для крупных форм двустворчатых моллюсков и усонogих раков – по формалинным. Применение спиртовых и формалинных весов делает наши данные сравнимыми с большинством аналогичных работ. Для животных, строящих убежища (сидячие полихеты в трубках, разноногие раки в домиках), взвешивание проводили вместе с этими образованиями, являющимися продуктами их жизнедеятельности. По

окончании определения систематических групп составляли списки видов с указанием местонахождения и количественных показателей каждого вида.

#### 1.4. Анализ результатов

При анализе полученных результатов учитывали гидрологические условия, режим и район эксплуатации судна, особенности конструкции ГТС, состав противообрастающего покрытия (если таковое имелось).

Для анализа видового состава в качестве исходных сведений использовали представление данных в виде матриц присутствия-отсутствия вида на объекте (либо в сообществе или группировке).

Методы кластерного анализа (К-анализа) широко применяются в современной гидробиологии (Сокал, 1980), несмотря на ряд имеющихся у них недостатков (Андреев, 1980; Кафанов, 1994). При оценке флоро-фаунистического сходства между объектами нами использован коэффициент Серенсена-Чекановского (по: Андреев, Рашетников, 1978):

$$K_S = 2N_{(A+B)} / (N_A + N_B),$$

где  $N_{A+B}$  – общее число видов в описаниях А и В;  $N_A$  и  $N_B$  – число видов соответственно в описаниях А и В. Различные модификации этого коэффициента оказались наиболее информативными (Песенко, 1982) и часто используются при исследовании сообществ бентоса (Фадеев, 1985) и обрастания (Wendt et al., 1989), а также при построении моделей распределения бентоса (Суханов, 1982). Этот метод имеет монотонную зависимость с коэффициентом Жаккара, широко используемым в биогеографии (Андреев, 1980).

Для визуализации матриц сходства использовали дендрограммы. Нами применен метод средней, отличающийся большей помехоустойчивостью и наиболее часто используемый исследователями бентоса. Дендрограмма сходства отдельных видов макрообрастания по распределению в водозаборном туннеле системы охлаждения ВТЭЦ-2 построена методом единичной связи (метрика – коэффициент корреляции Пирсона). Кроме применения дендрограмм, иллюстрирующих иерархические закономерности, строили ориентированные графы мер включения по соответствующим матрицам (Песенко, 1982). Специфичность объектов относительно друг друга определяли с помощью мер включения, представляющих собой долю в процентах от общих видов у сравниваемой пары объектов от числа видов, встреченных в одном из них.

Число имеющихся в сообществе видов служит простейшей и самой полезной мерой локального (регионального) разнообразия. Наряду с такими простыми показателями, как число видов, в качестве более наглядной характеристики богатства сообщества использовали видовое разнообразие. Этот показатель характеризует как число видов, так и их относительное обилие (Джиллер, 1988). Видовое разнообразие оценивали с помощью показателя Шеннона (H):

$$H = - \sum P_i \log_2 P_i,$$

где  $P_i$  – доля i-го вида в суммарной биомассе (Shannon, 1948).

Достоверность различия изменения количественных показателей в ходе сукцессии сообществ обрастания оценивали с помощью t-критерия Стьюдента (Зайцев, 1984).

Данные по гидрохимическим свойствам воды были получены специалистами ЦНИИ «Прометей», ИХ ДВО РАН, промышленно-санитарной лаборатории службы экологии ВТЭЦ-2, а также из отчетов ДВНИГМИ.

При выделении сообществ обрастания судов разного режима эксплуатации в основном проанализированы данные по судам, действующим одну навигацию. Сведения по плавсредствам, находившимся на причале и работавшим несколько сезонов без докования, использованы для сопоставлений.

В основу выделения сообществ обрастания положена методика А.П. Воробьева (1949), в соответствии с которой выполнены практически все исследования сообществ бентоса дальневосточных морей. Сообщества выделяли на основании наличия доминирующего по биомассе вида, а также по относительному постоянству количественных соотношений между видами.

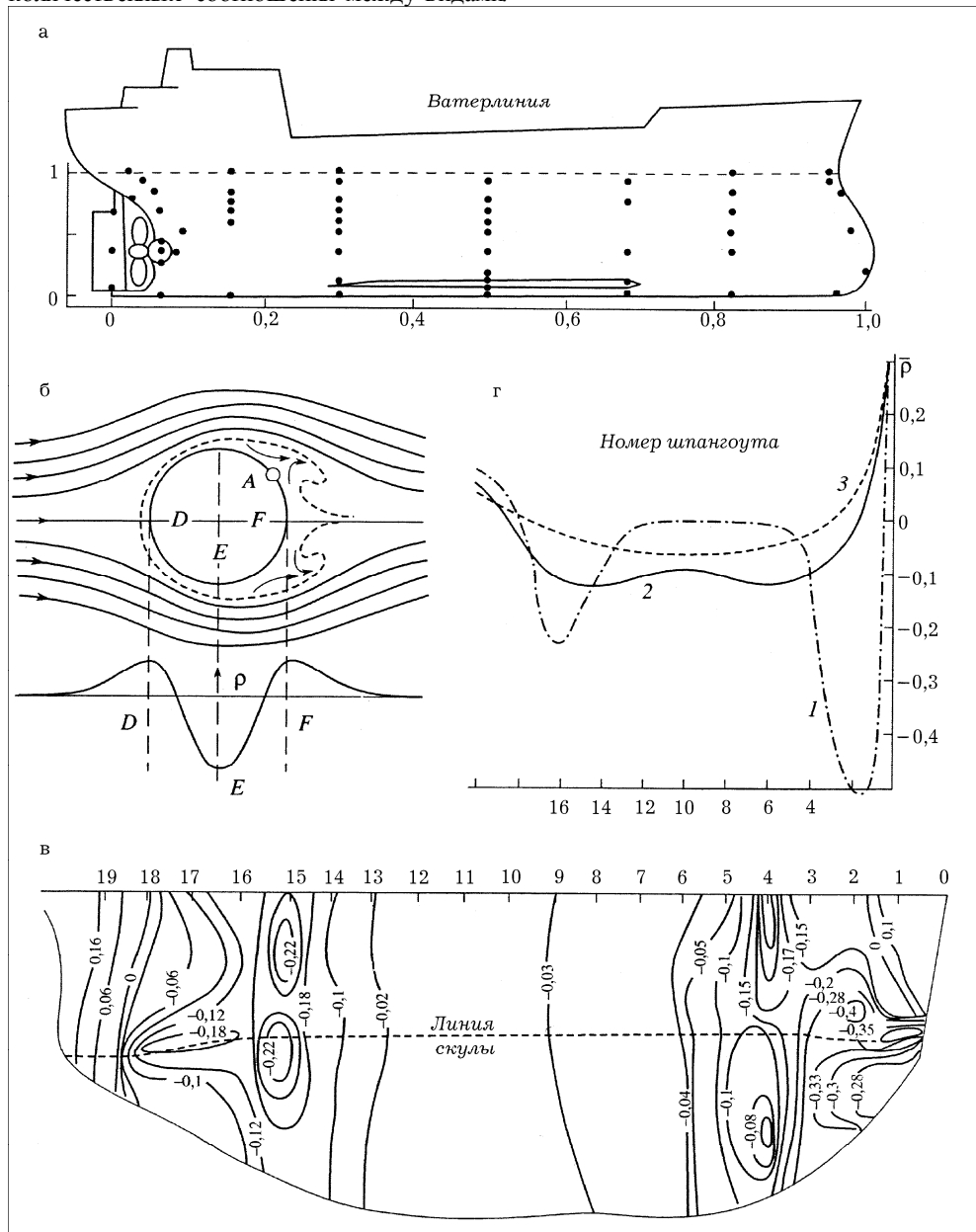


Рис. 13. Схема опробования судов (а, точки – места взятия проб; по: Звягинцев, Михайлов, 1980), схематическое изображение срыва пограничного слоя (А – точка отрыва, D, E, F – точки максимумов коэффициента давления ( $\rho\rho$ ) и распределение давления вокруг цилиндра (б, по: Шлихтинг, 1969), распределение давления по поверхности модели танкера среднего водоизмещения (в) и вдоль поверхности корпуса судов разного типа (г) (в, г по: Справочник по теории, 1985). Для г : 1 – танкер, 2 – сухогрузное судно, 3 – быстроходное судно

При выделении сообществ доминирующие и характерные виды устанавливали на основании анализа ранжированных по биомассе и индексам плотности рядов. Чаще всего эти ряды совпадали, но иногда колебание частоты встречаемости отдельных видов несколько изменяло построение ряда. Вид, занимающий первое место в ряду, считали доминирующим, виды, стоящие на 2-м и 3-м местах, – характерными. Название сообщества строилось по наименованию доминирующего и характерных видов (или более высоких таксономических категорий). Одним доминирующим видом названы сообщества обрастания, состоящие из хорошо выраженных массовых скоплений животных (например, баланусов одного вида). Термин «группировка» использован для обозначения варианта сообщества, отличающегося субдоминантными видами и не имеющего достаточного числа признаков для выделения в отдельное сообщество (Несис, 1965). В настоящей работе применяется термин «сообщество», широко используемый в экологической литературе исследователями бентоса и обрастания.

Недостатком метода Воробьева является то, что его основополагающий «принцип доминирования» объединяет в одно сообщество станции, на которых преобладает по биомассе один и тот же вид. При этом не учитываются степень доминирования вида и сходство видового состава обрастания на отдельных станциях. В результате в одно сообщество могут быть объединены станции, в которых общим является только доминирующий вид. Однако практика показала, что такие сообщества обрастания на одном и том же объекте не существуют. В какой-то мере этот недостаток методики восполняется кластерным анализом. На основании приуроченности каждого сообщества к группе судов с определенным районом эксплуатации проведено районирование сообществ обрастания судов разного режима эксплуатации с целью его прогнозирования.

При исследовании распределения организмов обрастателей на корпусах действующих судов и гидродинамических процессов вокруг погруженной части корпуса использовали индекс рассеяния (Elliott, 1977; Максимович, Погребов, 1986):  $I_w = \sigma^2 / \bar{X}$ , где  $\sigma^2$  – дисперсия,  $\bar{X}$  – средняя плотность поселения. При случайном распределении  $I_{wa} = 1$ ;  $I_{wa} > 1$  указывает на тенденцию к агрегации, а  $I_{wa} < 1$  – к регулярному размещению. Достоверность отличий  $I_{wa}$  от 1 проверяли при помощи статистики:  $d = \sqrt{2\chi^2} + \sqrt{2\nu - 1}$ , где  $\chi^2$  – критерий согласия, а  $\nu$  – число степеней свободы. С целью получения параметра, характеризующего распределение биомассы обрастателей на корпусе судна, вычисляли индекс, подобный  $I_{wa}$ :  $I_{wb} = \sigma^2 / \bar{X}$ , где  $\bar{X}$  – средняя биомасса растений и животных. Для оценки тенденций в размещении обрастателей по горизонтали (вдоль корпуса судна) и по вертикали (от ватерлинии до днища) рассчитывали коэффициенты корреляции общей биомассы, биомасс растений и животных со стандартными для всех судов условными горизонтальными и вертикальными координатами (рис. 13, а).

Области отрыва потока на корпусе судна были выявлены по изменению давления: в таких зонах давление на поверхности корпуса при движении судна понижено (рис. 13, б, в). С рис. 13, в были считаны величины давления и сопоставлены с общей биомассой организмов-обрастателей. При статистической обработке использовали стандартные процедуры и тесты, предлагаемые пакетом прикладных программ «STATISTICA 5.1» (STATISTICA for ..., 1996).

*Сможет ли объединенное человечество сохранить биологическое разнообразие? Это во многом зависит от понимания исторических процессов и ныне действующих факторов, под влиянием которых сложилось биологическое разнообразие.*

В.А.Красилов

## ГЛАВА 2. ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОБРАСТАНИЯ

### 2.1. Список видов

**П**ри изучении морского обрастания первой задачей является установление его качественного состава. На основании этого возможны дальнейшие этапы его изучения – выявление количественных показателей каждого из видов, их роли в сообществе, закономерности роста и развития особей и т.п.

Единственная попытка составить мировую сводку, включающую полный список обрастателей (около 2000 видов), предпринята почти полвека назад Вудсхолским океанографическим институтом (Marine foulings, 1952). Этот список компилирует имеющиеся к тому времени данные по обрастанию в Мировом океане. Перечень обрастателей судов, входящий в общий список, включает 307 видов.

После длительного перерыва публикуются списки видов макрообрастателей в южно-европейских водах, Тихом океане, Белом море, у побережья Китая, Южной Каролины (Резниченко и др., 1980, 1981; Предварительный список, 1981; Ошурков, 1985, 1986; Huang, Cai, 1984; Wendt et al., 1989; Oshurkov, 1992 и т.д.), однако в них не выделяются обрастатели судов. В работе Рудяковой (1981) приводится флоро-фаунистический состав обрастания судов (81 вид водорослей и 93 вида животных) в северо-западной части Тихого океана.

Нами составлен список водорослей и животных, зарегистрированных в обрастании судов и ГТС северо-западной части Тихого океана (табл. 2, 3). Он, несмотря на большой объем обработанного материала, все же не может претендовать на полную завершенность. Закономерности пространственного распределения видового богатства могут быть изучены с помощью зависимостей, аппроксимирующих увеличение числа видов с увеличением площади обитания («виды–площадь»). Эта проблема интенсивно обсуждается в геоботанике и сравнительной флористике с первой половины XX в. и является одной из ключевых в современной экологии. Состояние изученности зависимости «виды–площадь» к настоящему времени подробно обсуждается в литературе (Кафанов, Жуков, 1993). В частности, этими авторами упоминается ряд работ, посвященных предсказанию полного числа видов в биотах и установлению сукцессионных стадий развития сообществ. Подобные работы в области морского обрастания нам не известны, и на основании собственных данных мы попытались восполнить этот пробел.



Построены эмпирические кривые тренда «виды–площадь», в данном случае эту зависимость точнее можно назвать «виды–суда», поскольку за единицу накопления принято каждое следующее осмотренное судно в определенном промышленном районе (рис. 14). Данные наилучшим образом аппроксимируются с помощью логарифмической кривой. Для экстраполяционного прогноза полного числа видов в обрастании судов из определенного ПР они были протабулированы до 1000 объектов. В оценке общего разброса использован множественный коэффициент детерминации  $R^2$ , смысл которого заключается в том, что чем больше значение  $R^2$ , тем лучше прогнозирующее уравнение соответствует данным наблюдений (Хайлов, Парчевский, 1983). Для всех построенных кривых коэффициент  $R^2$  имеет достаточно высокое значение – в пределах 0,692–0,973. Кривые прогноза обладают сходным характером, при этом перелом к выходу на плато происходит на уровне около 100 объектов. Дальнейший рост прогнозируемого числа видов незначителен, и кривые приближаются к выходу на плато после 500 объектов.

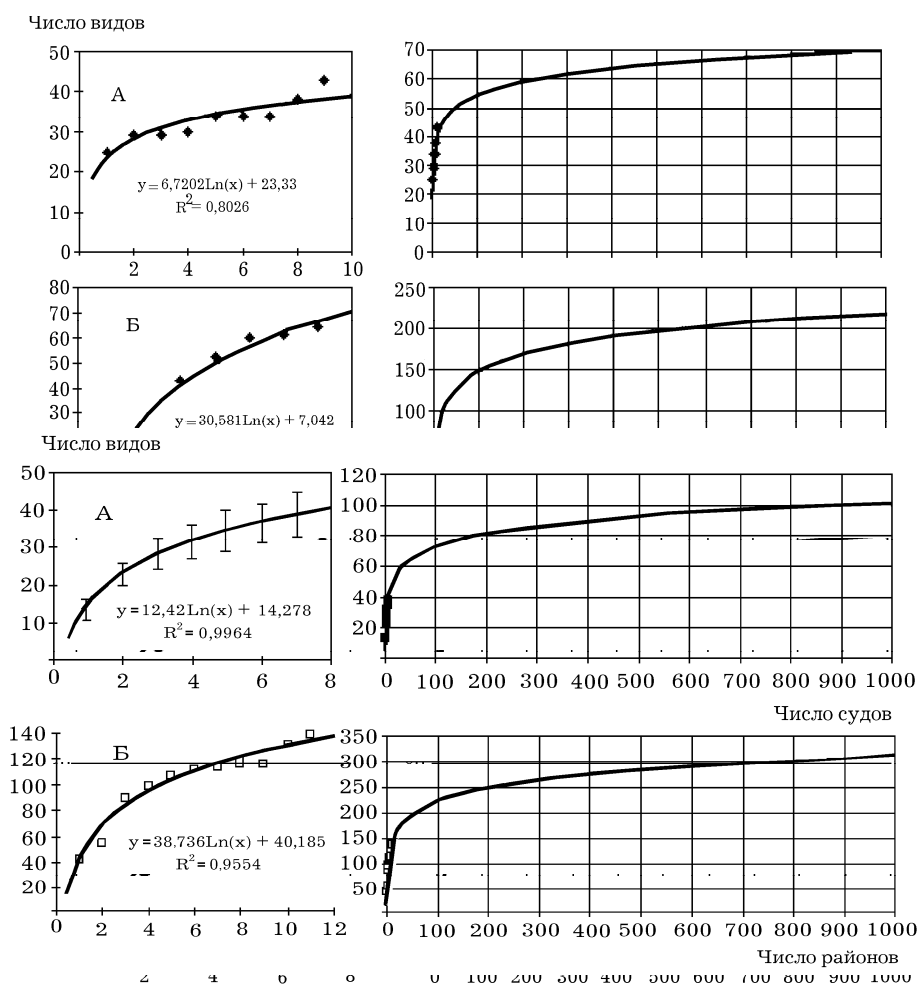


Рис. 15. Изменение средних значений числа зарегистрированных видов обрастания судов в зависимости от числа осмотренных судов в промышленных районах, перечисленных на рисунке 3. А – изменение общего числа зарегистрированных видов обрастания судов в зависимости от количества осмотренных судов в промышленных районах (использованы данные о количестве осмотренных судов в промышленных районах Мурманской области: Мурманск – 100 объектов, Мурманск – 100 объектов, Мурманск – 100 объектов); Б – Мурманск (сравнение), Мурманск – Мурманск (сравнение), Мурманск – Мурманск (сравнение); В – Мурманск (сравнение), Мурманск – Мурманск (сравнение), Мурманск – Мурманск (сравнение). По осям абсцисс – число судов, по осям ординат – число видов

Максимальное число видов (220) прогнозируется для северной части Южно-Курильского ПР, где зарегистрировано сообщество баланусов *Semibalanus cariosus*. Это число втрое превышает фактическое число видов обрастателей в этом районе и значительно – общее число видов обрастания судов промыслового и транспортного флотов во всем Дальневосточном морском бассейне. Для обобщения полученной информации по степени изученности видового состава по всем осмотренным судам промыслового флота построены линии тренда средних значений числа зарегистрированных видов по объектам (судам), а также общего числа этих видов по всем 11 участкам промысловых районов (рис. 15). При этом значения  $R^2$  возрастают соответственно до 0,996 и 0,955. Перелом кривой прогноза к выходу на плато в первом случае соответствует 60 осмотренным судам, во втором – 170 исследованным районам. Кривая прогноза среднего числа видов по районам приближается к выходу на плато после 500 объектов (судов).

Для изменения общего числа видов по мере увеличения количества исследованных районов на гипотетической кривой эта цифра возрастает до 800. Максимальное прогнозируемое число видов обрастания судов промыслового флота Дальневосточного морского бассейна при этом 300. Таким образом, имея материал по 11 районам, мы регистрируем 140 видов, что составляет около половины максимально возможного их числа (рис. 15, Б). Для приближения к максимально возможному числу видов необходимо осмотреть около 800 гипотетических районов или увеличить количество осмотренных судов примерно в 80 раз, что практически нереально. Достаточно низкий КПД установления видового состава обрастания судов столь обширной акватории, как Дальневосточный морской бассейн, можно объяснить его большой широтной протяженностью и, как следствие, различием качественного состава и видового богатства обрастания судов в каждом из ПР.

Был получен список водорослей и животных, зарегистрированных нами в обрастании судов и ГТС северо-западной части Тихого океана. При составлении списков по группам возникли неожиданные затруднения. Они были переданы для уточнения тем же специалистам, что идентифицировали материал более 10 лет назад. Наука систематика, как и другие науки, не стоит на месте, и автору были возвращены совсем другие списки видов, в некоторых группах значительно отличающиеся от наших. Следует учитывать и появление работ, предлагающих принципиально новые филемы и филогенетические системы органического мира (например, Кусакин, Дроздов, 1998; Адрианов, Кусакин, 1998). Из этого следует очень важный для всех биоценологов вывод: сравнительный анализ видового богатства, а тем более классификационные построения на компилятивных данных и даже на данных одних и тех же систематиков в разные периоды без повторной консультации с ними заведомо неверны. По этой причине мы не включили в сравнительный материал список фонообразующих видов обрастания, составленный китайскими специалистами (табл. 4).

Всего нами зарегистрирован 691 вид (или таксон более высокого ранга) животных и водорослей. Далее будет условно использоваться определение «вид». Из них 432 приходится на дальневосточные моря России, 259 – на вьетнамскую часть побережья Южно-Китайского моря. По данным китайских специалистов, в обрастании Желтого, Восточного-Китайского и Южно-Китайского морей у побережья их страны насчитывается 565 видов макрообрастателей (Huang, Cai, 1984).

Широтные градиенты присущи не всем обрастателям – максимальное видовое богатство в умеренной зоне дают многощетинковые черви и разноногие раки, в тропиках – двустворчатые и брюхоногие моллюски и десятиногие раки (рис. 16). Таксономическая принадлежность видов установлена достаточно достоверно (материал определяли одни и те же специалисты высокой квалификации), что позволило провести сравнительный анализ спектров видов в различных районах с помощью мер включения

и сходства. Представление комплексов видов по районам наряду с большими преимуществами (четкостью, наглядностью) имеет и ряд существенных недостатков. Так, элементы множеств не наделены определенной структурой и даже не упорядочены. Поэтому теоретико-множественная интерпретация играет большую роль при теоретических рассмотрениях хронологических проблем и не дает никаких преимуществ в расчетной практике (Семкин, Куликова,

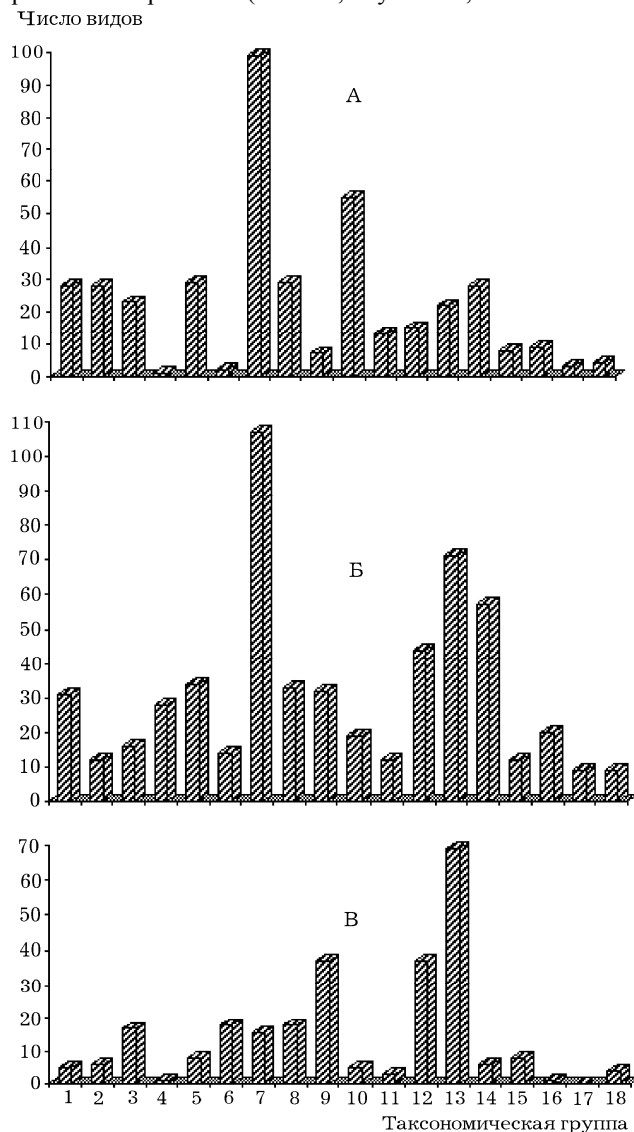


Рис. 16. Соотношение числа видов по основным таксономическим группам обрастания в северо-западной части Тихого океана: А – дальневосточные моря России (наши данные), Б – моря побережья Китая (по Huang, Cai, 1984), В – вьетнамская часть побережья Южно-Китайского моря (наши данные). По оси абсцисс – таксономическая группа: 1 – Chlorophyta, 2 – Phaeophyta, 3 – Rhodophyta, 4 – Spongia, 5 – Hydrozoa, 6 – Anthozoa, 7 – Polychaeta, 8 – Cirripedia, 9 – Decapoda, 10 – Amphipoda, 11 – Isopoda, 12 – Gastropoda, 13 – Bivalvia, 14 – Bryozoa, 15 – Echinodermata, 16 – Tunicata, 17 – Pisces, 18 – прочие, по оси ординат – число видов

1981). Для восполнения этого пробела нами сделан сравнительный анализ спектров фонообразующих видов, позволяющий с большей достоверностью провести районирование обрастания в исследованном районе.

## 2.2. Фонообразующие виды

Биомассу обрастания в исследованном регионе слагают в основном фонообразующие виды, признаком которых установлен уровень значения биомассы не менее 4% от общей (далее в ранжированном по биомассе ряду чаще всего следует скачок до 1% и ниже). Это, как правило, прикрепленные формы – доминирующий и характерные виды, в совокупности образующие «ядро» сообщества (Кузнецов, 1963). Краткие характеристики каждого из этих видов приведены ниже. Более подробные сведения об их роли и количественных показателях в сообществах обрастания представлены в гл. 3–5.

**Водоросли.** К фонообразующим отнесено 4 вида бурых и 3 вида зеленых водорослей. Краткая характеристика дается по К.Л. Виноградовой (1979), Л.П. Перестенко (1980) и Н.Г. Ключковой (1995).

*Pyraliella littoralis* – биполярный арктическо-бореально-нотальный вид, распространенный в Атлантическом, Северном Ледовитом и Тихом океанах. В Японском и Охотском морях обычен на литорали, растет на каменистых грунтах. Встречен на судах всего исследованного региона, за исключением б. Золотой Рог. Поселяется как непосредственно на корпусе судна, так и эпифитно на домиках баланусов, от ватерлинии до уровня 2–3 м. Входит в число характерных видов обрастания СПП юго-западного и юго-восточного Сахалина, СДП Япономорского и Южно-Курильского промысловых районов, а также Берингоморской транспортной линии. Биомасса исчисляется обычно десятками граммов на квадратный метр.

*Ectocarpus confervoides* – биполярный арктическо-бореально-нотальный вид, распространен в арктических и бореальных водах Северного Ледовитого и Атлантического океанов, а также в бореальных водах Тихого. Обитает в верхней сублиторали, нередко встречается на створках мидии Грея. Экологические характеристики в обрастании судов сходны с таковыми предыдущего вида, однако максимальных количественных показателей достигает на СПП северо-западного Сахалина.

*Laminaria japonica* – приазиатский низкобореально-субтропический вид. Распространен в Желтом и Японском морях у берегов Приморья до зал. Чихачева на севере, у северо-восточного побережья о-ва Хонсю, у о-ва Хоккайдо, Южных Курильских островов, юго-западного и Южного Сахалина. Растет на каменистых и скалистых грунтах в сублиторальной зоне на глубине от 0 до 25 м (обычно до 12 м). Максимальная биомасса этого вида на естественных субстратах достигает 120 кг/м<sup>2</sup> (Возжинская и др., 1971).

*L. cichorioides* – приазиатский низкобореальный вид. Встречается у материкового побережья Японского моря и западных берегов о-ва Хоккайдо, у о-ва Сахалин, на Южно-Курильском мелководье (Ключкова, 1995). Обитает на камнях и скалах в сублиторали на глубине 10–12 м. В прибойных местах обычно растет под покровом ламинарии японской. В зал. Петра Великого распространена от литорали до глубины 20 м на каменистых грунтах (Перестенко, 1980). Максимальная биомасса достигает 75 кг/м<sup>2</sup> (Возжинская и др., 1971).

Для тепловодных районов Японского моря характерен обширный пояс ламинариевых водорослей на глубине 5–15 м (3–8 кг/м<sup>2</sup>), в котором преобладают ламинарии японская и цикориеподобная. В менее тепловодных районах – у побережья о-ва Сахалин, Курильских островов, Приморья – массовое развитие этих видов наблюдается

на глубине 2–12 м, где их биомасса достигает 60 кг/м<sup>2</sup>. Соотношение видов ламинарий здесь иное: преобладает японская и почти полностью исчезает цикориеподобная (Возжинская и др., 1971).

Л. Хатчинс (1957) отмечает большое значение ламинарий в обрастании буев и остатков кораблекрушений и указывает на малую встречаемость этих водорослей на экспериментальных поверхностях. По данным Н.И. Тарасова (1961), ламинарии обычны в обрастании стационарных сооружений и тихоходных судов, где двулетние слоевища достигают 2-метровой длины. На постоянно эксплуатируемых судах чаще всего встречаются проростки этих водорослей с длиной, не превышающей 20–30 см.

В зал. Петра Великого ламинарии в массе распространены на гравийно-галечных, галечно-валунных и других грунтах в районе островов Римского-Корсакова, Рикорда, Рейнеке. В закрытых и полузакрытых бухтах (например, Славянка, Табунная, Миноносок) основной тип донных осадков – мелкие, заиленные пески. В таких бухтах худшие условия обитания (опресненность, слабая прозрачность), поэтому ламинарии здесь почти не встречаются. Подобная картина наблюдается и в б. Золотой Рог. Тем не менее на искусственных субстратах этой бухты нами отмечено мощное поселение ламинарий. Частота их встречаемости на судах вспомогательного флота составляет 38 %, а максимальная биомасса достигает 34 кг/м<sup>2</sup>. Видимо, этому способствуют благоприятные для роста водорослей условия внешней среды на антропогенных субстратах: более высокая температура воды, лучшая благодаря небольшой осадке каботажных судов освещенность, хорошая аэрация и наличие твердых субстратов. Оба вида ламинарии близки по своим экологическим показателям и чаще всего встречаются в обрастании вместе с различным соотношением количественных показателей.

Высокая биомасса ламинарии (26 кг/м<sup>2</sup>) отмечена нами на судах ограниченного района плавания, работающих у побережья юго-западного Сахалина. На плавсредствах в северной части Татарского пролива ламинарии не обнаружены, что можно объяснить воздействием опресненных вод Амурского лимана (Клочкова, 1995). Встречается в качестве характерного либо второстепенного вида в сообществах обрастания СПП и ГТС портунов побережья Приморья и зал. Петра Великого. Ламинария японская – доминирующий вид сообщества обрастания установок для культивирования этого вида. Обычны ламинарии и в обрастании причальных сооружений Амурского залива в качестве второстепенного вида.

Ламинарии играют значительную роль в обрастании СПП Южно-Курильского промыслового района. Частота встречаемости водорослей – 37%. Доминирует ламинария японская, длина слоевищ которой достигает 2 м. Это объясняется тем, что флора островов низкорельефной подзоны (о-в Кунашир и Малая Курильская гряда) формируется тепловодными видами, в т. ч. и ламинарией японской. Чаще всего данный вид встречается в обрастании СПП (90%), курсирующих между портами дальневосточных морей.

*Costaria costata* – биполярный бореально-нотальный вид, массовый в сублиторали северо-западной части Японского моря. Растет на скалистых и валунно-глыбовых грунтах в условиях хорошего водообмена на глубине 2–10 м. Часто является субдоминантом сообществ ламинариевых или багряных водорослей. Максимальная биомасса в бентосе 3,8 кг/м<sup>2</sup> (Клочкова, 1995). Доминирующий вид сообщества обрастания установок для культивирования ламинарии водорослеводческих хозяйств Приморья (Ivin, Zvyagintsev, 2001). В течение первого года биомасса костарии на оттяжках установки составляет 84 % от общей, в последующие – этот вид замещается ламинарией. Встречается в обрастании судов разного режима эксплуатации Дальневосточного морского бассейна в качестве второстепенного вида.

*Petalonia zosterifolia* – амфибореальный широкобореальный вид. Известна из бореальных вод Северного Ледовитого, Атлантического и Тихого океанов, а также из Черного моря. Встречается в нижнем горизонте литорали на каменистом грунте. Доминирующий вид сообщества обрастания некоторых СДП в Япономорском и Беринговоморском ПР.

*Ulva fenestrata* – тихоокеанский приазиатский широкобореальный вид, известный из Берингова, Охотского и Японского морей, с побережья восточной Камчатки, о-ва Сахалин и Курильских островов. Обитает в среднем и верхнем этажах литорали. Встречен в обрастании практически всех осмотренных судов разного режима эксплуатации Дальневосточного морского бассейна. Доминирующий вид в сообществе обрастания СПП из п. Стародубское (юго-восточный Сахалин), а также некоторых СДП Беринговоморского промыслового района. Растет преимущественно на хорошо освещенных участках корпуса – действующая ватерлиния (ДВЛ), скуловые кили, перо руля.

*Enteromorpha linza* – биполярный бореально-тропическо-нотальный вид. Обитает на литорали Черного и дальневосточных морей, Командорских островов, восточной Камчатки, Татарского пролива Южных Курил. Встречена в обрастании большинства судов прибрежного и дальнего плавания Дальневосточного морского бассейна, за исключением северо-восточного Сахалина. Как и все зеленые водоросли, растет на освещенных участках и отсутствует на днище судов. Один из немногих видов, способных переносить полное опреснение, встречается на судах, базирующихся в реках выше устья (Герней, Светлая, Каменка, Углегорка). Входит в число характерных видов сообществ обрастания СПП юго-западного побережья Сахалина, а также СДП Беринговоморской линии. Обычна в обрастании ГТС, гидробиотехнических установок (ГБТС) и буев в северо-западной части Японского моря, где растет в освещенной зоне переменного погружения.

*E. prolifera* – мультизональный вид, известный из Черного, Балтийского, северных и дальневосточных морей, обнаружена и в амурском лимане. Экологически сходна с предыдущим видом. Доминирует на судах северо-восточного побережья Сахалина, в Японском море на плавсредствах нами не обнаружена.

*E. clathrata* – мультизональный вид. Субдоминант литоральных и сублиторальных ассоциаций водорослей в прибойных полисапробных участках побережья. Образует самостоятельные заросли в кутовых частях бухт на галечно-песчаных грунтах. Обычен в обрастании судов прибрежного плавания Вьетнама, работающих на маршруте река–море или в приустьевых портах Дананг, Хайфон и Хошимин. Оседает на судах дальнего плавания, заходящих в эти порты. Обитает также в зоне переменного погружения пирсов и буев навигационного ограждения.

**Животные.** *Obelia longissima* – бореально-арктический вид. Колонии образуют густые заросли на глубинах от 0 до 500 м (Наумов, 1976). Обычен в обрастании практически всех осмотренных судов Дальневосточного морского бассейна. Массового развития достигает на СПП из побережья Приморья севернее м. Поворотный до Тернея и из п. Посет, где является доминирующим видом. Поселяется на всей ПЧ корпусов судов, от ватерлинии до киля. Постоянный компонент обрастания ГБТС, с увеличением глубины замещает доминирующий вид сообщества *Mytilus trossulus* (Масленников, 1997). Обычен в обрастании ГТС и буев северо-западной части Японского моря. Характерный либо второстепенный вид сообщества обрастания буев и ГТС в Авачинском заливе (Ошурков, 1986).

*Hydroides elegans* – бореально-тропическо-нотальный вид, известный в Средиземном и Красном морях, в Персидском заливе, у побережья Нидерландов, у Африканского побережья, в Индийском океане, у Филиппин, Австралии, Японии,

Калифорнии. В обрастании встречается чаще, чем в бентосе, причем в последнем обычно селится эпибионтно на створках моллюсков (Багавеева, 1981). Доминирует в обрастании судов из б. Золотой Рог, где находится на промежуточной стадии акклиматизации (см. гл. 7).

*Balanus crenatus* – бореально-арктический вид, распространенный в северной части Атлантического океана, во всех окраинных морях Северного Ледовитого океана, Беринговом, Охотском и Японском морях. Вдоль побережья Северной Америки доходит до Сан-Франциско. Обитает в верхней сублиторали, обычен в обрастании (Зевина, 1994). Один из наиболее массовых видов обрастания исследованных СПП в большинстве районов, отсутствует лишь на юго-западном Сахалине и побережье Приморья севернее м. Поворотный до Советской Гавани. Доминирует в сообществах обрастания СПП из зал. Анива и п. Ванино, а также СДП большинства промысловых районов и транспортных направлений. Является первым макрообрастателем, оседающим после зеленых водорослей. Часто образует стопроцентное покрытие, являясь субстратом для остальных обрастателей. Селится обычно на всей ПЧ до самого киля. Доминирующий вид в обрастании причальных сооружений, характерный в обрастании буев в Авачинском заливе и второстепенный сообщества обрастания ГТС в зал. Петра Великого.

*Balanus improvisus* – широко распространенный субтропическо-тропический вид, за последние десятилетия распространившийся по всему миру на днищах судов. Обитает в верхней сублиторали Индокитая (Davydoff, 1952), встречается в качестве второстепенного вида в обрастании СДП и СПП у побережья Вьетнама. Солоноватоводный, хотя может переносить полное опреснение и значительное повышение солености (Зевина, Стрелков, 1983). Доминирующий вид сообщества обрастания СДП на транспортной линии Владивосток–порты восточного побережья Японии. В обрастании транспортных судов на внешних линиях присутствует в качестве характерного. Обычен в обрастании СПП, ГТС и ГБТС из зал. Петра Великого. О натурализации *B. improvisus* в этом заливе см. в гл. 7.

*Balanus amphitrite* – широко распространенный вид в тропических и субтропических водах, в частности у побережья Индокитая, где обитает в сублиторали (Davydoff, 1952). Обычен в обрастании СПП и ГТС у побережья Вьетнама. Как и предыдущий вид, встречается в качестве характерного и второстепенного на судах и ГТС из зал. Петра Великого, куда был занесен судами дальнего плавания (см. гл. 7).

*Balanus reticulatus* – широко распространенный тропический вид, его ареал – Япония, Гавайские острова, Малайский архипелаг, Западная Африка, юго-восточная часть США и Вост-Индия, Средиземноморье. Встречается в сублиторали и нижней литорали Южно-Китайского моря (Зевина и др., 1992). Доминирующий вид в обрастании судов в акваториях, прилегающих к портам Нячанг и Камрань, а также на транспортных судах Российско-Вьетнамской линии. Встречается в обрастании опор нефтесборывающих платформ и причальных сооружений, где может достигать высоких количественных показателей.

*Megabalanus tintinnabulum* – широко распространенный тропический вид. Известен из Западной Африки, Средиземноморья, с Мадагаскара, Аравийского полуострова, есть в Таиланде, Новой Зеландии, Японии, Перу. По данным Г.Б. Зевиной с соавторами (1992), встречается в обрастании, однако известны и находки этого вида балануса на скалистой литорали в среднем горизонте скалистой литорали о-ва Намзу в Южном Вьетнаме с биомассой до  $122,5 \text{ г/м}^2$  (Гульбин и др., 1987). Встречается на всех типах ГТС у побережья Вьетнама, доминирует в обрастании опор нефтесборывающих

платформ СП «Вьетсовпетро» с биомассой до 25 кг/м<sup>2</sup>. Обнаружен на транспортных судах, заходящих в тропическую зону, в качестве второстепенного вида.

*Chthamalus dalli* – тихоокеанский широкобореальный вид, появляющийся в субтропиках, распространен от северной части Желтого моря до Берингова моря и по американскому побережью от о-ва Уналашки до штата Вашингтон. Эвригалинный вид, обитающий на скалах в верхнем горизонте литорали (Зевина, 1994). Доминирует в обрастании судов, базирующихся в опресненных портах Татарского пролива. Встречается в сообществах обрастания судов всех дальневосточных морей в качестве второстепенного вида. Поселяется в основном на уровне ДВЛ, однако на судах с небольшой осадкой (буксиры, плашкоуты) доходит до днища.

*Chthamalus malayensis* – индостпацифический вид. Образует массовые поселения в супралиторали и верхней литорали Индокитая (Davydoff, 1952). Обычен в верхней литорали Тонкинского залива, где достигает плотности поселения до нескольких сотен экземпляров на квадратный метр (Гурьянова, 1972), а также на островах Южного Вьетнама (Гульбин и др., 1987). Обнаружен на рыболовных шхунах-сампанах у побережья Вьетнама в качестве субдоминанта сообщества зеленых водорослей *E. clathrata*, поселяется обычно в районе ДВЛ.

*Lepas anatifera* – широкотропический вид, один из наиболее распространенных из рода благодаря своей эвритермности (Зевина, 1982). Обитает исключительно в верхней пелагиали на антропогенных субстрадах и на плавнике. Встречается и в бореальной зоне – выбросах на Командорских и Курильских островах, на западной Камчатке, в северной части Японского моря. Постоянный компонент обрастания СДП, заходящих в тропическую зону. Доминирует в обрастании судов промыслового флота, действующих в открытых местах северо-западной части Тихого океана. Сообщество *Lepas anatifera* характерно для СПП среднего Вьетнама и о-ва Тхотю в Сиамском заливе (до 3510 г/м<sup>2</sup>, 4000 экз./м<sup>2</sup>). Изредка встречается в зоне переменного погружения опор нефледобывающих платформ в Южно-Китайском море.

*Mytilus trossulus* – амфибореальный, широко распространенный вид, заходящий в арктические моря. Вопрос видовой принадлежности мидии (*Mytilus edulis*, *M. trossulus*, *M. galloprovincialis*, *M. kussakini*?) – доминирующего или характерного вида большинства многолетних сообществ обрастания дальневосточных морей России – до настоящего времени остается открытым. С.И. Масленниковым и М.Б. Ивановой (Масленников, 1997) проведен анализ 4500 экз. мидий из обрастания. В выборке оказалось 20% *M. galloprovincialis*, 28,2% *M. kussakini* при доминировании гибридов этих двух видов – 69,8%. В естественных поселениях мидий данного района также преобладали гибриды.

Анализ степени генетического родства между видами мидий (Милютин, Петров, 1997) свидетельствует о том, что последний, известный как *M. edulis*, на самом деле является искусственным и объединяет несколько «*edulis* – подобных» видов-двойников. По мнению этих авторов, мидия из зал. Посьета – это *M. trossulus*, однако для окончательного решения вопроса о видовом составе «съедобной» мидии необходимо сочетание разных методов исследования (как молекулярно-биологических, так и классических). На основании этой последней работы нами это вид называется *M. trossulus*, или тихоокеанской мидией.

В Тихом океане обитает от Берингова пролива до Желтого моря на западе и до Сан-Диего (33° с. ш.) на востоке. В Северном Ледовитом океане встречается в восточной части Чукотского моря, а также в Белом и Баренцовом морях. В бореальных водах Тихого океана является одним из доминирующих видов. В Беринговом море мидии входят в состав как литоральных, так и верхнесублиторальных группировок (Кусакин, Иванова, 1978). Для литорали магерикового побережья Охотского моря характерно мощное развитие мидиевых банок в ее верхнем горизонте.



На северных и средних Курильских островах для литоральных сообществ характерна низкая численность мидии, а на Южных Курилах, Южном Сахалине и в северной части Японского моря она постепенно переходит в сублитораль до глубины 4 м (Кусакин и др., 1974; Горин, 1975б). В зал. Петра Великого мидия не является доминирующим видом на литорали (Мокиевский, 1960). Здесь сплошные поселения мидий характерны для антропогенных субстратов, главным образом стенок причалов в портах (Тарасов, 1961). Факт мощного обрастания мидиями судов на приколе в зал. Петра Великого отмечен Н.А. Рудяковой (1958) и Н.И. Тарасовым (1961). Отдельные экземпляры в обрастании буев (в отличие от бентоса) иногда достигают глубины 16 м (Горин, 1975б; Блинов, 1986). Доминирующий вид многолетнего сообщества обрастания буев и ГТС в Авачинском заливе (Ошурков, 1986, 1987).

Нами этот вид зарегистрирован в качестве доминирующего в сообществах обрастания большинства ГТС в зал. Петра Великого. Мидия *M. trossulus* представляет собой основную биопомеху процессу культивирования приморского гребешка в этом заливе (Масленников, 1997). Отмечена значительная роль вида в обрастании действующих судов в дальневосточных морях. По мнению Н.А. Рудяковой (1981), мощное мидиевое обрастание образуется к концу первого сезона эксплуатации не только на тихоходных плавсредствах, но и на судах, имеющих скорость до 13 узлов. Нами мидии обнаружены более чем на половине из всех осмотренных судов при средней частоте встречаемости 65%. Необычно большим оказалось обрастание судна СРТМ-8-448, действующего вдоль побережья Приморья на постоянном маршруте о-в Попова-б. Светлая. За 18 мес эксплуатации днище этого судна покрылось сплошной «шубой» из крупных мидий, достигающих длины 75 и высоты 40 мм, хотя, по данным О.А. Скарлаго (1976), длина раковины *M. trossulus* в Японском море не превышает 60, высота 30 мм. Максимальная биомасса моллюсков в этом случае достигала 56 кг/м<sup>2</sup>, что на 14 кг превышает известный ранее наибольший показатель для сообществ мидий данного вида на искусственных субстратах (Голиков, Скарлато, 1975б). Из осмотренных нами судов такое обрастание несет только данный траулер. Сходная биомасса мидий зафиксирована нами в обрастании химзачистной станции «Светлая», которая большую часть времени стоит у м. Эгершельд в прол. Босфор Восточный.

На судах промыслового и транспортного флотов, эксплуатируемых в Охотском и Беринговом морях и не заходящих в выделенные нами очаги возможного оседания *M. trossulus*, этот вид не обнаружен. Однако сообщество мидий данного вида зарегистрировано на СДП Япономорского промыслового района, а также Южно-Курильского и Японского транспортных направлений (Михайлов, 1985а). Н.А. Рудяковой (1981) отмечено наличие мидий на судах, плавающих у Камчатки и в Охотском море. На действующих судах каботажного плавания в Татарском проливе мидии почти не встречаются, хотя в обрастании буев здесь они обычны (Горин, 1975б).

Мидия *M. trossulus* представляет собой ценный объект мариккультуры. В.А. Брыковым с соавторами (1986а, 1996) успешно осуществлен экспериментальный цикл культивирования мидии в зал. Восток и б. Соколовская (Японское море) на специально сконструированной установке. Предварительный расчет экономической эффективности показал, что окупаемость вложений достигается за один цикл выращивания, т.е. за два года.

*Crassostrea gigas* – тихоокеанский, приазиатский субтропическо-низкобореальный вид. Распространен от Южно-Китайского до Японского морей у Японских и Южных Курильских островов, а также в лагуне Буссе. На Южных Курильских островах этот вид обитает в нижнем горизонте литорали, в литоральных ваннах и в верхней сублиторали. В зал. Петра Великого встречается на глубине от 0,5 до 7 м на различных грунтах, образуя местами сплошные поселения-банки (Скарлаго, 1976; Раков, 1984). Вследствие

заиления бухт и заливов устричники этого района постепенно вымирают (Голиков, Скарлато, 1967; Горин, 1975б). Подобное явление отмечено и для прибрежных районов Японии.

В обрастании зал. Петра Великого устрицы встречаются очень часто. Особенно много их на экспериментальных пластинах в б. Новгородской и в Амурском заливе. Однако в защищенных от волнения бухтах Золотой Рог и Находка они отсутствуют (Горин, 1975б). Устрица – характерный вид в обрастании стенок причалов Спортивной гавани в Амурском заливе и в зал. Посъета. В обрастании якорной цепи буя в б. Витязь на глубине 2–3 м устрицы составляли почти 75% общей биомассы – 22 715 г на 1 пог. м. длины цепи (Брыков и др., 1980). Биомасса молоди устрицы всего за 5 мес жизни на коллекторах, подвешенных в защищенных бухтах зал. Посъета, превышала 17 кг/м<sup>2</sup> (Голиков, Скарлато, 1975б). Интенсивное оседание устриц отмечено на действующих судах в зал. Петра Великого Н.А. Рудяковой (1958), которая зафиксировала максимальную биомассу в 27,1 кг/м<sup>2</sup> на океанографическом судне, накопившуюся за год эксплуатации в зал. Посъета

Устрицы встречены на 36% осмотренных нами плавсредств из зал. Петра Великого. На судах, заходящих в этот залив, их намного меньше (табл. 39, 40). Максимальная биомасса устриц – 33,8 кг/м<sup>2</sup> – отмечена на зверобойной шхуне «Ларга», стоявшей на приколе в б. Витязь. На действующих судах в зал. Петра Великого их значительно меньше, а на судах дальнего плавания, заходящих в этот залив, устрицы почти не встречаются. Массовое развитие сообщества устриц отмечено в обрастании пирса п. Зарубино в зал. Посъета (Кашин и др., 2000). На глубине 6 м здесь зарегистрирована наибольшая биомасса (216 кг/м<sup>2</sup>) этого вида в сообществах обрастания Дальневосточного морского бассейна

*Saccostrea mordax* – индопацифический вид, обитающий в верхнем горизонте литорали. Одной из характерных особенностей скалистой литорали побережья Вьетнама является массовое развитие пояса устриц *S. mordax*, достигающего биомассы 1878 г/м<sup>2</sup> при плотности поселения 33 экз./м<sup>2</sup> (Гульбин и др., 1987). Б.В. Бочаровым с соавторами (1996) зарегистрирована биомасса устриц (к сожалению, не указан вид) на скалах о-ва Тям – до 334 кг. Такие показатели для обрастания как в бореальной, так и в тропической зонах нам не известны.

Сообщество *S. mordax* со средней биомассой около 20 кг/м<sup>2</sup> отмечено нами на рыболовных шхунах у побережья о-ва Кондао и п. Вунгтау. *S. mordax* постоянно встречается в обрастании ГТС у побережья Вьетнама, нередко являясь доминирующим видом в зоне переменного погружения. Его максимальная биомасса зарегистрирована в обрастании пирса п. Вунгтау – 41 260 г/м<sup>2</sup>.

*Pinctada margaritifera* – индопацифический вид, известен под названием «жемчужница», так как из нее добывается жемчуг высокого качества. В ряде стран ЮВА является объектом марикультуры. Встречается в обрастании ГТС побережья Вьетнама в качестве характерного или второстепенного вида. Достигает массового развития в обрастании опор нефтедобывающих платформ СП «Вьетсовпетро».

*Chama dunkeri* – вестпацифический вид, встречен нами в обрастании опор нефтедобывающих платформ, а также на затонувшем судне в Нячанге. Обитает на глубине 1–3 м, образуя агрегированные поселения до 500 экз./м<sup>2</sup>.

*Septifer bilocularis* – индопацифический вид. Сообщество этого вида встречено на единственном объекте – причальной стенке Камраньского порта. Характерно для достаточно большого диапазона глубин 0–7 м. Распределение доминирующего вида достаточно равномерно при общей биомассе до 1400 г/м<sup>2</sup>.

### 2.3. Роль подвижных форм в сообществах обрастания

В состав обрастания судов помимо фоновых прикрепленных форм водорослей и животных, как правило, входят и различные подвижные организмы – ракообразные, брюхоногие моллюски, многощетинковые черви и пр. Однако почти во всех работах, посвященных изучению данного явления, основное внимание уделяют лишь прикрепленным формам, так как многие авторы все еще считают, что только они в первую очередь определяют развитие и функционирование обрастания как сообщества. Поэтому конкретные данные по соотношению числа подвижных и прикрепленных форм имеются лишь в трех работах (Резниченко, 1977; Резниченко, и др., 1980, 1981).

Несмотря на явную недостаточность литературных данных, подвижные формы не только постоянный, но и весьма многочисленный компонент обрастания. О том, что среди массы прикрепленных форм обитают многочисленные свободноживущие организмы, считающиеся членами сообщества обрастания, упоминается в американской сводке (Айерс, Тернер, 1957). Л. Хатчинс (1957) считает, что число сидячих и бродячих форм полихет, обнаруженных в обрастании, почти одинаково.

Данные Е.П. Турпаевой (1987), изучившей систему «симфизиологических» связей (длительных межпопуляционных взаимодействий видов) олигомикстных сообществ обрастания, наглядно подтверждая справедливость утверждения Редфилда и Диви (1957) о подвижных компонентах обрастания как его неотъемлемой составной части, свидетельствуют о необходимости интенсивного исследования этих форм. По ее мнению, на основании изучения симфизиологических связей обрастателей, в т. ч. и подвижных форм, принципиально возможна разработка рекомендаций по выработке способов биологической борьбы с данным явлением.

О.Г. Резниченко с соавторами (1981) подразделяют тихоокеанский макрозооцен обрастания на три группы беспозвоночных: 1) собственно прикрепленные – губки, кишечнорастворимые, усногие раки, мшанки, асцидии; 2) прикрепленно-подвижные – полихеты, двустворчатые моллюски и равноногие раки; 3) собственно подвижные формы – брюхоногие и панцирные моллюски, равноногие и десятиногие ракообразные, иглокожие. Эта классификация верна с таксономической точки зрения на уровне отряда и выше, однако не совсем удобна для выяснения степени подвижности каждого вида. Так, имея число видов (или их долю от общего количества в процентах) второй сборной группы, мы не учитываем, что в ней могут быть разные соотношения форм: большая часть этих видов может оказаться собственно прикрепленными, например полихетами семейств *Serpulidae* или *Spirobridae*. Возможен и другой вариант – полихеты могут быть представлены лишь эррантными формами, в т. ч. представителями рода *Nereis*. На наш взгляд, гораздо удобнее приведенная этими же авторами (1980) классификация на основании процентного соотношения прикрепленных и подвижных форм без выделения промежуточной группы. При необходимости выделения такой группы к ней следует отнести лишь формы, строящие домики, но ведущие подвижный образ жизни, – это представители семейств *Jassidae*, *Corophiidae* и *Amphithoidae* из амфипод и *Spionidae* из полихет. При классификации амфипод и полихет по степени подвижности следует обращать внимание на морфологические и экологические особенности каждого вида.

При составлении списка обрастателей для самой большой океанической акватории – Тихого океана – О.Г. Резниченко и соавторами (1981) отмечали, что на долю подвижных форм приходится около 50%. По их данным, в макрозооцене обрастания южноевропейских вод они в целом составляют 43% видов всех беспозвоночных, а в некоторых группах (например, моллюски) – до 89%.

Существует мнение, что подвижные формы в сообществах обрастания – второстепенный компонент (Зевина, 1972), и в большей части публикаций им не уделяется должного внимания. Так, в списке фауны макрообрастания американских судов (Хатчинс, 1957), включающем 307 видов, на долю подвижных форм приходится лишь 14,3% (44 вида). Из них максимальное число видов приходится на полихет (10) и амфипод (11). Интересно, что в гораздо более поздней сводке Н.А. Рудяковой (1981) из 93 видов фауны обрастания судов в северо-западной части Тихого океана на долю собственно подвижных форм, несмотря на второе меньшее общее число видов, приходится также 14% (13 видов), большая часть этих форм представлена эрранными полихетами. В списке видов последней работы отсутствуют такие большие группы, как Amphipoda, Isopoda и Decapoda, вероятно, материал по этим группам не был обработан.

В литературе появился ряд специальных работ о роли полихет, в т. ч. и подвижных форм, в обрастании судов Дальневосточного морского бассейна (Багаева, 1981, 1991). В двух работах содержатся сведения об участии равноногих и разноногих раков в обрастании судов, а также в эпибиозах бентоса этого бассейна (Ростомов, 1981; Кудряшов, Звягинцев, 1975, 1981а, б). Ниже приводятся данные о роли подвижных форм в обрастании разных субстратов в Дальневосточном морском бассейне.

Подвижные формы составляют 61% от общего числа видов животных, зарегистрированных в обрастании осмотренных судов прибрежного плавания. Максимальное число эрранных форм (35 видов) отмечено в классе Polychaeta, затем следуют отряды Amphipoda (32 вида) и Isopoda (11), класс Gastropoda (9). Для судов дальнего плавания эти показатели соответственно ниже. Подвижные формы здесь составляют 37% от общего числа видов животных. Эрранных форм полихет 27 видов, амфипод 23, изопод 8, гастропод 6 видов. Роль остальных свободноживущих обрастателей (десятиногие раки, иглокожие, подвижные двустворчатые моллюски, рыбы) невелика, почти все обитают в сообществах обрастания судов на приколе.

Из 111 видов животных обрастания ГБТС в Амурском заливе подвижных форм около 60 % из них полихет 48 видов, амфипод – 9. Кроме того, в обрастании установок марикультуры гребешка обнаружено 5 видов иглокожих – голотурий, морских ежей и звезд. Остальные группы подвижных форм представлены 1–2 видами. Максимальное число чисто подвижных форм полихет (52 вида) отмечено на ГТС этого залива Амфипод здесь 20 видов, изопод и гастропод 4 и 6 соответственно, а также 6 видов декапод. В обрастании причальных сооружений встречены все 8 видов иглокожих из общего списка. Из 158 видов обрастания этого типа объектов на долю подвижных форм приходится 56 %. Подвижные формы обрастателей буев навигационного ограждения составляют 38 % от 60 видов животных. Из них наиболее значимы полихеты (10 видов) и амфиподы (7).

Таким образом, в обрастании различных антропогенных субстратов Дальневосточного морского бассейна около половины видового списка представлено подвижными формами и не учитывать такое количество видов, например, при биогеографическом районировании было бы некорректно.

**Polychaeta.** Наиболее разнообразны в видовом отношении в обрастании СПП семейства Nereidae, Syllidae и Phyllodocidae (соответственно 7, 8 и 6 видов). Из них наиболее обычны представители первого. Максимальные количественные показатели ( $160 \text{ г/м}^2$ ,  $5500 \text{ экз./м}^2$ ) принадлежат *Nereis pelagica*, встреченному почти на всех судах из зал. Петра Великого. Подавляющее большинство представителей класса Polychaeta встречено на плавсредствах из этого залива, севернее м. Поворотный полихеты в обрастании судов встречаются лишь эпизодически. Кроме *N. pelagica*, обнаружено еще 5 видов этого рода, из которых чаще встречаются *N. zonata*, а также *Platynereis bicanaliculata*, обычный в обрастании большинства судов из зал. Петра Великого (до 5

г/м<sup>2</sup>, 300 экз./м<sup>2</sup>). Обитают nereidy в сообществах мидий и трубчатых полихет, укрываясь среди биссусов мидий и переплетенных трубок серпулид.

Полихеты семейства Syllidae, представленного наибольшим числом видов, встречаются в обрастании гораздо реже nereid. В основном это виды рода *Typosyllis*, остальные 4 рода представлены по одному виду каждый. Полихеты вышеназванного семейства не дают высоких количественных показателей или же обнаружены лишь в качественных пробах. Кроме зал. Петра Великого, силлиды изредка встречаются в обрастании судов из Татарского пролива и зал. Анива в сообществе *B. crenatus*. Представители семейства Phyllodocidae отмечены еще реже, обычно в качественных пробах.

Максимальные количественные показатели для эрранных полихет в обрастании (280 г/м<sup>2</sup>, 2000 экз./м<sup>2</sup>) принадлежит *Halosydna brevisetosa* – представителям семейства Polynoidae. Этот вид встречается в сообществе мидий на судах, плавающих с небольшой скоростью в зал. Петра Великого и 80–90% времени проводящих на стоянках. Второй вид этого семейства *Harmothoe imbricata* (до 40 г/м<sup>2</sup>, 500 экз./м<sup>2</sup>) обитает в сообществе гидроидов на судах из зал. Посыета, а также в сообществе *B. crenatus* на судах из зал. Анива.

Из отряда Spionida, представленного в обрастании судов 4 видами, наиболее распространен интродуцированный в Японское море вид *Polydora limicola* (см. гл. 7). Для него характерна максимальная плотность поселения – до нескольких тысяч экземпляров на квадратный метр, однако значения его биомассы вследствие мелких размеров невелики. Полидора встречается во всех сообществах обрастания судов как в северо-западной части Японского моря, так и у Охотоморского побережья о-ва Сахалин в качестве второстепенного вида 2-го порядка. Остальные 3 вида этого отряда, как и 2 вида из отряда Eunicida, встречаются эпизодически и только в зал. Петра Великого. Для судов дальнего плавания, а также ГТС и ГБТС характерно примерно такое же соотношение числа видов при варьировании доли этой группы от общего числа видов.

**Amphipoda.** Из 6 представителей подотряда Caprellidea, обычных в сообществе *Obelia longissima* на судах из зал. Посыета и п. Пластун, чаще встречаются *Caprella eximia* (до 15 г/м<sup>2</sup>, 2300 экз./м<sup>2</sup>) и *C. mutica* (до 3 г/м<sup>2</sup>, 900 экз./м<sup>2</sup>).

Существует мнение, что капреллиды при массовом развитии способны полностью уничтожить гидроидное обрастание, так как гидроиды являются их основной пищей. Однако это вряд ли можно рассматривать как биологический способ борьбы с обрастанием действующих судов: капреллиды могут существовать только в густых зарослях гидроидов, чаще на неподвижных объектах, на действующих судах их находки очень редки.

Распространение амфипод подотряда Cammaridea не ограничивается зал. Петра Великого, они встречаются, и нередко в массовых количествах, на судах из портов всей северо-западной части Японского моря и о-ва Сахалин. Среди разноногих раков наиболее характерными компонентами обрастания действующих судов оказались виды, строящие органические трубки-домики (представители семейств Ischyroceridae, Corophiidae и Amphithoidae). Виды этих семейств способны селиться практически в любом месте подводной части корпуса судна и ГТС. Наиболее показательна *Jassa marmorata* из семейства Ischyroceridae (до 720 г/м<sup>2</sup>, 100 000 экз./м<sup>2</sup> – максимальные значения для всех подвижных форм на судах), которая повсеместно отмечается и в обрастании гидротехнических сооружений северо-западной части Японского моря (Каменская, 1977).

А.Н. Гориным (1980) выделен «амфиподный тип» обрастания буев в зал. Петра Великого и Татарском проливе. Биомасса *J. marmorata* здесь достигает 1080 г/м<sup>2</sup>. Массовые поселения этого вида приурочены к обрастанию судов в б. Золотой Рог, а единичные особи встречались во всех сообществах обрастания большинства СПП и СДП всего обследованного региона.

Из семейства Amphithoidae наиболее обычна *Amphithoe japonica*. Как правило, эти бокоплавцы селятся среди скоплений *M. trossulus*, но на судах тихоходных или подолгу стоящих в портах регистрируются практически во всех сообществах обрастания. Количественные показатели этого вида на порядок ниже, чем у предыдущего. Из корофиид наиболее часто встречается *Coropium bonneli*, трубки-домики которого находятся в зарослях зеленых и бурых водорослей, что предотвращает смыв этих небольших по размерам бокоплавов встречными потоками воды. Бокоплавцы, не строящие домики, массовых скоплений в обрастании судов не образуют и обычно встречаются в пробах единичными экземплярами. Исключение составляет *Pontogenia intermedia*, дающая высокие биомассу (до 97 г/м<sup>2</sup>) и плотность поселения (до 19 900 экз./м<sup>2</sup>) в сообществе *B. crenatus* на судах из северной части Татарского пролива. Из прочих видов на осмотренных судах чаще встречаются *Calliopius laeviusculus*, *Paracalliopiella littoralis*, *Metopelloides barnardi* – характерные обитатели приливотливной зоны дальневосточных морей.

В обрастании осмотренных судов часто наблюдается массовое развитие некоторых видов амфипод, найденных единично в бенгосных пробах, и наоборот, редкие находки или полное отсутствие в нем целых семейств. Так, в обрастании не встречены представители семейств Lisyanassidae, Photidae, Oedicerotidae и других, характерных для прибрежных зон дальневосточных морей. Это еще раз подтверждает своеобразие антропогенных субстратов и развивающихся на них сообществ морских организмов.

**Isopoda.** Максимальное видовое богатство дает семейство Sphaeromatidae – 60% видов. Один из наиболее обычных в обрастании судов – *Dynamenella fraudatrix* (до 1 г/м<sup>2</sup>, 500 экз./м<sup>2</sup>) в районе зал. Петра Великого и Татарского пролива. Встречается обычно в зоне ДВЛ среди зеленых водорослей родов *Ulva* и *Enteromorpha*. Нередко встречаются и два других представителя семейства: *Gnorimosphaeroma noblei* и *G. ovatum*. Первый вид обитает в сообществе ламинарий у западного Сахалина, второй встречается и на судах из зал. Петра Великого. Максимальные количественные показатели зарегистрированы для *Cymodoce* sp. (53 г/м<sup>2</sup>, 26 000 экз./м<sup>2</sup>), обнаруженного в 100% проб обрастания с судов портофлота и лоцманской службы п. Посыета. К сожалению, не удалось установить видовой принадлежности этих изопод – все они были представлены только ювенильными особями.

Из семейства Idoteidae наиболее часто встречается в обрастании *Idotea ochotensis*, как правило, в каждой пробе представленная 1–2 экз. Район распространения – зал. Петра Великого, Татарский пролив, юго-западный и северо-восточный Сахалин. Возможно, благодаря способности хорошо плавать попадает в состав обрастания уже по прибытии судна в порт. Встречается практически на всех участках ПЧ судна среди водорослей. Остальные виды изопод в обрастании судов редки.

**Gastropoda.** Брюхоногие моллюски в обрастании судов встречаются гораздо реже, чем полихеты и ракообразные. Массового развития они достигают лишь в сообществах обрастания судов на приколе, на действующих судах большая их часть вымывается встречными потоками воды. Наиболее обычны *Epheria turrata*, *Jeffreysina violacea*, *Alaba Vladivostokensis*. Первые два вида обитают в сообществе *B. crenatus* на судах из зал. Анива, в убежищах между домиками живых или внутри домиков мертвых баланусов, находки их единичны, и биомасса исчисляется десятками долями грамма на квадратный метр. Третий вид обнаружен в сообществе мидий и трубчатых полихет обрастания судов в зал. Петра Великого, достигая массового развития на неподвижных судах из б. Золотой Рог, – до 120 г/м<sup>2</sup>, 7000 экз./м<sup>2</sup>. Остальные виды встречаются редко.

**Bivalvia.** Двустворчатые моллюски, в условиях существования в бентосе способные к небольшим перемещениям, в сообществах обрастания утратили эту особенность. Так, *Hiatella arctica* обитает обычно в полостях между домиками баланусов (Тарасов, 1961),

не имея возможности перемещаться. Мидии вследствие высокой плотности поселения и большой скученности особей, что редко наблюдается в бентали, также полностью обездвижены.

## 2.4. Биогеографический состав обрастания судов

Географическое распространение организмов, входящих в состав обрастания, – один из наиболее важных теоретических и практических аспектов этого явления. Однако анализ биогеографического состава сообществ обрастания судов в исследованном регионе ранее не проводился. Сведения о биогеографической принадлежности некоторых групп обрастателей можно найти в работах А.Н. Горина (1975а, б), С.Ф. Чаплыгиной (1980), Э.В. Багавеевой (1981), Г.Б. Зевиной с соавторами (1992) и др. Наиболее полно проанализировано географическое распространение мшанок, встречающихся в морском обрастании (Кубанин, 1980). В «Предварительном списке» (1981) указана зонально-географическая характеристика 144 видов, зарегистрированных в обрастании судов Дальневосточного морского бассейна. Наибольший интерес представляет теоретическая работа О.Г. Резниченко с соавторами (1981), компилирующая имеющиеся на тот момент сведения по видовому составу тихоокеанского макрозооцена обрастания на разных субстратах. На всей этой обширной акватории зарегистрировано 725 форм из 8 типов беспозвоночных (макрофиты в этой работе не учтены). Авторами выявлена асимметрия в поперечном и меридианальном распределении видового богатства обрастателей без учета зонально-географической принадлежности таксонов. Ими выделена самостоятельная субтропическая область, за границы которой у азиатского побережья принят интервал 34–41° с.ш. Обоснованием для этого послужили не только гидрологические данные, но также зонально-географическая характеристика таксонов. Так, из 514 видов тихоокеанских обрастателей, встречающихся в пределах лишь одной области, на долю субтропических приходится 33 % всех форм.

Для биогеографического анализа мы использовали сведения по видовому составу и распространению видов-обрастателей судов разного режима эксплуатации. Анализируя соотношение зонально-географических комплексов видов на СДП, применяли данные по промысловым судам в разных районах Дальневосточного морского бассейна и имеющим ограниченный район эксплуатации в течение длительного времени. По мнению С.Р. Михайлова и С.В. Блинова (1981), обрастание таких судов формируется в основном во время работы судна в промысловом районе. Кроме того, учитывали сведения по обрастанию транспортных судов на постоянных внутренних и внешних линиях, что позволило выяснить и уточнить некоторые вопросы, связанные с расселением видов. Нами проанализирована информация по судам прибрежного и портового плавания в районе Приморья и Сахалина, имеющим ограниченный район эксплуатации.

В работе использована номенклатура зонально-географических комплексов, применяемая исследователями бентоса дальневосточных морей (Кусакин, 1976, 1979). Для биогеографического анализа применяли видовой метод зонально-географического районирования: рассматривали соотношение зональных комплексов в сообществах обрастания судов, действующих в пределах определенной акватории (промысловый район, припортовые воды). Изучение вертикального распределения зонально-географических группировок обрастания, как это принято исследователями бентоса (Кусакин, Ростовов, 1982; Фадеев, 1985), не имеет смысла, так как осадка судов промыслового флота редко превышает 5–8 м, а прибрежного

плавания 3–5 м. Такая глубина существенно не влияет на качественный состав обрастания.

### 2.4.1. Промысловые суда

Распределение видов обрастателей промысловых судов по зонально-географическим комплексам в общих чертах характерно для бентоса литорали и верхней сублиторали соответствующих подобластей и провинций Тихоокеанской бореальной области, однако вследствие специфики существования в условиях подвижного биотопа имеются определенные отличия. Около половины от общего числа составляют эвритермные широкобореальные виды, максимальная доля которых (58%) зарегистрирована в Охотоморском ПР, минимальная (37%) – в Северотихоокеанском ПР (рис. 17).

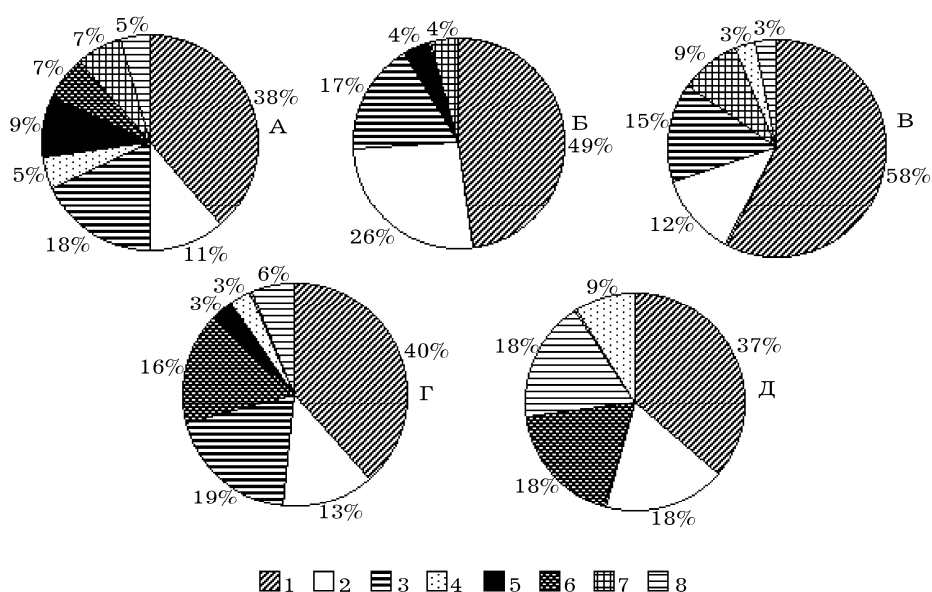


Рис. 17. Соотношение основных зонально-географических комплексов видов обрастания промысловых судов дальнего плавания Дальневосточного морского бассейна: А – Япономорский промысловый район, Б – Берингоморский промысловый район, В – Охотоморский промысловый район, Г – Южно-Курильский промысловый район, Д – Северотихоокеанский промысловый район. Условные обозначения зонально-географических комплексов видов: 1 – широкобореальные (шБ), 2 – бореально-арктические + высокобореальные (БА + вБ), 3 – биполярные (бп), 4 – субтропические + субтропическо-низкобореальные (С + СнБ), 5 – мультizonальные (МЗ), 6 – тропические + субтропическо-тропические (Т + СТ), 7 – низкобореальные (нБ), 8 – субтропическо-бореальные + тропическо-бореальные (СБ+ТБ)

Наиболее разнообразный спектр зонально-географических комплексов, включающий все 8 выделенных нами, отмечен для Япономорского ПР; в Северотихоокеанском ПР выделено всего 5 комплексов видов. Сравнительно равномерно распределены по всем 5 районам относительно холодноводные виды (БА + вБ) с увеличением их доли почти вдвое в Берингоморском ПР. Практически равная доля в 4 районах принадлежит широко распространенным в обоих полушариях биполярным видам (бп, БТН, АБН), однако в Северотихоокеанском ПР этот комплекс отсутствует. Особый интерес представляет наличие тепловодных (Т, СТ) видов в Южно-Курильском (16%) и в Северотихоокеанском ПР (18%), отсутствующих здесь в



сообществах бентоса. Остальные выделенные нами зонально-географические комплексы составляют менее 10% каждый, причем мультизональные виды встречаются только в Япономорском, Беринговоморском и Южно-Курильском ПР, а низкобореальные лишь в первых двух районах. Для Северотихоокеанского ПР характерно возрастание роли относительно тепловодных видов (СБ, ТБ, СнБ), в сумме составляющих четвертую часть от их общего числа.

## 2.4.2. Транспортные суда

Соотношение зонально-географических комплексов обрастателей судов на 5 основных транспортных линиях (ТЛ) в дальневосточных морях значительно отличается от аналогичного показателя в промысловых районах. Наибольшее сходство соотношений зонально-географических комплексов видов отмечено на судах Беринговоморской ТЛ, соединяющей три промысловых района – Япономорский, Южно-Курильский и Беринговоморский, с промежуточным по географическому положению Южно-Курильским ПР. Диаграммы, иллюстрирующие соотношение этих комплексов видов, почти не различаются (рис. 18).

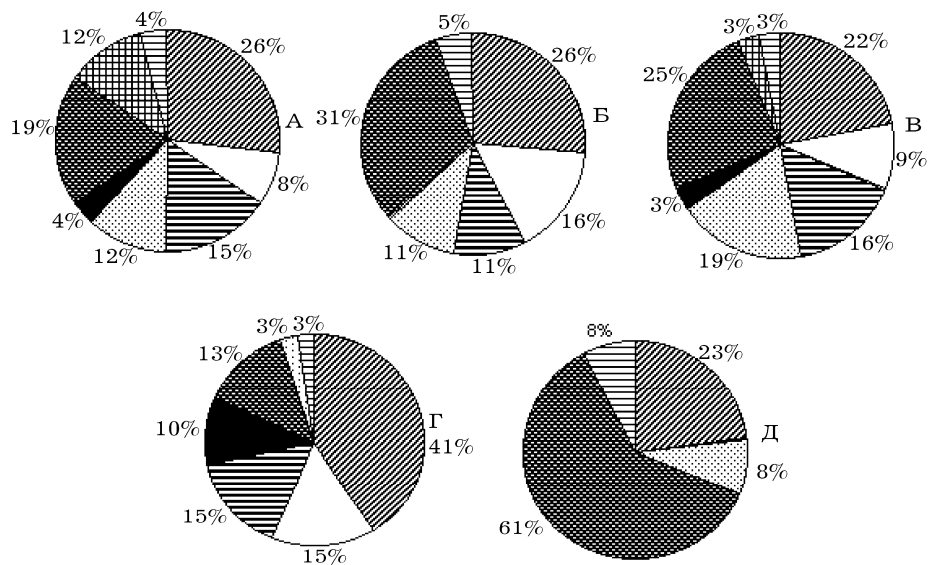


Рис. 18 Соотношение основных зонально-географических комплексов видов обрастания транспортных судов на линиях: А – Южно-Японская, Б – Восточно-Японская, В – Западно-Японская, Г – Беринговоморская, Д – Вьетнамская. Условные обозначения зонально-географических комплексов видов см. на рис. 17

Для трех Японских и Вьетнамской ТЛ характерно снижение доли эвритермных широкобореальных видов, которая колеблется в узком диапазоне 22–26% от их общего числа. Распределение зонально-географических комплексов достаточно сходно, однако имеются некоторые принципиальные различия. Так, на судах Южно-Японской ТЛ, соединяющей п. Владивосток с портовым комплексом Японии Канмон (порты Явата, Нагасаки, Кагосима на о-ве Кюсю и Симоносеки на южной оконечности о-ва Хонсю), достаточно высока роль низкобореальных видов (12%) по сравнению с двумя другими линиями, где их доля на порядок меньше. Для Восточно-Японской ТЛ характерно максимальное количество тепловодных (Т + СТ) по происхождению видов (31%) в

сравнении с двумя другими японскими линиями. Эта ТЛ соединяет российские порты юга Приморья с гаванями трех основных портовых комплексов Японии: Кейхин (Токийский залив, порты Йокогама, Токио, Тиба), Токай (зап. Исэ, п. Нагоя), Ханшин (Осацкий залив, порты Кобе, Осака). Основные особенности линии – большая протяженность маршрута (около 1000 миль), непродолжительные стоянки, частая смена температурных условий.

Западно-Японская ТЛ, соединяющая российские порты юга Приморья с портами западного побережья японских островов Хоккайдо и Хонсю (Отару, Хакодате, Ниигага, Аомори), проходит в основном непосредственно через Япономорский промысловый район. Для этой линии отмечено некоторое уменьшение числа тепловодных видов (Т + СТ) по сравнению с предыдущей, однако это компенсируется увеличением количества относительно тепловодных по происхождению видов (С + СнБ, СБ + ТБ) почти вдвое (рис. 18).

Соотношение зонально-географических комплексов видов обрастания судов на Вьетнамской ТЛ имеет принципиальное отличие от соответствующих показателей для предыдущих ТЛ. Эта линия соединяет порты Владивосток и Находка с основными вьетнамскими гаванями в Южно-Китайском море (Хайфон и Хошимин) и проходит в основном в тропической зоне. Эвригермные широкобореальные виды обрастания судов этой линии составляют 23% от их общего числа, что практически соответствует доле этих видов на судах япономорских линий. Однако остальные 77% составляют тепловодные и относительно тепловодные по происхождению виды (Т + СТ, С + СнБ, СБ + ТБ). Для этой линии характерно отсутствие холодноводных бореально-арктических и высокобореальных, а также мультizonальных видов (рис. 18).

### **2.4.3. Суда прибрежного и портового плавания**

Распределение видов обрастателей СПП по зонально-географическим комплексам в целом типично для бентоса литорали и верхней сублиторали. Во всех выделенных районах, за исключением зал. Петра Великого, доминируют холодноводные по происхождению комплексы видов (шБ, БА + вБ). Суммарная доля этих видов на судах у побережья Сахалина и Татарского пролива практически одинакова (рис. 19) и колеблется в пределах 61% (юго-западный Сахалин) и 69% (Татарский пролив).

Довольно значительна роль распространенных в обоих полушариях биполярных видов (11–23%). Примерно в таких же пределах колеблется доля низкобореальных видов, за исключением зал. Терпения (3%). Эврибионтные мультizonальные виды составляют 3–8% от общего числа видов, за исключением Татарского пролива, где они не отмечены. Максимальная доля тепловодных и относительно тепловодных видов (16%) отмечена в обрастании судов из Южного Приморья (район Пластун–Преображение).

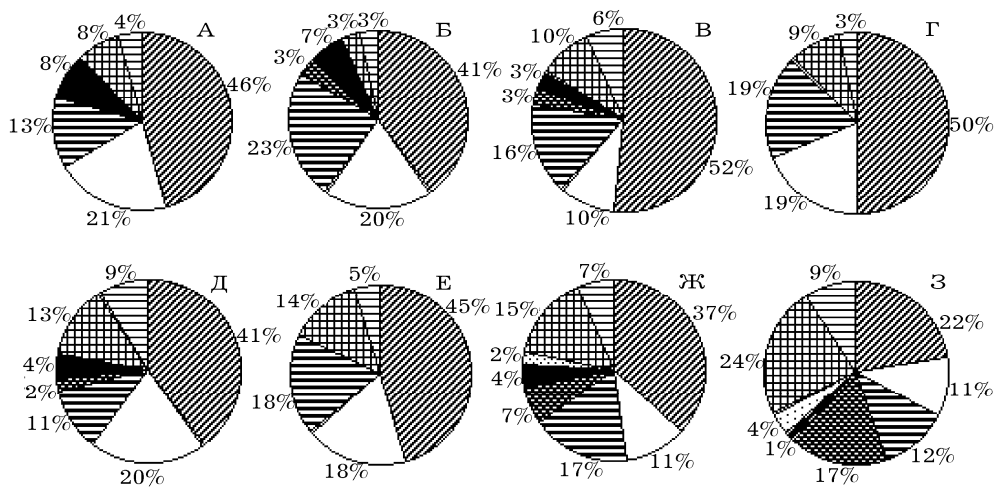


Рис. 19. Соотношение основных зонально-географических комплексов видов обрастания судов прибрежного и портового плавания в районе Приморья и о-ва Сахалин: А – северо-восточный Сахалин, Б – зал. Терпения, В – юго-западный Сахалин, Г – Татарский пролив, Д – зал. Анива, Е – район Советская Гавань – Ванино, Ж – район Пластун–Преображенск, З – зал. Петра Великого. Условные обозначения зонально-географических комплексов см. на рис. 17

Для зал. Петра Великого характерно выравнивание процентного соотношения основных зонально-географических комплексов видов. Здесь отмечено максимальное количество тепловодных и относительно тепловодных (Г + СТ, С + СнБ, СБ + ТБ) видов, удельный вес которых в сумме составляет 30%. Для судов из этого залива зарегистрировано максимальное количество низкобореальных видов – 24% при значительном снижении доли до 22% от их общего числа холодноводных (шБ, БА + вБ) видов. Таким образом, у побережья Приморья и Сахалина для СПП характерен широтный градиент по мере продвижения с севера на юг числа тепловодных по происхождению видов.

*Плавающие суда представляют собой гигантские опытовые пластины, на которых год от года осуществляется колоссального масштаба опыт в природе над литоральными и сублиторальными организмами.*

Н.А. Рудякова

## ГЛАВА 3. ОБРАСТАНИЕ СУДОВ

### 3.1. Сообщества обрастания

**К**онцепция сообщества в отношении морскому бентосу неоднократно становилась предметом обсуждения.

Подробные обзоры основных положений учения о сообществах бентоса известны из современной литературы (Boudouresque, 1970; Stephenson, 1973; Несис, 1977; Лукин, 1980). Основные проблемы концепции являются общими для наземной фито- (Миркин, 1985) и биоценологии (Чернов, 1984). В настоящей работе мы не ставим задачу пересматривать понятия «сообщества», «биоценоз», «ценоз» или давать свои определения. Попытаемся лишь применить некоторые эти положения к изучению обрастания.

Первое определение сообщества организмов бентоса на примере устричных банок принадлежит немецкому ученому XIX в. Карлу Мебиусу. В 1886 г. в сочинении «Внешние условия жизни морских животных» (цит. по: Kölmel, 1981) он употребляет выражение «сообщество животных», не вдаваясь в детализацию, тем самым приближаясь к современному пониманию сообщества многими исследователями бентоса и обрастания. Лишь в контексте при описании устричной банки К. Мебиус дает точное определение содержания этого понятия: *«Каждая банка устриц в известной степени – это сообщество живых организмов, набор видов и сумма индивидуумов, которые именно в этом месте находят все условия для возникновения и сохранения, т. е. необходимый субстрат, достаточное питание, нужную соленость и необходимую для жизни (переносимую) температуру. Каждый живущий здесь вид представлен максимальным числом индивидуумов, которые могут развиваться в соответствии с существующими условиями, так как у всех видов число нарождающихся особей каждого периода размножения меньше, чем сумма образующихся эмбрионов (зародышей). Общее число выросших особей всех видов, обитающих в этой области, есть остаток всех зародышей предыдущего вымета. Этот остаток созревших зародышей есть определенное количество жизнеспособных особей, которые, как и всякое проявление жизни, существуют благодаря размножению».*

Наука еще не знала названия для такой совокупности организмов, для подбора такого числа видов и индивидуумов, которые соответствовали бы внешним условиям среды, которые бы обуславливали друг друга и благодаря размножению сохранялись в данной области. К. Мебиус называет это объединение *биоценозом*, или *жизненным сообществом*. Если какой-либо из *факторов среды* меняется на длительное время по сравнению с его прежним показателем, то меняется и весь биоценоз. Он также изменится, если число индивидуумов соответствующего вида уменьшится или возрастет в результате *воздействия человека*: этот вид или полностью исчезает, или в сообществе появляется новый вид. Таким образом, великий немецкий исследователь XIX в. уже в те времена понимал актуальность проблем антропогенного вмешательства в природу и интродукции и акклиматизации видов.

В начале XX в. проблема выяснения природы сообщества стала первоочередной у естествоиспытателей. Так, Ф. Клементс (Clements, 1916, цит. по: Бигон и др., 1989) считал сообщество сверхорганизмом, в котором виды-компоненты прочно связаны друг с другом в настоящем и общем для них эволюционном прошлом. По мнению Ф. Клементса, иерархические отношения особи–популяции–сообщества и клетки–ткани–организмы вполне аналогичны. В противоположность этой точке зрения *индивидуалистическая* концепция (Gleason, 1926) рассматривала связь между сосуществующими видами как результат сходства потребностей и устойчивости (а отчасти и случайности). Взгляды современных исследователей более соответствуют индивидуалистическому подходу. С этой точки зрения границы между сообществами должны быть размытыми, а видовые ассоциации менее предсказуемыми, чем в предыдущей концепции. В настоящее время преобладает мнение, что четкие границы между сообществами невозможны, за исключением резкой смены условий – например, в месте соединения суши и воды. Более важным представляется другое: экология сообществ – это изучение особого *уровня организации* живого, а не дискретных пространственно-временных единиц (Бигон и др., 1989).

Проводя параллель между выделением сообществ бентоса и обрастания, можно заметить, что аналогично первому в обрастании можно выделить главные сообщества на основании наличия доминирующих форм (Petersen, 1915; Gislén, 1930; Воробьев, 1949; Мокиевский, 1960; Рудякова, 1981). В отличие от бентоса, сообщества обрастания, как правило, имеют ярко выраженный «физиономический» облик. Выделение сообществ обрастания на судах достаточно просто, так как в них доминируют 1–2 вида, тогда как процент второстепенных и случайных форм всегда ничтожен (Рудякова, 1981). Выделенные нами сообщества могли бы наглядно иллюстрировать представления датского ученого С. Петерсена, который рассматривал сообщества макробентоса как регулярно повторяющиеся группы совместно встречающихся видов, опознаваемые (и называемые) по бросающимся в глаза многочисленным и наиболее характерным видам.

Задача исследователей сообществ обрастания на судах упрощается еще и тем, что они состоят из одновозрастных особей, так как ограниченность пребывания плавсредств судов в море сроками докований лимитирует возраст обрастателей на судах одной навигацией, реже 1–2 и более годами. Развитие сообществ обрастания находится главным образом под контролем абиотических (в данном случае и антропогенных) факторов внешней среды, что соответствует индивидуалистической концепции по отношению к бентосу (Gleason, 1926). Х. Сандерс (Sanders, 1968) ввел понятия «физически контролируемых» и «биологически сбалансированных» сообществ, считая эти типы крайними. Используя терминологию Х. Сандерса, сообщества обрастания судов можно отнести к характерным для мелководья бореальных районов «физически контролируемым». Следуя появившейся в биоценологии концепции нодума (узла) (Boudouresque, 1971), сообщества обрастания судов не нужно рассматривать как участок континуума вследствие изначальной изолированности объектов. Сообщество обрастания непосредственно связано с поверхностью корпуса судна, несущего функцию эдафона, и в значительной степени зависит от этой поверхности, но под воздействием составляющих данное сообщество организмов и сама поверхность – эдафон – подвергаются определенным изменениям: разрушаются лакокрасочные покрытия, усиливается процесс коррозии и т.п. Неразрывная связь и совместное развитие этих двух компонентов обуславливают образование единой системы, которую принято называть «экосистемой» (Tansley, 1935; Макфедьен, 1965; Бигон и др., 1989). Очевидно, этот термин применим и к судовому обрастанию, при этом для каждого объекта существует собственная «микроэкосистема» (Реймерс, 1990).

До сих пор нет единой терминологии для образования поселений водных организмов на различных субстратах (Брайко, 1985), в т. ч. и на антропогенных. Большая часть исследователей для обозначения комплекса организмов, обитающих на искусственных поверхностях, применяет термин «сообщество обрастания» [= «fouling community»] (Редфилд, Диви, 1957; Meadows, 1969; Резниченко и др., 1976; Брайко, 1985; Bastida, 1973; Ошурков, 1982; и др.). Некоторые авторы проводят типизацию сообществ на разных антропогенных субстратах: на действующих судах (Рудякова, 1958, 1981), на навигационном ограждении (Горин, 1980). Ряд исследователей использует термин «биоценоз обрастания» (Зевина, 1972; Голиков, Скарлаго, 1975а; Кубанин, 1980), иногда употребляется термины «ценоз обрастания», «макрозооценоз обрастания» (Резниченко и др., 1980, 1981). Как правило, эти авторы не раскрывают значения применяемых терминов, очевидно используя их в самом общем смысле для обозначения комплекса организмов обрастателей.

В настоящей работе мы предпочли термин «сообщество», широко используемый в экологической литературе исследователями бентоса и обрастания. Этот термин понимается вслед за исследователями бентоса (Кудряшов и др., 1978) как «комбинация популяций, обитающих на экологически однородной территории морского дна» [= поверхности искусственного субстрата]. Термин мы использовали в нейтральном смысле, без определения его места в биоценологической классификации. Характерная особенность сообществ обрастания судов прибрежного и дальнего плавания – существование в условиях абсолютно подвижного биотопа. Взаимодействие этого биотопа с наиболее продуктивным приповерхностным слоем пелагиали – главная причина количественного обилия обрастания. К особенностям сообществ в обрастании судов относятся изоляция от бентали, существование в условиях повышенной гидродинамики, преобладание вертикальных поверхностей, отсутствие осадкообразования, ослабление пресса врагов (Резниченко и др., 1976).

### **3.2. Обрастание судов дальнего плавания**

Суда дальнего плавания (СДП), как и прибрежного, и портового, по классификации О.Г. Резниченко (1978), относятся к субстрату I типа – абсолютно подвижный биотоп. В обрастании таких судов, осмотренных в портах дальневосточных морей России, зарегистрировано 137 видов животных и 41 вид водорослей (Михайлов, 1985). Соотношение таксономического состава основных групп обрастателей на СДП разного района и режима эксплуатации приведено в табл. 5. В сообществах обрастания СДП постоянно встречается 31 вид, т. е. эти виды являются фонообразующими. Водоросли, в основном представители Chlorophyta и Phaeophyta, чаще всего относятся к родам *Enteromorpha*, *Petalonia*, *Ectocarpus* и *Laminaria*. Наибольшее видовое богатство фауны представляют многощетинковые черви (35 видов), далее следуют усоногие раки (28), разноногие раки (23), мшанки – 21 вид соответственно. Остальные группы представлены небольшим числом видов.

Наиболее обычны следующие представители фауны: гидроид *Obelia longissima*; полихеты родов *Serpula* и *Hydroides*; амфиподы *Jassa marmorata* и мшанки рода *Bugula*. Из 28 видов усоногих раков наиболее богат представлен род *Balanus* (15 видов), а чаще встречается *B. crenatus*. Число видов двусторчатых моллюсков невелико, хотя они нередко образуют массовые скопления. Доминантами сообществ являются 13 видов, которые в зависимости от района эксплуатации судов подразделяются на 3 группы: 1 – *Balanus reticulatus*, *B. eburneus*, *Conchoderma auritum* доминируют на судах, действующих в тропической зоне; 2 – *Lepas anatifera*, *B. amphitrite*, *B. improvisus* – на судах, курсирующих на линиях между тропической и умеренной зонами; *Ulva fenestrata*, *Enteromorpha linza*, *Ectocarpus confervoides*, *Petalonia zosterifolia*, *B. crenatus*, *Semibalanus cariosus*, *Mytilus trossulus* – в умеренной зоне.

На дендрограмме сходства (рис. 20) видовые списки обрастания судов, действующих в тропической и умеренной зонах, объединяются на 30%-ном уровне. Вторая большая группа объектов на уровне 40% сходства соответственно разделяется на две подгруппы, первую из которых составляют олигомикстные сообщества обрастания судов с короткой летней навигацией и заходом в пресные воды. Вторая подгруппа далее подразделяется на три кластера: сообщества обрастания судов на транспортных линиях (ТЛ) в умеренной-тропической зоне; в южной части российских вод Дальневосточного морского бассейна; судов, действующих только в умеренной зоне. В тропической наибольшее сходство качественного состава (70%) отмечено для сообществ *Balanus amphitrite* и *B. eburneus*, в умеренной зоне соответственно *Petalonia zosterifolia* и *Semibalanus cariosus* (Михайлов, 1985).

Сообщества обрастания СДП имеют ряд особенностей, свойственных только этому типу судов. Для таких сообществ характерна монодоминантность, т.е. резкое преобладание одного, реже двух видов обрастателей при низких количественных показателях второстепенных форм; наличие видов-автотрансплантантов, отсутствующих в бентосе данного района; постоянное появление неорганических остатков обрастателей (известковых трубок полихет, пустых домиков баланусов), не вынесших смены условий существования при переходе судна в другие климатические зоны; сосуществование на одном судне прибрежных и океанических обрастателей; периодическое уничтожение обрастания во время действия судна во льдах или пресных водах, а также его антропогенное уничтожение в период подводной очистки.

Маршруты СДП и особенностей их эксплуатации определяют типологию сообществ обрастания, обуславливая их разнообразие. Всего на осмотренных судах

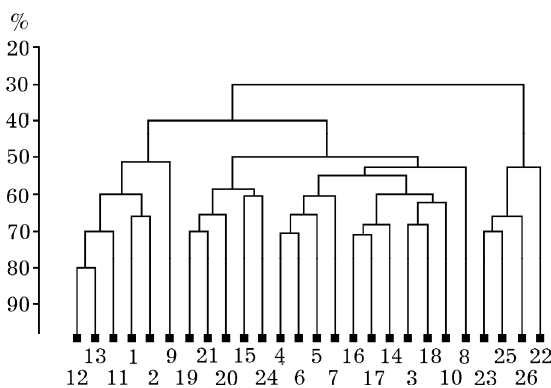


Рис. 20. Дендрограмма сходства видового состава сообществ обрастания судов 26 промысловых районов (ПР) и транспортных линий (ТЛ). Япономорский: 1 – северная часть, 2 – северо-восточная, 3 – центральная; Япономорско-Курильское направление: 4 – северная часть, 5 – южная; Южно-Курильский: 6 – северная часть, 7 – южная; 8 – Северо-Курильский; Охотоморский: 9 – юго-западная часть, 10 – северо-восточная; Берингоморский: 11 – северная часть, 12 – центральная, 13 – южная; 14 – Северо-Тихоокеанский. Транспортные линии (ТЛ): Курильская: 15 – северная, 16 – южная; 17 – Охотоморская ТЛ; 18 – Берингоморская; Япономорская: 19 – западная, 20 – восточная, 21 – южная; 22 – Черноморская; 23 – Кубинская; 24 – Канадская; 25 – Вьетнамская; 26 – Индийская. По шкале – уровень сходства, % (по: Михайлов, 1985)

Дальневосточного морского бассейна выделено 13 сообществ и в их составе 19 группировок обрастания (табл. 6).

### 3.2.1. Сообщества обрастания судов промыслового флота

Сообщество *Balanus crenatus* наиболее широко распространено во всей северо-западной части Тихого океана и встречено на большинстве СДП всей этой акватории. Сообщество *B. crenatus* встречается на судах промыслового флота практически во всех промысловых районах Дальневосточного морского бассейна территориальных вод России (Михайлов, 1985а; Михайлов, Блинов, 1980, 1981). В его состав входят 29 видов водорослей и 83 вида животных, 40% которых представлено подвижными формами. К характерным отнесен ряд видов зеленых и бурых водорослей, усоногие раки и мидии *M. trossulus* (табл. 6). Обрастание частично формируется в период летней навигации в районе промысла и на переходах, однако сообщество *B. crenatus* большинства судов из северной части бассейна формируется во время стоянки в Авачинской губе (Михайлов, 1989). Распределение баланусов на большей части корпуса обычно равномерное, образующее стопроцентное покрытие при общей биомассе в пределах одного килограмма на квадратный метр, реже оно мозаично при концентрации скоплений баланусов на скуловых киях и корме. Количественные показатели обрастания резко возрастают в кормовом подворе и на пере руля (до 6 кг/м<sup>2</sup>, 50 000 экз./м<sup>2</sup>). За время зимней навигации оно обычно полностью уничтожается льдом. В зависимости от особенностей эксплуатации судов в пределах сообщества выделено 8 группировок (табл. 6).

Сообщество *Semibalanus cariosus* отмечено на 14 судах промыслового флота в северной части Южно-Курильского и юго-западной части Беринговоморского промысловых районов. В его составе зарегистрировано 19 видов водорослей и 29 видов животных, из которых около половины – подвижные формы. Характерные виды – бурые водоросли и усоногие раки. В районе Курильских островов оседание личинок обрастателей, в частности доминирующего вида *S. cariosus*, продолжается за счет пополнения из сообществ бентоса верхней сублиторали и литорали близлежащего побережья. Распределение баланусов по корпусу судов принципиально не отличается от такового в сообществе *B. crenatus*. В Беринговом море обрастание формируется лишь в середине летней навигации и представлено обычно небольшими скоплениями либо одиночными особями *S. cariosus*. Средняя биомасса сообщества по окончании одного промыслового рейса не превышает 1 кг/м<sup>2</sup>, в начале зимней навигации обрастание полностью уничтожается льдом. В пределах сообщества выделено две группировки (табл. 6).

Сообщество *Petalonia zosterifolia* встречено на 14 судах промыслового флота в северо-западной части Японского моря и северо-западной части Берингова. В качестве доминирующего вида *P. zosterifolia* в обрастании судов отмечена впервые. В состав сообщества входят 18 видов водорослей и 12 видов животных, из них 5 – подвижные формы. Характерные – 2 вида ламинарий и *E. confervoides*, а также 2 вида баланусов, доминирующих в предыдущих сообществах. Обрастание формируется во время летней навигации в районах промысла и представлено отдельными группами либо одиночными особями в районе ДВЛ, зимой уничтожается льдом. Средняя биомасса за одну навигацию 0,6 кг/м<sup>2</sup>; выделено две группировки (табл. 6).

Сообщество *Ulva fenestrata* отмечено всего на 3 судах добывающего флота в северной части Беринговоморского промыслового района, включает в себя 8 видов водорослей и 9 видов животных (4 – подвижные формы). Характерные виды: *E. confervoides*, *B. crenatus*, *S. cariosus*. Обрастание формируется в конце летней навигации



в районе промысла и представлено водорослевой каймой в зоне действующей ватерлинии, а также отдельными особями животных на скуловых кляях; зимой уничтожается льдом. Средняя биомасса в конце летней навигации  $0,5 \text{ кг/м}^2$ .

Сообщество *Enteromorpha linza* характерно для 6 судов добывающего флота в северной части Япономорского промыслового района с заходами в Амурский лиман. Его доминирующим видом является эвригалинная *E. linza*, способная существовать во время стоянок в пресной воде. В состав сообщества входят по 8 видов водорослей и животных, из них 3 подвижные. Формируется оно во время летней навигации, зимой уничтожается льдом. Представлено водорослевой каймой и одиночными особями животных в зоне ДВЛ. Распределение обрастания всех трех водорослевых сообществ аналогично. Его средняя биомасса в конце летней навигации составляет  $0,3 \text{ кг/м}^2$ .

Сообщество *Ectocarpus confervoides* встречено на 8 судах добывающего флота в Охотоморском промысловом районе северо-восточнее Сахалина, состоит из 17 видов водорослей и 21 вида животных, половина из которых – подвижные формы (Михайлов, 1985а). Характерный вид – *Enteromorpha linza*. Распределение обрастания относительно равномерно с увеличением биомассы к носу и корме. Общая биомасса невелика –  $0,07 \text{ кг/м}^2$ .

Сообщество *Mytilus trossulus* второе по встречаемости на СДП после сообщества *Balanus crenatus* – оно отмечено на 21 судне промыслового и транспортного флотов в северной части Японского моря, у Южных Курил, о-ва Хоккайдо и западного побережья о-ва Хонсю. Характерно для судов с длительными стоянками в портах и небольшими переходами в пределах Японского моря. В составе сообщества зарегистрировано 13 видов водорослей и 83 вида животных, из которых менее половины – подвижные формы. В число характерных входит 11 видов водорослей, гидроидов, усногих раков и двусторчатых моллюсков. Обрастание формируется во время летних стоянок в портах, зимой частично уничтожается льдом. Распределение его по корпусу аналогично таковому на СПП и приурочено в основном к миделю и корме судна с возрастанием количественных показателей к днищу. Средняя биомасса в конце летней навигации –  $3,7 \text{ кг/м}^2$ . В пределах сообщества выделено 3 группировки (табл. 6).

Сообщество *Lepas anatifera* встречено на 9 судах промыслового флота, действовавших в открытых водах северо-западной части Тихого океана, где *L. anatifera* является доминирующим видом океанического обрастания (Зевина, 1994). Состоит из 13 видов водорослей и 38 видов животных, из которых 13 – подвижные формы. Характерные виды: *S. cariosus*, *M. tintinnabulum*, *P. zosterifolia*. Обрастание формируется в течение всего периода эксплуатации судов в районе промысла, распределено мозаично по всему корпусу, средняя биомасса по окончании рейсов –  $1,4 \text{ кг/м}^2$ .

Таким образом, обрастание судов промыслового флота в Дальневосточном морском бассейне представлено монодоминантными сообществами животных и водорослей. Общая биомасса обрастания колеблется в больших пределах: от 80 до 3465 г/м<sup>2</sup>, при этом какие-либо закономерности в широтном распределении данного показателя по районам не наблюдаются (рис. 21). Максимальная биомасса зарегистрирована для сообщества мидий *M. trossulus* в южной части Япономорского ПР, минимальная – для сообщества водорослей *Ectocarpus confervoides* в центральной части Охотоморского ПР, биомасса второго сообщества водорослей *Petalonia zosterifolia* на порядок выше как в Беринговоморском, ПР так и в Япономорском. Для этого сообщества водорослей характерно нарушение принципа монодоминантности – биомасса второстепенного вида *S. cariosus* приближается к этому показателю доминирующего вида, а биомасса 3 второстепенных видов составляет около трети его (рис. 22). Сообщества трех видов усонюгих раков во всех районах характеризуются средней биомассой в пределах 765–2867 г/м<sup>2</sup> при их явном доминировании.

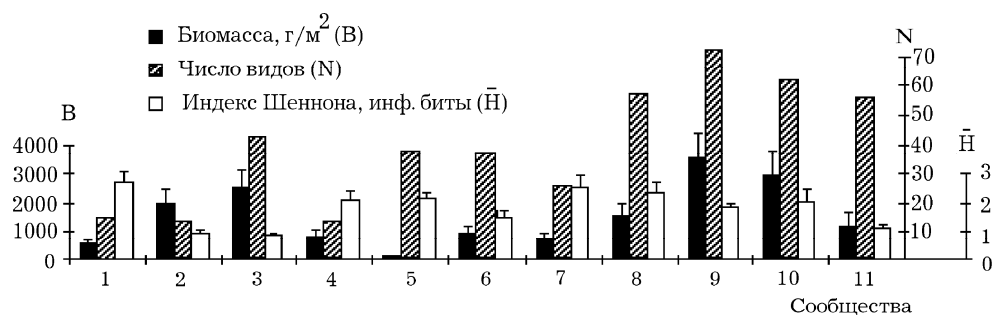


Рис. 21. Основные характеристики сообществ обрастания судов рыбодобывающего флота в промысловых районах Дальневосточного морского бассейна. По оси абсцисс обозначены сообщества обрастания судов по промысловым районам: 1 – *Petalonia zosterifolia* (северная часть Беринговоморского ПР); 2 – *Balanus crenatus* (Северо-Тихоокеанский ПР); 3 – *Balanus crenatus* (северо-западная часть Охотоморского ПР); 4 – *Semibalanus cariosus* (южная часть Беринговоморского ПР); 5 – *Ectocarpus confervoides* (центральная часть Охотоморского ПР); 6 – *Balanus crenatus* (Северо-Курильский ПР); 7 – *Petalonia zosterifolia* (северная часть Япономорского ПР); 8 – *Balanus crenatus* (центральная часть Япономорского ПР); 9 – *Mytilus trossulus* (южная часть Япономорского ПР); 10 – *Semibalanus cariosus* (северная часть Южно-Курильского ПР); 11 – *Lepas anatifera* (южная часть Южно-Курильского ПР). По осям ординат: В – биомасса, г/м<sup>2</sup> ( $\pm$  ошибка средней); N – суммарное число видов;  $\bar{H}$  – информационный индекс Шеннона ( $\pm$  ошибка средней), биты

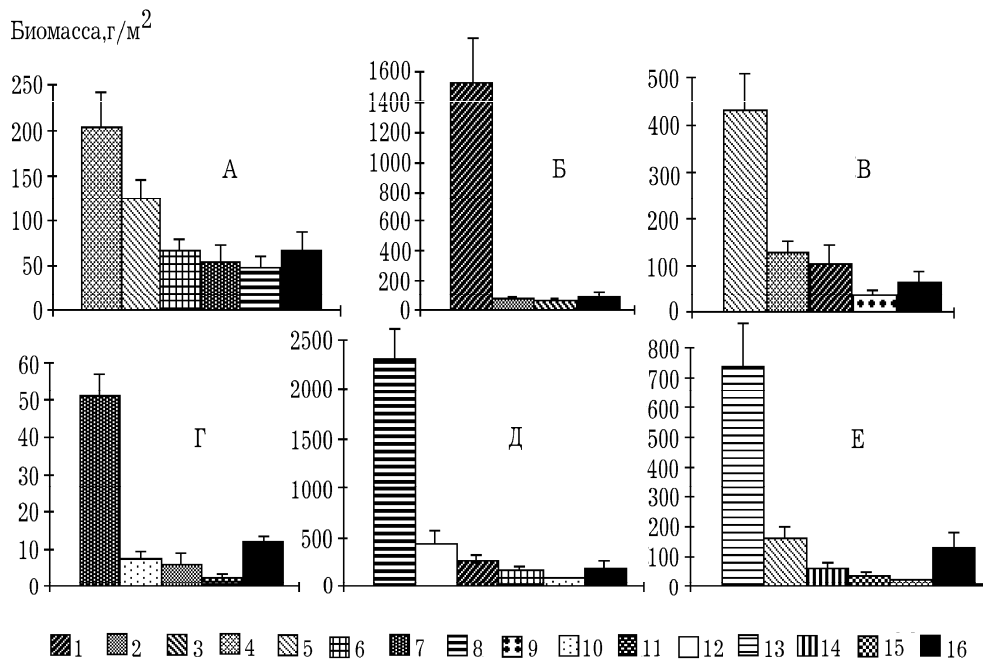


Рис. 22. Соотношение биомасс фоновобразующих видов основных сообществ обрастания судов рыбодобывающего флота в промысловых районах: А – *Petalonia zosterifolia* (северная часть Беринговоморского ПР), Б – *Balanus crenatus* (Северо-Тихоокеанский ПР), В – *Semibalanus cariosus* (южная часть Беринговоморского ПР), Г – *Ectocarpus confervoides* (центральная часть Охотоморского ПР), Д – *Mytilus trossulus* (южная часть Япономорского ПР), Е – *Lepas anatifera* (южная часть Южно-Курильского ПР). Условные обозначения видов: 1 – *Balanus crenatus*, 2 – *Alaria marginata*, 3 – *Cladophora stimpsonii*, 4 – *Petalonia zosterifolia*, 5 – *Semibalanus cariosus*, 6 – *Laminaria cichorioides*, 7 – *Ectocarpus confervoides*, 8 – *Mytilus trossulus*, 9 – *Ulva fenestrata*, 10 – *Enteromorpha linza*, 11 – *Bugula pacifica*, 12 – *Balanus improvisus*, 13 – *Lepas anatifera*, 14 – *Megabalanus tintinnabulum*, 15 – *Costaria costata*, 16 – прочие

В распределении суммарного числа видов по сообществам обрастания судов разных ПР наблюдается широтный градиент по мере продвижения с юга на север, количество видов снижается с 72 в Япономорском ПР (сообщество *Mytilus trossulus*) до 14 в Северо-Тихоокеанском ПР (сообщество *Balanus crenatus*). Для северных широт наибольшее число видов отмечено в сообществе *Balanus crenatus* на судах Охотоморского ПР (рис. 21).

Широтного градиента видового разнообразия, как и общей биомассы, не наблюдается. Максимальные значения данного показателя (около 3 информационных бит) отмечены как в Охотоморском ПР в олигомиктном сообществе *Petalonia zosterifolia*, так и в Япономорском в сообществах этого вида водорослей и баланусов *B. crenatus*. Минимальное видовое разнообразие зарегистрировано в северном варианте сообщества этого вида балануса на судах Северо-Тихоокеанского и северо-западной части Охотоморского ПР (рис. 21).

### 3.2.2. Районирование сообществ обрастания судов

Обрастание судов ограниченного района эксплуатации характеризуется определенным качественным составом и количественными показателями, свойственными каждому отдельному району. Различия по составу и интенсивности роста организмов могут быть двух категорий: региональные – большого масштаба, например на уровне биогеографических областей, и локального характера, – в основном

обусловленные гидрологическими особенностями порта базирования судов. Первая попытка районирования обрастания судов предпринята Е. Гентшелем (Hentschel, 1923), который составил таблицу обнаруженных им видов для различных районов Атлантики. Им выявлены особенности состава и распределения различных форм для каждого района. Выводы Гентшеля хорошо согласуются с результатами исследователей бентоса в том, что отдельным районам свойственны определенные сочетания видов. Подобная работа по обрастанию судов в северной части Атлантического океана выполнена Ж. Висшером (Visscher, 1928), она подтверждает некоторые заключения Гентшеля. Выделенные районы с стабильным характером обрастания сходны с биогеографическими провинциями, установленными для фауны сублиторали.

Однако это утверждение справедливо лишь для стационарных гидротехнических сооружений, в обрастании судов наблюдаются некоторые отличия. Так, отдельные виды обрастания не все одинаково важны для решения проблем практического характера, тогда как с точки зрения общей биогеографии все виды имеют равное значение (Хатчинс, 1957). Некоторые доминирующие виды обрастания могут быть распространены в нескольких провинциях, или их ареалы не показательны для какой-либо отдельной провинции (или их совокупности). Вследствие подвижности и смены районов эксплуатации судов часть форм, хотя и небольшая, непременно заходит в смежные районы. По мнению Хатчинса (1957), составить одну общую карту обрастания для всего мира невозможно, и биогеографические провинции, выделенные на основе распространения бентоса, оказываются малопригодными для прогнозирования обрастания.

Для районирования обрастания удобнее пользоваться подразделением земного шара на области соответственно условиям окружающей среды – по однородности физических условий существования. Ортман (цит. по: Хатчинс, 1957) принимал во внимание только температуру и по этому признаку выделил ряд зон и подзон в Мировом океане. Границы этих зон обычно совпадают с ареалами stenothermic тепловодных видов.

На основании принципа построения зон Ортмана американскими учеными создана карта, назначение которой – служить руководством при классификации отчетов о доковании судов для статистической обработки. При выделении районов принимались во внимание не только условия существования обрастателей в той или иной области, но и такие практические соображения, как, например, наличие портов для кораблей ВМФ (Хатчинс, 1957). К сожалению, автор не приводит региональных видовых списков.

К моменту выхода в свет американской сводки «Marine fouling and its prevention» (1952), включающей в себя единственный список всех форм сообществ обрастания для различных акваторий Мирового океана, распределение обрастателей было еще не настолько изучено, чтобы допускать широкие обобщения. В сводке по морям СССР, вышедшей на два десятилетия позже (Зевина, 1972), автор также не считает возможным осветить вопрос о распределении прибрежного обрастания вследствие недостаточности достоверных данных по разным районам, упоминая также и различия локального характера («микроусловия») в каждом порту. Однако Г.Б. Зевина допускает возможность из чисто практических соображений грубого разделения Мирового океана на три крупные области, различающиеся не только по составу обрастания, но и по его количественным показателям. Автор считает, что такое деление позволяет применять более эффективно средства защиты судов в разных районах эксплуатации. Критерием для выделения этих областей – холодноводной, умеренной и тепловодной, судя по их названиям, послужила температура. По мнению Г.Б. Зевиной, различия в составе более

мелких подразделений, входящих в эти области, с течением времени постепенно сотрутся в результате все большего распространения доминирующих форм.

Для океанического обрастания предложены искусственные схемы общего характера, выявляющие недостатки в имеющихся материалах и позволяющие в какой-то степени их систематизировать. Первая схема предложена Л. Хатчинсом (1957), выделявшим в Мировом океане по обрастанию действующих судов 10 провинций. Вторая схема создана Г.Б. Зевинной (1972) для Тихого океана на основании анализа распределения океанического обрастания, преимущественно морских уток рода *Lepas*.

В современной литературе появляются сведения о распределении в Мировом океане представителей отдельных больших групп обрастателей – мшанок (Кубанин, 1981), поликет (Багавеева, 1981, 1991). Большая работа проделана О.Г. Резниченко с соавторами (1980, 1981), на основании многочисленных публикаций и собственных данных обобщивших материал по обрастанию в южноевропейских водах и в Тихом океане. Для выделения границ областей авторы использовали в первую очередь работы, содержащие гидрологические данные, главным образом температуру, т.е. в основу выделения границ положен принцип Ормана, широко используемый при анализе распределения бентоса (Куракин, 1976; Лукин, 1979; Фадеев, 1985 и др.). При выходе в свет работ подобного рода и на таком уровне станет возможным районирование обрастания Мирового океана.

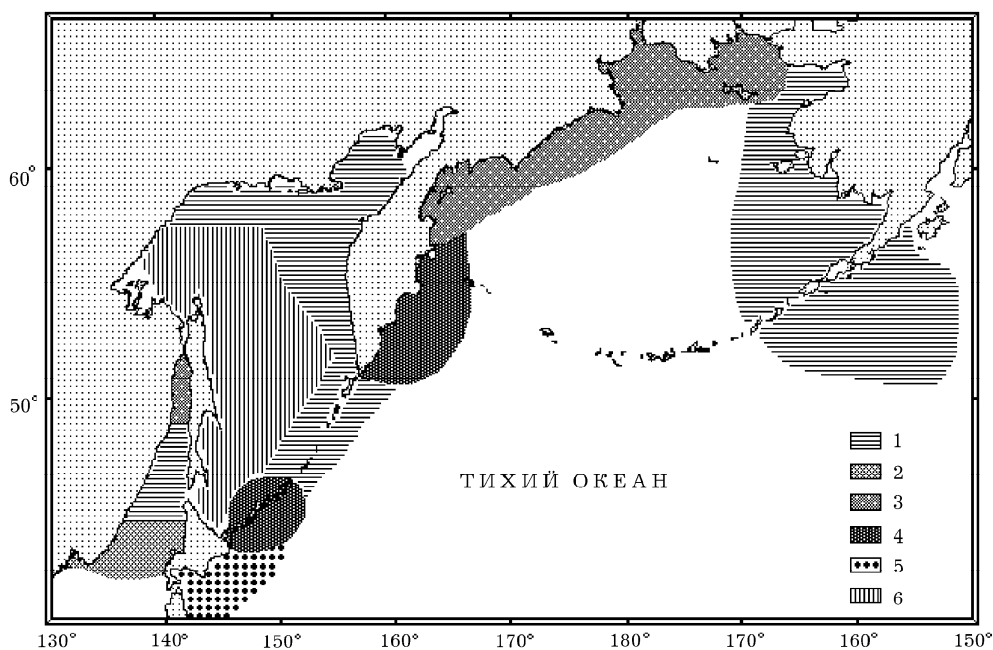


Рис. 23. Схема районирования основных сообществ обрастания судов промыслового флота в северной части Тихого океана. Условные обозначения сообществ: 1 – *Balanus crenatus*, 2 – *Mytilus trossulus*, 3 – *Petalonia zosterifolia*, 4 – *Semibalanus cariosus*, 5 – *Lepas anatifera*, 6 – *Ectocarpus confervoides*

На основании приуроченности определенных сообществ обрастания судов промыслового флота к районам их эксплуатации (промысловым) нами проведено их районирование (рис. 23).

### 3.2.3. Сообщества обрастания судов основных транспортных линий

Сообщество *Balanus crenatus* отмечено на судах Беринговоморской ТЛ, которая связывает порты Владивосток и Находку с крупными портами Камчатки и российского побережья Берингова моря (рис. 24, а). Характерная особенность этой ТЛ – большая протяженность маршрута (более 2000 миль), короткая летняя навигация и наличие портов захода, расположенных в устьях рек (Михайлов, 1985б). В состав сообщества входят 13 видов водорослей и 29 видов животных, из которых 14 – подвижные формы. Основу общей биомассы составляет доминирующий вид *B. crenatus* (2930 г/м<sup>2</sup>), биомасса характерных видов *Ectocarpus confervoides*, *Mytilus trossulus* и *Semibalanus cariosus* имеет сходное значение и колеблется в пределах 350–405 г/м<sup>2</sup>. Доля остальных видов на 1-2 порядка ниже (Zvyagintsev, 2000).

В горизонтальном направлении обрастание распределено равномерно. Биомасса его в носовой части в среднем равна 4500 г/м<sup>2</sup>, основу составляют зеленые и бурые водоросли. В миделевой части количество водорослей уменьшается при возрастании роли баланусов. Основная часть обрастания, представленного сообществом *B. crenatus*, сосредоточена в корме при биомассе до 5000 г/м<sup>2</sup>. На баланусах отмечено эпibiонтное поселение мидий *M. trossulus*. Биомасса обрастания винторулевой группы достигает 2200 г/м<sup>2</sup>, представлено оно крупными мидиями, баланусами, трубками полихет и амфипод. Основная причина такого обрастания винторулевой группы – длительные стоянки в портах. По вертикали наблюдается классическая картина увеличения биомассы от ватерлинии к днищу судов. Основное обрастание начинается с метровой глубины и максимального значения биомассы 6000 г/м<sup>2</sup> достигает на днище.

Сообщество *Mytilus trossulus* характерно для судов Российско-Западно-Японской ТЛ, соединяющей Владивосток и Находку с портами западного побережья островов Хоккайдо и Хонсю, – Отару, Хакодаге, Ниигага, Аомори (рис. 24, б).

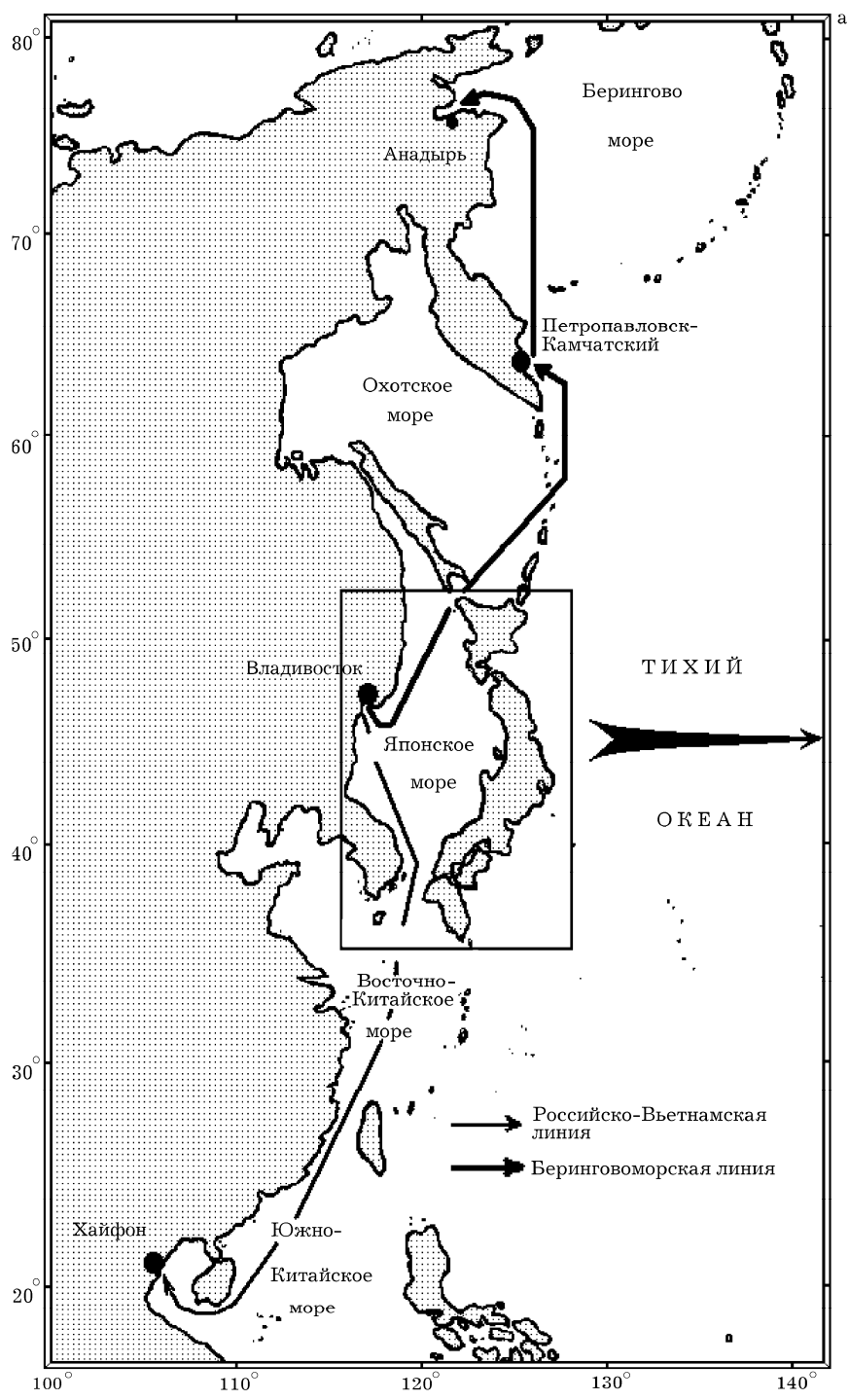
Небольшая протяженность линии (до 500 миль), короткие и частые стоянки в портах способствуют превышению коэффициента стояночного времени над коэффициентом ходового. В состав сообщества входят 7 видов водорослей и 42 вида животных, из которых 11 подвижных форм. Основу общей биомассы 2046 г/м<sup>2</sup> составляет доминирующий вид (1218 г/м<sup>2</sup>). Характерные виды имеют сходные значения биомассы: *B. amphirite* – 232 г/м<sup>2</sup>, *B. improvisus* – 106 г/м<sup>2</sup>, *Crassostrea gigas* – 101 г/м<sup>2</sup> (рис. 25). Эти виды совместно с доминирующим встречаются в обрастании всех судов данной ТЛ. Ряд видов усонюгих раков характерен только для вод Японии: *Megabalanus tintinnabulum*, *M. rosa*, *B. trigonus*, *B. eburneus*, *B. albicostatus*. Представители океанического обрастания *Lepas anatifera* и *Conchoderma auritum* имеют невысокие количественные показатели вследствие кратковременности нахождения судов в открытых водах (Михайлов, 1991).

В горизонтальном направлении прослеживается увеличение биомассы обрастания в кормовой части судов. В носовой и миделевой частях общая биомасса двухслойного обрастания, состоящего в основном из баланусов и мидий, сходна – около 1800 г/м<sup>2</sup>. В кормовой части на мидиях появляются эпibiонтные поселения полихет рода *Hydroides* и баланусы *B. improvisus*, общая биомасса возрастает до 3,4 кг/м<sup>2</sup>. Основу обрастания винторулевой группы составляют одиночные *B. crenatus* средних размеров. Средняя толщина слоя обрастания 7 мм.

Сообщество *Balanus improvisus* встречено на судах Российско-Восточно-Японской ТЛ, которая связывает российские порты Японского моря с тремя основными торговыми комплексами Японии: Кейхин (Токийский залив, порты Иокогама, Токио, Тиба), Токай (зал. Исэ, п. Нагоя), Ханшин (Осакий залив, порты Осака, Кобе), рис. 24, б. Протяженность линии вдвое превышает таковую Западно-Японской ТЛ. Основные

особенности транспортного направления – короткие стоянки и регулярная смена температурных зон.

Сообщество состоит из 5 видов водорослей и 20 видов животных. Биомасса доминирующего вида составляет 60% от общей биомассы, равной  $753 \text{ г/м}^2$ . Характерные виды: *B. trigonus* ( $90 \text{ г/м}^2$ ), *M. trossulus* ( $59 \text{ г/м}^2$ ), *U. fenestrata* ( $50 \text{ г/м}^2$ ), рис. 25. В обрастании судов этой ТЛ отмечены тепловодные





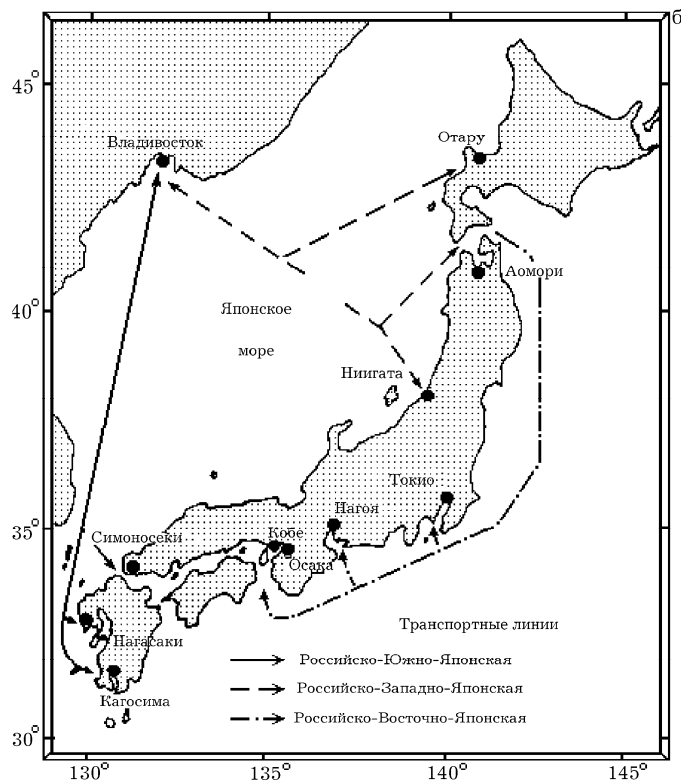


Рис. 24. Карта-схема основных транспортных линий Дальневосточного морского бассейна

виды *B. trigonus*, *B. albicostatus*, *M. tintinnabulum*, *M. rosa*, характерные для портов восточной Японии. Представителей океанического обрастания не обнаружено. Аналогичное сообщество *Balanus improvisus* встречено на судах Российско-Канадской линии (табл. 6).

По горизонтали обрастание распределено равномерно с концентрацией его в корме, преимущественно однослойное. На винторулевой группе оно отсутствует. По вертикали к днищу биомасса растёт от 500 до 3000 г/м<sup>2</sup>, толщина слоя около 3 мм.

Сообщество *Balanus amphitrite* отмечено на судах Российско-Южно-Японской ТЛ, соединяющей российские порты Японского моря с портовым комплексом южной Японии Канмон (порты Явата, Нагасаки, Кагосима, Симоносеки), рис. 24, б. Основные особенности линии: короткие переходы (до 600 миль), частые стоянки и постоянная смена температурных зон.

В состав сообщества входят 5 видов водорослей и 30 видов животных, из которых 8 – подвижные формы. Доминирующий вид *B. amphitrite* составляет около половины общей биомассы сообщества, равной 1404 г/м<sup>2</sup>. Характерные виды: *Ciona intestinalis* (142 г/м<sup>2</sup>), *U. fenestrata* (107 г/м<sup>2</sup>), *B. improvisus* (105 г/м<sup>2</sup>), *H. elegans* (92 г/м<sup>2</sup>), *B. eburneus* (81 г/м<sup>2</sup>), рис. 25. В сообществе отмечены виды, оседающие только в портах Японии: *B. albicostatus*, *B. trigonus*, *Nereis multignatha*. Океаническое обрастание представлено морскими утками *L. anatifera* с незначительными количественными показателями.

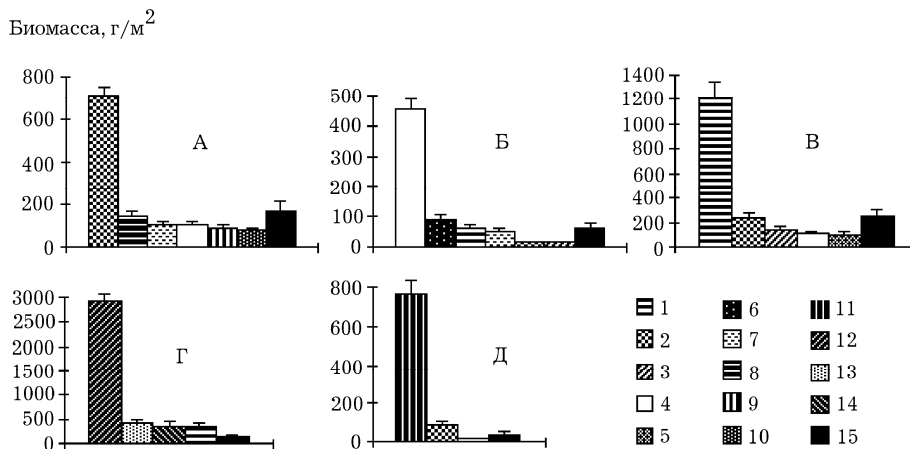


Рис. 25. Соотношение биомасс фоновобразующих видов сообществ обрастания судов на транспортных линиях: А – *Balanus amphitrite* (Российско-Южно-Японская ТЛ), Б – *Balanus improvisus* (Российско-Восточно-Японская ТЛ), В – *Mytilus trossulus* (Российско-Западно-Японская ТЛ), Г – *Balanus crenatus* (Беринговоморская ТЛ), Д – *Balanus reticulatus* (Российско-Вьетнамская ТЛ). Условные обозначения видов: 1 – *Mytilus trossulus*, 2 – *Balanus amphitrite*, 3 – *Crassostrea gigas*, 4 – *Balanus improvisus*, 5 – *Megabalanus rosa*, 6 – *Balanus trigonus*, 7 – *Ulva fenestrata*, 8 – *Ciona intestinalis*, 9 – *Hydroides elegans*, 10 – *Balanus eburneus*, 11 – *Balanus reticulatus*, 12 – *Balanus crenatus*, 13 – *Ectocarpus confervoides*, 14 – *Semibalanus cariosus*, 15 – прочие. По осям абсцисс – виды, по осям ординат – биомасса ( $\pm$  ошибка средней),  $г/м^2$

Распределение обрастания по горизонтали равномерное при 100%-ном покрытии корпуса. На винторулевой группе отмечены только одиночные баланусы. В вертикальном направлении прослеживается поясность. В зоне ватерлинии – пояс зеленых водорослей *U. fenestrata* и мелких единичных баланусов ( $500 г/м^2$ ). От ватерлинии до 1 м однослойное обрастание баланусами ( $800 г/м^2$ ), в зоне 1–3 м обрастание двухслойное: появляются молодь мидий, полихеты рода *Hydroides* ( $1400 г/м^2$ ). На днище выявлены асцидии *Ciona intestinalis*, биомасса возрастает до  $2900 г/м^2$ .

Сообщество *Balanus reticulatus*, обычное на большинстве судов прибрежного плавания во Вьетнаме, встречено и на ряде транспортных судов Российско-Вьетнамской ТЛ. Эта линия соединяет основные российские порты Японского моря Владивосток и Находку с вьетнамскими портами Хайфон и Хошимин, расположенными в реках выше их устья. Для этой линии характерна большая протяженность маршрута, так же, как и для Беринговоморской ТЛ.

В состав сообщества входят 18 видов животных и 1 вид водорослей. Доминирующий вид составляет 83,8% от общей биомассы  $914 г/м^2$ . Биомасса второстепенных на порядок ниже (рис. 25). В состав сообщества входят представители океанического обрастания – морские утки *L. anatifera*, *Conchoderma auritum*, *C. virgatum*. Из подвижных форм встречен лишь *Typosyllis* sp., обнаруженный в пустом домике балануса.

Сообщество *Balanus eburneus* характерно для 6 судов транспортного флота на российско-кубинской линии. В состав сообщества входят 1 вид водорослей и 16 видов животных. Характерные виды: *B. amphitrite*, *Serpula* sp. Оно формируется в основном в кубинских водах, на переходах пополняется представителями океанического обрастания *L. anatifera*. Распределено равномерно по всему корпусу с возрастанием общей биомассы на днище кормы; средняя биомасса после рейса  $0,9 кг/м^2$ .

Сообщество *Conchoderma auritum* встречено на 4 судах транспортного флота, выполнявших трансокеанические рейсы из портов Черного моря во Владивосток без

промежуточных заходов. Сообщество олигомикстное, состоит всего из 1 вида водорослей и 5 видов животных. Обрастание формируется только во время перехода в океане, встречается лишь в зоне ДВЛ. Средняя биомасса  $0,3 \text{ кг/м}^2$ .

Сообщество *Balanus reticulatus* + *Lepas anatifera* обнаружено на 11 судах транспортного и научно-исследовательского флотов, действующих между портами ЮВА и в бассейне Индийского океана. В его состав входят 2 вида водорослей и 26 видов животных, из них 6 подвижные. Обрастание формируется в тропической зоне и образует стопроцентное покрытие при средней биомассе  $2,2 \text{ кг/м}^2$  (Михайлов, 1985б).

Количественные показатели обрастания на разных участках корпусов судов дальнего плавания различны. Общая биомасса сообщества в носовой и миделевой частях достигает  $900 \text{ г/м}^2$ . В кормовой части судов плотность поселения обрастателей увеличивается, общая биомасса возрастает примерно на треть. На винторулевой группе встречаются единичные баланусы с диаметром домика 6–8 мм. Распределение обрастания по горизонтали мозаичное, в основном представлено группами баланусов с диаметром домика до 8 мм. По вертикали от ватерлинии до глубины 1 м встречаются зеленые водоросли *E. flexuosa*, морские уточки и баланусы. Ниже и до уровня скуловых килей отмечены одиночные уточки *L. anatifera* и молодь устриц *Saccostrea* sp., ряд видов баланусов и трубчатые полихеты *Hydroides elegans*. Биомасса обрастания по мере приближения к килю возрастает до  $700 \text{ г/м}^2$ . На днище и выкружке гребного вала, а также на наружных поверхностях скуловых килей обрастание представлено одним доминирующим видом сообщества с биомассой до  $2500 \text{ г/м}^2$ . Диаметр домика баланусов здесь достигает 25–30 мм при высоте 40 мм. Доля усоногих раков в обрастании транспортных судов на Российско-Вьетнамской линии составляет 83–100% общей биомассы.

Таким образом, обрастание судов основных транспортных линий дальневосточных морей представлено монодоминантными сообществами животных, водоросли играют незначительную роль. Общая биомасса обрастания судов колеблется в пределах  $753–4198 \text{ г/м}^2$ , при этом наблюдается широтный градиент от южных транспортных линий к северным. Примерно такой же характер носит изменение максимального числа зарегистрированных видов, однако индекс видового разнообразия Шеннона по мере продвижения к югу растет, резко снижаясь для судов Российско-Вьетнамской линии (рис. 26).

Формирование обрастания судов Беринговоморской ТЛ происходит во время стоянок в портах, преимущественно Владивостоке и Петропавловске-Камчатском в летнее время. В зимне-весенний период на судах оно отсутствует. Все осмотренные суда Российско-Западно-Японской ТЛ эксплуатировались 7–8 мес в теплое время года, в результате чего на них зарегистрирован характерный для этого района мидиевый климакс обрастания. На некоторых плавсредствах наблюдается начало вытеснения мидий устрицами *S. gigas*, что характерно и для судов прибрежного плавания, и причальных сооружений в зал. Петра Великого. Степень обрастания судов сильная, потери скорости (до 4 узлов) максимальные на всем Российско-Японском транспортном направлении. Обрастание судов Российско-Восточно-Японской ТЛ формируется во время стоянок в портах обеих стран, причем в России только в летнюю навигацию, а в Японии круглогодично. Степень обрастания слабая, потеря скорости не отмечена. Формирование обрастания судов Российско-Южно-Японской ТЛ происходит в течение всего года в портах Японии и во время летней навигации в российских портах. Высокая элиминация тепловодных видов в последних компенсируется оседанием новых обрастателей в портах Японии. Степень обрастания на этой ТЛ умеренная, потери скорости не превышают 1 узла. Обрастание судов Российско-Вьетнамской линии представлено преимущественно тропическими и субтропическими видами, формируется

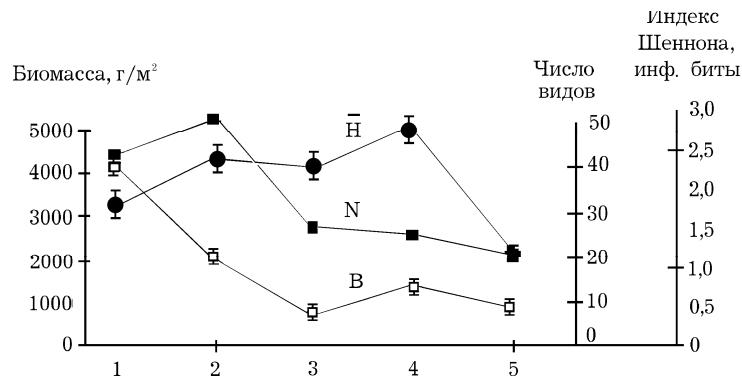


Рис. 26. Изменение основных характеристик сообществ обрастания судов транспортного флота Дальневосточного морского бассейна. По оси абсцисс – сообщества обрастания на транспортньк линиях: 1 – *Balanus crenatus* (Беринговоморская ТЛ), 2 – *Mytilus rossulus* (Российско-Западно-Японская ТЛ), 3 – *Balanus improvisus* (Российско-Восточно-Японская ТЛ), 4 – *Balanus amphitrite* (Российско-Южно-Японская ТЛ), 5 – *Balanus reticulatus* (Российско-Вьетнамская ТЛ). По осям ординат: В – биомасса, г/м<sup>2</sup> ( $\pm$  ошибка средней); Н – суммарное число видов;  $\bar{H}$  – индекс Шеннона ( $\pm$  ошибка средней), информационные биты

во время рейдовых стоянок во вьетнамских портах. Степень обрастания и потери скорости те же, что и для судов Российско-Южно-Японской ТЛ.

### 3.2.4. Роль микромасштабной турбулентности в распределении организмов макрообрастателей на корпусах судов дальнего плавания

Распределение обрастателей на корпусах действующих судов неоднократно становилось предметом исследования (Рудякова, 1967а, б; 1981; Iqic, 1968а, б; Звягинцев, Михайлов, 1978; Михайлов, 1985а, б; Ревин, 1981; Раилкин, 1998б; Звягинцев, Мощенко, 2002; и мн. др.). В этом отношении наиболее интересны работы Рудяковой (1967, 1981), которая тщательно анализирует закономерности оседания и распределения основных обрастателей – усоногих раков, мидий, гидроидов. Хотя ее исследования носят описательный характер и выводы сделаны «чисто логически, с без приведения конкретных цифровых характеристик» (цит. по: Рудякова, 1967), они отличаются оригинальностью суждений и гипотез. Например, автор, в отличие от других специалистов, объясняет вариации плотности поселения и размеров домиков баланусов, наблюдаемые на корпусах судов по направлению от носа к корме, характером движения воды вокруг корпуса, а не последовательностью и гетерохронностью появления личинок этих животных в планктоне.

На наш взгляд, в работах Н.А. Рудяковой наиболее ценным предположением была гипотеза о том, что агрегированное распределение обрастателей обусловлено характером обтекания судна потоком воды и образованием зон микромасштабной турбулентности (ММТ) в местах отрыва потока. Смысл этой гипотезы заключается в следующем. При турбулентном движении микровихри регулярно проникают в вязкий подслой пограничного слоя воды (Гринвальд, Никора, 1988). Это увеличивает вероятность сближения личинок с субстратом (Butman, 1986), в результате чего в природе и на антропогенных субстратах многие животные поселяются в местах отрыва потока (Riedl, 1971; Welder, 1975; Рудякова, 1981; Mullineaux, Butman, 1990), т.е. там, где ММТ хорошо выражена. Микровихри помогают сближению с субстратом и его населением не только личинкам, но и объектам, входящим в рацион прикрепленных животных, у многих из которых, например гидроидов и баланусов, способ питания

максимально приближается к хищному, т.е. активному выхватыванию пищевых частиц из окружающей среды. Известно также, что вероятность захвата добычи у многих животных увеличивается при микровихревых движениях воды (Riedl, Förstner, 1968; Chamberlain, Graus, 1975; Leversee, 1976; Muzik, Wainwright, 1977; Rubenstein, Kohl, 1977), что связано с усилением вероятности контакта «хищник–жертва» (Rotschild, Osborn, 1988).

Эта гипотеза не имела до сих пор инструментального подтверждения\*, хотя была успешно использована для объяснения изменчивости формы колоний и распределения гидроидов родов *Solanderia* и *Millepora*, а также размещения массовых эпибионтов на колониях миллепор (Мощенко, 1999). Часть фактического материала, положенного в основу доказательства данной гипотезы, опубликована (Moshchenko, Zvyagintsev, 2001a, b). В наши задачи входила проверка предположения Рудяковой о том, что пятнистость распределения обрастателей связана с характером обтекания корпуса судна потоком воды и развитием ММТ в местах срыва потока.

На всех исследованных судах распределение общей биомассы, биомасс растений и большинства животных носило отчетливо пятнистый характер, что в первую очередь относится к доминантам и субдоминантам (рис. 27). По плотности поселения распределение подавляющего большинства одиночных прикрепленных видов беспозвоночных было достоверно агрегированным, тогда как у подвижных форм оно обычно не противоречило случайному. До-

---

\* В этом отношении можно отметить лишь удачную попытку Мулине и Батман (Mulineaux, Butman, 1990), которые изучали динамику оседания и распределение обрастателей на пластинах разной толщины, предполагая при этом, что в одном случае обтекание ламинарное, а в другом – турбулентное. Однако каких-либо количественных оценок они не делали.

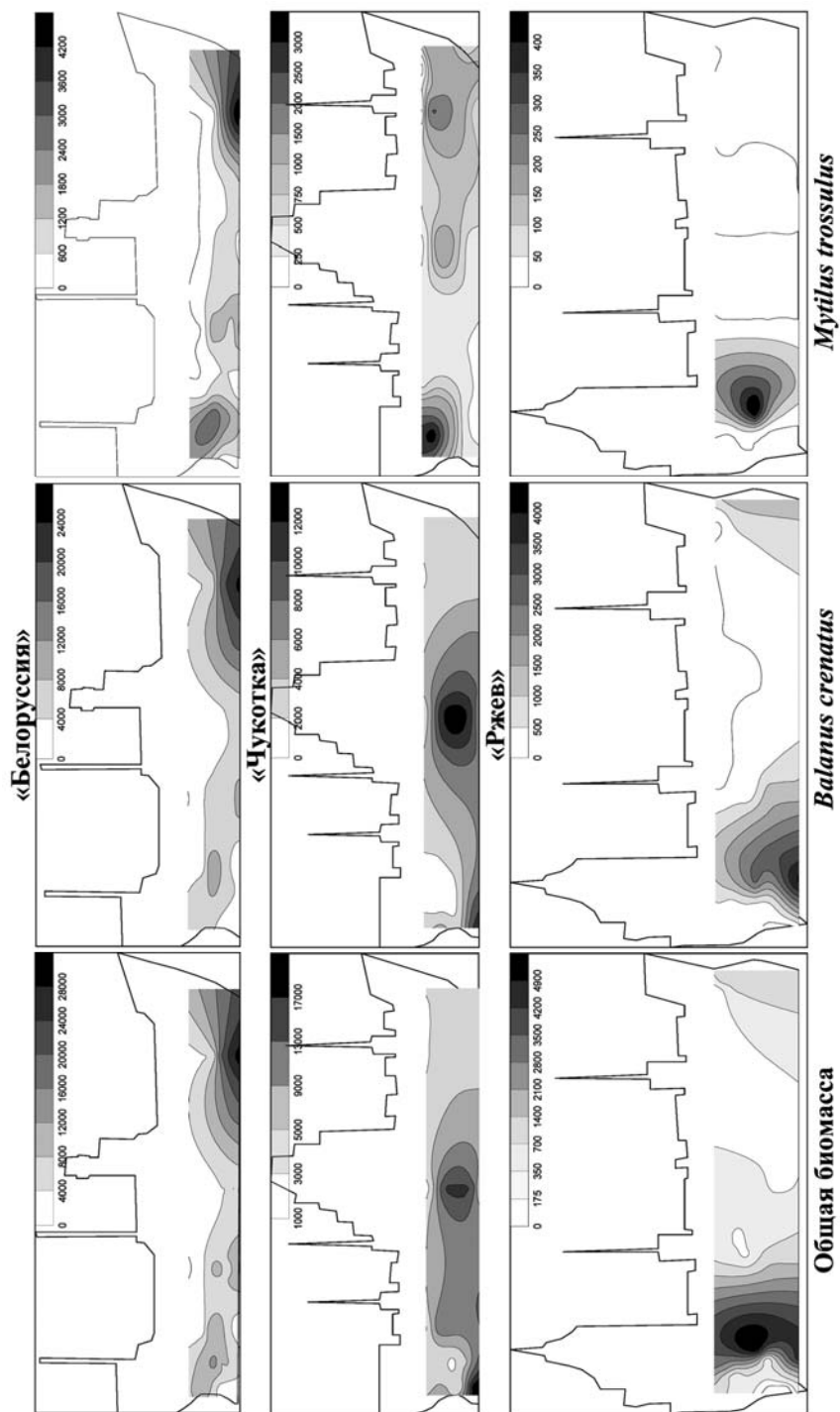


Рис. 27. Пример распределения общей биомассы обрастателей и наиболее массовых видов животных на трех судах Беринговоморской транспортной линии. На шкале – биомасса в г/м²

вольно часто на отдельно взятых судах общая биомасса обрастателей и биомасса животных (которые дают от 55 до биомассы) значительно возрасли по горизонтали – от форштевня к ахтерш

гораздо реже, вместо чего их биомасса часто достоверно увеличивалась от днища к ватерлинии.

Общей закономерностью оказалась тенденция к увеличению степени агрегированности распределения биомасс животных и растений с увеличением продолжительности эксплуатации судна. Коэффициенты корреляции ( $R$ ) между индексами  $I_{wb}$ , рассчитанными для общей биомассы и по отдельности для биомасс животных и растений, и продолжительностью эксплуатации варьируют в пределах 0,605–0,675,  $p < 0,05$  ( $N=28$ ). Для ряда ТЛ, выборки которых были наиболее репрезентативны (число опробованных судов  $\geq 5$ , выборка включала суда с разной скоростью плавания), было обнаружено и значимое снижение степени агрегированности распределения общей биомассы, распределений биомасс всех и отдельно взятых прикрепленных животных, а также плотностей поселения прикрепленных одиночных животных при увеличении скорости судна ( $R = 0,816-0,821$ ,  $p < 0,05$ ).

Кроме того, обнаружена отчетливая тенденция смещения наибольшей биомассы обрастателей к корме с увеличением средней скорости плавсредства. Так, на судне «Белоруссия» (скорость движения в балласте 11,5 и во фрахте 10,5 узла) максимум биомассы приходился на носовую часть корпуса, на «Чукотке» (14,0 и 13,0 узлов соответственно) – на мидель и конец цилиндрической вставки, на «Ржеве» (16,9 и 16,1 узла) – на кормовую часть корпуса (рис. 27). В целом для судов этой (Беринговоморской) ТЛ коэффициент  $R_x$  для общей биомассы и биомасс всех и отдельно взятых прикрепленных животных отрицательно коррелировал со скоростью движения судна ( $R = 0,792$ ,  $0,818$  и  $0,811$  соответственно при  $p < 0,05$ ), и, следовательно, с увеличением скорости тенденция смещения максимума биомассы в кормовую часть корпуса проявляется все более отчетливо. Подобная, хотя и в разной степени выраженная тенденция характерна и для некоторых других ТЛ.

Сопоставление величин давления, считанных с рис. 13, в, с общей биомассой обрастателей показывает, что областям с малыми величинами давления, т.е. местам срыва потока, соответствуют наибольшие биомассы животных. При этом коэффициент корреляции для нашей выборки судов в среднем составляет  $0,748 \pm 0,252$  (в некоторых случаях использовали логарифмическое преобразование величин биомассы) и варьирует примерно от 0,4 до 0,9. Соответственно, коэффициент детерминации может достигать более 80%. Наибольшие коэффициенты корреляции отмечены для судов относительно тихоходных и старой постройки, наименьшие – для более быстроходных и современных.

Агрегированное распределение обрастателей можно объяснить прежде всего тремя главными причинами: внутривидовым привлечением, когда уже поселившиеся особи выделяют вещества, стимулирующие оседание личинок того же вида животных; образованием на корпусе судна областей, различающихся условиями среды, которые могут способствовать или препятствовать прикреплению, развитию и росту организмов; недостаточной репрезентативностью количественных данных.

Рассмотрим две первые причины. Действительно, степень агрегированности положительно коррелирует с продолжительностью эксплуатации судна между докованиями, что в некоторой степени подтверждает значимость внутривидового привлечения: пятнистое распределение сильнее всего выражено на судах, которые плавали больше года, т.е. подвергались более чем одному заселению эпибионтами. Но это предположение совершенно не объясняет снижение степени агрегированности и смещение наибольшей биомассы обрастателей в кормовую часть судна при увеличении его скорости. Очевидно, что основной причиной все же является неоднородность протекания гидродинамических процессов в разных частях корпуса, и в частности различная степень развития ММТ, о чем свидетельствует совпадение областей наибольших биомасс и малых величин давления.

Таким образом, полученные данные подтверждают доказательства гипотезы Н.А. Рудяковой, что позволяет достаточно аргументированно объяснить следующие наблюдаемые закономерности распределения обрастателей.

1. Пятнистость распределения эпибионтов, а также отмеченные Н.А. Рудяковой (1981) вариации размеров баланусов вдоль корпуса судна – результат возникновения благоприятных условий и для оседания, и для получения пищи (а также, вероятно, для снабжения кислородом и отведения метаболитов) в местах развития ММТ. Кроме того, в этих зонах возможно и более интенсивное вымывание ядов из защитного покрытия корпуса.

2. Смещение наибольшей биомассы в кормовую часть при увеличении скорости хода происходит, вероятно, из-за изменения положения областей наибольшего развития ММТ, что скорее всего связано с различиями в конструкции корпусов исследованных судов. В нашей выборке у относительно тихоходных судов старой постройки форма подводной части корпуса соответствовала показанной на рис. 13, *в* и 27 («Белоруссия» и «Чукотка»). Суда, обладающие большей скоростью хода и более современные, имели форму, изображенную на рис. 13, *а* и 27 («Ржев»), и, естественно, схема распределения областей развития ММТ у них должна быть иная.

Снижение степени агрегированности и плотности поселения эпибионтов при увеличении скорости хода происходит, несомненно, вследствие более равномерного, без развития контрастных по ММТ областей, обтекания потоком воды корпусов быстроходных судов (см. рис. 13, *з*).

### **3.3. Обрастание судов прибрежного и портового плавания в районе Приморья и Сахалина**

Суда прибрежного и портового плавания (СПП), как и дальнего, относятся к I типу антропогенных субстратов (абсолютно подвижный биотоп) по классификации О.Г. Резниченко (1978). Они имеют небольшие размеры (табл. 7) и эксплуатируются в малом каботаже, осуществляя перевозки между портами одного и того же моря. Суда и плавсредства прибрежного плавания в большинстве самоходные, но иногда находят применение и несамоходные баржи, плашкоуты. Многочисленные суда портового плавания обеспечивают нормальное функционирование любого порта, используя для ввода и вывода транспортных средств, их снабжения топливом и водой, лоцманской службы и т. д. Те из них, которые имеют скорость 8–10 узлов, подвержены процессу обрастания в той же степени, что и гидротехнические сооружения.

Суда прибрежного и портового плавания оказались наиболее удобным объектом для прогнозирования обрастания в определенных районах Дальневосточного морского бассейна. Это объясняется рядом причин.

1. Суда прибрежного и портового плавания, как правило, окрашены лишь антикоррозийными покрытиями, обычно железным и свинцовым суриком, не предохраняющими корпус от обрастания.

2. Эти плавсредства действуют в ограниченном районе, не выходя за пределы шельфовой зоны, или же на акватории одного порта, а обрастание, как известно, чаще всего формируется в портах (Kühl, 1962).

3. На судах со сходными районом и режимом эксплуатации, как правило, развиваются аналогичные сообщества организмов, что позволяет проводить районирование обрастания.

Информация по СПП приведена исключительно на основании собственных данных автора, поэтому в настоящей главе помещено подробное описание их обрастания с привлечением фактического материала, оформленного в виде таблиц.



### 3.3.1. Сообщества обрастания судов прибрежного и портового плавания

В обрастании СПП у побережья Приморья и Сахалина зарегистрировано 216 видов водорослей и животных, принадлежащих к 146 родам и 93 семействам (табл. 8). Из них 75 видов отмечены впервые в обрастании судов Дальневосточного морского бассейна. Благодаря сбору проб на плаву в составе обрастания судов выявлено значительное число (60%) подвижных форм. Выделено 9 сообществ и в их составе 7 группировок обрастания (Звягинцев, 1991а).

Сообщество *Laminariaceae + Chlorophyceae*. Выделено для судов, базирующихся в портах и портпунктах юго-западного Сахалина: Невельске, Холмске, Неводском и Тельновском. Характерной особенностью этих портов является наличие защищенных от волнения ковшей, используемых для стоянки судов с осадкой до 3 м, в Холмске – до 6 м. Ковши расположены вдали от устьев крупных рек, соленость воды в них колеблется в пределах 32,5–33,5‰ (здесь и далее сведения по гидрологии и особенностям устройства портов приведены по Атласу Сахалинской области (1967) и Надточий (1972)). В сообществе зарегистрировано всего 36 видов обрастателей, из них 10 – водоросли. Максимальное число видов (26) обнаружено на судах портпункта Неводское (10), минимальное – в Тельновском. Средняя биомасса сообщества колеблется от 328 г/м<sup>2</sup> (п. Тельновский) до 1100 г/м<sup>2</sup> (п. Неводское), максимальная биомасса зарегистрирована на рыболовном сейнере из Неводского – 4984 г/м<sup>2</sup>. В сообществе доминируют ламинариевые водоросли, составляя около 90% от общей биомассы. В пределах сообщества выделены две группировки с преобладанием близких в систематическом отношении и по экологии видов *L. japonica* (Невельск, Холмск) и *L. cichorioides* (Неводское, Тельновский).

Группировка *L. japonica* + *Chlorophyceae*, п. Невельск. В обрастании судов преобладают бурые и зеленые водоросли, составляя в сумме 99,3% от общей массы 906,3 г/м<sup>2</sup>. Флора представлена 4 видами бурых, в числе которых оказался доминирующий вид *L. japonica* с биомассой до 3800 г/м<sup>2</sup>, и 3 видами зеленых водорослей, из которых *E. linza* и *U. fenestrata* являются характерными видами первого порядка. Биомасса доминирующего и характерных видов составляет 97% от общей (рис. 28, А). Фауна обрастания при ничтожной биомассе отличается довольно большим разнообразием – 16 видов, из которых примерно половина приходится на долю подвижных форм. Эти формы представлены 3 видами изопод, 3 амфипод, 2 полихет и 1 видом – гастропод, находящими убежища в ризоидах ламинарий и среди зеленых водорослей (табл. 9). Биомасса этих видов не превышает 4 г/м<sup>2</sup>, обычно около 0,6 г/м<sup>2</sup>, максимальную плотность поселения (6200 экз./м<sup>2</sup>) дает *Corophium bonneli*. Из прикрепленных форм ведущая роль по биомассе принадлежит мшанкам *B. pacifica nana* (3 г/м) и *Cryptosula zavjalovensis* (1 г/м<sup>2</sup>), далее следуют гидроиды *Obelia longissima* (0,2 г/м<sup>2</sup>). Биомасса остальных видов не превышает 0,01 г/м<sup>2</sup>. Ювенильные особи мидий *Mytilus trossulus* встречены лишь в 4% проб, усоногие раки отсутствуют.

Для сравнения нами осмотрен земснаряд, простоявший на приколе в невеликом ковше около года. Доминирующим видом в его обрастании остается *L. japonica* с

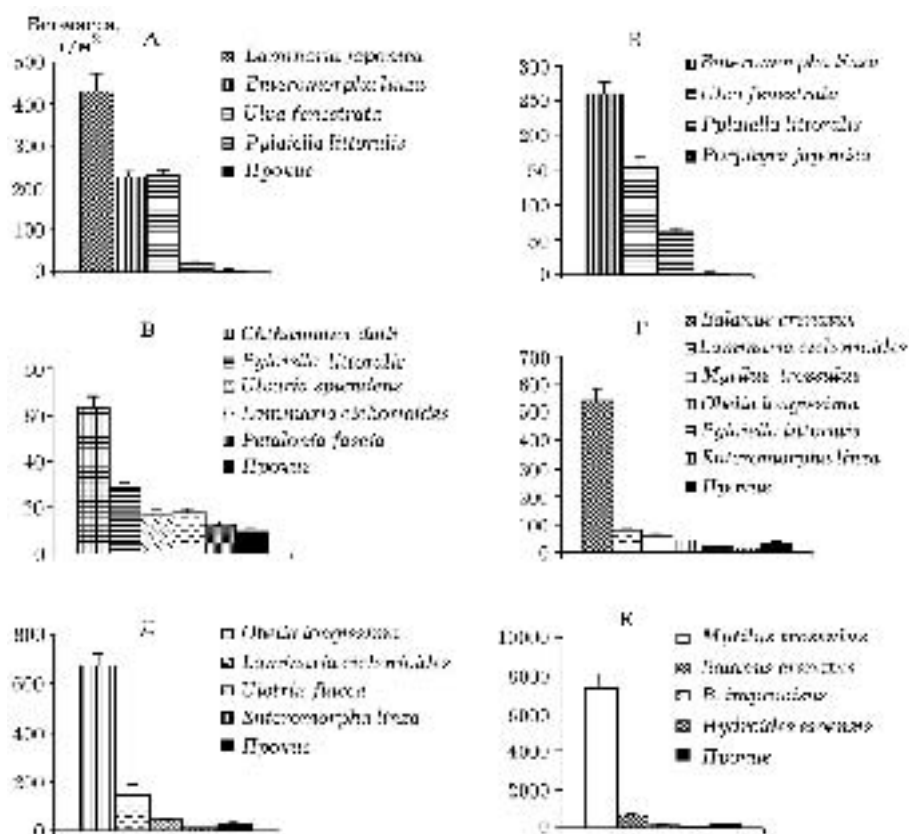


Рис. 28. Соотношение биомасс фоновобразующих видов основных сообществ обрастания судов прибрежного и портового плавания в районе Приморья и Сахалина: А – *Laminariaceae* + *Chlorophyceae* (Невельск), Б – *Enteromorpha linza* + *Ulva fenestrata* (Углегорск), В – *Chthamalus dalli* (Александровск), Г – *Balanus crenatus* (Корсаков), Д – *Obelia longissima* + *Algae* (Пластун), Е – *Mytilus trossulus* (зал. Петра Великого). По осям абсцисс – виды, по осям ординат – биомасса ( $\pm$  ошибка средней), г/м<sup>2</sup>

биомассой до 3700 г/м<sup>2</sup> (86% от общей). Второй вид ламинарии – *L. cichorioides* дает биомассу 155 г/м<sup>2</sup> при максимуме 310 г/м<sup>2</sup>. Из зеленых водорослей остается *U. fenestrata* (0,2% от общей биомассы). Биомасса животных составляет около 3% от общей. Фауна обрастания представлена в основном подвижными формами: 4 вида полихет, 2 изопод, 4 вида амфипод. Кроме того, в пробах обнаружено несколько экземпляров молоди мидий и брюхоногих моллюсков *Thapsiela plicosa*. Биомасса 3 видов мшанок исчисляется десятными долями грамма на квадратный метр. Следовательно, сообщество обрастания земснаряда почти не отличается от такового на действующих судах из п. Невельск.

В группировке *L. japonica* + Chlorophyceae на судах из Холмска зарегистрировано 24 вида обрастателей, из них 6 – водоросли, составляющие 98,6% от общей биомассы 711 г/м<sup>2</sup>. Доминирующая роль, как и в обрастании судов из Невельска, принадлежит ламинарии *L. japonica* – до 3700 г/м<sup>2</sup>, на втором месте *U. fenestrata*, затем *Pylaiella littoralis*. Остальные водоросли по биомассе не превышают 0,2% от общей. Второй вид ламинарии *L. cichorioides* встречен лишь в качественных пробах.

Биомасса фауны обрастания складывается в основном за счет гидроидов *O. longissima* – до 70 г/м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 37%, а также полихет *Polydora limicola* – до 60 г/м<sup>2</sup>. Биомасса остальных видов, представленных в основном подвижными формами, невелика (сотые доли процента от общей), ряд видов отмечен лишь в качественных пробах. Максимальные количественные показатели из этих форм дают полихеты *Nereis zonata* – до 6,5 г/м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 27%. Фауна обрастания судов из Холмска аналогична таковой с невеликих судов, однако в Холмске количественно преобладают не мшанки, а гидроиды (табл. 10).

В обрастании плавмастерской, простоявшей 10 мес в холмском ковше, обнаружено также сообщество *L. japonica*. Кроме ламинарии, средняя биомасса которой на 259 г превышает таковую на действующих судах этого порта приписки, отмечен лишь 1 вид водоросли – *U. fenestrata*. Биомасса водорослей составляет 86% от общей, равной 1071 г/м<sup>2</sup>. Список видов фауны обрастания плавмастерской почти не отличается от аналогичного с действующих судов, однако на неподвижном судне отмечено массовое поселение изопод *Gnorimosphaeroma noblei* (до 220 г/м<sup>2</sup>, 22 500 экз./м<sup>2</sup>). Такие показатели для этого вида до сих пор не были отмечены в сообществах верхней сублиторали (Ростомов, 1981).

Группировка *L. cichorioides* + Chlorophyceae, п. Неводское. Зарегистрировано 27 видов обрастателей, из них 9 – водоросли. Флора обрастания представлена в основном бурными водорослями (6 видов), в число которых входит доминирующий вид сообщества *L. cichorioides* с биомассой, достигающей 4900 г/м<sup>2</sup>. Средняя биомасса ламинарии составляет 63% от общей (1100) г/м<sup>2</sup>, при частоте встречаемости 64%. К характерным видам первого порядка отнесены зеленые водоросли *U. fenestrata* (11%) и *E. linza* (14% от общей биомассы). В число характерных видов второго порядка входят бурные водоросли *L. japonica* и *P. littoralis*, количественные показатели остальных водорослей невелики (табл. 11).

Максимальную биомассу (10 г/м<sup>2</sup>), составляющую лишь 0,9% от общей, из фауны обрастания дает корковая мшанка *C. zavjalovensis*. Далее следует три вида амфипод, при биомассе всего 2 г/м<sup>2</sup> дающих высокую плотность поселения – до 10 500 экз./м<sup>2</sup>. Подвижные формы, из которых преобладают амфиподы, составляют 67% от общего числа видов фауны. В группировке отмечено также 2 вида изопод и 3 полихет с очень низкими количественными показателями. В качественных пробах встречено 2 вида гидроидов, из которых атлантический вид *Gonothyrax loveni* впервые зарегистрирован в этом районе. В качественной пробе найден один экземпляр усонного рака *C. dalli*. Баланусы и мидии отсутствуют.

Для этой группировки обрастания судов из п. Тельновский характерно снижение числа видов до 10, из которых 4 – водоросли. Общая биомасса обрастания также заметно

уменьшается по сравнению с обрастанием судов из Неводского – она не превышает 1838 г/м<sup>2</sup>, в среднем около 320 г/м<sup>2</sup>. Биомасса водорослей составляет 99,7% от общей, основу ее образуют ламинарии *L. áchorioides* – до 1800 г/м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 59%. К характерным видам первого порядка отнесена *U. fenestrata* (до 150 г/м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 50%). Средняя биомасса остальных 2 видов водорослей колеблется в пределах 4 г/м<sup>2</sup>, в сумме составляя 2,4% от общей.

Доля фауны обрастания ничтожна – всего 0,4% от общей биомассы. Максимальные количественные показатели дает *C. dalli* – до 5 г/м<sup>2</sup>, 600 экз./м<sup>2</sup>, далее следует *M. trossulus* (около 0,5 г/м<sup>2</sup>). Кроме того, отмечено 2 вида амфипод, 1 вид гидроида и 1 мшанки (табл. 12).

Сообщество *Enteromorpha linza* + *Ulva fenestrata* обнаружено на судах, место стоянки которых находится в опресненном устье р. Углегорка. При заходе в устье реки малотоннажные суда трутся днищем о песок, вследствие чего оно очищается от обрастания. Площадь обросшей поверхности не превышает 25–30%. Сообщество обрастания отличается олигомикстностью – всего 9 видов, из них 5 – водоросли. Общая биомасса достигает 1386 г/м<sup>2</sup>, в среднем 478 г/м<sup>2</sup>, основу составляют зеленые водоросли *E. linza* и *U. fenestrata*, соответственно 54 и 32% от общей биомассы (рис. 28, Б). К характерным видам отнесена и бурая водоросль *P. littoralis*, при стопроцентной встречаемости составляющая 13% от общей биомассы. На долю фауны приходится лишь 0,17% общей биомассы. В ее состав входят усногие разноногие раки, брюхоногие моллюски, представленные единичными особями (табл. 13). При анализе видового списка и количественных показателей обрастания судов из Углегорска это сообщество можно рассматривать как обедненный вариант ламинариевых, лишенный доминирующего вида: ламинарии и большинство животных не выносят опреснения, а п. Углегорск находится в устье реки.

Портпункты Светлая и Терней (среднее Приморье) локализуются в реках выше их устья, и суда прибрежного и портового плавания отстаиваются в пресной воде. Это отразилось на характере обрастания осмотренных судов. Оно оказалось представленным практически одним видом *E. linza*, в очень небольшом количестве узкой полосой растущей вдоль ДВЛ. Остальная часть корпуса судов оказалась необросшей. На них удалось взять лишь качественные пробы, и выделение сообществ, естественно, не проводилось. Точно такой же состав обрастания, представленного одним видом энтероморфы, растущей вдоль ДВЛ, отмечен нами на ряде судов, базирующихся в п. Каменка несколько выше устья реки (см. рис. 2). Таким образом, нами зарегистрирован ряд портов-очистителей, в которых суда практически не обрастают, а имеющееся обрастание на них при их заходе в эти порты гибнет.

Сообщество *Enteromorpha prolifera* + *Balanus crenatus*. Встречено на плавсредствах, базирующихся в портах северо-восточного Сахалина. Портпункт Москальво находится в Сахалинском заливе, подверженном опресняющему действию Амурского лимана. В мелководном зал. Байкал опреснение еще больше – здесь проходит изогалина 20%. Залив Набиль, или б. Бутакова, представляет собой опресненную лагуну. Суда прибрежного плавания, базирующиеся в портпунктах Москальво и Набиль, нередко ходят в Николаевск-на-Амуре, где могут оставаться по несколько суток в пресной воде.

В сообществе обрастания судов из п. Москальво зарегистрировано 16 видов, из них 9 – водоросли. Общая биомасса обрастания невелика, в среднем 58 г/м<sup>2</sup> при максимальном значении 308 г/м<sup>2</sup>. Доминирует *E. prolifera* – до 300 г/м<sup>2</sup>, в среднем 33 г/м<sup>2</sup>, частота встречаемости 61%. Далее следуют *P. littoralis* и *E. almeriana*, затем ряд бурых, зеленых и красных водорослей с минимальными количественными показателями (табл. 14).

Для фауны сообщества характерна высокая плотность поселения *B. crenatus* (до 13 000 экз./м<sup>2</sup>), составляющих 29% от общей биомассы. Среди баланусов отмечена высокая смертность вследствие стоянок судов в пресной воде (нередко на корпусе сохраняются лишь их известковые домики). *B. crenatus* в этом сообществе является характерным видом первого порядка. Из усоногих раков отмечены также единичные особи *C. dalli*. В составе сообщества обнаружено множество недавно осевших мидий *M. trossulus*, которые, несмотря на большую плотность поселения (до 18 000 экз./м<sup>2</sup>), не дают высоких биомасс – всего около 0,1% от общей. Кроме того, отмечено по одному виду мшанок, гидроидов, амфипод и изопод (табл. 14).

Это же сообщество для судов из п. Набиль по своей структуре аналогично предыдущему, однако для него характерно увеличение числа видов, в основном за счет зеленых водорослей и амфипод (табл. 15). Водоросли составляют 88,5% от общей биомассы 33,4 г/м<sup>2</sup>. Основа флоры обрастания – *E. prolifera* (до 120 г/м<sup>2</sup>, 72% от общей биомассы). Далее следует *E. confervoides* (до 30 г/м<sup>2</sup>), затем *E. almeriana* (до 18 г/м<sup>2</sup>), остальные водоросли дают минимальные количественные показатели или встречены в качественных пробах.

В фауне обрастания к характерным видам первого порядка отнесен *B. crenatus*, однако его биомасса по сравнению с предыдущим сообществом на порядок меньше – до 22 г/м<sup>2</sup>, доля от общего количества снижается до 7%. За ним следует *O. longissima* (до 19 г/м<sup>2</sup>), далее – молодь мидий *M. trossulus*, при очень высокой плотности поселения (до 20 000 экз./м<sup>2</sup>) и с небольшой биомассой – до 0,5 г/м<sup>2</sup>. В сообществе зарегистрировано 5 видов амфипод и 2 – изопод (табл. 15), встреченных в основном в качественных пробах, а также еще один представитель усоногих раков *C. dalli* (не более 0,5 г/м<sup>2</sup>).

В обрастании плашкоута, используемого в течение 3 лет в качестве пирса в устье р. Набиль, отмечено аналогичное сообщество с общей биомассой около 60 г/м<sup>2</sup>. При этом биомасса *B. crenatus* (22 г/м<sup>2</sup>) здесь приближается к биомассе *E. prolifera* (23 г/м<sup>2</sup>). В состав флоры входят те же виды, однако их намного меньше, для фауны также характерно уменьшение числа видов. Обедненный видовой состав обрастания плашкоута объясняется постоянным нахождением его в опресненном устье реки.

На судах, плавающих в зал. Терпения от Поронайска до Взморья, состав этого сообщества несколько изменяется: сохраняется общий облик, но из списка видов полностью выпадает *B. crenatus*. Эта модификация сообщества выделена в особую группировку *E. prolifera* + *E. confervoides*. Основу обрастания судов составляют водоросли, дающие почти 100% от общей биомассы. Флора представлена 6 видами, из которых 4 – энтероморфы, и 2 видами бурых водорослей (табл. 16). Биомасса доминирующего вида *E. prolifera* невелика, всего около 5 г/м<sup>2</sup>. Фауна этой группировки резко обеднена, представлена лишь гидроидами *O. longissima*, подвижные формы практически отсутствуют. Угнетенное состояние фауны обрастания можно объяснить тем, что осмотренные суда базируются в опресненном устье р. Поронай, – подобная картина наблюдалась нами в п. Углегорск на западном Сахалине.

Сообщество *Ulva fenestrata* + *Pylaiella littoralis*. Выделено для судов, базирующихся в п. Стародубское (юго-восточный Сахалин). При сильных северных и северо-восточных ветрах суда укрываются в устье р. Найба, при этом обрастание подвергается воздействию опреснения.

В сообществе преобладают водоросли, суммарная биомасса которых составляет 95,4% от общей. В общих чертах напоминает предыдущее, однако доминирующим видом в нем является *U. fenestrata* (50% от общей массы 206,4 г/м<sup>2</sup>). Биомасса каждого из трех второстепенных видов первого порядка в 4 раза меньше (табл. 17). Кроме того, в составе сообщества отмечены *L. japonica* и *Porphyra ochotensis*, отсутствующие в обрастании судов с северо-восточного побережья Сахалина. Фауна этого сообщества,

представленная 7 видами, складывается в основном за счет амфипод. Из них количественные показатели дает *Acedomaera melanophthalma* (до 38 г/м<sup>2</sup>, 12 500 экз./м<sup>2</sup>), составляющая 2,3% от общей биомассы. Роль остальных видов в составе сообщества невелика.

Сообщество *Chthamalus dalli*. Отмечено на судах, базирующихся в п. Александровск на западном Сахалине, и на тех из них, которые плавают в районе портов Поронайск–Владимирово в северо-западной части зал. Терпения, а также в портах Лазарев и Де-Кастри. Порты находятся в приустьевых частях рек, куда заходят суда с небольшой осадкой. На судах из Александровска суммарная биомасса водорослей составляет 56% от общей, которая в среднем равна 149,5 г/м<sup>2</sup> при максимальном значении 1333 г/м<sup>2</sup>. Наибольшие количественные показатели дает *P. littoralis* – до 140 г/м<sup>2</sup>, затем *Ulvaria splendens* и *L. cichorioides* (соответственно до 80 г/м<sup>2</sup> и 45 г/м<sup>2</sup>). Первые два вида водорослей отнесены к числу характерных видов первого порядка – частота их встречаемости в пределах 50%. Флора обрастания представлена всего 3 видами зеленых и 4 видами бурых водорослей (табл. 18). *C. dalli* дает 97,5% биомассы фауны сообщества и достигает сравнительно высоких количественных показателей – 390 г/м<sup>2</sup>, 55 700 экз./м<sup>2</sup>. Интересно, что индексы плотности *C. dalli* в двух вариантах сообщества для Поронайска и Александровска совпадают и равны 77. На втором месте в фауне обрастания стоит *O. longissima*, значение биомассы которой на 2 порядка ниже (рис. 28, В). Основу видового состава сообщества составляют подвижные формы: полихеты, равноногие и разноногие раки, гастроподы. Примерно половина этих форм встречена лишь в качественных пробах.

В районе Поронайск–Владимирово зарегистрировано 26 видов обрастателей, в числе которых отмечено максимальное для сахалинских судов количество водорослей (17). Общая биомасса сообщества в среднем равна 128,3 г/м<sup>2</sup>, суммарная биомасса составляет 31,1% от общей. Биомасса водорослей складывается в основном за счет двух видов энтероморфы *E. prolifera* и *E. alhneriana* – соответственно 18 и 10 г/м<sup>2</sup>, роль остальных водорослей невелика (табл. 19). На долю зеленых водорослей приходится 59% от общего числа видов, на долю бурых и красных – соответственно 23,5 и 17,5%. Максимальную частоту встречаемости дает *E. prolifera* (43%), остальные водоросли найдены не более чем в 20% проб.

Биомассу фауны обрастания дает практически один вид *C. dalli*, который доминирует в сообществе (до 1300 г/м<sup>2</sup>, 100 000 экз./м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 63%). *C. dalli* составляет 73,4% от общей биомассы, на некоторых судах образуя стопроцентное покрытие. Остальные представители фауны отнесены к второстепенным видам второго порядка или же встречены в качественных пробах.

Сообщество *C. dalli* из п. Лазарев представлено всего 9 видами, из которых 4 водоросли. Общая биомасса сообщества невелика, всего 18 г/м<sup>2</sup> при максимальном значении 53 г/м<sup>2</sup>. Биомасса флоры, представленной 3 видами зеленых и 1 видом бурых водорослей, составляет 40% общей. Основу водорослевого обрастания определяет *E. linza*, встреченная в 57% проб и являющаяся характерным видом первого порядка.

Биомассу фауны в основном дает один вид *C. dalli* (до 30 г/м<sup>2</sup>, 20 000 экз./м<sup>2</sup>), при частоте встречаемости 93% на большей части корпусов судов образующий стопроцентное покрытие. Кроме хтамалусов, фауну сообщества представляют 2 вида изопод, 1 вид амфипод (табл. 20), а также личинки хирономид.

Для района Де-Кастри характерно увеличение числа видов обрастания по сравнению с предыдущим почти вдвое, в основном за счет фауны. Водорослей отмечено 5 видов, составляющих в сумме лишь 3,7% от общей биомассы, которая возрастает до 886 г/м<sup>2</sup>. Максимальные количественные показатели дает *U. flacca* – до 80 г/м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 70%. Основу биомассы фауны обрастания дает *C. dalli*, значение

биомассы которого возрастает на два порядка по сравнению с судами из п. Лазарев. Этот вид встречен во всех пробах и, как правило, образует сплошное покрытие на всех осмотренных судах. В обрастании судов из Де-Кастри появляется второй представитель усоногих раков *B. crenatus*, встреченный в половине проб, но не дающий высоких биомасс – всего 12 г/м<sup>2</sup> при плотности поселения 113 экз./м<sup>2</sup>. Доля остальных видов сообщества, представленных рядом двустворчатых моллюсков, полихет и амфипод, невелика (табл. 21).

Сообщество *Balanus crenatus*. Характерно для судов, базирующихся в портах с нормальной морской соленостью (Корсаков, Новиково, Ванино), а также для ряда судов из зал. Петра Великого. В Корсакове сообщество отличается большим таксономическим разнообразием (52 вида) и высокими количественными показателями – до 16 730 г/м<sup>2</sup>, в среднем 781 г/м<sup>2</sup>.

Водоросли представлены 10 видами, их роль в сообществе невелика – всего 16% от общей биомассы. В составе флоры обрастания отмечено 6 видов бурых, 3 зеленых и 1 вид красных водорослей, из которых *P. littoralis*, *E. linza* и *U. fenestrata* входят в число характерных видов второго порядка. Ламинария *L. ichorioides*, несмотря на относительно высокую биомассу (до 2100 г/м<sup>2</sup>), вследствие низкой частоты встречаемости (6%) отнесена к второстепенным видам. Количественные показатели остальных водорослей невелики.

В составе фауны обрастания судов зарегистрировано 4 вида усоногих раков, в число которых входит доминирующий вид сообщества *B. crenatus* (до 13 100 г/м<sup>2</sup>, 30 000 экз./м<sup>2</sup>). Он дает 69% от общей биомассы при частоте встречаемости 81%, почти на всех судах образуя сплошное покрытие (рис. 28, Г).

К характерным видам первого порядка обрастания корсаковских судов отнесена мидия *M. trossulus*, при частоте встречаемости 77% дающая биомассу до 1500 г/м<sup>2</sup> при плотности поселения до 45 000 экз./м<sup>2</sup>. Из фауны наиболее обычны гидроиды *O. longissima* – 5% от общей биомассы при частоте встречаемости 40%. Кроме обелии найдено еще 5 видов гидроидов. Прикрепленные и подвижные формы представлены примерно в равном соотношении. Фауна подвижных форм складывается в основном за счет полихет (13 видов), из которых наиболее массовые *Autolitus* sp. и *Polydora limicola*. При плотности поселения до 4300 экз./м<sup>2</sup> биомасса каждого из этих видов не превышает 0,05% от общей. Кроме того, в сообществе отмечен ряд видов изопод, амфипод, брюхоногих моллюсков и мшанок (табл. 22). Все эти группы не дают высоких количественных показателей, их биомасса исчисляется десятками и сотнями долями процента.

На осмотренном для сравнения морском буксире, простоявшем на причале около года в п. Корсаков, отмечено это же сообщество. По составу оно почти не отличается от такового на действующих судах данного района, однако средняя биомасса обрастания в 1,5 раза выше. Кроме того, в состав этого сообщества в число характерных видов входит и ламинария *L. ichorioides*.

Сообщество *B. crenatus* характерно и для судов, работающих в северо-западной части зал. Анива в районе портовых Новиково, Муравьево и заходящих в опресненную лагуну Буссе. Представляет собой обедненную в отношении фауны модификацию сообщества обрастания корсаковских судов. Видовой состав и количественные показатели флоры почти не меняются, однако число видов животных уменьшается в 6 раз. Общая биомасса сообщества по сравнению с корсаковским обрастанием более чем втрое меньше, при этом суммарная биомасса водорослей составляет 46% от общей. Максимальную биомассу (до 550 г/м<sup>2</sup>) дает *U. fenestrata*, отнесенная к характерным видам первого порядка. Флора сообщества представлена в основном зелеными и бурыми водорослями, биомасса которых невелика (табл. 23).

Биомассу фауны обрастания, представленной всего 8 видами, дает практически один вид *B. crenatus*. К числу характерных видов второго порядка отнесен *C. dalli* (до 160 г/м<sup>2</sup>, 21 600 экз./м<sup>2</sup>), встреченный в половине проб. Массовое развитие хтамалусов можно объяснить частыми заходами судов в опресненную лагуну Буссе. Баланусы *B. crenatus*, способные переносить опреснение до 10‰, остаются доминирующим видом сообщества. Фауна обрастания представлена только прикрепленными формами, за исключением *Jassa marmorata*, остальные виды встречены в очень незначительном количестве.

В обрастании судов из п. Ванино зарегистрировано 23 вида обрастателей, из которых 7 видов зеленых и бурых водорослей. Максимальная общая биомасса сообщества 1875 г/м<sup>2</sup> при среднем значении 778 г/м<sup>2</sup>. Суммарная биомасса водорослей составляет 52% от общей, из них максимальные показатели для всего сообщества принадлежат *L. cichorioides* – до 4500 г/м<sup>2</sup>. Однако вследствие низкой частоты встречаемости (18%) этот вид отнесен к характерным второго порядка. Одинаковые количественные показатели (около 30 г/м<sup>2</sup>) дают *P. littoralis* и *E. linza*, встреченные примерно в половине проб. Биомасса остальных водорослей колеблется в пределах 1 г/м<sup>2</sup> и ниже (табл. 24).

Биомасса фауны обрастания складывается в основном за счет двух видов – доминирующего вида *B. crenatus* (до 2700 г/м<sup>2</sup>, 42 000 экз./м<sup>2</sup>) и характерного вида первого порядка *O. longissima* (до 350 г/м<sup>2</sup>). В 75% проб отмечена молодь мидий, при биомассе до 9 г/м<sup>2</sup> достигающая плотности поселения 4000 экз./м<sup>2</sup>. Преобладают прикрепленные формы (69% от числа видов фауны), максимальное видовое обилие дают мшанки. Кроме того, из прикрепленных форм отмечено еще по одному виду гидроидов, спирорбисов и усоногих раков (табл. 24). Подвижные формы представлены 2 видами полихет, 2 – амфипод и 1 – голожаберных моллюсков, не дающих высоких количественных показателей.

На акватории Ванинского порта осмотрен бункеровщик «Фрунзе», простоявший на приколе около трех лет. Характерной особенностью этого танкера, который служит для бункеровки судов дальнего плавания, является наличие широкой (около 2 м) ДВЛ, меняющейся в зависимости от загрузки судна и практически не обросшей. При сборе проб отсчет глубин вели от начала обросшей поверхности в момент сбора обрастание корпуса начиналось двумя метрами ниже уровня воды. Общая биомасса сообщества обрастания на порядок выше, чем на действующих судах этого порта приписки (до 5973 г/м<sup>2</sup>). Доминирующим видом остается *B. crenatus* (41% от общей биомассы), однако положение остальных видов в ранжированном по индексу плотности ряду меняется. В число характерных видов здесь входит *M. trossulus* (до 2650 г/м<sup>2</sup>, 3500 экз./м<sup>2</sup>), представленная двумя генерациями, – взрослыми особями двух- и трехлетнего возраста и ювенильными, недавно осевшими экземплярами с длиной раковины, не превышающей 3 мм. Доля мидий составляет 29% от общей биомассы сообщества. На третьем месте стоит ламинария *L. cichorioides* (до 1420 г/м<sup>2</sup>); роль остальных видов невелика. Видовые списки обрастателей на действующих судах и бункеровщике во многом совпадают, однако на неподвижном судне наблюдается резкое снижение числа видов водорослей и появление губок, асцидий и двустворчатых моллюсков *Hiatella arctica* – типичных обрастателей стационарных антропогенных субстратов.

Группировка Algae + *B. crenatus*, п. Советская Гавань. По сравнению с обрастанием судов из п. Ванино отмечены небольшое снижение числа видов (до 19) и значительное уменьшение общей биомассы (до 178 г/м<sup>2</sup> при максимальном значении 314 г/м<sup>2</sup>). Зеленые и бурые водоросли, представленные 5 видами, дают 78% от общей биомассы. Основу флоры составляют 2 вида: *E. linza* и *E. confervoides* с примерно равной биомассой и частотой встречаемости около 50%, доля остальных водорослей невелика (табл. 25). В группировке зарегистрировано 14 видов животных, из которых наиболее



обычен *B. crenatus* (до 210 г/м<sup>2</sup>, 6000 экз./м<sup>2</sup>) при частоте встречаемости 48%. Такую же встречаемость дают мшанки *T. aquilirostris* и *C. spiniferum*, однако их биомасса в 5 раз меньше. В составе группировки отмечено 5 видов мшанок, в сумме составляющих 6,4% от общей биомассы, гидроид *O. longissima* (до 38 г/м<sup>2</sup>), 3 вида полихет и 2 вида амфипод. Кроме того, в пробах встречены молодь мидий, биомасса которой исчисляется десятками долями процента, а также мелкие гастроподы *Jeffreysina violacea* с такими же количественными показателями.

В сообществе баланусов на судах одного сезона эксплуатации из зал. Петра Великого зарегистрировано 36 видов обрастателей, из которых 7 водоросли. Общая биомасса обрастания в среднем равна 2053 г/м<sup>2</sup> при максимальном значении 16 069 г/м<sup>2</sup>. Роль водорослей невелика, их суммарная биомасса составляет лишь 3,9% от общей. Флора представлена 3 видами зеленых водорослей, из которых наиболее обычны энтероморфа и ульва (около 30 г/м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 43–36%). Из 3 видов бурых водорослей максимальную биомассу дают ламинарии и эктокарпус, остальные встречены в очень небольшом количестве (табл. 26).

В фауне сообщества наблюдается резкое преобладание *B. crenatus*, составляющего 67,4% от общей биомассы. К характерным видам первого порядка отнесена *M. trossulus* (до 13 250 г/м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 89%). Как правило, мидии образуют мозаичные плотные поселения, селятся эпибионтно на сплошном слое *B. crenatus*, образуя двухъярусное сообщество, неоднократно описанное в литературе (Зевина, 1972; Рудякова, 1981; и др.). Суммарная биомасса мидий и баланусов составляет 92,4% от общей. На долю остальных видов, богато представленных в систематическом отношении, остается лишь 3,7% от общей биомассы. Характерный вид второго порядка – *O. longissima* (до 390 г/м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 70%). В сообществе отмечено еще 4 вида усонюгих раков, из которых наиболее обычен *B. improvisus* – до 222 г/м<sup>2</sup>, 2200 экз./м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 41%. Основу фауны сообщества составляют прикрепленные формы, а подвижные представлены лишь 10 видами. Из полихет наибольшую биомассу дают *H. ezoensis* (до 640 г/м<sup>2</sup>) и *P. limicola* (до 320 г/м<sup>2</sup>), роль остальных видов невелика. В сообществе зарегистрировано 5 видов амфипод, из которых наиболее массовый вид – *Jassa marmorata* (до 15 г/м<sup>2</sup>, 5200 экз./м<sup>2</sup>), и 7 видов мшанок, основу биомассы которых дают *C. seurati* и *C. pallasiana* (в сумме около 1 г/м<sup>2</sup>). Кроме того, встречены еще 2 вида гидроидов, единично изоподы и пангоподы.

Это же сообщество зарегистрировано на судах-маршрутниках, эксплуатирующихся на линии Владивосток–Светлая–Ванино не более одного сезона. В общих чертах напоминает предыдущее, однако водорослей на 3 вида больше. Биомасса водорослей, слагаемая в основном энтероморфой и ульвой, составляет 14% от общей. Основу видового состава флоры дают зеленые водоросли (табл. 27).

Фауна обрастания представлена 24 видами, основу биомассы которой дает *B. crenatus* (до 3060 г/м<sup>2</sup>, 7000 экз./м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 75%). Далее следует *B. improvisus*, отмеченный в 44% проб, однако его биомасса не превышает 30 г/м<sup>2</sup>. В число характерных видов сообщества входят 4 вида усонюгих раков и мидия, биомасса которой не превышает 170 г/м<sup>2</sup>.

Сообщество обрастания судов одного сезона эксплуатации, действующих на линии Владивосток–Светлая–Ванино, в принципе не отличается от такового на судах, работающих не более одного сезона в зал. Петра Великого, очевидно, условия существования в северо-западной части Японского моря не оказывают губительными даже для таких теплолюбивых видов, как *B. improvisus* и *B. amphitrite*.

Сообщество *B. crenatus* зарегистрировано и на плавсредствах одного сезона эксплуатации с более коротким маршрутом Владивосток–б. Владимир, большую часть времени проводящих в зал. Петра Великого. В нем отмечено 27 видов, из которых 5 водоросли. Общая биомасса обрастания 504 г/м<sup>2</sup> при максимальном значении 867 г/м<sup>2</sup>.

Структура сообщества в основном не отличается от таковой на судах из зал. Петра Великого, однако для обрастания судов на этом маршруте характерно массовое развитие спириорбисов (табл. 28).

Сообщество *Obelia longissima* + Algae. Характерно для большей части портпунктов побережья Приморья севернее м. Поворотный. Во всех случаях в число доминирующих и характерных видов первого порядка входят либо гидроиды, либо водоросли, являясь фонообразующими видами сообщества. Как правило, биомассы доминирующего и характерных видов имеют значения одного порядка, что позволило объединить различные варианты обрастания в его структуре в одно сообщество. Исключения представляют суда, базирующиеся в п. Преображение, в составе обрастания которых кроме гидроидов и водорослей появляются мидии и баланусы, имеющие высокие количественные показатели. Это дает основание для выделения особой группировки в составе сообщества гидроидов и водорослей, в число характерных видов которой входит *M. trossulus*.

В сообществе гидроидов из п. Пластун зарегистрировано 27 видов обрастателей, из которых более трети – водоросли. Общая биомасса колеблется в пределах от 612 до 1159 г/м<sup>2</sup> (в среднем для сообщества 907 г/м<sup>2</sup>), причем на долю водорослей приходится 25,4%. В составе флоры отмечено 4 вида зеленых и 6 видов бурых водорослей, из которых максимальную биомассу дают *L. cichorioides* (до 2900 г/м<sup>2</sup>) и *Ulothrix flacca* (до 600 г/м<sup>2</sup>). Биомасса остальных видов водорослей на порядок ниже, частота встречаемости ни у одного из видов не превышает 36% (рис. 28, Д, табл. 29).

Фауна обрастания представлена на 70% подвижными формами, основу видового состава дают амфиподы (7 видов). При очень высокой плотности поселения (до 3000 экз./м<sup>2</sup>) их биомасса редко превышает 10 г/м<sup>2</sup>. Кроме того, в составе сообщества обычны изоподы, представленные 2 видами, полихеты (3), мшанки (3 вида). На одном из осмотренных плашкоутов отмечено массовое развитие голожаберных моллюсков. Основу биомассы фауны сообщества составляет *O. longissima* (99,1%), встреченная в 92% проб.

На осмотренных плавсредствах на приколе (2 буровых понтона и плавкран) отмечено аналогичное сообщество с доминированием *O. longissima* (до 1050 г/м<sup>2</sup>) и примерно таким же набором подвижных форм с весьма низкими биомассами. Общая биомасса совпадает с таковой на действующих судах. Водоросли представлены вдвое меньшим числом видов, однако их биомасса в среднем остается такой же, в основном за счет *P. littoralis* и *C. flagelliformis*.

Отличительной чертой сообщества гидроидов на судах из п. Рудная Пристань является массовое развитие красной водоросли *Palmaria palmata*. Общая биомасса сообщества, представленного 10 видами водорослей и 11 видами животных, колеблется в пределах 82–713, в среднем 209 г/м<sup>2</sup>. Кроме пальмариид, из водорослей наиболее обычны *P. littoralis*, *E. confervoides*, *U. splendens*, доля остальных видов невелика. В фауне обрастания судов доминируют гидроиды *O. longissima*, доля остальных видов, представленных в основном подвижными формами, незначительна (табл. 30).

В 1977 и 1979 гг. был дважды осмотрен катер рыбнадзора «Нуклон», базирующийся в п. Рудная Пристань. Катер курсирует по маршруту Терней–Каменка–Рудная Пристань–б. Владимир, периодически отстаиваясь до трех суток в пресной воде. Особенности эксплуатации этого судна прибрежного плавания и в первую очередь стоянки в реках сказались на характере его обрастания. Под действием опреснения в 2 раза сократилось число видов по сравнению с судами портофлота п. Рудная Пристань, водорослей осталось лишь 4 вида. Основу биомассы сообщества обрастания дают именно они (97%), в основном за счет *E. linza* (до 1520 г/м<sup>2</sup>) и *P. littoralis* (до 550 г/м<sup>2</sup>). В состав фауны входит ряд подвижных форм, в основном амфиподы – те же виды, что и

на действующих судах. Доля гидроидов в сообществе ничтожна – около  $0,3 \text{ г/м}^2$ . Таким образом, на судах прибрежного плавания, работающих в средней части Приморья и периодически заходящих в реки, обычно развивается водорослевое обрастание с небольшим числом подвижных форм.

Группировка *Pylaiella littoralis* + *Obelia longissima*, п. Ольга. Этот портпункт расположен в устье одноименной реки, соленость портовых вод колеблется в пределах 10–15%, во время дождей снижаясь до минимума. Общая биомасса обрастания в среднем равна  $508 \text{ г/м}^2$ , на отдельных судах достигая  $2016 \text{ г/м}^2$ . Водоросли, представленные 4 видами (из них 3 – бурые), составляют 85% от общей биомассы. Максимальные количественные показатели дает *P. littoralis* – до  $2800 \text{ г/м}^2$ , у остальных видов они на 1–2 порядка ниже (табл. 31).

Биомасса фауны складывается практически за счет одного вида *O. longissima* (97%). Подвижные формы составляют 54% от общего числа видов фауны. Из них наиболее обычны амфиподы *A. japonica* (до  $800 \text{ экз./м}^2$ ). Всего отмечено 4 вида амфипод, 2 – полихет, 1 – изопод, 1 – гастропод и 1 – мшанок. Кроме того, в пробах встречено несколько экземпляров молоди мидий, которые в массе найдены при попутном осмотре пирса п. Ольга. Интересно, что у *M. trossulus* с этого пирса нами зарегистрированы не известные ранее максимальные размеры раковин: длина до 12 см и ширина до 5 см. Очевидно, что на судах одной навигации в этом районе мидии не успевают развиться до взрослого состояния.

На плавкране, большую часть времени стоящем без движения в б. Ольга у пирса, отмечено сообщество обрастания с явным преобладанием обелии (55% от общей биомассы при частоте встречаемости 90%). Список видов этого сообщества практически не отличается от такового на действующих судах. Доминирующая роль гидроидов в обрастании неподвижного плавсредства доказывает обоснованность выделения сообщества гидроиды + водоросли и на действующих судах портпункта. Опресненность портовых вод служит причиной перемещения гидроидов на второе место после водорослей в ранжированном по биомассе ряду при сохранении общей структуры сообщества.

Портпункт Валентин омывается водами с нормальной морской соленостью 32 ‰ и находится в отдалении от устьев крупных рек. В состав этого сообщества гидроиды + водоросли входят 28 видов обрастателей, из которых 10 водоросли. Их биомасса составляет 63% от общей, которая в среднем равна  $1092 \text{ г/м}^2$  (максимальное значение  $6382 \text{ г/м}^2$ ). Флора сообщества на 70% представлена бурными водорослями, зеленых и красных соответственно лишь 2 и 1 вид (табл. 32). Основу биомассы водорослей дают *S. stimpsonii* (до  $1560 \text{ г/м}^2$  при частоте встречаемости 78%) и 2 вида ламинарий – *L. japonica* (до  $5700 \text{ г/м}^2$ ) и *L. cichorioides* (до  $1270 \text{ г/м}^2$ ). При более высокой биомассе частота встречаемости обоих видов ламинарии намного меньше – всего 18%. Средняя биомасса остальных водорослей на 2–3 порядка ниже, наиболее обычна из них *U. fenestrata*.

Биомасса фауны сообщества, как и в предыдущих вариантах, складывается практически за счет одного вида *O. longissima* (максимальное значение  $6200 \text{ г/м}^2$  при частоте встречаемости 70%). Качественный состав фауны сообщества представляют в основном мшанки и амфиподы (по 6 видов каждой группы), из которых максимальную биомассу дает *S. zavalovensis* (до  $240 \text{ г/м}^2$ ). Кроме того, в сообществе зарегистрировано по 2 вида полихет и изопод с биомассой, не превышающей  $40 \text{ г/м}^2$ , чаще около  $1 \text{ г/м}^2$ . Наиболее обычны из них *D. fraudatrix* при максимальной плотности поселения  $2800 \text{ экз./м}^2$ . Как и на судах из п. Ольга, в этом варианте сообщества встречена молодь мидий с несколькими большими количественными показателями – до  $3 \text{ г/м}^2$ ,  $1200 \text{ экз./м}^2$ . Как мы

видим, с продвижением к югу роль мидий в обрастании судов портофлота возрастает, достигая максимума в п. Преображение (см. ниже).

Группировка *Obelia longissima* + *Mytilus trossulus* + Algae выделена в составе сообщества гидроиды + водоросли как переходная стадия к сообществу мидий, преобладающему в обрастании судов из зал. Петра Великого. Гидрологические особенности портпункта Преображение, где выделена эта группировка, практически не отличаются от таковых в п. Валентин. В ее составе зарегистрировано 26 видов обрастателей, из которых менее четверти водоросли. Общая биомасса обрастания колеблется в пределах от 386 до 1387 г/м<sup>2</sup>, в среднем 826 г/м<sup>2</sup>. Флора представлена 3 видами зеленых, 1 видом бурых и 2 – красных водорослей, в сумме составляющими 53% от общей биомассы. Максимальные количественные показатели дают *P. littoralis* и *E. linza* (до 1260 г/м<sup>2</sup>), на третьем месте *U. fenestrata* – до 750 г/м<sup>2</sup>. Эти 3 вида водорослей встречены в большей части количественных проб, роль остальных видов невелика (табл. 33).

Биомасса фауны группировки складывается за счет 3 видов: *O. longissima*, *M. trossulus* и *B. crenatus* – соответственно 22, 20 и 5% от общей массы. Максимальное значение биомассы дает обелия – до 1250 г/м<sup>2</sup> при частоте встречаемости 93%. Биомасса мидий, встреченных во всех пробах, несколько ниже – до 850 г/м<sup>2</sup>, однако, благодаря более высокой частоте встречаемости мидий, индексы плотности этих двух видов практически совпадают. Баланусы отмечены в 45% проб, и биомасса их еще меньше – до 360 г/м<sup>2</sup>, однако их с полным основанием можно отнести к числу характерных видов первого порядка. Наличие *B. crenatus* в обрастании судов из Преображения еще раз подчеркивает отличие выделенной нами группировки от основного сообщества гидроиды + водоросли, характерного для большинства портов севернее м. Поворотный, где баланусы отмечены не были. Кроме этих видов, в состав фауны группировки входят 5 видов амфипод, из которых наиболее обычна *Jassa marmorata* (до 16 г/м<sup>2</sup>, 5500 экз./м<sup>2</sup>), а также 2 вида полихет, 2 вида изопод и 7 – мшанок, встреченных в очень незначительных количествах.

Эта же группировка отмечена на судах из портов Посыет и Зарубино. Для них характерна нормальная морская соленость, однако в сентябре она может понижаться до 28‰ (Горин, 1975а). В отличие от выделенного для большинства портов побережья Приморья сообщества гидроиды + водоросли здесь наблюдается явное доминирование одного вида *O. longissima* по биомассе, на порядок превышающей остальные виды. Общая биомасса этого сообщества невелика вследствие небольшой доли гидроидов и колеблется в пределах 500 г/м<sup>2</sup> при максимальном значении 3675 г/м<sup>2</sup>. В сообществе зарегистрировано 8 видов водорослей и 33 вида животных. Флора, составляющая 9% от общей биомассы, представлена 3 видами зеленых, 3 – бурых и 2 – красных водорослей. Наиболее обычны *U. fenestrata* и *E. linza*, встреченные в 52% проб при биомассе 17–18 г/м<sup>2</sup>. В отдельных пробах сравнительно высокую биомассу дает ламинария *L. cichorioides* – до 120 г/м<sup>2</sup>, однако вследствие низкой частоты встречаемости (12%) этот вид отнесен к числу второстепенных. Остальные водоросли дают биомассу ниже 1 г/м<sup>2</sup> (табл. 34).

Доминирующим видом является *O. longissima* – до 3460 г/м<sup>2</sup>, в среднем 344 г/м<sup>2</sup>, при частоте встречаемости 92%. К характерным видам 1-го порядка отнесена мидия *M. trossulus*, встреченная в 72% проб при биомассе до 1310 г/м<sup>2</sup>. По своей общей структуре это сообщество напоминает обрастание действующих судов из п. Преображение, однако на зарубинских судах появляются довольно многочисленные устрицы – до 8200 экз./м<sup>2</sup> при средней биомассе 50 г/м<sup>2</sup>. Вследствие низкой частоты встречаемости (18%) *S. gigas* отнесена к числу второстепенных видов. В сообществе обрастания судов из Зарубино, как и в Преображении, встречаются и баланусы *B. crenatus* – до 285 г/м<sup>2</sup>, 1500 экз./м<sup>2</sup>. Характерной особенностью обрастания судов п. Посыет оказалось массовое развитие

изопод *Cymodoce* sp., количественные показатели которых (до 45 г/м<sup>2</sup>, 26 000 экз./м<sup>2</sup>) намного превышают известные ранее показатели для бенгоса (Ростомов, 1981). В сообществе богато представлены подвижные формы, находящие убежища в густых зарослях гидроидов. Это ряд видов амфипод, из которых довольно обычны капреллиды, а также эррантные полихеты и гастроподы. Из прикрепленных форм отмечено еще 2 вида усонюгих раков, 6 видов мшанок, 10 – полихет.

Сообщество *Mytilus trossulus*. Зарегистрировано на большинстве судов из зал. Петра Великого, эксплуатирующихся 1–2 и более сезонов без докования (ледовые условия залива позволяют сохраняться большей части обрастания, за исключением полосы шириной 1–1,5 м вдоль ватерлинии). Для этого сообщества характерно сплошное поселение мидий поверх слоя баланусов. Большая часть последних под слоем мидий оказалась мертвой, но среди них встречены и выжившие особи.

Сообщество мидий самое богатое в систематическом отношении – в нем отмечено 60 видов обрастателей, из которых водорослей всего 8. Общая биомасса сообщества в среднем составляет 8412 г/м<sup>2</sup> при максимальном значении 57 040 г/м<sup>2</sup>, причем эти показатели могут быть достигнуты уже к концу одной навигации к ноябрю, как на экспериментальном судне «Гайдар» (см. гл. 5). Суммарная биомасса флоры включает в себя 4 вида зеленых, 3 – бурых и 2 – красных водорослей, она составляет лишь 0,65% от общей. Основу биомассы флоры дают зеленые водоросли.

Биомасса фауны сообщества, богато представленной в систематическом отношении, складывается преимущественно за счет мидий (до 9700 г/м<sup>2</sup> при плотности поселения до нескольких тысяч экземпляров на квадратный метр); биомасса каждого из остальных видов не превышает 1% от общей. Из второстепенных видов наиболее обычны трубчатые полихеты *H. ezoensis* и гидроиды *O. longissima* (рис. 28, E). Полихеты оказались наиболее представленной в видовом отношении группой – их зарегистрировано 16 видов. На втором месте по числу видов (8) следуют мшанки, далее – усонюгие раки и амфиподы (соответственно 6 и 4 вида). Кроме того, в сообществе отмечен еще ряд видов гидроидов, брюхоногих и двустворчатых моллюсков, изопод и декапод (табл. 35).

Сообщество мидий отмечено на судах-маршрутниках, действующих на разных линиях вдоль побережья Приморья два сезона и более. Так, для судов прибрежного плавания, работающих на маршруте Владивосток–Светлая–Ванино, как и на судах-двухгодичниках из зал. Петра Великого, общая биомасса обрастания достигала 56 кг/м<sup>2</sup> (при среднем значении 5104 г/м<sup>2</sup>). Число видов на судах-маршрутниках уменьшается до 37, что, очевидно, связано с большей степенью эксплуатации этих судов. Однако для их обрастания характерно увеличение числа видов водорослей вдвое, в основном за счет бурых (табл. 36). По сравнению с судами из зал. Петра Великого биомасса флоры несколько возрастает и составляет уже 4,3% от общей. Процентное соотношение биомасс мидий и *B. crenatus* практически не меняется, однако *B. improvisus* входит здесь в число второстепенных видов порядка: его замещает более холодолюбивый *S. carioisus*. Кроме того, для этого варианта сообщества характерно резкое уменьшение количественных показателей устриц, которые отсутствуют и на судах портофлота севернее м. Поворотный. В остальной структуре сообществ обрастания судов на линии Владивосток–Светлая–Ванино и судов из зал. Петра Великого в принципе не отличается.

Для судов двух сезонов эксплуатации, действующих на более коротком маршруте Владивосток–б. Владимир, характерно массовое развитие мидий при отсутствии *B. crenatus*, обычно являющегося характерным видом этого сообщества. Этот вид полностью замещен на *S. carioisus*, который весьма обычен в обрастании судов промыслового флота в районе Южных Курил (Михайлов, Блинов, 1981). В сообщество

входят 6 видов водорослей и 16 видов животных. Общая его биомасса в среднем равна  $8485 \text{ г/м}^2$  при максимальном значении  $31\,144 \text{ г/м}^2$ . Мидии составляют 78% от общей биомассы, на втором месте – ламинарии *L. cichorioides* (до  $7500 \text{ г/м}^2$ , 11%), затем ульва – до  $1800 \text{ г/м}^2$ . Роль остальных видов невелика (табл. 37).

И наконец, сообщество мидий зарегистрировано на судах двух сезонов эксплуатации, действующих на самом коротком маршруте этой линии Владивосток–Преображение. По своей структуре это сообщество почти не отличается от обрастания судов-двухгодичников на более дальнем маршруте вдоль побережья Приморья: Владивосток–Светлая–Ванино. В его состав входят 7 видов водорослей и 15 видов животных при общей биомассе обрастания до  $4910 \text{ г/м}^2$  (табл. 38).

Вне всякого сомнения, обрастание судов-маршрутников, выходящих за м. Поворотный из зал. Петра Великого, формируется в основном в этом заливе во время стоянок в портах: обрастание таких судов не имеет аналогов в портах побережья Приморья, однако весьма сходно по структуре и видовому составу с сообществами обрастания судов из зал. Петра Великого.

Группировка *Mytilus trossulus* + *Crassostrea gigas*. На нескольких судах, эксплуатирующихся в районах с устричными банками (Амурский залив, б. Славянка, зал. Посьега) два и более сезона, в число характерных видов мидиевого сообщества входят устрицы *C. gigas*. Эта модификация сообщества выделена в особую группировку *M. trossulus* + *C. gigas*, представляющую собой переходную фазу от мидиевого климакса к терминальной стадии для зал. Петра Великого, – сообщество обрастания с доминированием устриц. Обязательным условием массового развития устриц являются невысокая скорость и частые стоянки судна; кроме того, устрицы плохо переносят загрязнение.

Группировка включает в себя 37 видов, из которых 6 – водоросли. Флора представлена 2 видами зеленых и 4 бурых водорослей, а это 2,2% от общей биомассы, равной  $3183 \text{ г/м}^2$ . Биомассу флоры составляют практически только зеленые водоросли (табл. 39).

Основу биомассы фауны слагают 2 вида двустворчатых моллюсков – *M. trossulus* (64%) и *C. gigas* (26,7% от общей биомассы). В число характерных видов 2-го порядка входят 2 вида баланусов – *B. improvisus* и *B. amphitrite*. Кроме того, отмечено еще 3 вида усонюгих раков. Видовое богатство группировки дают в основном полихеты, амфиподы и мшанки, биомассы которых исчисляются десятками и сотыми долями процента от общей.

Сообщество *Crassostrea gigas*. На нескольких судах из зал. Петра Великого отмечено сообщество обрастания с явным доминированием устриц. Район и условия эксплуатации этих судов не отличаются от таковых для предыдущей группы судов, однако для сообщества их обрастания характерны почти полное отсутствие либо весьма низкие количественные показатели мидий. В данном случае наблюдается переход к терминальной стадии сообщества обрастания судов из этого залива (доминирование устриц), минуя стадию мидиевого климакса.

В состав сообщества входят 7 видов водорослей и 26 видов животных при общей биомассе обрастания  $2313 \text{ г/м}^2$  (максимальное значение  $13\,319 \text{ г/м}^2$ , см. рис. 16). Биомасса флоры, слагаемая практически только зелеными водорослями, составляет лишь 2,1% от общей. Кроме зеленых, в состав сообщества входят 4 вида бурых водорослей (табл. 40).

Доминирующий вид сообщества *C. gigas* составляет 78,4% от общей биомассы при максимальном значении  $10\,500 \text{ г/м}^2$  (частота встречаемости 89%). Характерный вид 1-го порядка *B. improvisus* (до  $2750 \text{ г/м}^2$ ,  $15\,200 \text{ экз./м}^2$ ) встречен в 48% проб. Эти 2 вида слагают основу биомассы сообщества, мидии дают менее 3%, каждый из остальных

видов – менее 1%. В состав сообщества входят еще 4 вида усонюгих раков, 5 видов полихет, из которых наиболее обычен *H. ezoensis* (до 80 г/м<sup>2</sup>), 5 видов амфипод и 4 – мшанок. Из 2 видов гидроидов чаще встречается *O. longissima* (до 140 г/м<sup>2</sup>), роль остальных невелика.

Кроме действующих судов, нами был осмотрен ряд плавсредств, простоявших на приколе от 2 до 5 лет в зал. Петра Великого (не считая б. Золотой Рог, о которой будет сказано ниже). Структура сообществ обрастания этих судов практически не отличается от таковой на действующих и зависит от длительности стоянки. Эти сообщества представляют собой разные фазы сукцессии и отражают специфику формирования обрастания на неподвижных объектах. Здесь приводится общая характеристика сообществ без подробного их описания.

Для сообществ обрастания неподвижных судов характерно большое число видов животных. В частности, на них появляются такие крупные подвижные формы, как трепанги, морские ежи и звезды, не способные существовать на действующих судах.

Сообщество баланусы + мидии + устрицы отмечено на зверобойных шхунах, простоявших 2 года на приколе в б. Витязь. В нем зарегистрировано 7 видов водорослей и 60 видов животных при общей биомассе около 5 кг/м<sup>2</sup>. Представляет собой переходную стадию от сообщества баланусов к мидиевому климаксу с последующим вытеснением мидий устрицами (см. гл. 7). Основу биомассы сообщества дают мидии и баланусы, довольно высокие количественные показатели характерны для ламинарий.

Сообщество мидии + баланусы отмечено на судах разного типа, простоявших в бухтах Идол и Витязь зал. Посьета и в б. Диомид и п. Находка не менее двух лет. Оно включает в себя 6 видов водорослей и 48 видов животных при общей биомассе 6 кг/м<sup>2</sup>. Характерно массовое развитие мидий и баланусов (в сумме 89,4% от общей биомассы), образующих двухъярусное поселение. Остальные виды при ничтожной биомассе весьма разнообразны в систематическом отношении. Это сообщество представляет собой мидиевый климакс, неоднократно описанный в литературе (Зевина, 1972; Рудякова, 1981; Ошурков, 1982; и др.).

Климаксное сообщество устриц отмечено при повторном осмотре зверобойных шхун, простоявших более трех лет в б. Витязь. Устрицы почти полностью вытеснили мидий, которые до этого были доминирующим видом. На учебном судне после пятилетней стоянки в районе Первой речки 87% от общей биомассы сообщества обрастания также составляли устрицы, характерные виды сообщества – баланусы *B. improvisus* и ламинарии. Еще два варианта сообщества устриц зарегистрировано на неподвижных судах из зал. Посьета и кутовой части Амурского залива. В сообществе обрастания плавмастерской из п. Посьет основу биомассы сообщества дают устрицы и ламинарии, однако благодаря высокой частоте встречаемости ламинарии выделены в доминирующий вид. На судне, простоявшем более 5 лет у пирса рыболовецкого колхоза им. Чапаева, водоросли отсутствуют, однако кроме устриц массового развития достигает баланус *B. improvisus*.

Сообщество *Hydroides elegans*. На судах, часто заходящих или работающих только в б. Золотой Рог, отмечено сообщество трубчатых полихет *H. elegans*. Эти плавсредства соответственно режиму их эксплуатации разделены на 3 группы: 1 – находящиеся на приколе; 2 – 70% времени проводящие в б. Золотой Рог; 3 – проводящие в этой бухте 20% времени.

Для первой группы судов общая биомасса обрастания 5468 г/м<sup>2</sup> при максимальном значении 27 326 г/м<sup>2</sup> (рис. 29). Зарегистрировано 4 вида водорослей, суммарная биомасса которых составляет 4,6% от общей, и 34 вида животных. *H. elegans*, встреченный в 88% проб, составляет 53% от общей биомассы (наибольший показатель 21 000 г/м<sup>2</sup>). Характерный вид 1-го порядка – *M. trossulus* (30% от общей биомассы, до 24 000 г/м<sup>2</sup>).

Кроме *H. elegans* в сообществе встречено еще 7 видов полихет, из которых наиболее обычен *N. pelagica* – до 200 г/м<sup>2</sup>. Из 4 видов усногих раков наибольшие количественные показатели дают *B. improvisus* и *B. amphitrite*, встреченные почти во всех пробах. Роль остальных групп, представленных рядом видов амфипод, изопод, мшанок и гидроидов, невелика. Оставшиеся группы состоят из единичных особей (табл. 41).

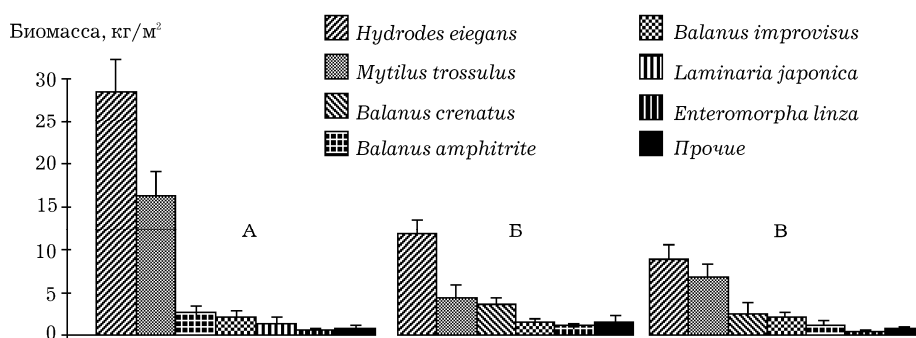


Рис. 29. Соотношение биомасс фоновых видов сообществ обрастания трех групп судов из бухты Золотой Рог: А – суда на приколе; Б – суда, 70% времени проводящие в б. Золотой Рог; В – суда, проводящие в этой бухте 20% времени

Для второй группы судов биомасса обрастания вдвое ниже (2496 г/м<sup>2</sup> при наибольшем показателе 7100 г/м<sup>2</sup>). Отмечено всего 2 вида зеленых водорослей – в сумме 2,4% от общей биомассы. Животных 30 видов, биомасса *H. elegans* составляет около половины от общей при частоте встречаемости 95%. Структура данного варианта сообщества в принципе не отличается от предыдущего, однако здесь в число характерных видов входит и *B. crenatus* (до 7700 г/м<sup>2</sup>, 30 500 экз./м<sup>2</sup>). Кроме того, на судах этой группы появляются устрицы, отсутствующие в предыдущем варианте (табл. 42).

И наконец, для сообщества обрастания судов третьей группы, редко заходящих в б. Золотой Рог, характерно уменьшение биомассы *H. elegans* до 907 г/м<sup>2</sup> (39,5% от общей) при сохранении структуры сообщества (табл. 43).

Исходя из приведенных данных по б. Золотой Рог, следует, что количественные показатели доминирующего вида сообщества обрастания судов в этой бухте зависят от времени нахождения в ней судов. Подробнее о роли б. Золотой Рог в интродукции видов см. в гл. 7.

### 3.3.2. Районирование сообществ обрастания судов прибрежного плавания

Районирование обрастания судов в северо-западной части Тихого океана впервые проведено Н.А. Рудяковой (1958, 1981). Однако полученные ею характеристики выделенных районов относятся к судам разного типа как прибрежного, так и дальнего плавания. Приведенные здесь данные в большей степени отличаются от схемы Н.А. Рудяковой, что объясняется выбором нами объектом исследования судов ограниченного района эксплуатации. Это позволило внести ряд уточнений в существующую схему и провести более детальное районирование в южной части Дальневосточного морского бассейна по судам портового и прибрежного плавания. На основании полученных данных в пределах исследованной акватории оказалось возможным выделить 8 районов с определенным составом и количественными показателями обрастания. Схема выделенных районов приведена на рис. 30.



**Охотоморское побережье о-ва Сахалин (исключая зал. Анива).** Осмотрено 16 судов преимущественно небольшого водоизмещения: малые рыболовные сейнеры, буксирные катера, самоходные и несамоходные пашкоуты. Скорость хода 6–12 узлов.

Обрастание этих судов водорослевого типа. На большей части акватории доминирующий вид обрастания *E. prolifera*, характерный – *B. crenatus*. Второстепенные формы – ряд зеленых и бурых водорослей. Общая биомасса обрастания невелика, колеблется в пределах 30 г/м<sup>2</sup>, площадь покрытия 20–30%. В юго-восточной части побережья энтероморфу замещает ульва *U. fenestrata* при сохранении общей структуры сообщества. Биомасса обрастания в этой части района несколько возрастает, однако площадь покрытия корпуса остается прежней. Степень обрастания судов у Охотоморского побережья острова слабая, потери скорости не более 0,3 узла за одну навигацию.

**Юго-западное побережье о-ва Сахалин.** Осмотрено 18 судов: малые и средние рыболовные сейнеры, буксирные катера, водолазное и гидрографические суда, сухогрузные пашкоуты, земснаряд и плавмастерская.

В обрастании судов доминируют ламинарии. Характерные виды – энтероморфа и ульва. Общая биомасса обрастания немного более 1 кг/м<sup>2</sup>, площадь покрытия 30–40%, степень обрастания умеренная. Животные играют весьма незначительную роль. Второстепенные формы – бурые водоросли, мшанки, гидроиды.

**Татарский пролив.** Сообщества обрастания судов, базирующихся в опресненных лагунах или в устьях рек, могут формироваться другим путем – на них преобладает массовое развитие эвригалинного представителя усонюгих раков *S. dalli*. Такое обрастание характерно для судов, плавающих в северной части Татарского пролива, базирующихся в портах Александровск, Лазарев и Де-Кастри. Осмотрено 15 судов небольшого водоизмещения: буксирные катера, морские буксиры, сухогрузные пашкоуты.

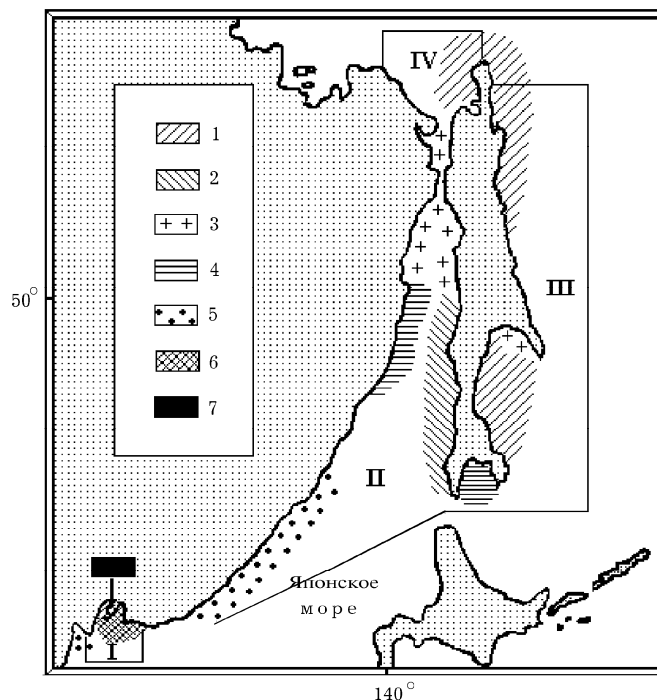


Рис. 30. Схема районирования основных сообществ обрастания судов прибрежного плавания. Условные обозначения: 1 – зеленых водорослей (*Enteromorpha prolifera*, *Ulva fenestrata*); 2 – ламинариевых (*Laminaria japonica*, *L. cichorioides*); 3 – *Chthamalus dalli*; 4 – *Balanus crenatus*; 5 – *Obelia longissima*; 6 – *Mytilus trossulus*; 7 – *Hydroïdes elegans*. Римскими цифрами обозначены районы, выделенные Н.А. Рудяковой (1981): I – *Hydroïdes* sp., II – *Balanus crenatus*, III – *Obelia longissima*, IV – отсутствие обрастания

Биомасса обрастания в районе п. Лазарев исчисляется десятками портов Де-Кастри и Александровск сотнями граммов на 1 квадратный метр, редко превышая 1000 г/м<sup>2</sup>. Второстепенные формы – зеленые и бурые водоросли, баланусы *B. crenatus*. Видовое богатство у Сахалинского побережья Татарского пролива вдвое выше, чем у материкового. Площадь покрытия 50–60%, на некоторых судах отмечено сплошное обрастание. Степень обрастания умеренная, потери скорости 1–1,5 узла.

**Залив Анива и акватория, прилегающая к п. Ванино.** Осмотрено 17 судов: буксирные и рейдовые катера, танкера, сухогрузные плашкоуты. Доминирующий вид обрастания – *B. crenatus*, образующий стопроцентное покрытие. Второстепенные формы – мидии, гидроиды, ламинарии. Сообщество обрастания отличается высоким таксономическим разнообразием. Биомасса нередко превышает 10 000 г/м<sup>2</sup>. Обедненным вариантом сообщества баланусов можно считать обрастания судов из Советской Гавани, где число видов и биомасса намного ниже, а иногда водоросли по биомассе превосходят *B. crenatus*. Сообщество баланусов этого вида отмечено и на плавсредствах, осмотренных в июле–августе в зал. Петра Великого, однако к концу навигации оно замещается климаксным сообществом мидий. Степень обрастания баланусами сильная, потери скорости – до 3 узлов за навигацию.

**Акватории, прилегающие к портам Светлая и Терней.** Осмотрено 10 судов – буксирные катера, плашкоуты. Обрастание практически отсутствует, лишь вдоль ватерлинии встречаются редкие зеленые водоросли *E. linza* (не более 0,1 г/м<sup>2</sup>). Объясняется это тем, что оба порта находятся в реках несколько выше их устья и осевшие в море обрастатели не выживают во время стоянок судов в пресной воде. Потери скорости судов в этом районе не отмечены.

**Акватория от м. Поворотный до п. Пластун и зал. Посьета.** Осмотрено 39 судов: буксирные катера, морские буксиры, плавкраны, плашкоуты, рыболовный траулер, гидрографический понтон, бот типа «Кавасаки», лоцманский и водолазный катера, плавмастерская. Доминирующий вид обрастания – гидроид *O. longissima*, характерные формы – водоросли *P. littoralis*, *U. fenestrata*, *P. palmata*, в зал. Посьета – мидии *M. trossulus*. Водоросли могут и доминировать по биомассе, в особенности в п. Рудная Пристань, однако на судах портофлота этого порта биомасса обелии составляет 70% от общей. Видовое богатство представляют в основном подвижные формы. Общая биомасса от 200 до 1000 г/м<sup>2</sup>, степень обрастания умеренная, потери скорости 0,5–1 узел.

**Залив Петра Великого (кроме зал. Посьета и б. Золотой Рог).** Осмотрено более ста судов различного водоизмещения – от водолазного катера до танкера американской постройки типа «Либерти». В обрастании этих судов выделен ряд сообществ (см. выше), представляющих собой различные фазы сукцессии от начала формирования микрообрастания до климакса. На подавляющем большинстве осмотренных судов как одного, так и двух сезонов эксплуатации без докования отмечено сообщество мидий. На основании этого большая часть акватории зал. Петра Великого выделена в район с доминированием *M. trossulus* в обрастании судов. Характерные формы – *B. improvisus*, *B. amphitrite*, *B. crenatus*, *H. elegans*, *C. gigas*. Общая биомасса максимальна для всей южной части Дальневосточного морского бассейна, она достигает 70 кг/м<sup>2</sup>. Степень обрастания сильная при стопроцентном покрытии корпуса, значительны и потери скорости – до 3,5–4 узлов за две навигации. Наиболее опасный в отношении обрастания

район как «очаг заражения» судов мидиями и двух устойчивых к ядам видов баланусов *B. improvisus* и *B. amphitrite*.

**Бухта Золотой Рог.** Осмотрено 16 судов: пассажирские и буксирные катера, танкера разного типа, плавкран, пожарный катер, рыболовный сейнер. Доминирующий вид обрастания – *H. elegans*, характерные формы – *B. improvisus*, *B. amphitrite*, *B. crenatus*, *M. trossulus*. Биомасса обрастания колеблется в пределах 2,3–5,5 кг/м<sup>2</sup>, степень его сильная при стопроцентном покрытии. Потери скорости те же, что и для судов из зал. Петра Великого, где доминируют мидии. Сравнивая выделенные нами районы со схемой Н.А. Рудяковой (1981), можно заметить между ними существенную разницу. Так, согласно нашим данным, в зал. Петра Великого на судах доминируют не трубчатые полихеты, которые характерны лишь для судов из б. Золотой Рог, а мидии (в южной части залива гидроиды). Севернее м. Поворотный, за исключением Ванино и Совгавани, в обрастании осмотренных нами судов портофлота практически отсутствуют баланусы и мидии, в то время как, следуя схеме Н.А. Рудяковой (1981), *B. crenatus* и *M. trossulus* – доминирующие виды в этом районе (рис. 30, р-н II). Аналогичные несоответствия наблюдаются и у Охотоморского побережья о-ва Сахалин. Это объясняется не только разницей в режиме эксплуатации сравниваемых судов, но и целым рядом причин: за прошедшие 2–3 десятилетия после сбора материала Н.А. Рудяковой значительно изменилась конструкция судов, усовершенствовались лакокрасочные покрытия, произошли отклонения в гидрологическом режиме ряда портов, изменился состав обрастания в результате вселения экзотических видов.

Для сравнения качественного состава обрастания СПП выбрано 9 участков с характерными сообществами обрастания: 1 – северо-восточный Сахалин, порты базирования судов Набиль и Москальво; 2 – юго-восточный Сахалин (Поронайск, Взморье, Стародубское); 3 – зал. Анива, (Корсаков, Новиково); 4 – юго-западный Сахалин (Невельск, Холмск, Неводское и Тельновский); 5 – северная часть Татарского пролива (Александровск, Лазарев и Де-Кастри); 6 – материковое побережье Татарского пролива (Ванино и Советская Гавань); 7 – побережье Приморья (Пластун, Рудная Пристань, Ольга и Валентин); 8 – район п. Преображение; 9 – зал. Петра Великого. При сравнении видовых списков б. Золотой Рог не выделена в отдельный участок, так как она входит в зал. Петра Великого и их видовые списки почти не различаются.

На дендрограмме сходства (рис. 31) видно, что списки видов разбились на две группы: с одной стороны, районы 1-й и 2-й (Охотоморское побережье о-ва Сахалин, кроме зал. Анива), с другой – остальные районы (побережья Приморского и Хабаровского краев, Япономорское побережье о-ва Сахалин и зал. Анива). Наиболее сходны видовые списки районов 1-го и 2-го, которые объединяются в одну группу на уровне 55% сходства, а также 4-й и 7-й, объединенные на том же уровне. Общий уровень сходства выделенных участков в Японском море колеблется в пределах 35–55%. Наименьший уровень сходства с остальными районами Японского моря имеет 9-й район (зал. Петра Великого).

Для определения меры включения районов друг в друга вычислена матрица и при пороге 50, 60 и 70% получены следующие результаты (рис. 31). На ориентированном графе (для удобства районы расположены в примерном соответствии с их географическим положением) отсутствуют связи между Охотоморским побережьем о-ва Сахалин (1-й и 2-й районы) и Японским морем, однако зал. Анива сходен с рядом районов Японского моря на 50%-ном уровне. Сравнительно большое число ребер графа участков Японского моря указывает на то, что видовой состав выбранных участков достаточно сходен. Максимальный уровень сходства (73%) отмечен между группировкой гидроиды + мидии + зеленые водоросли на судах из п. Преображение (8-й участок) и сообществом гидроидов на судах, действующих севернее (7-й участок). В

данном случае эта группировка является переходным звеном между сообществом мидий на судах из зал. Петра Великого и сообществом гидроидов плавсредств, действующих севернее м. Поворотный до п. Пластун.

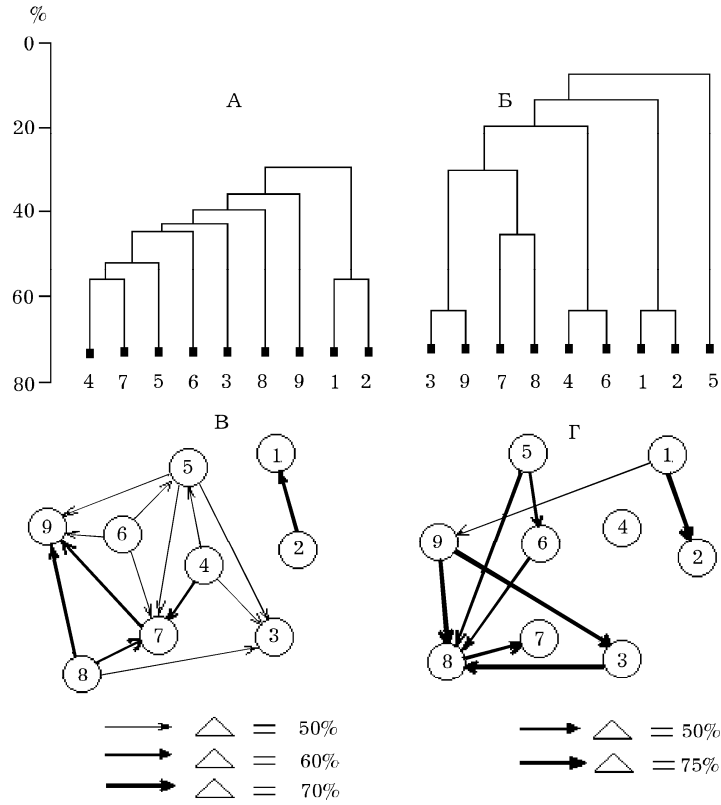


Рис. 31. Дендрограммы сходства (А, Б) и ориентированные графы отношений включения (В, Г) на множествах видовых списков (слева) и фонообразующих видов (справа) сообществ обрастания в следующих районах: 1 – северо-восточный Сахалин, 2 – юго-восточный Сахалин, 3 – зал. Анива, 4 – юго-западный Сахалин, 5 – Татарский пролив, 6 – Советская Гавань–Ванино, 7 – среднее Приморье, 8 – Преображение, 9 – зал Петра Великого

Таким образом, распространение сообщества мидий не ограничивается зал. Петра Великого (Рудякова, 1981); этот вид входит в число фонообразующих и в районе п. Преображение, а также в зал. Анива.

При анализе полных видовых списков в выбранных участках учитываются все виды от доминирующего до случайного. Для удобства применения полученных данных к практической оценке степени обрастания и возможного вреда от него проведен аналогичный анализ сходства и мер включения фонообразующих видов. Дендрограмма сходства фонообразующих видов (рис. 31) в принципе идентична дендрограмме по полным видовым спискам. Однако, кроме Охотоморского побережья о-ва Сахалин, довольно низкий уровень сходства с остальными участками Японского моря имеет северная часть Татарского пролива (5-й участок). Уровень сходства фонообразующих видов зал. Петра Великого с другими районами резко возрастает, достигая максимума (67%) с зал. Анива за счет 2 видов – *B. crenatus* и *M. edulis*.

Ориентированные графы отношений включения на множестве фонообразующих видов (рис. 31) и полных видовых списков выбранных участков имеют принципиальные отличия. Так, северо-восточный Сахалин (1-й участок) имеет связь с зап. Петра Великого (9-й участок) по фонообразующим видам на 50%-ном уровне. Юго-западное побережье Сахалина не имеет связей с другими районами даже при пороге 50%. Половина связей имеет достаточно высокий уровень – выше 75%, максимальное их число приходится на район Преображения (переходная группировка между двумя сообществами обрастания).

### 3.4. Сообщества обрастания судов у побережья Вьетнама

Основная часть осмотренных объектов представляла собой рыболовные шхуны (сампаны) с деревянным корпусом и осадкой не более 1,5 м. Обычно сампаны работают в паре, занимаясь донным и пелагическим тралением. Эти пары судов, как правило, имеют сходные состав и количественные показатели обрастания. Кроме того, в районе Нячанга осмотрено несколько судов и плашкоутов со стальными корпусами. Всего у побережья Вьетнама было зарегистрировано 4 основных сообщества обрастания.

Сообщество *Balanus reticulatus* встречено на 62 судах, действовавших практически во всех районах у побережья Вьетнама. Подобное обрастание ранее описано для тропических вод Тихого океана (Skerman, 1960). Доминирующий вид сообщества *B. reticulatus* широко распространен в Южно-Китайском море (Henry, McLaughlin, 1975). В состав сообщества входит более 30 видов обрастателей, однако его ядро составляют лишь 4 (табл. 44). Это доминант *B. reticulatus* и характерные виды *Saccostrea mordax*, *Enteromorpha clathrata*, *Lepas anatifera*. Устрицы наиболее обычны у побережья южного Вьетнама, водоросли – на судах среднего Вьетнама и Тонкинского залива. Только доминирующий вид встречен на всех осмотренных объектах, субдоминант *E. clathrata* – на большинстве из них. Частота встречаемости остальных видов колеблется в пределах 2–50%. Максимальное видовое богатство отмечено на портовых буксирах со стальными корпусами, которые большую часть времени стоят или передвигаются с невысокой скоростью на ограниченной акватории. В составе их обрастания встречены практически все представители двусторчатых (исключая *S. mordax*) и брюхоногих моллюсков, входящие в состав сообщества. Это же сообщество баланусов на быстроходных маневренных сампанах значительно беднее по составу, но более стабильно. Обычно на них постоянно встречаются 10–12 видов обрастателей. Доля усоногих раков в этом сообществе колеблется в пределах 60–80% от общей биомассы, в отдельных случаях приближаясь к 100%.

Сообщество *Saccostrea mordax* отмечено на 20 судах, действовавших у побережья о-ва Кондао и вблизи п. Вунгтау, но не заходивших в пресные воды. В литературе подобное сообщество ранее не описывалось. В его состав входит 16 видов, устрицы составляют 72,6% от общей биомассы. Субдоминанты – усоногие раки *B. reticulatus* и *Tetraclita squamosa* (табл. 44). Первый вид обычен в обрастании всех судов прибрежного плавания Вьетнама, тетраклиты широко распространены на скалисто-каменистой литорали (Кусакин и др., 1988). Зеленые водоросли *E. clathrata* образуют узкую полосу шириной 10 см вдоль ватерлинии, по частоте встречаемости уступая лишь доминирующему виду. Такие крупные обрастатели, как *M. tintinnabulum*, *Chama dunkeri*, *Pinctada radiata*, распределены мозаично по 1–4 экз./м<sup>2</sup>, чаще в районе кормового подзора, опор гребного вала, скуловых килей.

Сообщество *Lepas anatifera* характерно для рыболовных шхун с о-ва Тхопо (Сямский залив), а также у побережья среднего Вьетнама (табл. 44). Сообщества с преобладанием океанического обрастания постоянно встречаются на судах дальнего плавания (Михайлов, 1985б). На судах прибрежного плавания это сообщество отмечено

впервые. В его состав входят 8 видов, к субдоминантам отнесены водоросли *Polysiphonia coata* и *E. clathrata*. Первый вид – постоянный эпибионт морских уточек, второй – обычный компонент всех сообществ обрастания судов у побережья Вьетнама. Остальные обрастатели встречаются как единичные особи. Вариант этого сообщества для п-ова Тьенша (средний Вьетнам) представлен 10 видами, из которых 1 – водоросли. Доминируют морские уточки (до 3510 г/м<sup>2</sup>, 4000 экз./м<sup>2</sup>), составляющие 87% от общей биомассы. Характерный вид *B. reticulatus* имеет на порядок меньшую биомассу при плотности поселения до 5200 экз./м<sup>2</sup>. Остальные виды (гидроиды, полихеты, мшанки, декаподы) отмечены единично в качественных пробах, за исключением капрелид – до 1100 экз./м<sup>2</sup>.

Для рыболовных шхун с о-ва Тям характерен обедненный вариант этого сообщества, представленный всего 5 видами. Общая биомасса, в среднем равная 164 г/м<sup>2</sup>, складывается практически одним видом. Находки остальных видов эпизодичны. Доля усоногих раков в сообществе *L. anatifera* составляет 80–90% от общей биомассы.

Сообщество *Enteromorpha clathrata* встречено на 21 судне, действовавшем в районах устьевых портов Хайфон, Дананг, Хошимин на маршруте река–море. Подобное сообщество с преобладанием зеленых водорослей характерно для всех судов такого режима плавания (Звягинцев, Михайлов, 1985). В его состав входит 8 видов обрастателей (табл. 44). Субдоминант *Chthamalus malayensis* способен переносить кратковременное опреснение. Остальные виды оседают либо при переходе, либо во время стоянки у островов (*L. anatifera*). Когда судно работает в реке, большинство обрастателей погибает и отпадает от корпуса. На всех осмотренных плавсредствах отмечены только ювенильные особи обрастателей. Доля усоногих раков в сообществе зеленых водорослей не превышает 16% от общей биомассы.

Существует схема районирования обрастания судов прибрежного плавания во Вьетнаме (Михайлов и др., 1991). В настоящей работе приведен собст-

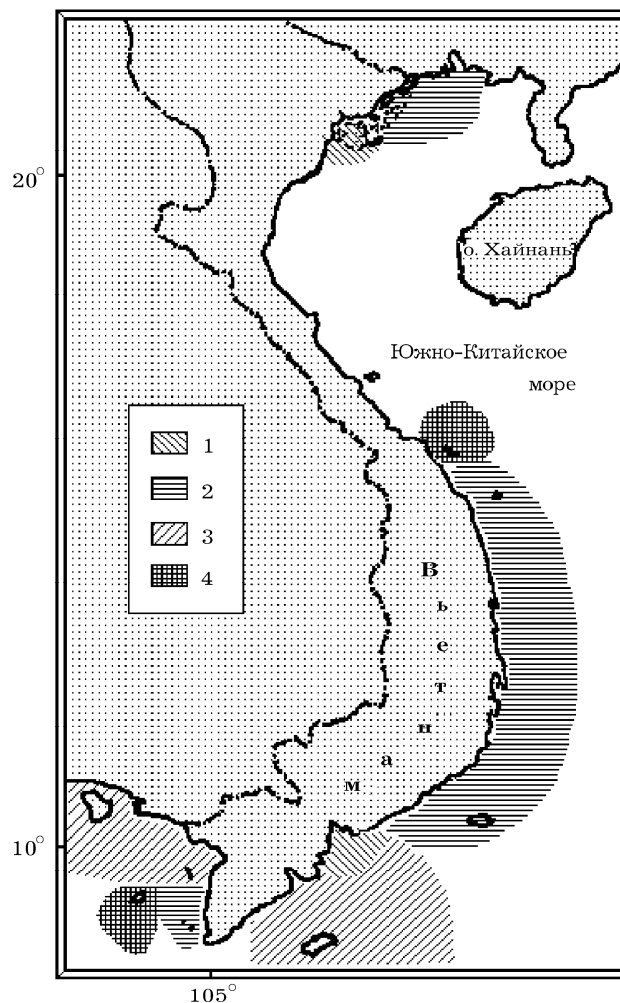


Рис. 32. Схема районирования основных сообществ обрастания судов прибрежного плавания Вьетнама: 1 – *Enferomorpha clathrata*, 2 – *Balanus reticulatus*, 3 – *Saccostrea mordax*, 4 – *Lepas anatifera*

венный вариант районирования обрастания судов этого типа, несколько отличающийся от схемы С.Р. Михайлова с соавторами (рис. 32).

### 3.5. Обрастание судов: экологические и прикладные аспекты

Как показали наши исследования, суда портового и прибрежного плавания в северо-западной части Японского моря обрастают весьма интенсивно. За короткий срок сообщества обрастания достигают высоких количественных показателей и значительного видового обилия (табл. 2, 9–43). Профилактические докования, применяемые обычно для восстановления потерянных от обрастания ходовых качеств, связаны со значительными потерями времени и средств. Так, докование среднего

рыболовного траулера обходилось в 16 тыс. р. на период до 1979 г. (Литвин и др., 1979). Исходя из этого, только в зал. Петра Великого ежегодные затраты на защиту судов от обрастания составляют не менее 25 млн р. (в ценах 1998 г.).

В этом заливе концентрируется большинство портов российских вод Японского моря, в т. ч. крупнейший порт Приморского края Владивосток и такие крупные гавани, как Находка, Восточный, Зарубино. Около половины осмотренных нами судов эксплуатировалось только в зал. Петра Великого (или заходили в него). Этот залив наиболее полно изучен в отношении обрастания плавсредств благодаря своей доступности и возможности работы в нем на небольших судах, а также в доках и на слипах в течение всего года.

На большей части осмотренных судов из залива отмечено сообщество обрастания с преобладанием *B. crenatus* и *M. trossulus* при разном сочетании количественных показателей этих двух видов. При анализе ранжированных по биомассе и индексам плотности рядов оказалось возможным разбить это сообщество на две части, представляющие собой разные фазы сукцессии. Количественные соотношения баланусов и мидий обычно зависят от срока эксплуатации судна и, соответственно, от возраста обрастания. Районирование обрастания судов на большей части акватории зал. Петра Великого оказалось невозможным, так как все они эксплуатировались в одном районе – от м. Гамова до м. Поворотный. В данном случае была проведена «типизация» сообщества обрастания судов в одном районе (Рудякова, 1981).

Как правило, обрастание исследованных судов и ГТС представлено моно- и бидоминантными сообществами, реже число фонообразующих видов возрастает до 3–5. При использовании кривых доминирования для отображения зависимости между видовым богатством и обилием, где кумуляты относительной биомассы есть функция ранговой оценки обилия видов (Lambhead et al., 1983), оказывается, что на долю фонообразующих видов для разных сообществ приходится 90–95% суммарной биомассы каждого из сообществ (рис. 33). При этом климатное сообщество двусторчагих моллюсков (мидий, устриц, жемчужниц) представляет собой популяционную консорцию, в которой ядро сообщества образует популяция или вид в целом. Сообщество усонюгих раков, обычно представленное несколькими видами (*B. crenatus*, *B. improvisus*, *S. cariosus* – в бореальной зоне, *B. reticulatus*, *M. tintinnabulum* – в тропиках), может быть отнесено к синузильной консорции, поскольку его ядро – виды, составляющие одну экобиоморфу.

Каждое сообщество обрастания отдельного судна можно охарактеризовать как «относительный континуум между относительными перерывами континуума» (Bouduresque, цит. по: Несиж, 1977). Оно представляет собой узел (нодум), т.е. участок континуума, ограниченный пространством перерыва континуума, – экотон, роль которого в данном случае играет толща воды. Подобная трактовка сообщества обрастания судна лучше всего соответствует модели биоценоза как структуры с отрицательными межвидовыми корреляциями, т.е. с наименьшими конкурентными взаимоотношениями (Гурпаева, 1987). «Острроверхий биоценоз» обрастания судна, т.е. сообщество с резким доминированием одного вида (или жизненной формы), соответствует биогенному ценотипу, или сообществу вида-эдификатора (природный аналог – устричная или мидиевая банка). Гораздо реже встречающийся в обрастании «плосковершинный биоценоз» без резкого доминирования одного вида или жизненной формы соответствует абиогенному или плоскостному ценотипу – сообществу не зависящих друг от друга видов.



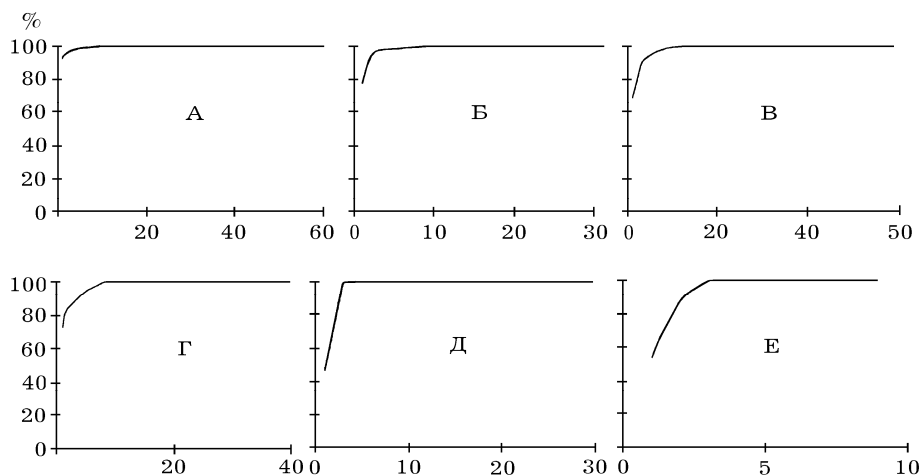


Рис. 33. Кривые доминирования видов основных сообществ обрастания судов прибрежного плавания по биомассе. Условные обозначения сообществ: А – *Mytilus trossulus*, зал. Петра Великого; Б – *Crassostrea gigas*, Амурский залив; В – *Balanus crenatus*, зал. Анива; Г – *Obelia longissima*, зал. Посыета; Д – *Laminaria japonica* + *Chlorophyceae*, п. Невельск; Е – *Enteromorpha linza* + *Ulva fenestrata*, п. Углегорск. По оси абсцисс – ранги видов, у порядоченные по убыванию их обилия; по оси ординат – кумуляты относительной биомассы, %

Сообщество зеленых водорослей рода *Enteromorpha* характерно для судов, базирующихся в устьях рек. При этом на западном побережье о-ва Сахалин доминирующим видом обрастания судов в районе Углегорска (и характерным видом в большинстве остальных портов района) является наиболее обильно представленная в Японском море *E. linza*, а на восточном побережье – один из ведущих видов в Охотском море *E. prolifera*. Литоральные сообщества, в которых доминируют близкородственные виды, называют параллельными, или викарирующими (Кусакин, 1977). Очевидно, эти термины применимы и к обрастанию судов ограниченного района плавания. Ведущая роль по биомассе в данных сообществах принадлежит викарирующим видам *E. linza* (54%) и *E. prolifera* (72%). Вследствие олигомикстности сообществ обрастания судов невелико и число викарирующих видов. Наличие параллельных сообществ обрастания судов у западного и восточного побережий о-ва Сахалин можно объяснить приуроченностью районов эксплуатации этих судов к двум разным подобластям Тихоокеанской бореальной области. Оба вида энгероморфы выдерживают широкий диапазон солености и температур (Виноградова, 1979), что объясняет доминирование этих видов в приустьевых портах.

Региональные различия наиболее ярко выражены для судов, базирующихся в япономорских и охотоморских портах о-ва Сахалин. Локальные различия характерны для каждого порта и обусловлены рядом причин, присущих только этому порту. Для исследованного района, как показали наши данные, решающим фактором в формировании того или иного сообщества обрастания оказалась соленость. Так, в район с преобладанием сообщества ламинарий на юго-западном Сахалине вклинивается сообщество *E. linza* на судах, базирующихся в опресненном порту Углегорск (Звягинцев, 1985а). Временное понижение солености морской воды весной и постоянное в эстуариях приводит к уменьшению видового обилия сообществ бентали и обрастания, зато эвригалинные виды получают значительные преимущества (Margalef, 1963; Несис, 1977). Подобная картина наблюдается в обрастании судов, базирующихся в опресненной лагуне п. Александровск, – доминирующий вид сообщества обрастания судов эвригалинный *C. dalli*, хотя на затопленном судне с мористой стороны порта процветает

сообщество мидий. В портах-очистителях Светлая, Терней и Каменка, расположенных в реках выше устья, обрастание на судах портофлота практически отсутствует.

Анализ данных по судам портофлота Петропавловска-Камчатского и по плавсредствам добывающего флота Беринговоморского промыслового района, базирующихся в этом порту, показал различие в составе сообществ их обрастания (Михайлов, 1989). В то время как на судах портофлота доминируют *B. crenatus*, *M. trossulus* и *P. limicola*, в обрастании промысловых судов их заменяют водоросли *U. fenestrata* и *P. zosterifolia*, а также бабанусы *S. cariosus*. Этот факт свидетельствует о том, что большинство рыбодобывающих судов обрастает в районе промысла. Однако их доковые осмотры на судоремонтных заводах Петропавловска-Камчатского показали наличие мощного обрастания с доминированием *B. crenatus*, тихоокеанской мидии и полидоры. Подобный «прибрежный» тип обрастания формируется за время длительных преддоковых стоянок после рейса. Различается и степень обрастания рыбопромысловых судов, только что вернувшихся из рейса в Беринговоморском районе, – здесь она составляет всего 0,4 мм, т.е. является слабой. На судах, доковавшихся после летней стоянки в Авачинском заливе, отмечена сильная степень обрастания, равная 15,7 мм. Таким образом, результаты исследования обрастания плавсредств после длительной преддоковой стоянки недостоверны – по ним нельзя судить о составе и степени обрастания в районе промысла.

В отличие от промысловых, оседание обрастателей на судах транспортного флота, как правило, происходит во время стоянок в портах. В состав обрастания на линии Владивосток–Петропавловск входят виды, характерные для этих двух портов: *B. crenatus*, *S. cariosus*, *M. trossulus*, *O. longissima*, *J. marmorata*. Оседание этих видов происходит как в б. Золотой Рог, так и в Авачинском заливе, однако в последнем его интенсивность и количественные показатели обрастателей в 2–3 раза выше (Михайлов, 1989).

Ряд видов, отмеченных в обрастании транспортных судов этой линии, характерен только для п. Владивосток. Это бабанусы *B. amphitrite*, *B. improvisus* и *B. trigonus*, отмеченные на СПП и ГТС зал. Петра Великого, из них *B. trigonus* здесь крайне редок. Способность таких видов выживать в более холодных водах Авачинского залива позволяет предполагать возможную их интродукцию в этот залив. В свою очередь зарегистрирован факт автотрансплантации с помощью транспортных судов из Авачинского залива и успешной акклиматизации в б. Золотой Рог полихеты *Polydora limicola* (Багавеева, 1981). Высокие количественные показатели и видовое богатство водорослей в обрастании транспортных судов этой линии свидетельствуют о значительной роли Авачинского залива в формировании их обрастания.

Необходимо отметить, что на судоремонтных заводах Петропавловска-Камчатского уделяется недостаточно внимания очистке корпуса от обрастания перед нанесением лакокрасочных покрытий (Михайлов, 1989). Так, при использовании наиболее экономичного гидродинамического метода (смывание обрастания водой под большим давлением) необходимо начинать очистку сразу после поднятия судна, пока оброст не присох. Это правило обычно не соблюдается, и к очистке приступают через сутки и более. В результате под слоем краски нами отмечены высохшие водоросли и домики бабанусов. Особой тщательности требуют очистка и окраска корпуса в районе винторулевой группы, где эти процедуры осложнены сильной степенью обрастания и сложной конфигурацией поверхности. Неоднократно были отмечены суда с хорошей сохранностью лакокрасочных покрытий на ПЧ бортов и мощным мидиевым обрастанием в кормовом подзоре, достигающем 40 кг/м<sup>2</sup>.

В результате обработки данных по потерям скоростей осмотренных судов за период от докования до даты осмотра, взятых из вахтенных журналов, оказалось, что

наиболее опасными в отношении обрастания были районы с преобладанием сообществ усонюгих раков и мидий. Массовое развитие этих обрастателей значительно увеличивает шероховатость корпуса судна, вызывая за одну навигацию значительные потери скорости (табл. 8). Сообщество ламинарий вызывает меньшие потери скорости, минимальные потери обусловлены сообществом *E. prolifera* + *B. arenatus* на северо-востоке Сахалина. Суда же, обросшие лишь водорослями или гидроидами, практически не испытывают потерь скорости. Очевидно, слоевища ульвовых водорослей и столоны гидроидов при движении судна отклоняются параллельно потокам воды, не вызывая заметных изменений шероховатости корпуса и сглаживая сопротивление прикрытых ими баланусов или мидий.

Как показали наши исследования во Вьетнаме, сообщества обрастания судов в Южно-Китайском море за короткий промежуток времени достигают значительного видового богатства (табл. 3) и высоких количественных показателей (табл. 44). Исключение составляют суда, действующие на маршруте река–море. Их обрастание представлено преимущественно зелеными водорослями рода *Enteromorpha*. Для судов, базирующихся в районе Дананга (о-в Тям и п-ов Тьенша), а также на о-ве Тхопо в Сиамском заливе, характерен океанический тип обрастания с доминированием морских уточек *L. anatifera*. На всех этих плавсредствах энтероморфа либо отсутствует, либо входит в число второстепенных видов. Наличие здесь сообщества лепасов обусловлено продолжительностью их эксплуатации в открытом море без захода в пресные воды. На большинстве осмотренных судов отмечено сообщество баланусов *B. reticulatus*. Доля усонюгих раков в сообществах морских уточек и баланусов в среднем составляет 80% от общей биомассы. На судах с доминированием устриц баланусы входят в число характерных видов (16%), табл. 44.

### **3.6. О роли некоторых промысловых видов в обрастании судов Дальневосточного морского бассейна**

Своеобразие антропогенных биотопов неоднократно отмечалось многими авторами (Редфилд, Диви, 1957; Зевина, 1972; Резниченко, 1978). По данным А.Н. Голикова и О.А. Скарлато (1975б), биомасса устриц *Crassostrea gigas* в обрастании в десятки раз превосходит таковую в бентосе, а мидий *Mytilus trossulus* – в сотни. Это объясняется благоприятным воздействием токов воды, приносящих пищевой материал, лучшей аэрацией, резким ослаблением воздействия врагов или изменением их состава в сообществе обрастания (Редфилд, Диви, 1957; Резниченко и др., 1976). У некоторых баланусов и мидий скорость роста в обрастании больше и половое созревание наступает значительно раньше, чем в бентали. Возможность изолироваться от окружающей среды, плотно закрывая створки раковин, позволяет моллюскам некоторое время выносить неблагоприятные условия при заходе судов в порты (Зевина, Лебедев, 1971). Личинки мидии и устрицы могут оседать на субстрат в крайне неблагоприятных условиях (Голиков, Скарлато, 1975а). Поэтому двустворчатые моллюски создают на антропогенных субстратах огромную биомассу. На основании анализа данных по обрастанию 108 судов каботажного и 61 дальнего плавания нами рассматривается значение промысловых видов: мидии *M. trossulus*, устрицы *C. gigas*, ламинарии цикориоподобной *Laminaria cichorioides* и японской *L. japonica* в их обрастании (рис. 34).

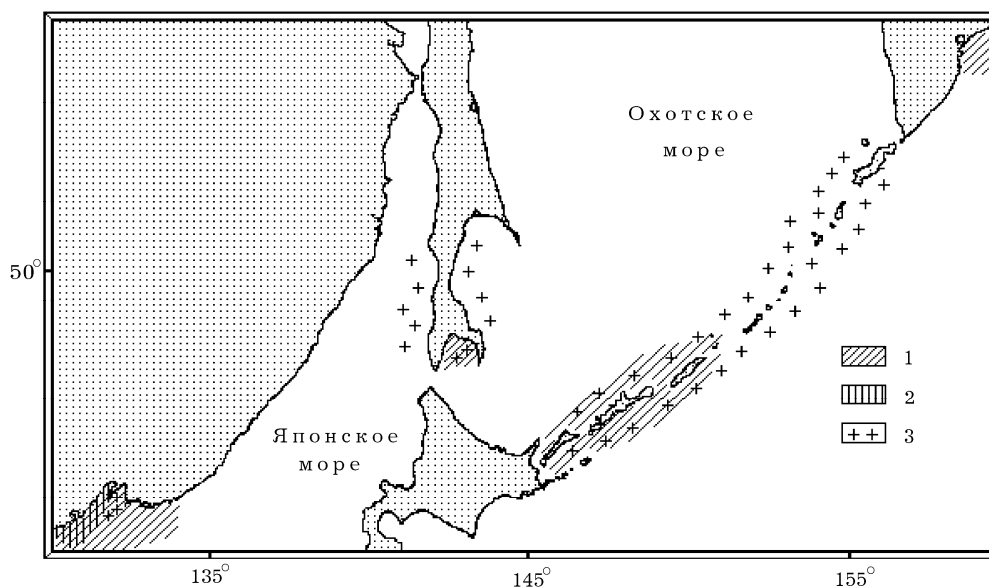


Рис. 34 Районы массового развития промысловых видов в обрастании судов дальневосточных морей России: 1 – *Mytilus trossidus*, 2 – *Cussostrea gigas*, 3 – *Laminaria chorioides* uL. *japonica*

По ориентировочным, видимо, заниженным данным общая площадь подводной части судов, действующих или заходящих в зал. Петра Великого, составляет не менее 1 км<sup>2</sup>. Если считать, что мидии встречены на 80% судов этого района, то при средней биомассе 10 кг/м<sup>2</sup> мы получим общую цифру 8 млн кг. Для устриц и ламинарий эти цифры соответственно составляют 300 и 560 т.

Исходя из общего числа судоремонтных заводов и доков в портах зал. Петра Великого, обслуживающих транспортный, промысловый и вспомогательный флот, можно подсчитать, что в среднем в день спускается на воду после ремонта одно судно. Приняв площадь подводной части среднего по размеру судна за 500 м<sup>2</sup>, получаем, что ежегодно бесполезно уничтожается, а иногда и сбрасывается на дно около судоремонтных заводов не менее 1420 т мидий, 55 т устриц и 102 т ламинарий, что, очевидно, вызывает загрязнение портовых вод. Если же рассматривать все суда бассейна, то эти цифры увеличатся в несколько раз (Звягинцев и др., 1982а).

В последнее время проявляется все возрастающая заинтересованность в использовании биологических ресурсов океана. В Японском море имеются большие возможности для разведения ламинарии, гребешка, мидии и устрицы (Моисеев, 1977), некоторые из них реализованы (Брыков и др., 1986а; Масленников, 1997; Ивин, 1998). При выращивании устриц и мидий обычно пользуются шероховатыми или гофрированными поверхностями, что необходимо для прикрепления и роста этих моллюсков. На гладких поверхностях судов роль таких шероховатостей выполняют крупные быстрорастущие животные – баланусы, мшанки, трубчатые полихеты серпулиды. Бесполезное и даже вредное уничтожение при очистке громадного количества промысловых моллюсков и водорослей наталкивает на мысль о возможности использования их в народнохозяйственных нуждах, на что неоднократно указывалось и ранее. Конечно, мы не можем рекомендовать промышленное разведение мидий на корпусах действующих судов, однако приведенные здесь данные могут оказаться интересными и для специалистов по марикультуре.

### 3.7. К вопросу о защите от обрастания в тропиках

В задачу настоящих исследований не входили разработка и испытание противообрастающих и антикоррозийных покрытий. Этому вопросу в России посвящена обширная литература, и продолжение подобных работ – тема для специальных исследований. Остановимся на практическом значении обрастания судов прибрежного плавания во Вьетнаме, сведения о котором до настоящего времени в основном отсутствуют.

Корпуса рыболовных шхун-сампанов, принадлежащих индивидуальным владельцам, регулярно очищаются от обрастания. Несмотря на 100%-ное покрытие подводной части корпуса обрастанием, шероховатость его меняется незначительно, так как толщина слоя редко превышает 2–5 мм. Этому в какой-то мере способствует нанесение защитных покрытий на основе эпоксидных смол и стекловолокна в целях повышения герметичности корпуса и замедления процесса обрастания. Но даже при использовании такого метода имеет место снижение скорости на 1,5–2 узла, что увеличивает пережоги столь дефицитных горюче-смазочных материалов. На буксирах со стальным корпусом, обычно лишенных даже антикоррозийных покрытий, биопомехи от обрастания гораздо серьезнее (табл. 45).

Отметим некоторые особенности применения различных способов защиты от обрастания в тропиках. Наиболее простой – поднятие судов на сушу (в доки, на слипы) во время массового оседания личинок обрастателей. Этот метод издавна используется китайскими рыбаками. В настоящее время с развитием науки и техники такой примитивный способ экономически невыгоден.

Естественные способы защиты от обрастания просты и экономически довольно эффективны. Они основаны на использовании особенностей экологии личинок и взрослых особей макрообрастателей в целях предотвращения начала формирования обрастания (Thung, Dat, 1989). Так, личинки усонюгих раков не могут оседать во время движения судна. Как показали наши исследования, массовое оседание личинок баланусов во Вьетнаме происходит с октября по май. В этот промежуток времени владелец судна должен исключить длительные стоянки в портах и максимально использовать его на переходах. Неэффективна в это время и подводная очистка корпуса. Губительно действует на обрастание и разный режим солености, в частности заход судна в пресные воды. Такими портами-очистителями могут служить Хайфон, Дананг и Хошимин.

При конструировании военных кораблей для компенсации потерь скорости от обрастания необходимо предусматривать резерв мощности двигателя в 30%. Винт должен быть бронзовым, так как этот сплав почти не обрастает. При изготовлении деревянных гидротехнических сооружений необходимо выбирать многолетний лес твердых сортов.

Совместными исследованиями Института изучения моря и Института лесной технологии Вьетнама показано, что пропитка деревянных конструкций креозотом перед эксплуатацией в морской воде может продлить срок их действия в 3–4 раза. Проводились опыты по использованию в противообрастающих покрытиях ДДТ-666. Этот метод оказался эффективным, но экологически опасным.

Большое значение имеет технология нанесения противообрастающих покрытий. При недостаточной очистке поверхности перед окраской эффективность последней уменьшается вдвое. Количество слоев краски должно быть не менее 2, а в районах с массовым развитием обрастания достигать 4 или 6. В России (бывшем СССР) был разработан ряд способов защиты от обрастания: термический, электрический, электрогальванический, металлизационный, метод использования радиоактивных изотопов, защита ультразвуком и пр. (Защита от обрастания, 1989). Наиболее

*Потеряв блеск новизны, перестав быть предметом общего интереса, подводные исследования стали приносить новые, совершенно неожиданные результаты.*

М.В. Пропп  
приемлемыми для Вьетнама представляются химические методы защиты с использованием репеллентов, позволяющие сохранить сообщества бентоса и являющиеся достаточно эффективными. Для разработки и внедрения таких покрытий с учетом особенностей их использования в тропиках необходимы совместные исследования биологов, химиков, судостроительных и судоремонтных организаций.

Широко применяемые сейчас в мировой практике химические методы, безусловно, дают реальную экономию судоходству, выражающуюся в миллионах долларов. Однако в случае дальнейшего развития данного направления с использованием биоцидов мы можем оказаться в ситуации, аналогичной результатам применения дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) на полях. Этот пестицид второго поколения в середине XX в. стал долгожданным «чудо-оружием», веществом, чрезвычайно токсичным для насекомых и, как казалось, относительно безвредным для человека и млекопитающих. ДДТ был настолько эффективен, что снижение численности многих видов насекомых-вредителей привело к резкому росту урожая. Кроме того, этот пестицид оказался эффективным средством борьбы с насекомыми, переносящими инфекции, и во время Второй мировой войны благодаря ему удалось спасти миллионы жизней. Достоинства ДДТ признавались столь выдающимися, что Пауль Мюллер в 1948 г. получил за свое открытие Нобелевскую премию.

Однако вскоре стали очевидны проблемы, превратившие использование химических пестицидов в «сизифов труд»: а) развитие устойчивости у вредителей; б) возрождение вредителей и вторичные вспышки численности; в) рост затрат; г) нежелательное воздействие на окружающую среду и здоровье человека (Небел, 1993). В результате этого в большинстве развитых стран в начале 1970-х годов применение ДДТ было запрещено.

Аналогичные проблемы возникают и при использовании химических методов защиты от обрастания. По мнению специалистов, будущее принадлежит покрытиям, содержащим яды в незначительном количестве и действующим в избирательном направлении на основных доминирующих в сообществе видов обрастателей (Раилкин, 1998б).

## **Глава 4. ОБРАСТАНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

**О**брастание морских гидротехнических сооружений (ГТС) создает значительные биопомехи при их эксплуатации, перерастающие в серьезную проблему. Обрастание свай, эстакад и пирсов ускоряет процесс коррозии материалов, усиливает гидродинамическую нагрузку на эти объекты за счет увеличения диаметра и шероховатости их подводной части (Защита от обрастания, 1989). Рост волновых нагрузок на обросшую поверхность может возрастать до 3 раз, по сравнению с необросшей. Кроме того, сообщества обрастания ГТС служат источником «заражения»

судов обрастателями (Редфилд, Хатчинс, 1957; Звягинцев и др., 1981). Особое значение проблема обрастания приобретает в тропиках, где личинки обрастателей оседают на протяжении всего года (Thung, 1983).

Разработка методов защиты от обрастания неразрывно связана со знанием биологии обрастателей и их роли в морской экосистеме. Данные сообщества повышают продукционный потенциал морских экосистем. Обрастание причальных сооружений представляет собой «искусственный риф», выполняющий функции естественного биофильтра, что особенно актуально в связи с проблемами очистки окружающей среды от загрязнения; кроме того, организмы обрастания используются в качестве объектов марикультуры (Звягинцев и др., 1982а,б). Все это стало причиной повышенного интереса исследователей к изучению обрастания ГТС в различных районах Мирового океана: у побережья Японских островов (Kajichara et al., 1976; Saito et al., 1976; Kawachara et al., 1979); Индии (Menon et al., 1977), Италии (Bastida, Adabbo, 1975), Гавайских островов (Long, 1972b), в Южной Австралии (Chael, 1981; Kay, Bulter, 1983); и др.

Первые данные по этому явлению, касающиеся причальных сооружений зал. Петра Великого, имеются в работах Н.И. Тарасова (1961) и А.Н. Горина (1975а). К настоящему времени нами изучено обрастание ГТС в зал. Петра Великого (Кашин и др., 2000, 2003), у побережья Вьетнама (Звягинцев и др., 1993) и Сейшельских островов (Звягинцев, Ивин, 1993). В этой главе приведены сведения по сообществам обрастания пирсов, причалов, установок марикультуры и других ГТС в Японском, Охотском и Южно-Китайском морях, их качественному и количественному составу, вертикальному распределению. Эти субстраты по классификации О.Г. Резниченко (1978) относятся к 3-му типу – стационарные сооружения.

## **4.1. Причальные сооружения**

Для этого типа ГТС характерен контакт с бенталью, что наиболее приближает состав его обрастания к составу бентоса твердых грунтов в данном районе. Обрастание причальных сооружений обычно представлено многолетними сообществами животных и водорослей.

### **4.1.1. Сообщества обрастания причальных сооружений в зал. Петра Великого**

В обрастании осмотренных ГТС зал. Амурского и Посыета зарегистрировано 19 видов водорослей, в основном представителей отдела Phaeophyta, и 167 видов животных (табл. 2). Число видов фауны по группам распределено следующим образом: Polychaeta – 78, Amphipoda – 22, Hydrozoa – 13, Bivalvia и Echinodermata – по 9, Gastropoda – 8, Bryozoa и Decapoda – по 7, Cirripedia и Isopoda по 6, Ascidiacea – 4. Остальные группы животных включают по одному виду.

*Набережная рыбного порта Зарубино, б. Троицы, зал. Посыета* – бетонное сооружение от поверхности до 1 м глубины, переходящее в стальной шпунт. Глубина у основания шпунта 9 м, грунт песчаный.

В составе обрастания набережной зарегистрировано 102 вида (или таксона более высокого ранга, далее условно вида), из них 10 – водоросли. Основу видового богатства фауны составляют многощетинковые черви, далее следуют разноногие раки (8), гидроиды (7), двустворчатые моллюски (7), усонogie раки (6), мшанки (5). Остальные группы представлены небольшим числом видов.

В составе обрастания выделено 4 четко различающихся сообщества (рис. 35). В зоне переменного погружения сооружения (осушной зоне, аналогичной литорали) отмечено олигомиктное сообщество зеленых водорослей *Enteromorpha linza*. Основу общей биомассы (99%), в среднем равной 339 г/м<sup>2</sup>, составляет энгероморфа. Среди водорослей отмечено большое количество недавно осевшей молодежи мидий *Mytilus trossulus* (3 г/м<sup>2</sup> – 5000 экз./м<sup>2</sup>). Роль остальных групп животных и водорослей незначительна.

Ниже глубины переменного погружения до глубины 0,9 м наблюдается четко выраженное сообщество гидроидов, в основном представленных обелией *Obelia longissima*. Число видов возрастает за счет зеленых и бурых водорослей. Общая биомасса сообщества составляет 932 г/м<sup>2</sup>, из них 46% приходится на гидроиды. Численность молодежи мидий увеличивается до 20 100 экз./м<sup>2</sup> при биомассе 120 г/м<sup>2</sup>. К характерным видам отнесены зеленые водоросли *E. linza* (198 г/м<sup>2</sup>), *Ulva fenestrata* (21,7 г/м<sup>2</sup>), *Ulvaria splendens* (35,4 г/м<sup>2</sup>), а также проростки *Laminaria* sp. (44 г/м<sup>2</sup>).

На глубине 0,9–1,3 м на боковой и нижней поверхностях бетонного карниза отмечено монодоминантное сообщество мидий *Mytilus trossulus*, средняя биомасса которого составляет 12 455 г/м<sup>2</sup>, 98% дает доминирующий вид. Следует отметить, что

это единственное место обитания половозрелых мидий на всем сооружении. Среди биссуса мидий встречаются равноногие и разноногие раки, многощетинковые черви, гидроиды; биомасса последних по сравнению с другими видами относительно высока (196 г/м<sup>2</sup>).

Ниже мидиевого сообщества и до глубины 8,4 м зарегистрировано обширное сообщество устриц *Crassostrea gigas*. Его средняя биомасса равна 110 кг/м<sup>2</sup>, 91% которой составляют устрицы при плотности поселения 1016 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса устриц с увеличением глубины возрастает с 10 кг/м<sup>2</sup> в верхней части шпунта до 215,8 кг/м<sup>2</sup> (3233 экз./м<sup>2</sup>) на глубине 6 м. Характерным видом является *Balanus rostratus* (4665 г/м<sup>2</sup> при плотности 1410 экз./м<sup>2</sup>).

В сообществе устриц встречены практически все виды животных и водорослей, отмеченные в обрастании набережной. Прикрепленные формы – усонogie раки, мшанки, спирорбиды,

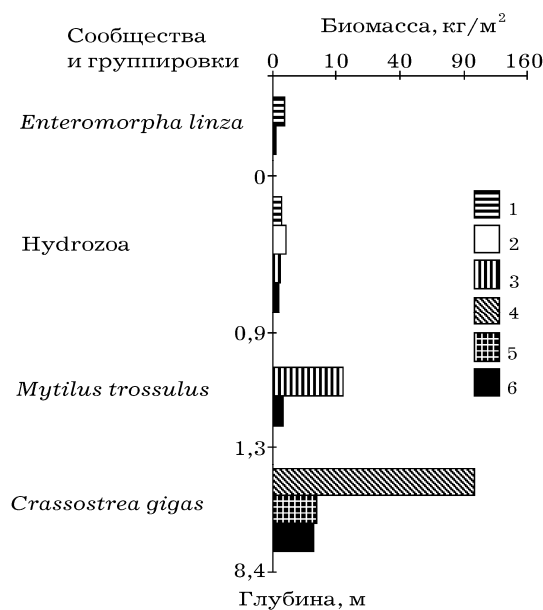


Рис. 35. Структура сообществ и группировок обрастания набережной п. Зарубино на разных глубинах. По оси абсцисс – биомасса, кг/м<sup>2</sup> (здесь и на рис. 36–75 используется шкала квадратных корней). По оси ординат – глубина, м; названия сообществ и группировок. Штриховка колонок соответствует названиям фонообразующих видов (таксонов): 1 – *Enteromorpha linza*, 2 – Hydrozoa, 3 – *Mytilus trossulus*, 4 – *Crassostrea gigas*, 5 – *Balanus rostratus*, 6 – прочие



двустворчатые моллюски, асцидии, водоросли – поселяются преимущественно эпибентно на створках устриц. Между ними в массе обигают эррантные полихеты, разноногие и равноногие раки, брюхоногие моллюски. Реже встречаются крупные голотурии *Cucumaria fraudatrix*, черные и серые морские ежи, морские звезды *Aphelasterias japonica*. Максимальная плотность поселения отмечена для разноногих раков – 620 экз./м<sup>2</sup>.

**Пирс рыбокомбината в б. Нерпа, зал. Славянский Амурского залива** свайный, изготовлен из попарно сваренного стального шпунта. Грунт у основания пирса песчаный, глубина 6 м.

Обрастание пирса представлено 81 видом гидробионтов, из которых 8 водоросли. Многочетинковых червей 29 видов, разноногих раков – 9, гидроидов и двустворчатых моллюсков – по 6 видов. В составе обрастания выделено 2 сообщества, в каждом из которых по 2 группировки соответственно.

В обрастании зоны переменного погружения пирса и до глубины 0,9–1 м зарегистрировано сообщество усонюгих раков *Chthamalus dalli*, состоящее в свою очередь из двух группировок. В зоне переменного погружения расположена группировка *Chthamalus dalli* + *Semibalanus cariosus* (3110,9 г/м<sup>2</sup>). Биомасса и плотность поселения хтамалуса (1507 г/м<sup>2</sup> и 25 233 экз./м<sup>2</sup>) и балануса (1366 г/м<sup>2</sup> и 1733 экз./м<sup>2</sup>) достаточно высоки. Довольно велика плотность поселения молоди мидий (4066 экз./м<sup>2</sup>) и мелких гастропод (566 экз./м<sup>2</sup>). Обычный для этой зоны пояс зеленых водорослей выражен слабо, заметную биомассу (175 г/м<sup>2</sup>) дает только *E. linza*. Слабое развитие водорослевого обрастания объясняется тем, что нависающее бетонное строение пирса создает затемнение верхней части свай.

Ниже зоны переменного погружения до глубины 0,9–1 м наблюдается полное доминирование *C. dalli*, при этом его количественные характеристики по сравнению с предыдущей группировкой снижаются более чем вдвое – 535 г/м<sup>2</sup> при 16 166 экз./м<sup>2</sup>. На этом уровне соответственно выделена группировка *Chthamalus dalli* (673,6 г/м<sup>2</sup>). Количество молоди мидий здесь возрастает до 26 733 экз./м<sup>2</sup> при биомассе 32 г/м<sup>2</sup>.

Основную поверхность погруженных свай занимает сообщество мидий *Mytilus trossulus*, состоящее из двух группировок. Начиная с глубины 0,9–1 м и до 1,7–1,9 м отмечена группировка *Mytilus trossulus* + *Laminaria cichorioides*, средняя биомасса которой равна 15 928 г/м<sup>2</sup>. На мидию и ламинарию приходится 66,3% и 32,3% биомассы соответственно. Наибольшее значение из второстепенных видов имеют гидроиды *O. longissima* (115 г/м<sup>2</sup>) и усонюгие раки *B. crenatus* (53 г/м<sup>2</sup>), поселяющиеся эпибентно на талломах ламинарии и створках мидий. С увеличением глубины ламинарию практически полностью вытесняет мидия, и с 2 м до глубины 5–6 м простирается группировка *Mytilus trossulus*. Ее средняя биомасса составляет 17 500 г/м<sup>2</sup>, из них 84% приходится на доминирующий вид. Максимальная биомасса мидий отмечена на трехметровой глубине (36 927 г/м<sup>2</sup> при плотности поселения 17 665 экз./м<sup>2</sup>). В составе этой группировки зарегистрированы практически все виды обрастания пирса.

**Пирс из стального шпунта п. Славянка, б. Славянка, зал. Славянский Амурского залива.** Глубина у основания – 4 м, грунт – илистый песок.

В составе обрастания зарегистрировано 54 вида, из них 9 – водоросли. Среди них по числу видов (5) и по биомассе доминируют зеленые. Максимальное количество видов отмечено для многочетинковых червей (12), затем следуют двустворчатые и брюхоногие моллюски (по 6), усонюгие раки (5) и разноногие раки – 4 вида. Остальные группы представлены 1–2 видами.

В обрастании пирса выделено 6 сообществ, в зоне переменного погружения, в сообществе зеленых водорослей, – две группировки. Группировка *Enteromorpha linza* имеет общую биомассу 80 г/м<sup>2</sup>, 79% которой дает доминирующий вид. Кроме

последнего, здесь встречаются колониальные диагоновые водоросли ( $12,3 \text{ г/м}^2$ ). В нижней части зоны переменного погружения биомасса сообщества возрастает на порядок ( $611 \text{ г/м}^2$ ), ее составляют 2 вида – *E. linza* и *C. dalli* ( $427$  и  $165 \text{ г/м}^2$  соответственно), что дает основание для выделения группировки (рис. 36).

На глубине  $0-0,5 \text{ м}$  в поясе порошковой коррозии зарегистрировано сообщество мидий *Mytilus trossulus*, общую биомассу которого ( $959 \text{ г/м}^2$ ) образует практически один доминирующий вид. На глубине  $0,5-1,5 \text{ м}$  вновь отмечено сообщество зеленых водорослей с общей биомассой  $480 \text{ г/м}^2$  при явном доминировании ульвы –  $430 \text{ г/м}^2$ . Из животных здесь наиболее показательны мшанки –  $22,5 \text{ г/м}^2$ .

На полутораметровой глубине сообщество зеленых водорослей сменяет таковое многощетинковых червей ( $734 \text{ г/м}^2$ ), преимущественно *Hydroides ezoensis* ( $300 \text{ г/м}^2$ ). Мшанки и зеленые водоросли входят в число характерных видов. Сообщество баланусов *Balanus* *rostratus* отмечено на глубине  $2,6-3,4 \text{ м}$ . При общей биомассе  $639 \text{ г/м}^2$  баланусы составляют  $58\%$ , многощетинковые черви и мшанки –  $16\%$  и  $11\%$  соответственно. В придонной части шпунта в сообществе обрастания с биомассой  $673 \text{ г/м}^2$  доминируют колониальные асцидии ( $340 \text{ г/м}^2$ ), к характерным видам отнесены *U. fenestrata* ( $225 \text{ г/м}^2$ ) и *M. trossulus* ( $72 \text{ г/м}^2$ ).

**Пирс из стального шпунта, б. Алексеева, о-в Попова.** Грунт у основания пирса песчаный, глубина  $2,7 \text{ м}$ . Обрастание зарегистрировано от уреза воды до глубины  $2,2 \text{ м}$ , ниже оно отсутствует в результате поражения опор пирса порошковой коррозией.

В составе обрастания отмечено 52 вида обрастателей, из которых 5 – водоросли. Распределение числа видов по группам примерно соответствует таковому на пирсе п. Славянка. Выделено 3 сообщества, в последнем из них 2 группировки.

Сообщество усоногих раков *Chthamalus dalli* занимает зону переменного погружения ( $224 \text{ г/м}^2$ ),  $76,6\%$  биомассы дает доминирующий вид. Плотность поселения хтамалусов достаточно высока – до  $11\,000 \text{ экз./м}^2$ . Далее по мере убывания биомассы следуют *B. crenatus* ( $31,3 \text{ г/м}^2$ ), брюхоногие моллюски – до  $10,35 \text{ г/м}^2$ , остальные виды встречены в небольшом количестве. Сообщество брюхоногих моллюсков на глубине  $0,2-0,9 \text{ м}$  отличается невысокой биомассой – всего  $2,86 \text{ г/м}^2$ . Биомасса остальных видов исчисляется десятками долями грамма на квадратный метр.

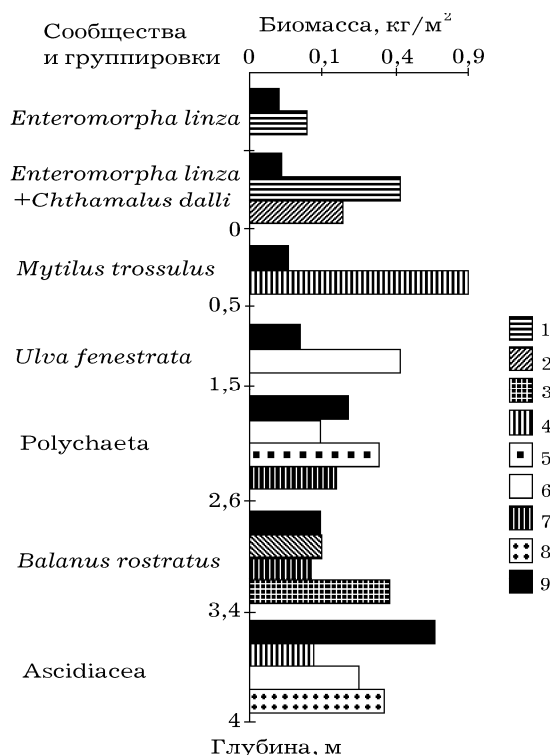


Рис. 36. Структура сообществ и группировок обрастания пирса п. Славянка. 1 – *Enteromorpha linza*, 2 – *Chthamalus dalli*, 3 – *Balanus rostratus*, 4 – *Mytilus trossulus*, 5 – Polychaeta, 6 – *Ulva fenestrata*, 7 – Bryozoa, 8 – Ascidiacea, 9 – прочие

Ниже метровой отметки и до начала пояса порошковой коррозии отмечено сообщество зеленых водорослей *Ulva fenestrata*, подразделяющееся на 2 группировки. Группировка собственно ульвы на уровне 0,9–1,4 м имеет общую биомассу 2591 г/м<sup>2</sup>, слагаемую в основном доминирующим видом (94,4%). К характерным видам отнесены брюхоногие моллюски – до 89 г/м<sup>2</sup>, биомасса остальных видов невелика. Группировка *Ulva fenestrata* + *Polychaeta* (глубина 1,4–2,2 м) отличается от предыдущей на порядок меньшей биомассой (278 г/м<sup>2</sup>), почти половину которой составляет *U. fenestrata* – 45,9%, а многощетинковые черви – 38,4%. На всех глубинах прослеживаются весьма значительные количественные показатели брюхоногих моллюсков – до нескольких десятков тысяч экземпляров на квадратный метр.

**Стальной пирс Владивостокской нефтебазы, б. Первой реки, Амурский залив.**

Грунт у основания сооружения илистый, глубина около 15 м. Обрастание отмечено лишь в нижнем горизонте зоны переменного погружения до глубины 1 м, ниже поверхность металла сильно корродирована и покрыта слоем нефтепродуктов.

В составе обрастания зарегистрировано 24 вида (водорослей всего 2), выделено 2 сообщества. В зоне переменного погружения отмечено сообщество *Chthamalus dalli* + *Mytilus trossulus*. Общая биомасса 1238 г/м<sup>2</sup>, ее слагают практически 2 вышеуказанных вида (68% и 32% соответственно).

От уреза воды до глубины 1 м расположено сообщество *Mytilus trossulus*. Общая биомасса 23 810 г/м<sup>2</sup>, при этом мидии дают 87%, а *B. improvisus* 12,5% биомассы, остальные виды встречаются в незначительном количестве.

**Пирс из стального шунта гребной базы ДСО «Труд», б. Федорова, Амурский залив.** Грунт у основания сооружения песчаный, глубина 6,5 м.

Обрастание представлено 5 видами водорослей и 59 видами животных. Виды по группам распределены следующим образом: *Polychaeta* – 18, *Bivalvia* – 7, *Hydrozoa* – 6,

*Bryozoa* – 5, *Cirripedia* – 5. Остальные виды представлены единично. Выделено 4 четко различающихся сообщества (рис. 37).

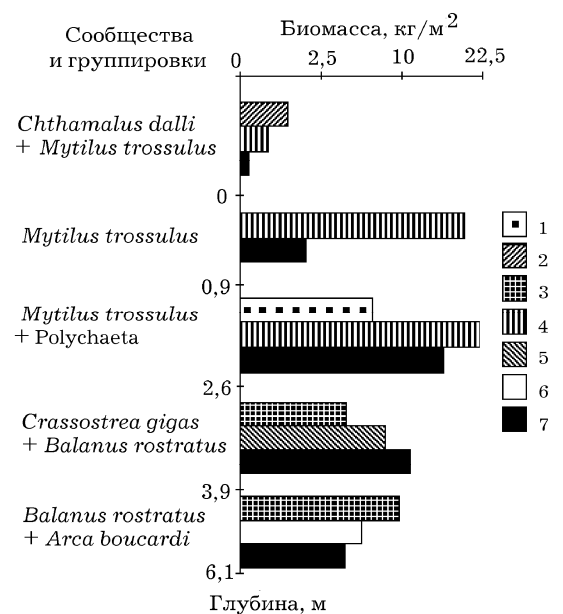


Рис. 37. Структура сообществ и группировок обрастания пирса ДСО «Труд». 1 – *Polychaeta*, 2 – *Chthamalus dalli*, 3 – *Balanus rostratus*, 4 – *Mytilus trossulus*, 5 – *Crassostrea gigas*, 6 – *Arca boucardi*, 7 – прочие

В зоне переменного погружения отмечено сообщество *Chthamalus dalli* + *Mytilus trossulus* (874 г/м<sup>2</sup>, 52 381 экз./м<sup>2</sup> и 331 г/м<sup>2</sup>, 19 250 экз./м<sup>2</sup> соответственно), составляющие 96,8 % средней биомассы. Ниже зоны переменного погружения и до глубины 2,5–2,7 м расположено сообщество тихоокеанской мидии, состоящее из двух группировок.

Ниже зоны переменного погружения до глубины 0,8–1 м находится группировка *Mytilus trossulus*. Ее средняя биомасса составляет 20 664 г/м<sup>2</sup>, 91,9% дает доминирующий вид (18 984,1 г/м<sup>2</sup> при 451 762 экз./м<sup>2</sup>). Из 16 видов водорослей и животных заметную роль играют морские звезды

*Asterias amurensis* (1142,5 г/м<sup>2</sup> – 100 экз./м<sup>2</sup>), прибрежные крабы (127,5 г/м<sup>2</sup> – 26 экз./м<sup>2</sup>) и зеленая водоросль *U. fenestrata* (224 г/м<sup>2</sup>).

С глубины 0,8–1 м до 2,5–2,7 м обрастание представлено группировкой *Mytilus trossulus* + Polychaeta, в составе которой отмечено 26 видов. Среднюю биомассу группировки (44 929 г/м<sup>2</sup>) 49,8 % и 15,2 % дают доминирующий и характерный виды. Биомасса полихет превышает 6,8 кг/м<sup>2</sup>, причем более 95% ее дает *Hydroides ezoensis*. К характерным видам относятся двустворчатые моллюски *C. gigas* (6712 г/м<sup>2</sup> – 1234 экз./м<sup>2</sup>), *Crenomytilus grayanus* (5066 г/м<sup>2</sup> – 6418 экз./м<sup>2</sup>) и морские звезды *A. amurensis* (1093 г/м<sup>2</sup> – 140 экз./м<sup>2</sup>).

Следующее сообщество, достигающее до глубины 3,8–4,0 м, образуют *Crassostrea gigas* + *Balanus rostratus*. Средняя биомасса составляет 22 705,8 г/м<sup>2</sup>, 34,4 % и 18,4 % дают доминирующие виды. При сходном числе видов к характерным отнесены двустворчатые моллюски *Arca boucardi* (1956 г/м<sup>2</sup>) и *M. trossulus* (1266 г/м<sup>2</sup>), морские звезды *A. amurensis* (1623 г/м<sup>2</sup>), асцидии *Styela clava* (1952 г/м<sup>2</sup>) и полихеты (1976 г/м<sup>2</sup>). На глубине 4–6,2 м отмечено сообщество *Balanus rostratus* + *Arca boucardi*, составляющее 49,5 % и 28,7 % от общей биомассы (20 020 г/м<sup>2</sup>). К характерным видам относятся *C. gigas* (1387 г/м<sup>2</sup>), *M. trossulus* (941 г/м<sup>2</sup>) и *S. clava* (937 г/м<sup>2</sup>). Качественный состав и общая биомасса последних трех сообществ оказались аналогичными, меняется лишь соотношение биомасс доминирующих и характерных видов.

**Бетонный пирс, ДСО «Водник», Спортивная гавань, Амурский залив.** Глубина у основания пирса 6 м, грунт песчаный.

В составе обрастания пирса зарегистрировано 74 вида гидробионтов, из которых лишь 4 – водоросли. Из животных наиболее богато представлены многощетинковые черви (25 видов), далее следуют усоногие раки, брюхоногие и двустворчатые моллюски (по 6), мшанки (5). Выделено два сообщества двустворчатых моллюсков – мидий и устриц, в первом две группировки.

Группировка *Mytilus trossulus* занимает зону переменного погружения сооружения и опускается до глубины 0,8–1 м. В ее составе зарегистрировано 2 вида водорослей при явном преобладании ульвы (102 г/м<sup>2</sup>). Доминирующий вид составляет 85% средней биомассы группировки, равной 7744 г/м<sup>2</sup>. К характерным видам отнесены усоногие раки *C. dalli* (780 г/м<sup>2</sup>, 31 833 экз./м<sup>2</sup>) и *Balanus crenatus* (236 г/м<sup>2</sup>, 5562 экз./м<sup>2</sup>). Доля остальных – гидроидов, многощетинковых червей, разноногих раков, двустворчатых моллюсков – невелика.

Группировка *Mytilus trossulus* + *Crassostrea gigas* расположена на глубине 0,8–3,5 м. Средняя биомасса 18 796 г/м<sup>2</sup>. На долю доминирующего и характерного видов приходится 41 % и 25 % общей биомассы соответственно. Далее следует ряд усоногих ракообразных: *B. rostratus* (11%), *B. crenatus* (4%) и *B. improvisus* (2,8%), поселяющихся эпibiонтно на створках мидий и устриц. Количественные показатели обильно представленных подвижных форм ракообразных и многощетинковых червей невысоки. В этой группировке отмечены крупные морские звезды *A. amurensis* (817 г/м<sup>2</sup>, 50 экз./м<sup>2</sup>) и *Patiria pectinifera* (854 г/м<sup>2</sup>, 116 экз./м<sup>2</sup>).

В диапазоне глубин 3,5–5,7 м обрастание пирса представлено сообществом крупных мидий *Crenomytilus grayanus*. В нем зарегистрированы практически все виды обрастания этого объекта, максимальное значение биомассы – 28 541 г/м<sup>2</sup>. На долю доминирующего вида приходится 46,7% от общей биомассы. В значительном количестве встречаются морские звезды: *A. amurensis* (5232 г/м<sup>2</sup>, 113 экз./м<sup>2</sup>), *P. pectinifera* (1107 г/м<sup>2</sup>, 116 экз./м<sup>2</sup>), двустворчатые моллюски: *M. trossulus* (2663 г/м<sup>2</sup>, 61346 экз./м<sup>2</sup>), *C. gigas* (941 г/м<sup>2</sup>, 399 экз./м<sup>2</sup>), усоногие раки *B. rostratus* (2024 г/м<sup>2</sup>, 1266 экз./м<sup>2</sup>) и асцидии *S. clava* (1112 г/м<sup>2</sup>, 433 экз./м<sup>2</sup>).

**Эстакада на сваях из стальных труб, Спортивная гавань, Амурский залив.** Глубина у основания 6,5 м, грунт песчаный.

Распределение видов по группам аналогично таковому на предыдущих объектах. Всего зарегистрировано 64 вида гидробионтов, из которых лишь 2 – водоросли. Наибольшее видовое богатство представляют многощетинковые черви (26) и двусторчатые моллюски (8 видов). Выделено 2 сообщества, в первом – 3 группировки.

Сообщество мидий *Mytilus trossulus* занимает зону переменного погружения и опускается до глубины 4 м. Собственно группировка тихоокеанской мидии занимает зону переменного погружения до глубины 0,8–0,1 м. При незначительном видовом богатстве (7 видов животных) средняя биомасса равна 1670 г/м<sup>2</sup>, на долю доминирующего вида приходится 70 %. Характерный вид – усонгий рак *B. improvisus* (326 г/м<sup>2</sup>, 689 746 экз./м<sup>2</sup>). Группировка *Mytilus trossulus* + *Crassostrea gigas* опускается до глубины 3 м и характеризуется высокими количественными показателями – 71 820 г/м<sup>2</sup>. Биомасса мидий составляет 42% от общей при плотности поселения 189 879 экз./м<sup>2</sup>, для устриц эти показатели 41% и 425 экз./м<sup>2</sup> соответственно. К характерным видам отнесены усонгие раки *B. rostratus* (5921 г/м<sup>2</sup>, 8991 экз./м<sup>2</sup>) и *B. improvisus* (1170 г/м<sup>2</sup>, 46 033 экз./м<sup>2</sup>), асцидии *S. clava* (1435 г/м<sup>2</sup>, 350 экз./м<sup>2</sup>) и морские звезды *A. amurensis* (1100 г/м<sup>2</sup>, 500 экз./м<sup>2</sup>).

На глубине 3–4 м роль мидий в сообществе снижается, а доля *B. rostratus* возрастает. В группировке *Balanus rostratus* + *Mytilus trossulus* при сходном качественном составе средняя биомасса снижается до 45 567 г/м<sup>2</sup>, на долю этих видов приходится по 30% общей биомассы. Из характерных видов наиболее показательны *S. clava* (8475 г/м<sup>2</sup>, 1300 экз./м<sup>2</sup>), *B. improvisus* (3230 г/м<sup>2</sup>, 102 231 экз./м<sup>2</sup>), *Modiolus difficilis* (2450 г/м<sup>2</sup>, 150 экз./м<sup>2</sup>). На глубине 4–6 м обрастание свай представлено сообществом усонгих раков *Balanus rostratus*. При сходном с предыдущей группировкой числе видов средняя биомасса снижается до 18 585 г/м<sup>2</sup>, 76% которой приходится на долю доминирующего вида. К характерным видам сообщества отнесены двусторчатые моллюски *C. grayanus* (1980 г/м<sup>2</sup>, 1100 экз./м<sup>2</sup>) и *Arca boucardi* (850 г/м<sup>2</sup>, 473 экз./м<sup>2</sup>).

**Бетонный пирс, п-ов Песчаный, Амурский залив.** Глубина у основания 4 м, грунт песчаный.

Обрастание представлено 68 видами, из которых 4 – водоросли. По числу видов доминируют многощетинковые черви (25), остальные группы представлены менее чем 6 видами каждая. Выделено сообщество *Mytilus trossulus*, в составе которого 3 группировки.

Группировка *Mytilus trossulus* + *Chthamalus dalli* занимает зону переменного погружения. Число видов невелико, средняя биомасса 5835 г/м<sup>2</sup>. На долю доминирующих приходится 68% и 31% общей биомассы соответственно. В этой группировке обычны зеленые водоросли *U. fenestrata* и *E. linza*, гидроиды *Bougainvillia ramosa*, *O. longissima* и немертины. На глубине 0–0,9 м отмечено абсолютное доминирование мидий. Здесь выделена группировка *Mytilus trossulus*, в которой 96% (16 147,5 г/м<sup>2</sup>, 14 201 экз./м<sup>2</sup>) от общей биомассы – 17 006 г/м<sup>2</sup>, приходится на долю мидий. Для остальной части поверхности пирса характерна группировка двусторчатых моллюсков *Mytilus trossulus* + *Crassostrea gigas*. Средняя биомасса равна 16 219 г/м<sup>2</sup>, из которых 4361 г/м<sup>2</sup>, 88 510 экз./м<sup>2</sup> приходится на мидий, а 3997 г/м<sup>2</sup>, 344 экз./м<sup>2</sup> – на устриц. Характерные виды группировки – усонгие раки *B. crenatus* (1797 г/м<sup>2</sup>, 19 332 экз./м<sup>2</sup>), асцидии *S. clava* (2258 г/м<sup>2</sup>, 50 экз./м<sup>2</sup>) и трепанг *Apostichopus japonicus* (1138 г/м<sup>2</sup>, 32 экз./м<sup>2</sup>).

**Бетонный пирс Владивостокского рыбокомбината, б. Второй речки, Амурский залив.** Глубина у основания 5 м, грунт – илистый песок.

Богато представленное в качественном и количественном отношениях обрастание. Всего зарегистрировано 65 видов, из которых 4 – водоросли. Распределение видов по

группам сходно с таковым на предыдущих объектах, максимальная биомасса около 70 кг/м<sup>2</sup>. Выделено 2 сообщества, во втором – 2 группировки.

Сообщество усоногих раков *Chthamalus dalli* характерно для верхней части зоны переменного погружения. Водоросли отсутствуют, общая биомасса фауны 2105 г/м<sup>2</sup>, из которой 1713 г/м<sup>2</sup> дает хтамалус и 351,3 г/м<sup>2</sup> молодь *M. trossulus*. Ниже и до основания пирса обрастание представлено сообществом мидий *M. trossulus*. Группировка *Mytilus trossulus* + *Balanus crenatus* занимает нижнюю часть зоны переменного погружения и опускается до глубины 0,8–1 м, в ней также отсутствуют водоросли. Средняя биомасса обрастания 9317 г/м<sup>2</sup>, мидии и баланусы составляют 63% и 34% от общей биомассы соответственно. Роль остальных видов незначительна. Группировка *Mytilus trossulus* + *Crassostrea gigas* занимает около 95% площади поверхности пирса. В ней встречены почти все виды сообщества. Общая биомасса обрастания в среднем равна 59 496 г/м<sup>2</sup>, около 45% дает мидия и 18% устрица. На этих моллюсках встречаются эпibiонтные поселения усоногих раков *B. rostratus* и *B. crenatus* (5855 г/м<sup>2</sup> и 4217 г/м<sup>2</sup> соответственно), асцидии *S. clava* (4198 г/м<sup>2</sup>), хищные брюхоногие моллюски *Nucella hearseana* (2177 г/м<sup>2</sup>, 592 экз./м<sup>2</sup>) и морские звезды (765 г/м<sup>2</sup>, 65 экз./м<sup>2</sup>). В пространствах между створками моллюсков и биссусом мидий обитают двустворки *A. boucardi* (1688 г/м<sup>2</sup>, 3453 экз./м<sup>2</sup>) и *Hyatella arctica*, находят укрытие множество подвижных форм: брюхоногих моллюсков, многощетинковых червей, равноногих и разноногих раков.

**Пирс из стального швеллера, ст. Чайка, Амурский залив.** Глубина у основания пирса 1,6 м, грунт песчаный.

В обрастании этого пирса отмечено наименьшее видовое богатство – 2 вида зеленых водорослей и 20 видов животных. Обрастание представлено сообществом тихоокеанской мидии, биомасса которого с 2626 г/м<sup>2</sup> в зоне переменного погружения возрастает до 11 065 г/м<sup>2</sup> на глубине 0,7 м и вновь возвращается к предыдущему значению в придонной части сооружения. Доминирующий вид дает 91, 94 и 57% биомассы соответственно глубинам. В число субдоминантных видов сообщества входят баланусы *B. crenatus* (276 г/м<sup>2</sup>) и зеленые водоросли *U. fenestrata* (351 г/м<sup>2</sup>).

**Эстакада из стального швеллера, ст. Седанка, Амурский залив.** Глубина у основания 4 м, грунт – илистый песок.

Число видов в обрастании пирса также невелико – 4 вида водорослей и 23 вида животных. Выделено 3 сообщества обрастания, во втором 2 группировки (рис. 38).

В зоне переменного погружения четко выражено сообщество усоногих раков *Chthamalus dalli*. В нем отмечено 2 вида зеленых водорослей *E. linza* и *U. fenestrata*, а также 4 вида животных, представленных усоногими раками и двустворчатыми моллюсками. При средней биомассе сообщества 2170 г/м<sup>2</sup> на долю доминирующего вида приходится 60%, а характерных видов *M. trossulus* и *B. improvisus* 27% и 11% соответственно. Молодь мидий при плотности поселения 18 450 экз./м<sup>2</sup> обитает эпibiонтно на домиках баланусов. Биомасса водорослей незначительна (2%).

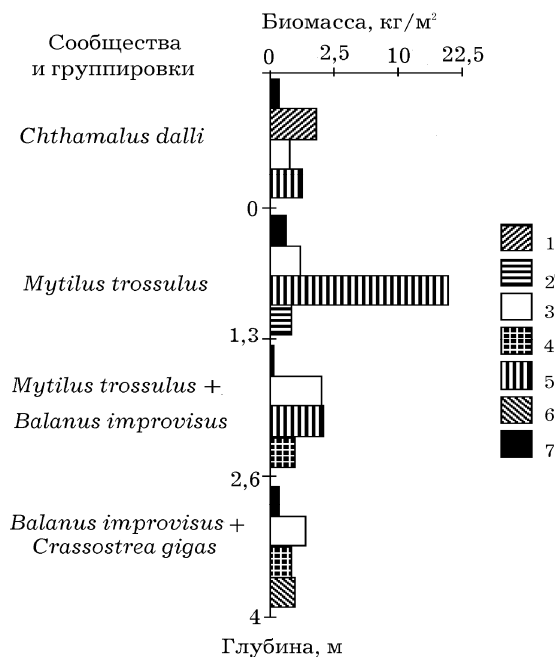


Рис. 38. Структура сообществ и группировок обрастания пирса ст. Седанка. 1 – *Chthamalus dalli*, 2 – *Balanus crenatus*, 3 – *B. improvisus*, 4 – Gastropoda, 5 – *Mytilus trossulus*, 6 – *Crassostrea gigas*, 7 – прочие

От нижней границы зоны переменного погружения до глубины 2,6 м расположено сообщество мидий *Mytilus trossulus*, состоящее из двух группировок. Группировка собственно мидий расположена от зоны переменного погружения до глубины 1,3 м. В ней зарегистрировано 10 видов обрастателей, из которых 2 – бурые и зеленые водоросли. Биомасса доминирующего вида составляет 94,5 % от общей 20 252 г/м<sup>2</sup>. Наиболее значительную биомассу из характерных видов дают усконогие раки *B. crenatus* (258 г/м<sup>2</sup>, 3264 экз./м<sup>2</sup>) и *B. improvisus* (526 г/м<sup>2</sup>, 12 200 экз./м<sup>2</sup>). Доля остальных видов, представленных в основном двустворчатыми и брюхоногими моллюсками и гидроидами, невелика, либо они встречены лишь в качественных пробах.

Группировка *Mytilus trossulus* + *Balanus improvisus* находится в

диапазоне глубин 1,3–2,6 м. При средней биомассе обрастания 3789 г/м<sup>2</sup> доля мидий и баланусов составляет 46% и 44% соответственно. В незначительном количестве встречаются брюхоногие моллюски, разноногие раки и гидроиды. Из водорослей отмечены лишь проростки ламинарии.

Ниже глубины 2,6 м и до основания пирса обрастание представлено сообществом *Balanus improvisus* + *Crassostrea gigas*. В нем отмечено 10 видов животных, водоросли отсутствуют. Средняя биомасса сообщества 1653 г/м<sup>2</sup>, из них более 800 г/м<sup>2</sup> при 28 288 экз./м<sup>2</sup> приходится на *B. improvisus*, а 423 г/м<sup>2</sup> при 1900 экз./м<sup>2</sup> на *C. gigas*. В состав сообщества входят молодь мидий, гидроиды, разноногие раки и брюхоногие моллюски.

Обрастание причальных сооружений зал. Находка Японского моря изучено Кашиным с соавторами (2003). Здесь зарегистрировано 168 видов и таксонов более высокого ранга водорослей и животных. Число видов обрастателей по группам распределено следующим образом: Phaeophyta, Chlorophyta и Rhodophyta – по 8 видов, Polychaeta – 47, Amphipoda – 28, Bryozoa – 17, Bivalvia – 13, Gastropoda – 8, Hydrozoa – 7, Echinodermata – 5, Ctenophora, Decapoda и Ascidia по 3, Isopoda – 2, Sipuncula – 1. Основу видового богатства составляют животные. На всех объектах, так же, как и в западной части зал. Петра Великого, по числу видов преобладают многощетинковые черви. Доминирующими видами в обрастании причальных сооружений рассматриваемого района являются зеленые водоросли *E. linza* и *U. fenestrata*, бурые – *L. japonica* и *C. costata*, гидроид *O. longissima*, полихета *P. ocellata*, усконогие раки *B. crenatus* и *S. cariosus*, двустворчатый моллюск *M. trossulus* и асцидия *H. aurantium*.

В вертикальном распределении сообществ обрастания зал. Находка, так же, как и в западной части зал. Петра Великого (Кашин и др., 2000), прослеживается два горизонта.

Верхний занимает приливно-отливную зону и опускается до глубины 0,7–0,9 м. В этом горизонте отмечены сообщества обрастания, сформировавшиеся в весенне-летний период текущего года. Здесь встречаются сообщества *Ulva fenestrata*, *Enteromorpha linza* и *Semibalanus cariosus*, приуроченные к осушной зоне. На глубине 0–0,8 м обрастание рассматриваемых объектов представлено группировками *Mytilus trossulus* + *Obelia longissima*, *Ulva fenestrata* + *Mytilus trossulus* и *Laminaria japonica*.

Нижний горизонт занимает сублиторальную зону причальных сооружений с глубины 0,7–0,9 м до их основания. Для него характерно многолетнее обрастание. В нижнем горизонте причальных сооружений отмечены следующие сообщества: *Laminaria japonica*, *Balanus crenatus*, *Mytilus trossulus* и *Halocynthia aurantium* + *Pseudopotamilla ocellata*. На рис. 39 приведена структура сообществ обрастания набережной канала б. Козьмина, в котором доминируют ламинарии. Оно не было зарегистрировано нами в обрастании пирсов Амурского залива.

В работе Кашина (Kashin, 1999) приведены краткие характеристики основных сообществ обрастания ГТС в портах побережья южного Приморья и юго-западного побережья Сахалина. К сожалению, автор не дает описания структуры этих сообществ. В основном им встречены уже известные нам сообщества обрастания ГТС из зал. Петра Великого. Наибольший интерес представляет сообщество *Pseudopotamilla ocellata*, отмеченное автором для сахалинских портов Холмск и Невельск и отсутствующее в более южных широтах. Подробная информация о натурализации этого вида полихет в зал. Петра Великого приведена в гл. 7. Кроме того, ранее не было зарегистрировано сообщество двустворчатых моллюсков *Pododesmus macrochizma*, встреченное автором на пирсах бухт Ольга и Преображение. Этот вид может заменять собой обычную в обрастании дальневосточных морей тихоокеанскую мидию, представляя серьезную опасность при эксплуатации нефтедобывающих платформ в Охотском море (см. ниже).

#### **4.1.2. Обрастание пирсов и затонувших судов в Тауйской губе Охотского моря**



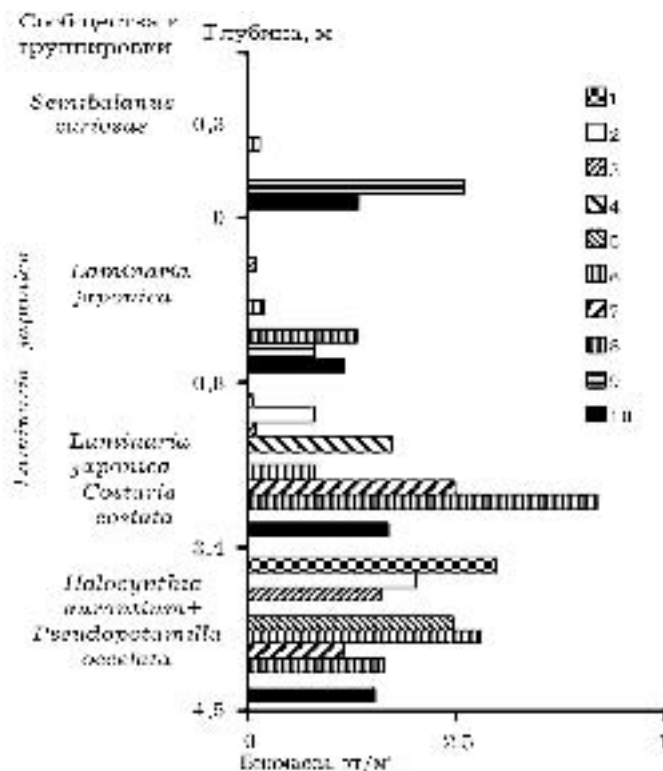


Рис. 39. Структура сообществ обрастания набережной канала б. Козьмина. 1 – *Halocynthia aurantium*, 2 – *Syela clava*, 3 – *Grenomytilus grayanus*, 4 – *Strongylocentrotus intermedius*, 5 – *Arca boucardi*, 6 – *Pseudopotamilla ocellata*, 7 – *Costaria costata*, 8 – *Laminaria japonica*, 9 – *Semibalanus cariosus*, 10 – прочие (по: Кашин и др., 2003)

К настоящему времени информации об обрастании ГТС в Охотском море очень немного, хотя она могла бы послужить основанием для прогноза обрастания опор нефтедобывающих платформ на сахалинском шельфе. Исследование качественного состава, количественных показателей и локальных особенностей обрастания стационарных объектов в Тауйской губе проведено С.Р. Михайловым и И.А. Кашиным (1981). Осмотрено три заполненных изнутри валунами деревянных пирса и три затонувших у берега судна во время сизигийных отливов. В составе обрастания этих объектов зарегистрировано 17 видов водорослей и 27 видов животных (табл. 46). Доминирующими видами сообществ оказались зеленые *E. prolifera* и бурые водоросли *Fucus evanescens*, из животных – баланусы *Stmibalanus balanoides* и брюхоногие моллюски *Littorina kurila*. Основу общей биомассы обрастания составляет эврибионтный вид *S. balanoides*, обычный для литорали Охотского моря.

Состав и распределение сообществ («поясообразующих группировок» – термин по: Михайлов, Кашин, 1981) обрастания этих объектов оказался сходным. На глубине 3,7–4 м над 0 глубин отмечено сообщество *Littorina kurila*. В сапробных водах б. Нагаева сообщество литторин смещается вниз, в этом горизонте его замещает сообщество зеленых водорослей *E. prolifera*. На глубине 2–3,7 м над 0 глубин встречены различные варианты сообщества *Semibalanus balanoides* + *Fucus evanescens*, у основания пирсов преобладают баланусы и появляются мидии. Обрастание затонувших судов представляет собой обедненный вариант обрастания пирсов. Борты несут сообщества

водорослей, скулы и днище – баланусов. Наибольшее видовое богатство отмечено во внутренней части затопленного судна в б. Рассвет (о-в Завьялова). Здесь образовались «литоральные ванны» из металла, дно которых покрыто песком. Биомасса встреченного здесь сообщества *Rhodomela larix* невелика, однако среди водорослей обитает множество подвижных форм – ракообразные, морские ежи и звезды. В наносах песка обнаружены зарывающиеся моллюски *Mya pseudoarenaria* и *Liocyma fluctuosa*, обычно не встречающиеся в обрастании. Таким образом, осмотренные объекты по своим характеристикам максимально приближены к естественным субстратам: деревянные пирсы заполнены валунами, и фауна их обрастания, очевидно, формируется за счет эпифауны этих валунов. Затонувшие суда большей частью поверхности своих корпусов контактируют с грунтом, что способствует миграции подвижных форм бентоса. По составу и распределению сообществ обрастания пирсов отмечено сходство с обрастанием деревянных свай пирса и литорали о-ва Парамушир (Кусакин и др., 1974).

Поскольку обрастание осмотренных объектов представляет собой аналог литорали (материал собран во время сизигийного отлива в период полной осушки объектов), то его возраст исчисляется всего несколькими месяцами и оно представляет собой вторую стадию сукцессии – сообщества водорослей или усоногих раков. Известно, что зимой бентос литорали (а вместе с ним и «литорального» обрастания) в Тауйской губе практически полностью истирается льдом.

На состав и распределение обрастания причальных сооружений оказывают механическое воздействие швартуемые суда, уничтожая его трением кранцев и бортов. Угнетающе действуют на обрастателей мощные токи воды от работы винтов, несущие массу песчинок. Большое значение имеет и степень загрязненности портовых вод. Так, в относительно чистых водах б. Рассвет (прозрачность 4–5 м по диску Секки) в обрастании отмечено 14 видов водорослей и 27 – животных, а в сапробных водах б. Нагаева (прозрачность 0,5 м) соответственно 12 и 7.

Существенно влияют на состав и количественные показатели обрастания структура и конфигурация эдафона-субстрата. Для причальных сооружений характерно преобладание ровных вертикальных поверхностей, что обуславливает достаточно равномерное распределение сообществ обрастания. Исключение представляет каменная наброска внутри деревянного каркаса пирса, население которой максимально приближено к литоральному, и его не следует относить к обрастанию. На загонувших судах в результате разрушения надстроек образуется множество аналогов литоральных ванн, их население сходно с литоральными сообществами и группировками. Таким образом, на осмотренных объектах зарегистрированы типы субстратов, имеющие переходный статус между антропоалью и эдафоном бентоса, а населяющие их сообщества гидробионтов являются промежуточными между обрастанием и бентосом.

### **4.1.3. Обрастание причальных сооружений в Авачинском заливе**

Многолетнее (от 4 до 22 лет) обрастание антропогенных субстратов в Авачинской губе на глубинах 0–20 м исследовано Ошурковым (1986, 1987, 1994, 2000; Oshurkov, 1992). Обследование этим автором портовых причальных сооружений показало, что их обрастание представлено сообществом *Mytilus trossulus* (табл. 47), распределенным по всей поверхности ГТС до глубины 8–10 м. Биомасса мидий при этом в среднем составляла 4686 г/м<sup>2</sup>. Субдоминантами в сообществе мидий являются гидроиды *O. longissima*, баланусы *B. crenatus* и мшанки *Alcyonidium mytili*, последние доминируют на глубинах более 20 м.

По мнению В.В. Ошуркова, сообщество мидий, периодически возобновляясь, скорее всего может существовать неопределенно длительное время. Для зоны переменного погружения (литорали) причалов характерны сообщества усонюгих раков *Chthamalus dalli* и *Balanus crenatus*, сообщество баланусов частично опускается в сублитораль. Именно *B. crenatus* доминирует в многолетнем обрастании в нижнем горизонте литорали, в сублиторали его заменяют мидии *M. trossulus*. Биомасса баланусов с глубиной возрастает, но они становятся характерным видом сообщества, поселяясь в основном эпибионтно на мидиях и в меньшей мере на свободных участках субстрата. Видовое разнообразие и видовое богатство возрастают по мере увеличения глубины (рис. 40). Распространение мидий на границе с грунтом ограничено прессом хищных морских звезд *Asterias rathbuni*. На глубине более 8 м в обрастании причальных сооружений Авачинской губы доминируют актинии *Metridium senile*, губки и асцидии.

#### 4.1.4. Сообщества обрастания гидротехнических сооружений Вьетнама

Обрастание бетонных опор пирса у нефтебазы о-ва Тям представлено сообществом двусторчатых моллюсков, в составе первого выделено соответственно 2 группировки (Звягинцев и др., 1990, 1993) Всего на опорах пирса зарегистрировано 49 видов, из них 3 – водоросли (табл. 48).

Группировка *Saccostrea mordax*, включающая 13 видов, отмечена на урзе воды. При достаточно высокой общей биомассе (более 27 кг/м<sup>2</sup>) основная часть видов присутствует лишь в качественных пробах, 99,7 % от общей биомассы составляют устрицы *S. mordax*, образующие сплошное покрытие. Характерный вид – обычный на литорали усонюгий рак *Ibla cumingi* (до 2000 экз./м<sup>2</sup>). На глубине 0–1 м развивается сходная группировка *Saccostrea mordax* + *Orphiuroidea*, отличающаяся от предыдущей большим числом фонообразующих видов при существенно меньшем значении биомассы. Ядро группировки образуют доминирующий вид *S. mordax*, офиуры и альционарии (табл. 48). На этой глубине в небольшом количестве появляются губки, двусторчатые и брюхоногие моллюски, десятиногие раки (Звягинцев, Кашица, 1991).

Ниже глубины 1 м сообщество устриц сменяется сообществом другого двусторчатого моллюска – *Chama dunkeri*, которое со сходными количественными показателями прослеживается до самого дна (рис. 41). Доминирующий вид при

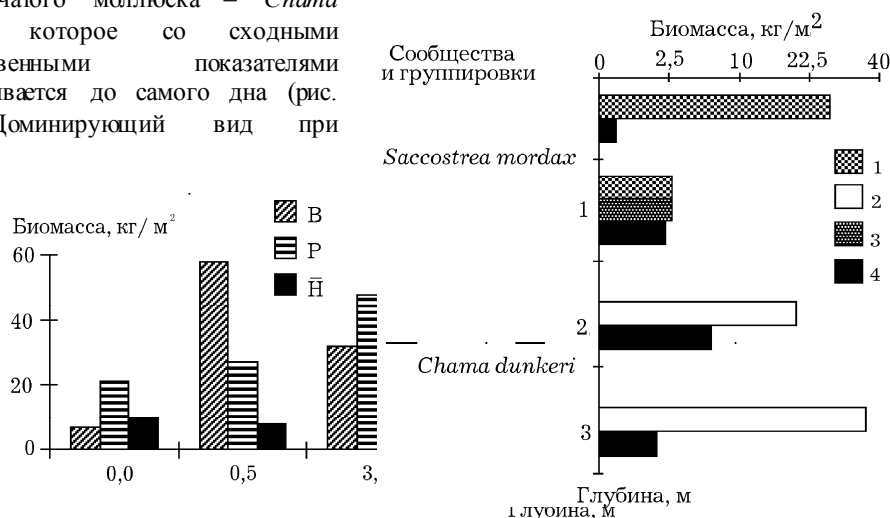


Рис. 40. Изменение биомассы (В), количества видов (Р) и видового богатства (Н) сообществ многолетнего обрастания причальной стенки (м. Сигачинский вид, Ошурков, 1986)

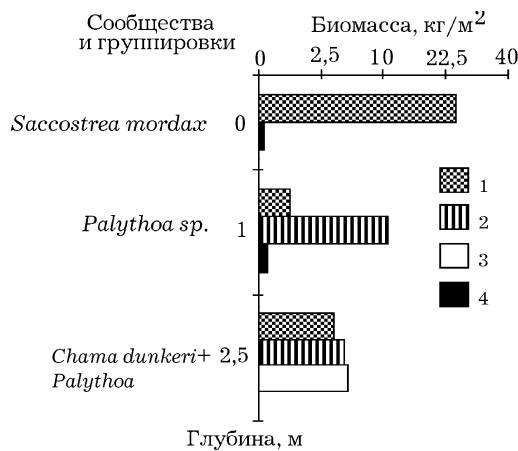


Рис. 42. Структура сообществ и группировок обрастания пирса на п-ове Тьенша. 1 – *Saccostrea mordax*, 2 – *Palythoa* sp., 3 – *Chama dunkeri*, 4 – прочие

плотности поселения 400 экз./м<sup>2</sup> составляет 89% от общей биомассы; к характерным видам отнесены склерактинии (1880 г/м<sup>2</sup>, 6% – здесь и далее в процентах обозначена их доля от суммарной биомассы сообщества либо группировки). Возрастает биомасса губок, появляются поселения колониальных асцидий. Число видов увеличивается до 33 в основном за счет подвижных форм, а также водорослей.

В составе обрастания сильно корродированного пирса из стального шпунта, простоявшего не менее 15 лет у п-ова Тьенша, отмечено вдвое меньшее число видов. Водоросли отсутствуют. На соответствующих глубинах доминируют те же виды двустворчатых моллюсков, что и на

пирсе о-ва Тям. Отличительная особенность обрастания этого пирса – массовое развитие зоантарий *Palythoa* sp. от глубины 1 м до дна. Зоантарии образуют стопроцентное покрытие, обволакивая створки моллюсков. В обрастании опор пирса выделено 2 сообщества, в составе сообщества зоантарий – 2 группировки (табл. 49).

Монодоминантное сообщество *Saccostrea mordax*, представленное всего 6 видами, развивается на 0 глубин. Общую биомассу (более 25 кг/м<sup>2</sup>) почти на 100% составляет доминирующий вид. Группировка собственно зоантарий *Palythoa* sp. отмечена на глубине от 0 до 0,8 м, включает в себя 9 видов. Зоантарии дают 94% общей биомассы, превышающей 11 кг/м<sup>2</sup>. Подвижные формы, представленные десятиногими раками, встречены лишь в качественных пробах. Характерный вид – устрица *S. mordax*. Ниже 0,8 м и до дна следует группировка *Chama dunkeri* + *Palythoa* sp. Отличается от предыдущей появлением двустворчатых моллюсков *C. dunkeri* (200 экз./м<sup>2</sup>, 37,7%). Число видов возрастает до 18, в основном это подвижные формы и двустворчатые моллюски. Общая биомасса сообщества зоантарий по сравнению с сообществом устриц снижается вдвое (рис. 42).

Обрастание причальной стенки из стального шпунта в п. Камрань представлено 17 видами животных. Выделено 2 сообщества двустворчатых моллюсков (табл. 50, рис. 43).

Сообщество *Saccostrea mordax* на нулевом уровне состоит всего из 2 видов: доминирующего *S. mordax* (300 экз./м<sup>2</sup>, 61%) и характерного *B. reticulatus* (700 экз./м<sup>2</sup>, 39%). Общая биомасса достигает 9 кг/м<sup>2</sup>.

Сообщество *Septifer bilocularis* характерно для достаточно большого диапазона глубин 0–7 м, состоит из 15 видов животных. Общая биомасса вдвое меньше, чем у сообщества устриц при той же средней плотности поселения животных (табл. 50). Распределение биомассы доминирующего вида (95,6%) по глубине сравнительно равномерно, колеблется в пределах 500–1400 г/м<sup>2</sup>. Наибольшее ее значение зарегистрировано на глубинах 1,5 и 7 м. Максимальное видовое богатство отмечено на глубине 7 м. Поселения корковых мшанок и сложных асцидий обнаружены лишь на двухметровой глубине.

В обрастании крупных стальных опор моста через лагуну Тхюичьеу, расположенного недалеко от п. Камрань, встречен 21 вид животных. Выделено 3 четко различающихся сообщества (табл. 51).

Сообщество *Saccostrea mordax* на нулевом уровне включает в себя 9 видов при общей биомассе более 20 кг/м<sup>2</sup>. Его ядро образуют доминирующий вид *S. mordax* (78%) и баланус *B. reticulatus* (14%) при плотности поселения до 2000 и 5000 экз./м<sup>2</sup> соответственно.

Второстепенные виды – двустворчатые моллюски *Arca lima* и *Nanosesarma minutum* (по 300 экз./м<sup>2</sup>).

Сообщество *Balanus reticulatus* на глубине 0–1 м состоит из 8 видов, общая биомасса по сравнению с предыдущим снижается почти вдвое. Плотность поселения доминирующего вида превышает 10 000 экз./м<sup>2</sup> (68%). Реже встречаются двустворчатые моллюски *S. mordax* (24,8%), *A. lima* (7,3%), *Pinctada radiata* (5,8%). Находки остальных видов эпизодичны.

На большей части поверхности опор от 1 до 6 м развивается сообщество *Megabalanus tintinnabulum*, включающее в себя 14 видов. Общая биомасса, в среднем равная 41 434 г/м<sup>2</sup>, достигает максимального значения 77 165 г/м<sup>2</sup> на 4-метровой глубине. Распределение ее по вертикали довольно равномерно при резком понижении до 3700 г/м<sup>2</sup> на 6-метровой глубине у дна. Доминирующий вид *M. tintinnabulum* составляет основу общей биомассы (98%). Второстепенный вид – *B. reticulatus*, встреченный на всех глубинах при максимальном значении биомассы 16 000 г/м<sup>2</sup> (23%) на 6-метровой глубине. Большая часть остальных видов (губки, гидроиды, многощетинковые черви, двустворчатые моллюски) встречены лишь в качественных пробах.

В обрастании бетонных опор пирса п. Вунгтау зарегистрировано 23 вида животных, в основном это двустворчатые и брюхоногие моллюски. Выделено 2 сообщества (табл. 52, рис. 44).

Сообщество *Saccostrea mordax*, расположенное на глубине 0–1,5 м, состоит из 8 видов. Его биомасса, превышающая 41 000 г/м<sup>2</sup>, почти полностью (99,3%) складывается за счет доминирующего вида. Из второстепенных форм наиболее показательны усоние раки *B. reticulatus* и *Tetradita squamosa*, а также брюхоногие моллюски *Littorina* sp. и *Siphonaria* sp.

На основной части поверхности опор пирса с 1,5 до 5-метровой глубины выделено сообщество *Spongia* (рис. 44). Оно включает в себя 20 видов, преимущественно это гидроиды и моллюски. Наибольшее видовое богатство (11 видов) зарегистрировано на

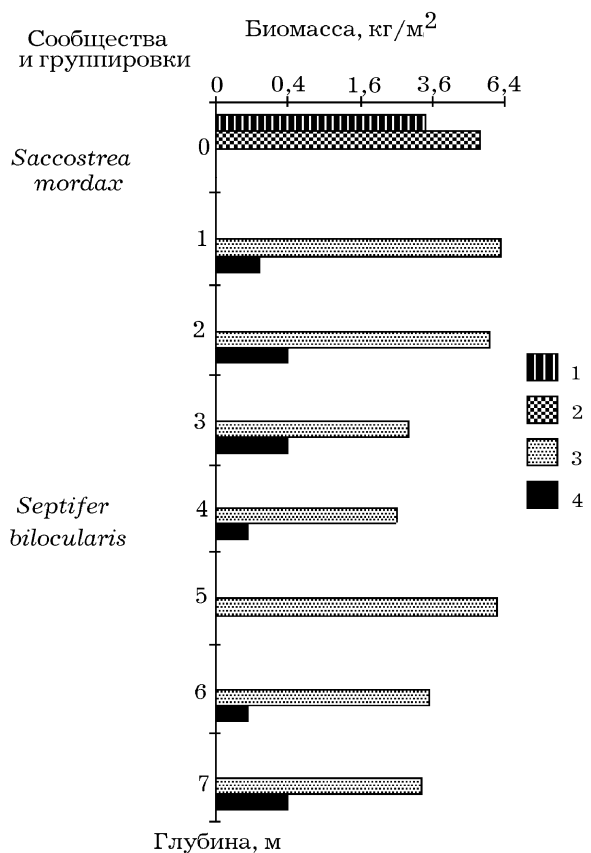


Рис. 43. Структура сообществ и группировок обрастания причальной стенки п. Камрань. 1 – *Balanus reticulatus*, 2 – *Saccostrea mordax*, 3 – *Septifer bilocularis*, 4 – прочие

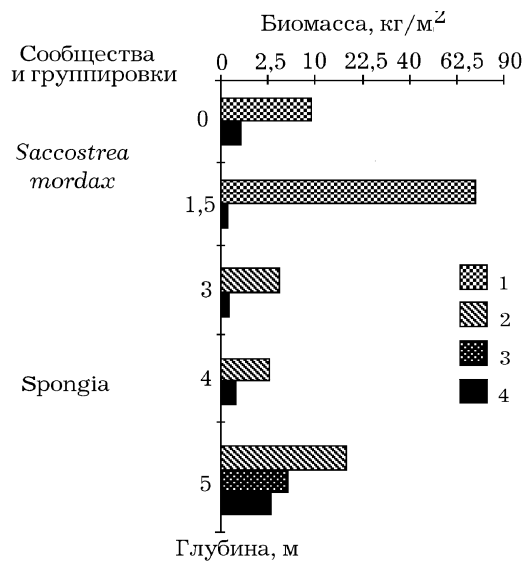


Рис. 44. Структура сообществ и группировок обрастания причальной стенки п. Вунгтау. 1 – *Saccostrea mordax*, 2 – *Spongia*, 3 – *Bryozoa*, 4 – прочие

обрастания достигает максимального значения  $8000 \text{ г/м}^2$  на 2-метровой глубине с постепенным ее понижением на нижней части опоры. Выделено 6 сообществ двустворчатых моллюсков, в основном устриц (табл. 53).

Сообщество *Chthamalus malayensis* характерно для зоны заплеска, частично для уреза воды (рис. 45). В нем присутствует всего 2 вида: *C. malayensis* (до  $20\,000 \text{ экз./м}^2$ , 97%) и устрица *S. mordax*. При высокой плотности поселения биомасса доминирующего вида невелика – до  $500 \text{ г/м}^2$ .

Обычное для уровня 0–1 м сообщество *Saccostrea mordax* состоит из 5 видов. Доминирующий вид при плотности поселения  $2300 \text{ экз./м}^2$  практически полностью образует биомассу сообщества (99,5%). Второстепенные – *B. reticulatus* ( $400 \text{ экз./м}^2$ , 0,3%) и *C. malayensis* ( $300 \text{ экз./м}^2$ , 0,1%).

Сообщество *Pinctada radiata* + *Balanus reticulatus* на 3-метровой глубине включает в себя 12 видов, в основном это двустворчатые моллюски. Доминирующий *P. radiata* (40%) образует агрегированные поселения по 3–5 особей. Характерный вид *B. reticulatus* (31,8%) создает массовые скопления на не занятой моллюсками поверхности бетона (до  $2500 \text{ экз./м}^2$ ). Биомасса *S. mordax* снижается до  $560 \text{ г/м}^2$  (17,8%) при плотности поселения до  $1250 \text{ экз./м}^2$ . Для этого сообщества характерно массовое развитие подвижных полихет – до  $1500 \text{ экз./м}^2$ . В качественных пробах встречены бурые и красные водоросли.

Для глубины 4–6 м выделено 3 сходных по структуре, но различающихся по доминирующим видам сообщества двустворчатых моллюсков родов *Ostrea* и *Chama*. Исключение составляет глубина 5 м, где по биомассе преобладают гидроиды, устрицы отнесены к характерным видам. Для этой глубины отмечено наибольшее видовое богатство – 17 видов, из которых 4 – водоросли. Наиболее разнообразно представлены брюхоногие моллюски при максимальной плотности поселения  $1500 \text{ экз./м}^2$ . По мере приближения к грунту число видов и плотность поселения организмов снижаются, исчезают брюхоногие моллюски.

глубине 5 м. Максимальная биомасса губок  $18\,000 \text{ г/м}^2$  (69,6%) отмечена на придонной части опор. Для этой глубины характерно массовое развитие кустистых мшанок *Bugula* sp. (19,4%) и гидроидов *Bouganvillia* sp. (11%). На всем диапазоне глубин встречен баланус *B. reticulatus* (до  $4400 \text{ экз./м}^2$ ) при невысоком значении биомассы (1–2%). Остальные виды количественно не учтены.

В составе обрастания бетонной поверхности пирса п. Нячанг отмечено 32 вида. В отличие от предыдущих объектов, здесь найдено 7 видов водорослей – представителей всех 3 отделов. Наибольшее число видов (4) имеют красные водоросли; значения биомассы водорослей невысоки. В фауне преобладают в основном брюхоногие и двустворчатые моллюски. Общая биомасса

Для деревянных свай пирса о-ва Кондао выделено олигомикстное сообщество *Ostrea* sp., включающее в себя всего 9 видов (табл. 54). На нулевом уровне встречено 5 видов, из них 1 – зеленые водоросли *Enteromorpha clathrata*. Общая биомасса практически полностью складывается доминирующим видом (750 г/м<sup>2</sup> при плотности поселения более 1000 экз./м<sup>2</sup>). На глубине 1–2 м биомасса устриц возрастает до 16 000 г/м<sup>2</sup> при сходной плотности поселения за счет увеличения размеров особей. Для этой глубины характерно массовое развитие брюхоногих моллюсков *Siphonaria* sp. (до 1100 экз./м<sup>2</sup>).

В обрастании круглых стальных опор пирса о-ва Тхотю, подверженных порошковой коррозии, зарегистрировано 30 видов (табл. 55). Водоросли, в основном представители отдела Rhodophyta, составляют почти третью часть от общего числа видов. Наибольшая биомасса отмечена для зеленых водорослей *Enteromorpha clathrata* на урезе воды. Видовое богатство животных распределено по группам относительно равномерно, по 1–3 вида в каждой из групп. Исключение составляют усонogie раки – 4 вида. Выделено два сообщества двустворчатых моллюсков.

Сообщество *Pinctada radiata* отмечено на глубине 0–1 м. Состоит из 9 видов, из которых 3 – водоросли. Доминирующий вид – *P. radiata* (73%, до 600 экз./м<sup>2</sup>), характерный вид – брюхоногий моллюск *Cellana eucomia* (21,5%) при общей биомассе 2460 г/м<sup>2</sup>. Изредка встречаются хтамалусы *C. malayensis*, многощетинковые черви и равноногие раки.

Сообщество *Ostrea* sp. развивается на большей части поверхности опор на глубине 1–4 м. Здесь отмечены почти все имеющиеся в обрастании водоросли, за исключением энтероморфы. Видовое богатство с увеличением глубины возрастает до 15 видов. Доминирующий вид *Ostrea* sp. по всем глубинам дает стабильные количественные показатели: около 3000 г/м<sup>2</sup> (79%) при плотности поселения 220–400 экз./м<sup>2</sup>. На большей части опор отмечены поселения мегабаланусов *M. tintinnabulum* (14,2%, до 200 экз./м<sup>2</sup>). Второстепенные формы – ряд видов двустворчатых и брюхоногих моллюсков, гидроидов и десятиногих раков. Из крупных подвижных форм встречено несколько экземпляров морских ежей *Diadema setosum*.

Обрастание бегонных опор пирса о-ва Фукуок включает в себя 21 вид, из них 1 – водоросли. Наибольшее видовое богатство фауны представляют брюхоногие моллюски

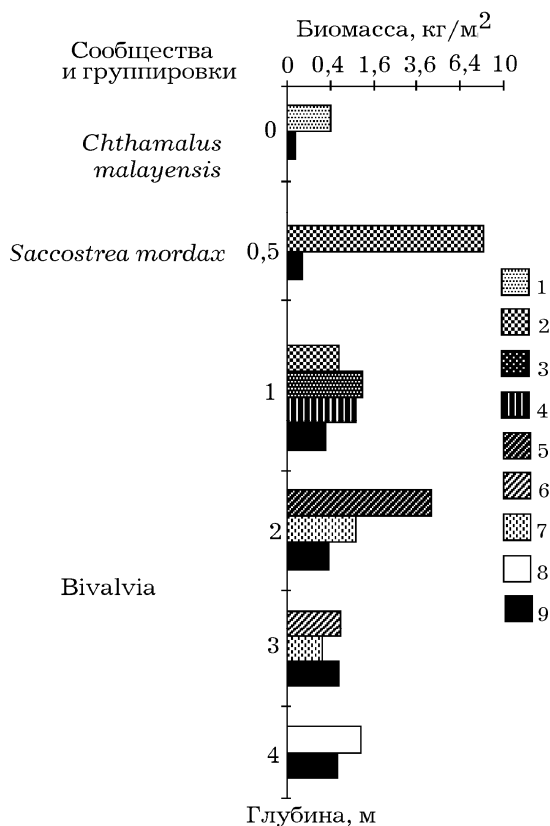


Рис. 45. Структура сообществ и группировок обрастания причальной стенки п. Вунгтау. 1 – *Chthamalus malayensis*, 2 – *Saccostrea mordax*, 3 – *Pinctada radiata*, 4 – *Balanus reticulatus*, 5 – *Ostrea echinata*, 6 – Hydroidea, 7 – *Chama imbricata*, 8 – *C. dunkeri*, 9 – прочие

(5 видов), двустворок всего два вида. Общая биомасса обрастания возрастает с глубиной. Выделено 2 сообщества и 2 группировки в их составе (табл. 56).

Для глубины 0–1 м характерно обычное для литорали сообщество усонюгих раков *Tetraclita squamosa*. Состоит из 11 видов, основу общей биомассы (89,6%) дает доминирующий вид при плотности поселения до 2600 экз./м<sup>2</sup>. Характерный вид – хтамалус *C. challengerii* (4,5%), подвижных форм очень немного. Сообщество *Chama dunkeri* прослеживается до 4-метровой глубины (рис. 46). В его составе выделено 2 группировки, отличающиеся субдоминантными видами. Для уровня 1–3 м это группировка *Chama dunkeri* + *Spongia*. Ее ядро составляют доминирующий вид *C. dunkeri* (64,7%) и характерный вид *Spongia* gen. sp. (34,2%), почти все остальные виды встречены в качественных пробах. В придонной части опор губки сменяются колониальными асцидиями при сохранении процентного соотношения биомасс с доминирующим видом, образуя группировку *Chama dunkeri* + *Sinascidia*. Из подвижных форм здесь найдены офиуры *Ophiactus* sp.

На рейде п. Нячанг обследовано затопленное судно, пролежавшее не менее 20 лет на глубине около 18 м. По причине столь длительного нахождения этого объекта в воде мы условно отнесли его к ГТС. Выполнен вертикальный разрез по мачте, выступающей над поверхностью воды, надстройке и корпусу судна. Обрастание наиболее богато в видовом отношении и отличается максимальными количественными показателями. Всего в нем зарегистрировано 49 видов, из которых лишь 1– водоросли (табл. 57). Наиболее разнообразно представлены двустворчатые моллюски, за ними следуют десятиногие раки и иглокожие. Впервые в обрастании ГТС встречены альционарии и такие крупные брюхоногие моллюски, как *Cypraea arabica* и *Murex adustus*.

Сообщество *Saccostrea mordax* на уровне 0–0,5 м состоит из 7 видов. В основном

это прикрепленные формы: усонюгие раки и двустворчатые моллюски. Доминирующий вид *S. mordax* (82%) образует 100%-ное покрытие мачты при плотности поселения до 26 000 экз./м<sup>2</sup>. К характерным видам отнесен усонюгий рак *T. squamosa* (17,2%, 3100 экз./м<sup>2</sup>). Второстепенные формы – 2 вида мидий рода *Perna*, а также двустворчатые моллюски *Septifer bilocularis*, при высокой плотности поселения не дающие значительных биомасс (рис. 47).

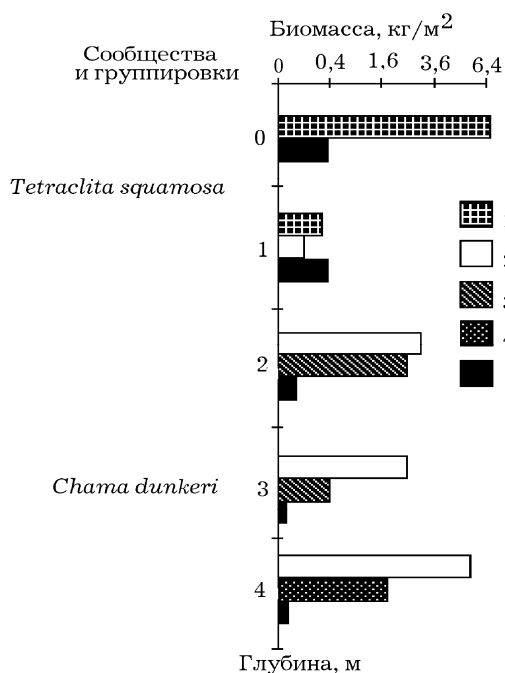


Рис. 46. Структура сообществ и группировок обрастания причальной стенки о-ва Фукуок. 1 – *Tetraclita squamosa*, 2 – *Chama dunkeri*, 3 – *Spongia*, 4 – *Ascidacea*, 5 – прочие



Сообщество *Balanus reticulatus* отмечено на глубине 0,5–1 м, состоит из 11 видов животных. Доминирующий вид *B. reticulatus* (66%) образует сплошные поселения – до 7500 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса характерного вида *C. dunkeri* (30%) достигает 8000 г/м<sup>2</sup> при плотности поселения 50 экз./м<sup>2</sup>. В значительно меньших количествах, чем на нуле глубин, встречается *S. mordax* (2%). Из прикрепленных форм наиболее значительны губки и гидроиды. Подвижные формы представлены десятиногими раками.

Начиная с глубины 2 м до надстроек корпуса и на самом корпусе выделены 3 сходных по структуре сообщества с чередующимися доминирующими и характерными видами. Это устрицы родов *Chama*, *Ostrea* и *Lopha*, а также альционарии (табл. 57). Число видов в этих сообществах колеблется от 12 до 32, значение биомассы с увеличением глубины растет, стабилизируясь на поверхности надстроек и корпуса. На глубине 2,7–5 м альционарии выступают в роли доминирующего вида. На всех глубинах встречаются губки и гидроиды, биомасса которых исчисляется сотнями граммов на квадратный метр. В обрастании надстройки и корпуса судна встречены поселения склерактиний *Acropora robusta* и *Dendrophyllia sphaerica*. Биомасса горгонарий *M. ochracea* достигает 6000 г/м<sup>2</sup>. Наибольшее видовое богатство десятиногих раков отмечено на глубине 15 м в местах стыка корпуса и надстройки при незначительной биомассе. Из крупных подвижных форм встречено 5 видов офиур, обитающих в основном на корпусе судна.

Подводя итог исследованию обрастания причальных сооружений в boreальных и тропических водах северо-западной части Тихого океана, можно сделать следующие выводы. Качественный состав обрастания по объектам колеблется в достаточно больших пределах. Так, только в зал. Петра Великого – от 102 видов на пирсе п. Зарубино до 22 видов на пирсе ст. Чайка (всего зарегистрировано 19 видов водорослей и 167 видов животных). Основу видового богатства обрастания составляют животные, на всех объектах по числу видов доминируют многощетинковые черви (Кашин и др., 2000). В этом состоит основное отличие качественного состава обрастания boreальных вод от тропиков, где основу видового богатства дают двустворчатые и брюхоногие моллюски (Звягинцев и др., 1993; Звягинцев, Ивиц 1993). Остальные группы на ГТС Амурского залива содержат на порядок меньшее число видов.

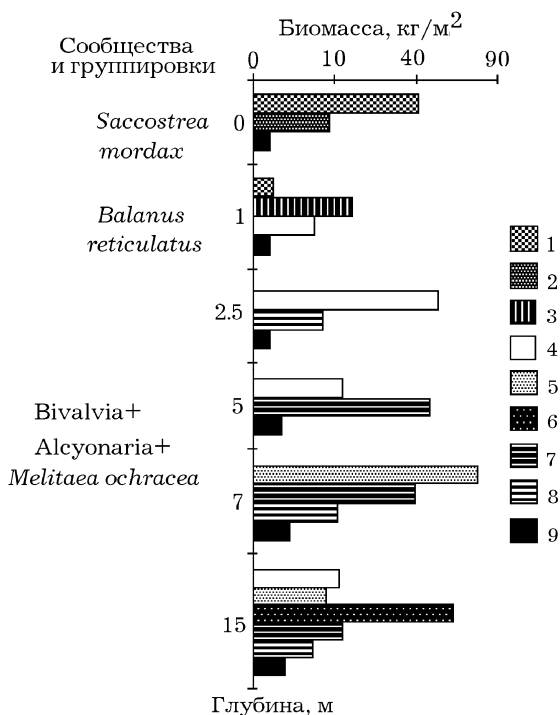


Рис. 47. Структура сообществ и группировок обрастания затонувшего судна в п. Нячанг. 1 – *Saccostrea mordax*, 2 – *Tetraclita squamosa*, 3 – *Balanus reticulatus*, 4 – *Chama dunkeri*, 5 – *C. imbricata*, 6 – *Ostrea* sp., 7 – Alcyonaria, 8 *Melitaea ochracea*, 9 – прочие

Прослеживается четкая зависимость видового богатства от глубины расположения обросшей поверхности. Так, наименьшее число (24 и 22 вида) отмечено на «мелководных» пирсах нефтебазы и ст. Чайка. Усоногие раки и двустворчатые моллюски, которых принято считать основными обрастателями, представлены 3–6 видами на каждом объекте, однако для них, как правило, характерна высокая плотность поселения. Соотношение числа видов в группах на каждом из объектов в основном аналогично. Из крупных подвижных форм обычны представители иглокожих: морские звезды *A. amurensis*, *P. pectinifera*, трепанг *A. japonicus*, морские ежи *Strongylocentrotus nudus*, *S. intermedius*.

Кластерный анализ качественного состава осмотренных ГТС показал достаточно низкий уровень сходства видовых списков – от 35 до 65%. В этом диапазоне в пределах 52% объединяются 3 группы объектов, большинство из которых расположено в центральной части побережья г. Владивостока (рис. 48). На 60%-ном уровне объединяются два самых южных объекта – пирсы портов Зарубино и Нерпа. Примерно так же объединяются списки видов «мелководных», расположенных ближе к кутовой части залива. На уровне 52% сходятся ГТС, находящиеся в опресненных участках бухт Алексеева и Славянка. Таким образом, прослеживается тенденция к объединению видовых списков в соответствии с глубиной и географическим расположением объекта.

Доминирующими видами в обрастании причальных сооружений рассмотренного района являются зеленые водоросли *E. linza* и *U. fenestrata*, бурые *L. cichorioides*, гидроиды *O. longissima*, полихеты *H. ezoensis*, усоногие раки *C. dalli*, *B. rostratus*, *B. crenatus*, *B. improvisus* и *S. cariosus*, двустворчатые моллюски *M. trossulus*, *C. gigas*, *C. grayanus* и *A. boucardi*.

В вертикальном распределении обрастателей четко прослеживается два горизонта. Верхний занимает зону переменного погружения (литораль) и опускается до глубины 0,8–1 м (1,3 м на пирсе ст. Седанка). В этом горизонте отмечены сообщества обрастания, сформированные организмами, осевшими в весенне-летний период текущего года.

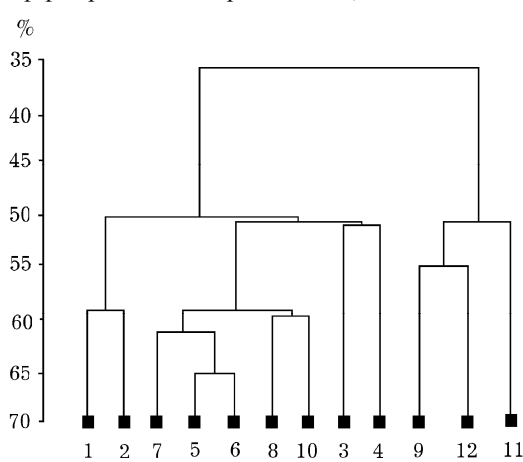


Рис. 48. Дендрограмма сходства качественного состава обрастания гидротехнических сооружений западной части зал. Петра Великого: 1 – набережная п. Зарубино, 2 – пирс рыбокомбината п. Нерпа, 3 – пирс п. Славянка, 4 – пирс б. Алексеева, 5 – пирс м. Песчаный, 6 – пирс ДСО «Водник», 7 – мол ДСО «Труд», 8 – эстакада Спортгавани, 9 – пирс владивостокской нефтебазы, 10 – пирс Владивостокского рыбокомбината, 11 – пирс ст. Чайка, 12 – пирс ст. Седанка. По шкале – уровень сходства, %

Нижний горизонт занимает sublиторальную зону причальных сооружений от глубины 0,8–1 м до их основания. Для него характерно многолетнее обрастание. Это связано с тем, что гидрологический режим верхнего горизонта значительно изменяется в течение года. Эти изменения обусловлены стонно-нагонными и приливно-отливными явлениями, вызывающими изменение уровня моря. Стонно-нагонные колебания уровня моря носят сезонный характер. Под воздействием зимнего муссона, когда постоянно дуют северные ветры, с ноября по март, происходит понижение уровня моря. Самый низкий уровень воды отмечается в феврале.

В период летнего муссона, когда преобладают южные ветры, уровень воды повышается. Средние

многолетние амплитуды колебания уровня моря составляют 0,6–0,7 м. Приливы в рассматриваемом районе неправильные полусуточные, средняя величина сизигийного прилива 0,15–0,25 м (Люцияс, ...1984).

Важным фактором, влияющим на состав и распределение обрастателей верхнего горизонта, является ледовый режим. В бухтах рассматриваемого района первые льдины образуются в середине ноября, а припай в конце ноября или в декабре. В защищенных от волнения заливах и бухтах в конце декабря формируется сплошной ледовый покров (Подорванова и др., 1989). Средняя толщина льда колеблется от 0,6 до 0,8 м. Окончательное очищение от льда происходит с конца марта до середины апреля. В связи с вышесказанным в осенне-зимний период прикрепленные организмы, обитающие в верхнем горизонте, элиминируют под воздействием многомесячного осушения и истирания льдом. Ежегодно в весенне-летний период в этом горизонте формируется сообщество обрастания, характерное для пионерной стадии биологической сукцессии.

В верхнем горизонте отмечены сообщества *Enteromorpha linza* и *Chthamalus dalli* + *Mytilus trossulus*, приуроченные к зоне переменного погружения. Сообщество *Chthamalus dalli* также характерно для литоральной зоны, но на сваях в б. Нерпа Славянского залива оно опускается до глубины 0,9–1 м. На глубине 0–1 м обрастание этого объекта представлено группировкой *Chthamalus dalli*, более 79% биомассы которой дает доминирующий вид. *C. dalli*, являющийся обычным для литорали зал. Петра Великого, в обрастании искусственных сооружений при наличии свободного субстрата поселяется в верхней сублиторали (Горин, 1975а). От нижней границы зоны переменного погружения и до глубины 0,9 м отмечены сообщества Hydrozoa и Gastropoda. Следует сказать, что сообщества *Enteromorpha linza*, Hydrozoa, *Chthamalus dalli* и Gastropoda встречены на сооружениях в бухтах Троицы, Нерпа, Славянка и Алексева, обследование которых производилось в июле. Постоянный компонент этих сообществ – молодь *M. trossulus*. На причальных сооружениях, обследованных в сентябре, *M. trossulus* является доминантным или субдоминантным видом в сообществах и группировках верхнего горизонта обрастания. Следовательно, сообщества *Enteromorpha linza*, Hydrozoa, *Chthamalus dalli* и Gastropoda представляют промежуточные стадии сукцессии обрастания этого горизонта, что подтверждается данными Горина (1975б) и Звягинцева (1984а).

Сообщество *Mytilus trossulus* обычно в обрастании рассматриваемых сооружений. Оно отмечено на 11 объектах и встречается как в верхнем горизонте обрастания, так и в нижнем, до глубины 5,6 м. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что в обрастании верхнего горизонта причальных сооружений за один теплый сезон формируется сообщество третьей фазы развития (климакс) при стойком преобладании *M. trossulus* (Зевина, 1972).

В нижнем горизонте причальных сооружений отмечены сообщества обрастания: *Ulva fenestrata*, Polychaeta, *Balanus rostratus*, *Balanus rostratus* + *Arca boucardi*, *Balanus improvisus* + *Crassostrea gigas*, *Crassostrea gigas*, *Crassostrea gigas* + *Balanus rostratus*, *Crenomytilus grayanus* и Ascidia. Биомасса этих сообществ исчисляется десятками килограммов на 1 квадратный метр при максимальном значении 109,6 кг/м<sup>2</sup> сообщества устриц (п. Зарубино). Это всего на 18 кг меньше аналогичного показателя для тропиков (Звягинцев и др., 1993). Полученные нами данные по биомассе большинства обрастателей ГТС на порядок выше известных ранее (Тарасов, 1961; Зевина, 1972; Скарлато, 1976; Горин, 1975а). Это можно объяснить усовершенствованием методики сбора количественных проб, недостаточным количеством материала, исследованного этими авторами, а также усилением эвтрофикации припортовых вод, что способствует процветанию обрастателей-фильтраторов. По данным вышеуказанных авторов, устрицы

не играют значительной роли в обрастании зал. Петра Великого. В обрастании осмотренных причальных сооружений этот вид имеет высокие количественные показатели на 7 объектах. Этот факт хорошо согласуется с данными по сукцессии сообществ обрастания судов прибрежного плавания, на которых развивается устойчивое климаксное сообщество *Crassostrea gigas* (Звягинцев, 1984а), и данными по вертикальному распределению массовых видов обрастателей якорной цепи буя в б. Вигязь (Брыков и др., 1980).

Количественные показатели ГТС Вьетнама, как и в бореальной зоне, весьма значительны. Биомасса двустворчатых моллюсков исчисляется десятками килограммов на 1 квадратный метр (максимальное значение 127 888 кг/м<sup>2</sup> зарегистрировано на затонувшем судне). Плотность поселения организмов достигает 20 000 экз./м<sup>2</sup>, например, в сообществе *Chthamalus malayensis* на пирсе п. Нячанг. Общая биомасса обрастания, как правило, увеличивается с глубиной. Основу общей биомассы слагают всего несколько видов двустворчатых моллюсков и усоногих раков, реже губки, склерактинии и мягкие кораллы. На затонувшем судне отмечен полиморфизм створок моллюсков рода *Chama*: раковины хамы, найденной внутри помещений надстройки и трюма в защищенных от волновых воздействий местах, имели необычно развитые шипы и выросты.

Как правило, обрастание осмотренных ГТС представлено монодоминантными сообществами животных. В подавляющем большинстве выделенных сообществ доминируют двустворчатые моллюски. На урзе воды до глубины 0,3–0,5 м почти на всех объектах зарегистрировано обычное для твердых грунтов верхнего горизонта литорали олигомиктное сообщество устриц *S. mordax* (Кусакин и др., 1988). Исключение составляют пирсы островов Кондао, Тхотю и Фукуок, где данный вид не обнаружен. Это характеризует специфичность островной фауны обрастания: острова расположены в разных районах Сиамского залива и Южно-Китайского моря на большом удалении друг от друга. Как правило, общая биомасса сообщества *S. mordax* примерно вдвое превышает этот показатель для нижерасположенных сообществ (группировок). В придонной части опор ГТС в сообществах обрастания чаще всего доминируют устрицы родов *Ostraea*, *Chama*, *Lopha*.

Результаты сравнения качественного состава обрастания гидротехнических сооружений показали следующее. В обрастании осмотренных ГТС обнаружено 20 видов (или таксонов высшего ранга) водорослей, в основном представителей отдела Rhodophyta и 153 вида (таксона) животных. Видовое богатство основных групп животных распределено следующим образом (в скобках указано число видов): двустворчатые моллюски (39), брюхоногие моллюски (34), десятиногие раки (33), усоногие раки (9), иглокожие (8), гидроиды (8). Остальные группы представлены малым числом видов. После завершения определений вьетнамскими специалистами список, несомненно, значительно возрастет.

Качественный состав обрастания каждого из объектов достаточно разнообразен: в среднем это 24 вида, максимальное видовое богатство зарегистрировано на пирсе о-ва Тям и затонувшем судне – по 49 видов. В основном это животные, водоросли либо отсутствуют, либо представлены 1–3 видами. Исключение составляют пирсы п. Нячанг и о-ва Тхотю, где водорослей найдено соответственно 7 и 9 видов. Как правило, значения биомассы водорослей невысоки, в основном они встречены в качественных пробах. В этом состоит различие обрастания ГТС в тропической и бореальной зоне, где на пирсах и буях они нередко входят в число доминирующих и характерных видов сообщества обрастания.

Фауна представлена в основном двустворчатыми моллюсками (14), десятиногими раками (12) и брюхоногими моллюсками (12 видов, приведено максимальное число



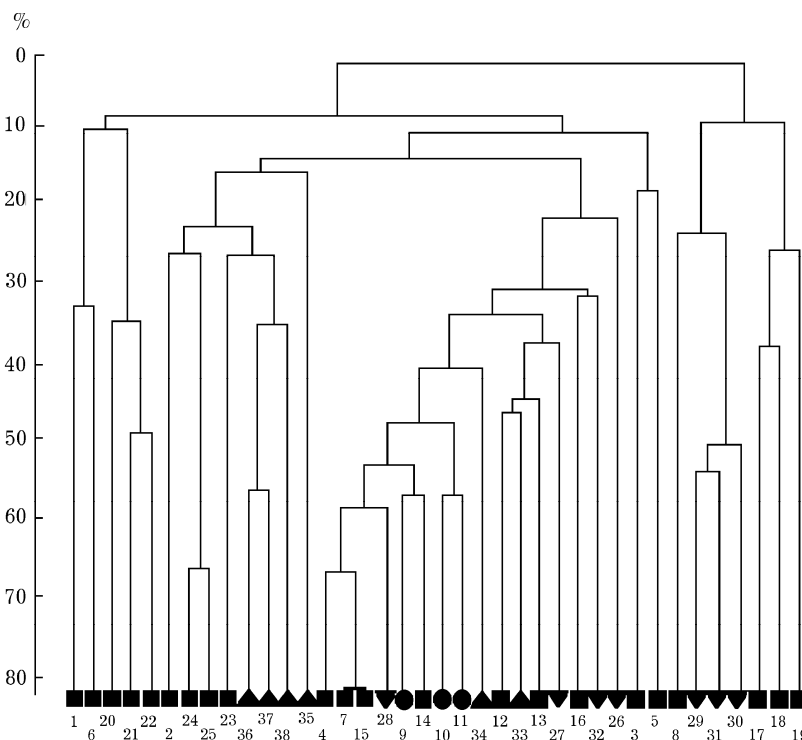


Рис. 50. Дендрограмма сходства качественного состава сообществ и группировок обрастания гидротехнических сооружений: 1 – *Saccostrea mordax*, 2 – *Saccostrea mordax* + Ophiuroidea, 3 – *Chama dunkeri* (1); 4 – *Saccostrea mordax*, 5 – *Palythoa* sp., 6 – *Chama dunkeri* + *Palythoa* sp. (2); 7 – *Saccostrea mordax*, 8 – *Septifer bilocularis* (3); 9 – *Saccostrea mordax*, 10 – *Balanus reticulatus*, 11 – *Megabalanus tintinnabulum* (4); 12 – *Saccostrea mordax*, 13 – *Spongia* (5); 14 – *Chthamalus malayensis*, 15 – *Saccostrea mordax*, 16 – *Pinctada radiata* + *Balanus reticulatus*, 17 – *Ostrea echinata* + *Chama imbricata*, 18 – *Hydroidea* + *Chama imbricata*, 19 – *Chama dunkeri* (6); 20 – *Ostrea* sp. (7); 21 – *Pinctada radiata*, 22 – *Ostrea* sp. (8); 23 – *Tetraclita squamosa*, 24 – *Chama dunkeri* + *Spongia*, 25 – *Chama dunkeri* + *Synascidia* (9); 26 – *Balanus reticulatus* + *Littorina* sp., 27 – *Balanus reticulatus* (10); 28 – *Saccostrea mordax* + *Megabalanus tintinnabulum*, 29 – *Ostrea glomerata* + *Pinctada margaritifera*, 30 – *Ostrea glomerata*, 31 – *Megabalanus tintinnabulum* (11); 32 – *Megabalanus tintinnabulum* (12); 33 – *Saccostrea mordax*, 34 – *Balanus reticulatus* + *Chama dunkeri*, 35 – *Chama dunkeri*, 36 – *Alcyonaria* + *Chama dunkeri*, 37 – *Chama imbricata* + *Alcyonaria*, 38 – *Ostrea* sp. + *Alcyonaria* + *Lopha cristagalli* (13). Условные обозначения типа объектов и их номера (указаны в скобках) те же, что на рис. 49. По шкале – уровень сходства, %

## 4.2. Гидробиотехнические установки

При культивировании морских организмов возникает ряд проблем, вызываемых биопомехами от обрастания и эпифитона. Так, массовое развитие обрастания гидробиотехнических установок увеличивает их вес, усиливает сопротивление волновым нагрузкам.

Обрастатели могут оказаться серьезными пищевыми конкурентами культивируемым организмам (Резниченко, 1983). При культивировании водорослей обычно происходит заселение их талломов различными гидробионтами – эпифитонами. Термин «эпифитон» используется в понимании Маккавеевой (1979).

Наличие эпифитона может вызвать снижение скорости фотосинтеза почти на треть (Orth, Montfans, 1984). Уменьшается скорость накопления агара грацилярией (Cancino et

al., 1987), ухудшаются товарные качества промысловых водорослей. Все это может вызывать непредвиденные экономические потери при культивировании водорослей.

#### **4.2.1. Установки для культивирования приморского гребешка в зал. Петра Великого**

Установки подвешного культивирования двустворчатых моллюсков представляют собой специфические ГТС, устанавливаемые в прибрежных акваториях верхних отделов шельфа. Как и любые объекты антропогенного происхождения, гидробиотехнические сооружения (ГБТС) являются субстратом для организмов-обрастателей, при этом оказывая существенное влияние на состав, структуру и динамику водных экосистем. Обрастание конструкций ГБТС представляет собой серьезную биопомеху процессу культивирования, что вынуждает делать частые пересадки моллюсков и очистку ГБТС. Обрастатели существенно влияют на урожайность, конкурируя с культивируемыми моллюсками за пространство, пищу и кислород. Они вызывают загрязнение акватории: продукты их метаболизма (фекалии и псевдофекалии), скапливаясь под плантациями, вызывают эвтрофикацию акватории, снижают урожайность культивируемых организмов.

Для защиты ГБТС от обрастания единственным рекомендуемым методом может быть разработка технологических приемов культивирования, так как использование токсичных противообрастающих красок губительно для культивируемых объектов. Институтом биологии моря проведено комплексное исследование обрастания промышленных и экспериментальных установок для выращивания приморского гребешка в западной части зал. Петра Великого (Масленников, 1997).

В состав обрастания гидробиотехнических установок (ГБТС) для культивирования гребешка входят те же таксономические группы животных, что и на судах и ГТС из зал. Петра Великого. На установках, экспонировавшихся 13 месяцев, сформировалось мидиевое сообщество обрастания с доминированием тихоокеанской мидии *M. trossulus*. В число субдоминантов входят *Bougainvillia ramosa* и *Obelia longissima* (Hydrozoa), *Demonax laicaspius*, *Harmothoe imbricata*, *Nereis zonata* (Polychaeta), *Balanus crenatus* (Cirripedia), *Crenomytilus grayanus*, *Hiatella arctica* (Bivalvia), *Halocynthia aurantium* (Ascidia). Видовое богатство обрастания на ГБТС в полузакрытой б. Алексеева больше, чем на установке, размещенной на открытой морской акватории зал. Посьета (Масленников, 1997).

Как в первом, так и во втором районах наблюдается обеднение видового состава обрастания с увеличением глубины. На глубине 26–28 м в обрастании садков у о-ва Таранцева отмечены *B. ramosa* и *O. longissima* из гидроидов, *Cnidopus japonica* из актиний, *N. zonata* из полихет, *H. arctica*, *Mya japonica* и *M. trossulus* из двустворчатых моллюсков и асцидия *H. aurantium*. На дендрограмме сходства видно, что списки видов разделились на два кластера и отдельную ветвь: слева (№ 1–3) ГБТС в б. Алексеева, справа (№ 4–8) – у о-ва Таранцева (рис. 51). На уровне 32% сходства к ним примыкает список видов с глубины 26–28 м у о-ва Таранцева – на этой глубине отмечено лишь 8 видов. В б. Алексеева наиболее сходны (70,9%) горизонты 5–7 и 10–12 м (№ 1,2), на уровне 64,5% с ними объединяется горизонт 14–16 м. Списки видов обрастания у о-ва Таранцева разделились в пределах 55,9% на две группы, уровень сходства каждой из которых достигает почти 71%.

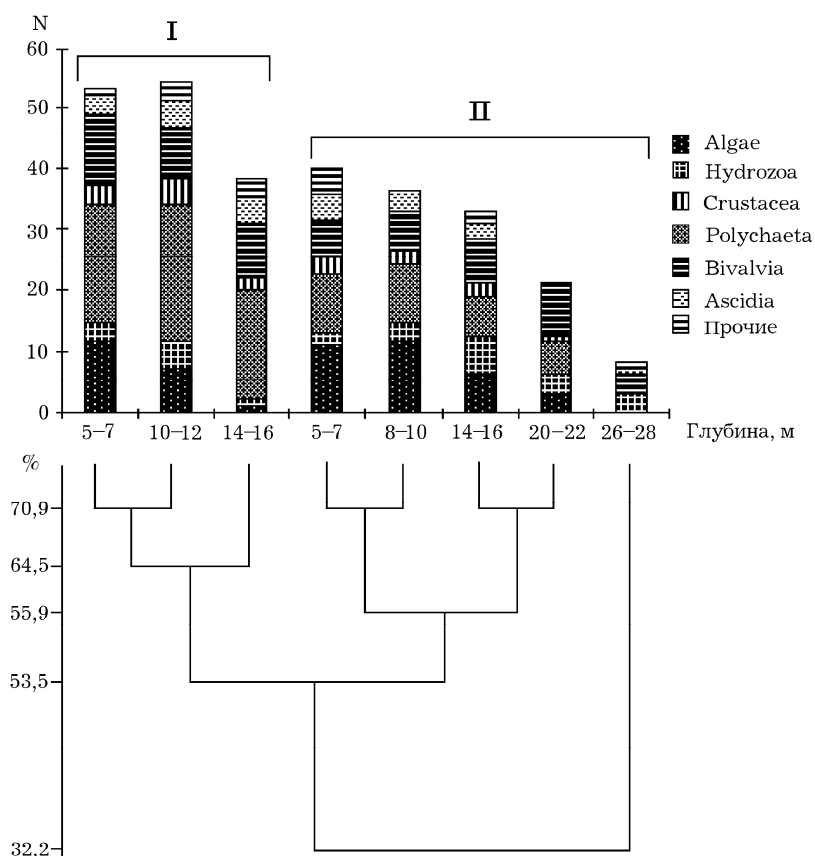


Рис. 51. Вертикальное распределение видового состава обрастания садков гидробиотехнических сооружений в б. Алексеева (I) и у о-ва Таранцева (II). По оси абсцисс – глубина, м; по оси ординат – число видов. Внизу дендрограмма сходства видового состава по глубинам, по шкале – уровень сходства, % (по данным Кашина и Масленникова, 1993)



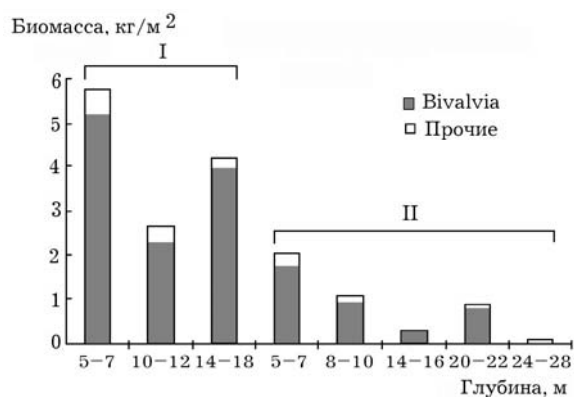


Рис. 52. Вертикальное распределение биомассы обрастания садков, экспонировавшихся 13 мес в б. Алексеева (I) и у о-ва Таранцева (II) (по: Кашиц, Маслеников, 1993)

Основу общей биомассы составляют двустворчатые моллюски, в основном *M. trossulus* (рис. 52). В количественных показателях этих сооружений прослеживается такая же тенденция: биомасса обрастания (5745 и 4185 г/м<sup>2</sup> на глубинах 5–7 и 14–16 м соответственно) в бух. Алексеева намного выше, чем у о-ва Таранцева (2160 и 300 г/м<sup>2</sup>) на тех же глубинах. Биомасса обрастания садков с увеличением глубины уменьшается в 48 раз. Мидия глубже 15 м встречается единично.

#### 4.2.2. Обрастание установок для культивирования и эпифитон ламинарии на юге Приморья

Обрастание несущих элементов установок марикультуры ламинарии японской *Laminaria japonica* является аккумулятором обрастателей и поставщиком личинок, оседающих впоследствии на поводцы и культивируемую ламинарию, что вызывает серьезные биопомехи эксплуатации ГБТС. Это обусловило необходимость его изучения (Ивин, 1998; Ivin, Zvyagintsev, 2001).

В обрастании установок для культивирования ламинарии, находящихся в эксплуатации в течение пяти лет, зарегистрировано 80 видов водорослей и животных. Это составляет около 30% от общего числа видов, встреченных на водорослеводческих плантациях. Максимальное видовое богатство в течение всех фазок экспозиции представляют многощетинковые черви и разноногие раки (табл. 58).

Фонообразующими видами сообществ на всех обследованных установках оказались следующие 20: бурые водоросли *Laminaria japonica* (она же является собственно культивируемым видом) и *Costaria costata*; гидроиды *Bougainvillia ramosa*, *Clytia languida* и *Obelia longissima*; турбеллярии *Polycladidae* gen. sp.; многощетинковые черви *Harmathoe imbricata*, *Typosyllis pulchra occidentalis*, *Nereis pelagica*, *N. zonata* и *Circeis armoricana*; амфиподы *Amphithoe* sp., *Parallorchestes ochotensis*, *Jassa marmorata*, *Caprella excelsa* и *Caprella* sp.; двустворчатые моллюски *Mytilus trossulus*, *Swiftopecten swifti* и *Hiatella arctica*; мшанки *Celleporella hyalina*.

За год нахождения установок в море на глубине 2,5 м отмечено сообщество *Mytilus trossulus* + *Amphithoe* sp. при минимальной для данного периода биомассе 0,46 г/пог. м. В течение первого года эксплуатации установок в диапазоне глубин 5–15 м формируется обрастание водорослевого типа при доминировании костарии ребристой *Costaria costata* – 79,4 г/пог. м. (83,8% общей биомассы, рис. 53). На долю доминирующего вида приходится 90% общей биомассы, в среднем равной 144,2 г/пог. м., максимальная биомасса костарии (240 г/пог. м.), отмечена на глубине 10 м. Субдоминантами сообщества являются тихоокеанская мидия и гидроид *O. longissima*. Роль мидии в сообществе незначительна и составляет 2,5%. С увеличением глубины биомасса гидроида падает при увеличении биомассы мидии более чем вдвое на глубине 10 м. На глубине 20 м на

якорных оттяжках отмечено сообщество *M. trossulus* + *O. longissima* с биомассой 3,7 г/пог. м., водоросли в данном горизонте отсутствуют.

Ламинария *L. japonica* появляется только в начале второго года при доминировании в сообществе костарии (29,4% и 54,0% от общей биомассы соответственно). Структура сообществ обрастания второго года экспозиции в общих чертах сходна со структурой однолетнего обрастания при тех же субдоминантах, которые по биомассе на порядок уступают костарии.

На третий год развития обрастания происходит смена доминирующих видов сообщества: средняя биомасса ламинарии составляет 1769 г/пог. м. (66% от общей). В последующие годы роль костарии снижается до 7–8% при явном доминировании ламинарии (5255,3 г/пог. м.) – через 4 года ламинария японская составляет 90% общей биомассы сообщества (рис. 54). При этом общая биомасса обрастания в 1, 3 и 5-й годы различается примерно на порядок с максимальными значениями на глубине 10 м (Ivin, Zvyagintsev, 2001).

Такой вариант сукцессии сообществ обрастания существенно отличается от описанных ранее для северо-западной части Японского моря (Горин, 1975а; Звягинцев, 1984а; Звягинцев, Козьменко, 1995; и др.) Это отличие объясняется влиянием на развитие сообщества обрастания собственно культивируемой ламинарии, которая в результате «самозаражения» установки становится доминирующим видом сообщества уже на 3-м году ее эксплуатации.

Эпифитон ламинарии японской представляет собой одну из наиболее серьезных биопомех в условиях промышленного выращивания. Формирование сообществ эпифитона неразрывно связано с сукцессией сообществ обрастания ГБТС. Большинство животных эпифитона ламинарии используют ее в качестве субстрата, заселяя талломы к концу первого года жизни с началом разрушения водоросли. При этом до 70% слоевища может покрывать устойчивое сообщество *Obelia longissima*. Среди гидроидов в массе обитают капреллиды, ясиды и голожаберные моллюски, в меньших количествах встречены эррантные полихеты (табл. 59).

На слоевищах культивируемой ламинарии отмечены единичные колонии мшанок. В качестве временного субстрата ламинарию используют двустворчатые моллюски – приморский гребешок (до 14 экз./таллом) и мидия съедобная. Наиболее стабильна эпифауна ризоидов ламинарии. Здесь доминируют по биомассе двустворчатые моллюски и гидроиды (до 4565,0 и 665,5 г/пог. м. соответственно). Обильно представлены подвижные формы – голожаберные моллюски, полихеты, немертину, капреллиды. Реже встречаются иглокожие – офиуры и голотурии.

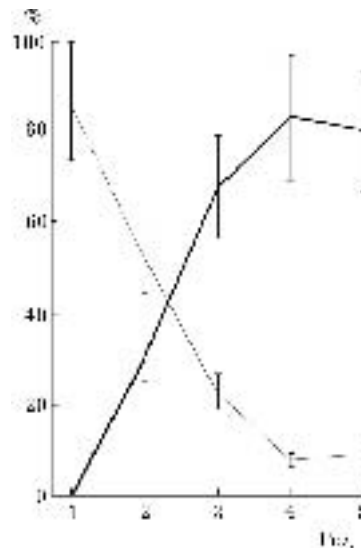


Рис. 53. Изменение процентного отношения *Costaria costata* (тонкая линия) и *Laminaria japonica* (толстая линия) к общей биомассе обрастания установки в течение 5 лет ее эксплуатации. По оси ординат – доля от общей биомассы, %. Вертикальные линии – ошибка средней.

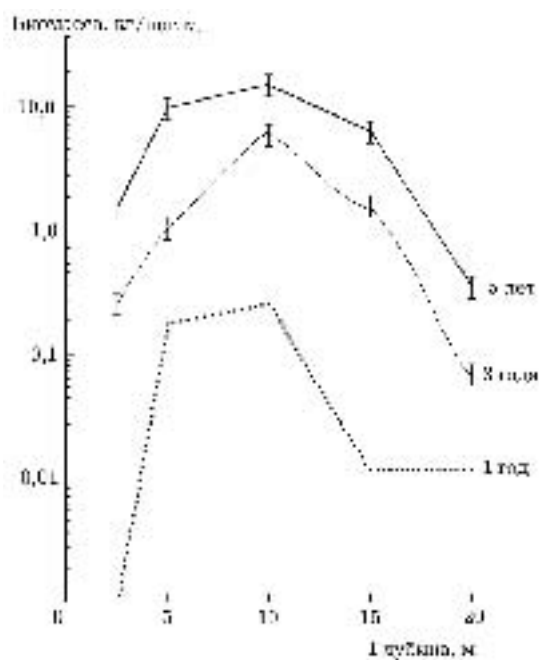


Рис. 54. Распределение общей биомассы обрастания установки по глубинам в зависимости от срока ее эксплуатации. По оси ординат – шкала логарифмическая. Вертикальные линии – ошибка средней

зацепившихся за несущие элементы установки. Выходящие из кладок личинки спириорбиса оседают на культивируемую ламинарию и ламинарию из обрастания. Через 3 мес начинается вторичное «самозаражение» плантации уже способными размножиться осевшими особями. Размножение этого вида происходит в отличие от большинства обрастателей круглогодично, что приводит к быстрому поражению всей плантации (Ивин и др., 1990). Летом 1996 г. на плантации рыбзавода «Каменский» отмечена вспышка *C. armoricana*. Плотность поселения спириорбид в северной части значительно превосходила таковую в южной части и составляла  $278,0 \pm 38,0$  и  $57,0 \pm 0,12$  экз./дм<sup>2</sup> соответственно ( $t = 5,65$ ,  $v = 25$  и превосходит критические значения для уровня значимости  $P = 0,001$ ).

Сопоставление жизненного цикла культивируемой ламинарии и сезонной динамики оседания спириорбиса позволяет сделать вывод, что обрастание ламинарии связано не с периодичностью размножения полихет (как предполагалось ранее), а с изменением физиологического состояния водоросли. Личинки *C. armoricana* не оседают на интенсивно растущие зимой и весной слоевища водоросли, несмотря на постоянное размножение спириорбид. Массовое обрастание ламинарии начинается в неблагоприятный для нее летний период при разрушении слоевищ.

С появлением в сообществе обрастания ламинарии на ней в свою очередь поселяются эпибионтно спириорбиды, в основном *Circæa armoricana*. В первые два года значение этого вида невелико, однако по мере возрастания роли ламинарии происходит резкое увеличение численности спириорбид (до 132 300 экз./пог. м., рис. 55, табл. 60). Таким образом, решающим в процессе заражения культивируемой ламинарии является сообщество обрастания самой установки, выполняющее функции аккумуляции спириорбид и одного из основных поставщиков личинок обрастателей.

Заражение водорослеводческой плантации спириорбисом происходит следующим образом. Первичное заселение *C. armoricana* связано с дрейфингом взрослых особей на обрывках морских трав,

зацепившихся за несущие элементы установки.

Основным вредителем ламинариевых хозяйств после спиририды является брюхоногий моллюск эферия башневидная *Epheria turrita*, фитофаг, способный уничтожить до 70% урожая (Буянкина, 1983, по: Ивиц, 1990). Впервые на слоевищах ламинарии молодь эферии появляется в конце июня, пик оседания ее личинок отмечен в августе при максимальной температуре воды (рис. 56). При этом наивысшая плотность поселения эферии достигает 500 экз./таллом. Во время осенних штормов и разрушения водорослей плотность ее поселения снижается и к началу нереста (середина января) составляет 1,6 экз./таллом. В дальнейшем с гибелью отнерестившихся особей этот показатель продолжает уменьшаться, в июне взрослые эферии не обнаружены. Корреляция изменения плотности поселения эферии с температурной кривой оказалась достоверной ( $R = 0,651$  при  $P < 0,05$ ). Далее этот цикл повторяется аналогично предыдущему году. В.В. Ивиным (1990) предложен простой и дешевый способ снижения биопомех от этого моллюска – проводить сбор урожая в апреле–мае до начала появления планктонных личинок.

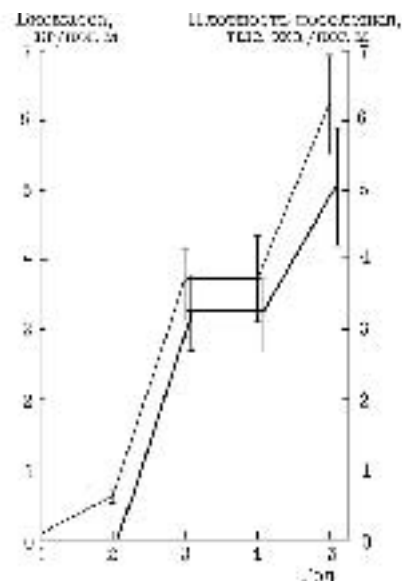


Рис. 55. Изменение плотности поселения *Circeis armoricana* (толстая линия) в зависимости от роста общей биомассы сообщества обрастания установки (тонкая) в течение 5 лет ее эксплуатации. По оси абсцисс: годы; по осям ординат: биомасса обрастания, кг/пог. м.; плотность поселения спиририды, тыс. экз./пог. м. Вертикальные линии – ошибка средней

### 4.2.3. Обрастание установок марикультуры и эпифитон грацилярии в зал. Посъета Японского моря

Состав и закономерности формирования сообществ обрастания разных субстратов

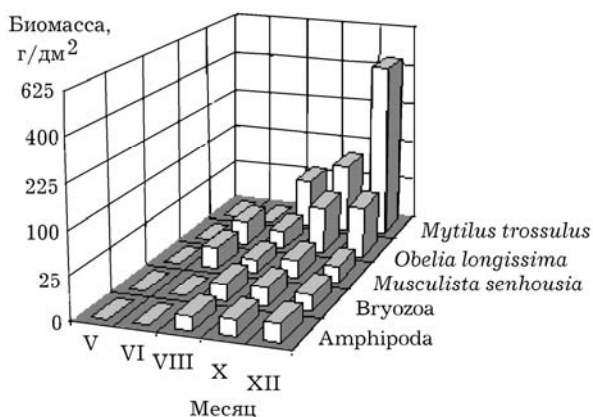


Рис. 57. Изменение биомассы основных обрастателей на раме установки для выращивания грацилярии в зал. Посъета в летне-осенний период 1990 г. По оси ординат – биомасса, г/дм<sup>2</sup>

в зал. Посъета к настоящему времени достаточно хорошо изучены (Горин, 1975б; Голиков, Скарлато, 1975а; Звягинцев, 1980; 1984а; Кашин и др., 2000; и др.).

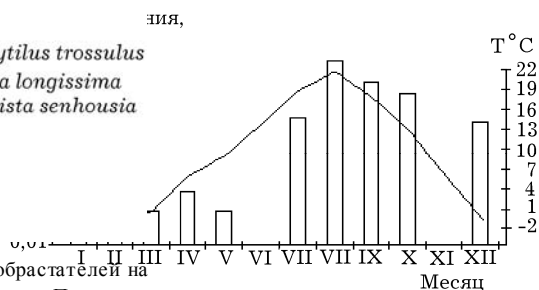


Рис. 56. Сезонная динамика плотности поселения *Epheria turrita* в зависимости от температуры воды (по: Ивиц, 1990)

При проведении эксперимента по культивированию *Gracilaria verrucosa* в южном Приморье изучены сообщества обрастания установок и эпифитон грацилярии (Звягинцев, Козьменко, 1995). В составе обрастания и эпифитона, который оказался весьма сходным, всего зарегистрировано 49 видов гидробионтов, из которых лишь 2 – водоросли (табл. 61). Максимальное видовое богатство демонстрируют равноногие раки (20 видов), далее следуют многощетинковые черви и мшанки (8 и 4 вида соответственно). Двустворчатые и брюхоногие моллюски, а также равноногие раки насчитывают лишь по 3 вида в каждой из групп. Наиболее массовые из них – двустворчатые моллюски *Mytilus trossulus* и *Musculista senhousia*, гидроиды *Obelia longissima*, равноногие раки *Anisogammarus tiuschovi* и *Corophium acherusicum*, мшанки *Conopeum seurati*, изоподы *Gnorimosphaeroma noblei*.

За время эксперимента с мая по ноябрь на установках из зал. Посьета при относительно стабильном видовом составе отмечена смена последовательных фаз сообществ обрастания, т.е. процесс носил сукцессионный характер (рис. 57). Для установок месячного срока экспозиций, осмотренных в июне, характерно сообщество гидробионтов *O. longissima*. В его состав входит не более 8 видов, в основном равноногие раки (табл. 61). К второстепенным видам отнесены голожаберные моллюски и мидия, представленная только что осевшей молодью. Общая биомасса сообщества *O. longissima* колеблется в пределах 10–12 г/дм<sup>2</sup>.

К середине августа *M. trossulus* становится доминирующим видом. Сообщество *M. trossulus* отличается наибольшим видовым богатством и высокими количественными показателями – до 120 г/дм<sup>2</sup>. Основу его общей биомассы (до 99%) дает доминирующий вид (рис. 58), при этом длина раковины отдельных особей мидий достигает 20 мм. На нижних и внутренних поверхностях рамы отмечено стопроцентное покрытие мидиями. Характерный вид – гидроид *O. longissima*. К второстепенным отнесен ряд видов равноногих и равноногих раков, двустворчатых и брюхоногих моллюсков, мшанок.

На установках в б. Новгородской отмечено массовое развитие эфери *Ephera turrita* и спирорбисов *Neodexiospira alveolata*. В дальнейшем и до окончания срока экспозиции видовой состав сообщества *M. trossulus* стабилизируется, при этом наблюдается постоянное увеличение его общей биомассы за счет роста мидий. К концу ноября максимальное значение общей биомассы достигает 1200 г/дм<sup>2</sup>, при этом длина раковины мидий составляет около 40 мм. Сообщество *Mytilus trossulus* зарегистрировано и на грацилярии из зал. Посьета, выращиваемой на разных субстратах: в рамке, в сетчатом рукаве, вплетенной в поводец-субстрат. По своей структуре и количественным показателям сообщество мидий эпифитона не отличается от такового из обрастания. Различаются лишь весовые соотношения эпифитона с грацилярией на установках из разных мест залива. Так, на установке № 1 в районе порта биомасса вплетенной в поводец грацилярии оказалась в десятки раз меньше, чем эпифитона, в результате массового развития мидий. Однако на установке № 2 ближе к кутовой части б. Новгородской биомасса эпифитона составляла лишь 9% от биомассы грацилярии.

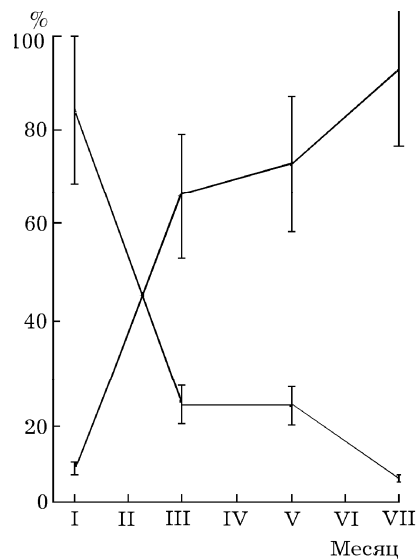


Рис. 58. Изменение процентного отношения Hydrozoa + Amphipoda (тонкая линия) и Bivalvia (толстая) к общей биомассе в обрастании установок для культивирования грацилярии за время эксперимента. По оси ординат – доля от общей биомассы, %. Вертикальные линии – ошибка средней

Для грацилярии из сетчатых рукавов в зал. Посыета характерно сообщество эпифитона с доминированием корковых мшанок *Celleporina irregularis* (6,0 г/кг). Сообщество олигомикстное, включает всего 3–5 видов.

На установках в лагунах и протоках сукцессионных изменений в составе обрастания не отмечено. Здесь обычно сообщество разноногих раков, основу биомассы которого дают строящие илестые домики представители семейства Corophiidae. Общая биомасса сообщества невелика, не превышает нескольких граммов на квадратный дециметр. Из свободноживущих форм амфипод к субдоминантам отнесен *A. tiuschovi* (до 45 экз./дм<sup>2</sup>), характерный вид – изопода *G. noblei*. Находки молоди мидий и эферии единичны.

Из прикрепленных форм встречены отдельные колонии мшанок *C. seurati*. Состав и количественные показатели сообщества разноногих раков на установках из лагун на протяжении всего срока экспозиции существенно не изменились.

Эпифитон грацилярии с установок здесь представлен также преимущественно сообществом разноногих раков при доминировании корофиид. Характерный вид – изопода *G. noblei*, второстепенные – мидия, эферия, корковые мшанки. На вштенной в поводец-субстрат грацилярии из протоки у м. Островок Фальшивый отмечено сообщество корковых мшанок *C. seurati* (31,6 г/кг).

В естественных поселениях грацилярии из этой протоки отмечено сообщество эпифитона с доминированием гаммарид *A. tiuschovi* (9,3 г/кг, 627 экз./кг) с теми же второстепенными видами, что и в эпифитоне грацилярии с установок.

В составе и количественных показателях сообществ обрастания и эпифитона прослеживаются общие закономерности. Исключение составляет сообщество мшанок, характерное только для эпифитона и отсутствующее в обрастании. В протоках у м. Островок Фальшивый как в обрастании, так и в эпифитоне преобладают подвижные формы – разноногие и равноногие раки. Определенные биопомехи при культивировании грацилярии могут создать домики корофиид и корковые мшанки, трудно удаляемые с таллома. Кроме того, красные водоросли – один из основных компонентов пищи гаммарид (Цветкова, 1975). Окончательные выводы о пищевых связях организмов эпифитона возможны лишь после проведения специального эксперимента.

Таким образом, сколько-нибудь серьезных биопомех от обрастания и эпифитона в лагунах Хасанского района не ожидается. При организации хозяйства и, соответственно, увеличении площади плантации может возникнуть непредвиденный побочный эффект – массовое развитие гаммарид, в изобилии найденных в эпифитоне и обрастании установок. Гаммарус в высушенном виде может служить кормом для рыб в прудовых хозяйствах и аквариумах, прекрасной белковой добавкой в корм на птицефермах и т.п.

В зал. Посыета ситуация с обрастанием и эпифитоном несколько иная. Формирование сообществ обрастания установок в общем соответствует сукцессии обрастания судов и экспериментальных пластин в этом заливе (Гориц, 1975б; Звягинцев, 1984а). Зарегистрированные нами сообщества гидроидов и мидий представляют собой начальную и терминальную фазы сукцессии. Из классической схемы (Зевина, 1972) выпадает фаза крупных быстрорастущих форм – усонюгих раков: на рамах найдено лишь несколько особей баланусов *Balanus improvisus*. Отсутствие подстилающего слоя из домиков баланусов ослабляет крепление мидий к субстрату. Обильное развитие мидий на установках приводит к увеличению их массы на 20–30% и росту сопротивления волновым нагрузкам на 30–40% (аналогично потерям скорости судов с подобным мидиевым обрастанием). Возможно, обрастание способствовало срыву с якорей двух посыетских установок, найденных выброшенными на берег после шторма.

Наибольшую опасность при культивировании грацилярии в зал. Посыета представляет эпифитон. Так, на установках вблизи плантации марикультуры мидий и п. Посыет («очага заражения» судов мидиями) грацилярия на всех видах субстратов оказалась вытесненной мидиями. Экспериментальные субстраты через 2 мес экспозиции больше напоминали установки для культивирования *M. trossulus*, среди которой трудно было заметить даже следы грацилярии. Несмотря на массовый рост капреллид, препятствующих развитию эпифитона (Brawley, 1987), сообщество эпифитона на экспериментальных субстрагах процветало. Однако на установке, расположенной в отдалении от порта ближе к кутовой части б. Новгородской, грацилярия дала промышленную продукцию при относительно слабом развитии эпифитона.

При организации хозяйства можно воспользоваться опытом китайских коллег по удалению прикрепленных организмов с культивируемой грацилярии ультразвуком (Lin et al., 1988).

Полученные данные следует считать предварительными. Эксперимент по разработке методов культивирования *G. verrucosa* следует продолжить на обширных акваториях бухт Экспедиции и Новгородской. Возможно, в б. Экспедиции возникнет проблема уничтожения грацилярии брюхоногим моллюском *Epheria turrita* – на одной из станций в августе этот вид был обнаружен в массе. Опасность заражения грацилярии спирорбисом, возникающая при культивировании ламинарии (Ивин и др., 1990), очевидно, не появится – несмотря на наличие спирорбисов *N. alveolata* в обрастании рам, этот вид в эпифитоне в летнее время не обнаружен. Акватории, прилегающие к порту и косе Назимова, для размещения плантаций грацилярии непригодны из-за массового развития обрастания и эпифитона. Наиболее перспективны для организации хозяйства лагуны зал. Посыета.

#### **4.2.4. Проблема обрастания и перспективы культивирования зеленой мидии *Perna viridis* во Вьетнаме**

В мировом экономическом хозяйстве за последние несколько десятилетий все более существенную роль играет марикультура. В настоящее время большое внимание исследователей привлекают страны Индо-Восточной Азии, имеющие огромную площадь континентального шельфа. Однако, по данным FAO, в 1975 г. общая продукция стран Юго-Восточной Азии (ЮВА) составила всего 7,3% от мировой продукции аквакультуры беспозвоночных и 24,6% от соответствующего показателя Японии. Причины подобного отставания различны и зависят прежде всего от выбора объектов и методов культивирования. Рост продукции марикультурных хозяйств также тесно связан с их техническим оснащением. В странах со слабо развитой инфраструктурой экономики и низким общим технологическим уровнем развивается в основном экстенсивная марикультура, зависящая от экологических условий.

В марикультуре беспозвоночных значительную роль играет разведение двустворчатых моллюсков. Прибрежные воды Социалистической Республики Вьетнам имеют большие запасы промысловых моллюсков, активно добываемых населением в пищевых целях (*Anadara antiquata*, *Anomalocardia squamosa*, ряд видов рода *Tridacna*), а также для изготовления сувенирных изделий из перламутра (*Pteria coturnix*, *Pinctada margaritifera*, виды родов *Pinna* и *Atrina*). Виды, обитающие на мягких грунтах, малопригодны для культивирования, тридакны обладают медленным ростом и по этой причине так же малоперспективны, как объект марикультуры. Исследования фауны и особенностей экологии двустворчатых моллюсков у побережья Вьетнама во время рейса НИС «Берилл» в 1984 г. позволили сделать вывод о том, что наиболее перспективным объектом марикультуры Вьетнама является зеленая мидия *Perna viridis* (Малахов и др.,

1985). Этот вид мидии широко распространен у берегов ЮВА, где заселяет твердые субстраты литорали и верхней сублиторали. В районах с активными приливно-отливными течениями с обильным притоком биогенных элементов отмечены наиболее значительные поселения зеленой мидии как на естественных, так и на антропогенных субстратах: сваях, жердях рыбных заколов, опорах мостов. В районах с такими условиями мидии встречаются на глубине до 15 м (Малахов и др., 1985).

Существует мнение, что зеленая мидия относится к наиболее быстро растущим двустворчагим моллюскам (Tham et al., 1973), что делает ее перспективной для внедрения в марикультуру стран Индо-восточной Азии (Meason, 1976). В ряде стран ЮВА (в Таиланде, Индии, Сингапуре, на Филиппинах) имеется опыт коммерческого культивирования *P. viridis* с использованием бамбуковых шестов для оседания спата с последующим дорастиванием на специальных подносах в бамбуковых рамах (Obusan, Urbano, 1968). Более прогрессивной считается используемая в Индии плотовая система, коллекторами в которой служат нейлоновые канаты, свисающие с плотов (Kugiasose, 1980; Narasimhan, 1980; Rangarajan, Narasimhan, 1980). После оседания молоди канаты поднимают, прореживают молодь и укрепляют ее на канатах хлопчатобумажной сетью с крупной ячейкой. Через две недели сеть сгнивает и моллюски прочно прикрепляются к канату биссусными нитями. Плотовая система позволяет собирать 2–3 урожая в год, что делает ее высокорентабельной (Cheong, Lee, 1981).

Во Вьетнаме неоднократно предпринимались попытки организации марикультуры двустворчатых моллюсков. В 1927 г. в лагуне Тхюичью провинции Фуокхань было организовано хозяйство по разведению устрицы *Saccostrea mordax*. Через 8 лет оно было ликвидировано из-за нерентабельности. Попытки разведения жемчужницы на севере Вьетнама у о-ва Кото в Тонкинском заливе, устрицы в провинции Куанг Нин и зеленой мидии в лагуне Няфу зал. Нячанг также окончились неудачей.

Известно, что массовое развитие какого-либо промыслового вида в сообществах обрастания судов и ГТС может быть основанием для рекомендации культивирования этого вида в данном районе. Нам известна лишь одна публикация В.В. Малахова и С.В. Блинова (1988), которыми в 1984 г. обнаружено массовое поселение зеленой мидии на опорах моста у пос. Камрань в лагуне Тхюичью. По данным этих авторов, сообщество мидий с длиной раковины до 15 см начиналось с глубины 2 м и образовывало стопроцентное покрытие до самого дна (8 м). Встречены обширные поселения мидии и в обрастании каменной наброски у моста, а также в составе эпибиозов крупных двустворчатых моллюсков пинн. Общие запасы зеленой мидии оценены этими авторами в данном районе в несколько сотен тонн. Ими же приведены данные по распределению этого вида на различных субстратах в лагуне Няфу. Однако, по их мнению, мидия здесь не образует промысловых скоплений. Авторами высказывается мысль о перспективности культивирования зеленой мидии во Вьетнаме.

Повторный осмотр опор Камраньского моста был проведен автором в береговой экспедиции в декабре 1987 г. Осмотрено 24 опоры, по форме и конструкции сходные с опорами нефтедобывающих платформ СП «Вьетсовпетро» (Звягинцев, 1989). С одной из опор моста взяты количественные пробы обрастания (см. выше), таковое большей части всех опор оказалось аналогичным и представляло собой сообщество усоногих раков. На каждой из опор отмечены единичные ювенильные особи *P. viridis* с длиной раковины не более 6 см. Количественный учет их обычным методом оказался затруднительным из-за ничтожной плотности поселения – не более 4 экз. на одну опору. В составе обрастания каменной наброски и в эпибиозах пинн зеленая мидия не обнаружена вообще. Не оказалось ее и в обрастании камраньской причальной стенки из стального шпунта, а также трех судов прибрежного плавания (одно из них на приколе).



Проанализирован обширный материал по обрастанию судов прибрежного и дальнего плавания и ГТС у побережья Вьетнама. На всех осмотренных СПП, эксплуатировавшихся в районах с совершенно разными экологическими условиями, зеленая мидия отсутствует либо встречается единично.

Ни в одном из сообществ обрастания ГТС *P. viridis* не только не входит в состав доминирующих или характерных видов – она там отсутствует. Исключение составляют опоры камраньского моста (см. выше) и створный буй п. Вунгтау, на котором найдено 3 экз. молодки мидий с длиной раковины 0,5–1 см. Параллельно исследованию обрастания в этих же рейсах было изучено население литорали и верхней сублиторали ряда районов побережья и островов Вьетнама (Гульбин и др., 1987) – и здесь зеленая мидия не обнаружена.

Известно, что культивирование двустворчатых моллюсков – молодка, в особенности во Вьетнаме, и весьма перспективная отрасль народного хозяйства. Для рационального ведения этой отрасли (выбор соответствующего объекта культивирования, района размещения предполагаемого хозяйства, окупаемость экономических затрат и т.д.) необходимо учитывать следующее: а) опыт культивирования этих объектов в развитых странах; б) результаты предварительного детального исследования особенностей экологической обстановки, продуктивности водоема, роли предполагаемого объекта культивирования в естественных сообществах и т.д.

При нахождении теоретически оптимального района и сопоставлении экологии культивируемого вида с условиями обитания в этом районе (хотя бы по литературным данным) необходимо экспериментальное подтверждение этого соответствия (Жирмунский, Левин, 1986). Если эти минимальные требования не выполняются, то возможно «банкротство» организованного и запущенного в действие предприятия марикультуры. Наглядный пример: основанное несколько лет назад в зал. Славянка (зал. Петра Великого Японского моря) хозяйство марикультуры приходится закрывать из-за нерентабельности. В данном районе гибнут не только практически весь отсаженный гребешок, но даже выносливая мидия. Никаких предварительных гидробиологических экспериментов при этом не проводилось.

При разработке методов культивирования прикрепленных форм, например мидий, необходимы эксперименты с установками, несущими разные антропогенные субстраты для выбора оптимального варианта. Однако подобные эксперименты требуют значительных экономических затрат, отнимают много времени. Исследователи все чаще склоняются к мнению, что понятия «марикультура» и «обрастание» тесно переплетаются между собой, но при этом второе понятие носит негативный характер. В то же время обрастание огромного числа антропогенных субстратов – судов, пирсов, буев и т.п. – представляет собой незапланированный эксперимент огромного масштаба. Этот сам идущий в руки исследователя обширный материал не стоит никаких экономических затрат.

В качестве примера рассмотрим зал. Петра Великого, где сотрудниками группы обрастания ИБМ осмотрено несколько сотен объектов искусственного происхождения, эксплуатирующихся в море (см. «Материал и методику»). На всех этих объектах к октябрю–ноябрю формируется климаксное сообщество мидий *M. trossulus*, достигающих промысловых размеров (Звягинцев и др., 1982а). Поэтому в зал. Восток, входящем в зал. Петра Великого, успешно функционирует разработанное по инициативе ИБМ хозяйство марикультуры этой мидии (Брыков и др., 1986а). Предварительно этими авторами проанализированы сообщества обрастания стационарных якорных цепей в этом заливе, где, как оказалось, доминирует *M. trossulus* (Брыков и др., 1986б). Аналогичное соответствие наблюдается и на Белом море, где функционирует опытно-

промышленное хозяйство культивирования съедобной мидии (Ошурков, Серавин, 1983; Кулаковский и др., 1986).

В прибрежных водах Вьетнама ситуация с близкой по форме, экологии и, кстати, вкусовым качествам зеленой мидией *P. viridis* несколько иная. Отсутствие этого вида (за редкими исключениями) в составе сообществ обрастания не дает основания для рекомендации его в качестве объекта культивирования. На песчаном дне под опорами камраньского моста нами обнаружено множество створок взрослых мертвых мидий – до 100 на квадратный метр. Причины столь массовой гибели мидий, очевидно, случившейся после исследования В.В. Малахова и С.В. Блинова (1988), гипотетичны: это может быть результат резких колебаний гидрохимических условий, отравления промышленными стоками, эпизоотии. Естественно, мы не подвергаем сомнению подтвержденные фактическим материалом данные этих авторов. Но если бы мы не были знакомы с этой работой, то вопрос о культивировании зеленой мидии в лагуне Тхюичьюе отпал бы автоматически.

В то время как были зарегистрированы последствия массовой гибели зеленой мидии, все остальные сообщества обрастания опор моста процветали. На песчаном дне обнаружено множество крупных двустворчатых моллюсков пинн, под камнями наброски найдено несколько экземпляров ципрей *Cypraea arabica* и *C. vitellus*, отличающихся особо крупными размерами, они в 1,5 раза больше обычных. Возможно, *P. viridis* оказалась наименее стойкой к изменившимся условиям, каким, к сожалению, сейчас узнать невозможно. Конкретные рекомендации по культивированию этого вида в определенном районе возможны лишь после многолетнего эксперимента (Zvyagintsev et al., 1989, 1989–1990).

В экосистемах тропического шельфа роль двустворчатых моллюсков весьма незначительна. Исключение составляют лишь те, которые содержат в мантии симбиотические водоросли: это тридакны и пинны. По типу питания на тропическом шельфе преобладают детритофаги, но не фильтраторы. Этот факт убедительно подтверждает анализ питания голотурий – обычных представителей континентального шельфа тропиков (Левин и др., 1989). На первый взгляд, такое явление не совсем понятно, ведь первичная продукция тропических вод очень велика. На тропическом шельфе процессы деструкции преобладают над процессами автотрофии, что является следствием высокой активности бактериальной флоры. Органическое вещество, продуцируемое фитопланктоном, не успевает осесть и стать пищей бентосных фильтраторов, оно раньше разлагается бактериями. Поэтому на шельфе тропических морей, где биомасса фильтраторов и седиментаторов в общем велика, среди них доминируют виды, имеющие симбиотические одноклеточные водоросли: кораллы, тридакны, пинны.

Научное сотрудничество на международном уровне, а тем более подготовленные в ходе такого сотрудничества практические рекомендации, – достаточно серьезное и требующее высокой ответственности обеих сторон дело. Выясненная нами ничтожная роль *P. viridis* в обрастании и бентосе прибрежных вод Вьетнама, неустойчивость этого вида к стрессовым условиям при процветании прочих (опоры Камраньского моста) показывают, что данный вид не может быть рекомендован для культивирования ни в одном из исследованных районов. Гораздо большие надежды следует возлагать на брюхоногих моллюсков, в частности на ламбиса *Lambis lambis*. Плотность поселения этого моллюска, по нашим данным, даже в районе Нячанга, где он активно добывается на сувениры, местами превышает 2–3 экз./м<sup>2</sup>. Технология добычи и обработки ламбиса в принципе не будет отличаться от обработки нашего трубоча, поставляемого сейчас на прилавки. Значительно облегчит процесс добычи и небольшая глубина обитания этого моллюска – не более 10 м.

Приведенные данные, безусловно, носят предварительный характер. Мы не имеем оснований оспаривать мнение В.В. Малахова и С.В. Блинова (1988), поскольку ни ими, ни нами не проведен полный анализ экологической ситуации в связи с проблемами марикультуры в тропиках. Для окончательных выводов с последующими рекомендациями необходима организация специальных многолетних исследований.

### **4.3. Опоры нефтедобывающих платформ**

Обрастание морских стационарных платформ (МСП) принципиально не отличается от такового причальных сооружений. Однако МСП расположены чаще всего вдали от берегов и на больших глубинах, что обуславливает специфику сообществ их обрастания.

Увеличение числа разведочных и эксплуатационных МСП на шельфе Мирового океана сопровождается учащением случаев их аварий, связанных в основном со штормами и выбросом нефти из скважин. Только одна катастрофа на морской установке «Alexander Kielland» в английском секторе Северного моря повлекла за собой 123 человеческие жертвы (Daniel, 1982). Одной из причин аварий МСП в открытом море может стать повреждение их опор биообрастанием, массовое развитие которого создает следующие непредвиденные биопомехи эксплуатации платформ.

1. Возникновение дополнительной нагрузки на опоры от постепенно возрастающей массы обрастания. При средней биомассе обрастания  $20 \text{ кг/м}^2$  общая биомасса одной опоры на глубине от поверхности до 50 м составляет не менее 3 т (Звягинцев, 1989).

2. Возрастание сопротивления опор волновым нагрузкам (Белов и др., 1980; Picken, 1986). Известно, что увеличение шероховатости подводной части судна всего на 25 мкм повышает сопротивление его движению на 2,5%, а сплошное обрастание баланусами с диаметром домика 25–30 мм вызывает потери скорости хода до 4 узлов, что составляет – 30% от номинала (Звягинцев, 1985а, б). На МСП со сроком эксплуатации более двух лет степень обрастания очень сильна, и сопротивление опор волновым нагрузкам возрастает не менее чем на 50%.

3. Невозможность обнаружения дефектов элементов конструкции опор, скрытых под сплошным слоем обрастания при проведении операций по контролю за их техническим состоянием с использованием подводно-технических средств. При сильной степени обрастания водолаз или специалист подводного аппарата может выполнить лишь первый пункт инструкции: «Установить наличие чрезмерного обрастания». Такие дефекты, как «наружные трещины в элементах конструкции», «наличие поврежденных элементов», «участки активной коррозии» и т.п. (Боровиков, Самарский, 1980), обнаружить невозможно, так как они скрыты под сплошным слоем обрастания. Более сложные методы контроля (ультразвуковой, радиографический, магнитных частиц) требуют тщательной зачистки поверхности или опасны для здоровья персонала (Stem, Alia, 1981).

Таким образом, обрастание опор МСП представляет собой достаточно серьезную опасность и при длительной эксплуатации может способствовать возникновению аварийной ситуации. Одной из самых крупных аварий МСП была гибель буровой платформы «Ocean Ranger», которая опрокинулась во время шторма, характеристики которого составляли лишь две трети от расчетных (Benedict et al., 1982). Вполне вероятно, что решающую роль здесь сыграли биопомехи не принятого в расчет обрастания.

#### **4.3.1. Обрастание опор нефтедобывающих платформ в Южно-Китайском море**

Буровые платформы СП «Вьегсовпетро» расположены в Южно-Китайском море в 50–60 милях от побережья Вьетнама в районе п. Вунгтау,  $9^{\circ}55'$  с. ш.,  $108^{\circ}10'$  в. д. (см.

рис. 8). Опоры платформ представляют собой сложную конструкцию из вертикальных стальных труб с горизонтальными и вертикальными сочленениями из таких же труб диаметром 60–80 см над глубиной около 56 м. Платформы разного срока эксплуатации находятся в зоне интенсивного развития рифов в районе банки Ройал-Бишоп и других рифовых банок в пределах 8–20 миль с глубинами 4–20 м. Ближайшие рифы островов Катуик и Тху расположены в 30–35 милях. Несмотря на столь обильное число потенциальных поставщиков рифостроящих кораллов, при исследовании платформ двухлетней эксплуатации в 1986 г. последние в

составе обрастания не были обнаружены (Звягинцев, 1989, 1990а). При изучении этих же платформ в 1988 г. зарегистрировано 11 видов гермапипных кораллов (Латыпов, 1991), способных очень быстро аккумулировать значительные массы карбоната кальция, что приводит к возникновению непредвиденных волновых нагрузок на опоры нефледобывающих платформ.

В составе обрастания опор морских стационарных платформ (МСП) зарегистрировано всего 90 видов, из которых 8 – водоросли (табл. 3). В обрастании опор 4 мес эксплуатации зарегистрировано 25 видов, из которых 4 – водоросли. На дендрограмме сходства качественного состава обрастания на разных глубинах (рис. 59) на 27%-ном уровне отмечено разделение на 2 кластера – диапазон глубин 1–10 м и 10–30 м соответственно. Все водоросли при незначительной биомассе отмечены только в зоне переменного погружения, за исключением *Polysiphonia coata* на глубине 10 м. На урезе воды обрастание представлено лишь усоногими раками *L. anatifera* и *M. tintinnabulum* при доминировании баланусов. Аналогичное сообщество прослеживается до глубины 10 м, где начинают появляться двусторчатые моллюски.

На протяжении всей длины опоры баланусы остаются доминирующим видом при достижении наибольшей биомассы 4200 г/м<sup>2</sup> на глубине 30 м. С увеличением глубины растет число видов двусторчатых моллюсков. Количество подвижных форм, представленных в основном ракообразными, невелико. Общая биомасса обрастания распределена равномерно по всей глубине в пределах 2–4 кг/м<sup>2</sup> (рис. 60). На опорах платформы первого года эксплуатации отмечено сходное по составу и числу видов обрастание, однако в зоне переменного погружения отсутствуют лепасы. На дендрограмме сходства видов по глубинам (рис. 59) в отдельные ветви на уровне 35% выделяются списки видов обрастателей с глубин 1 и 20 м, на остальных глубинах четких закономерностей нет. В сообществе обрастания по всем глубинам доминируют баланусы *M. tintinnabulum*, на которых отмечены массовые эпибионтные поселения *Balanus* sp. Общая биомасса обрастания на глубине 10 м возрастает до 20 кг/м<sup>2</sup>, после чего происходит ее резкое снижение до 6 кг/м<sup>2</sup> на глубине 15 м с последующим скачком на 20 м.

На опорах платформ двух лет эксплуатации число видов возрастает до 32, из которых 3 вида – водоросли, отмеченные только на 10 м. До глубины 5 м доминируют

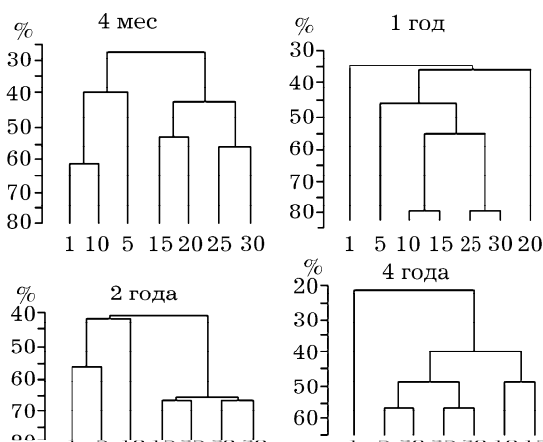


Рис. 59. Дендрограммы сходства таксономического состава сообществ обрастания опор МСП разного срока эксплуатации на разных глубинах. По шкале – уровень сходства, %. Цифрами у ветвей дендрограмм обозначена глубина, м

баланусы, с 10 м и ниже основу биомассы обрастания составляют двусторчатые моллюски *P. margaritifera*, *O. glomerata*, *Hyotissa hyotis*. Максимальное значение биомассы *H. hyotis* (32 кг/м<sup>2</sup>) отмечено на глубине 30 м. В большинстве проб встречены губки, поселяющиеся на створках моллюсков, многощетинковые черви, крабы. В качественных пробах и на 20 м впервые отмечены склерактинии *Pocillopora verrucosa* (2,2 кг/м<sup>2</sup>). Общая биомасса обрастания колеблется в пределах 20–40 кг/м<sup>2</sup>, с резким понижением на 15–20 м.

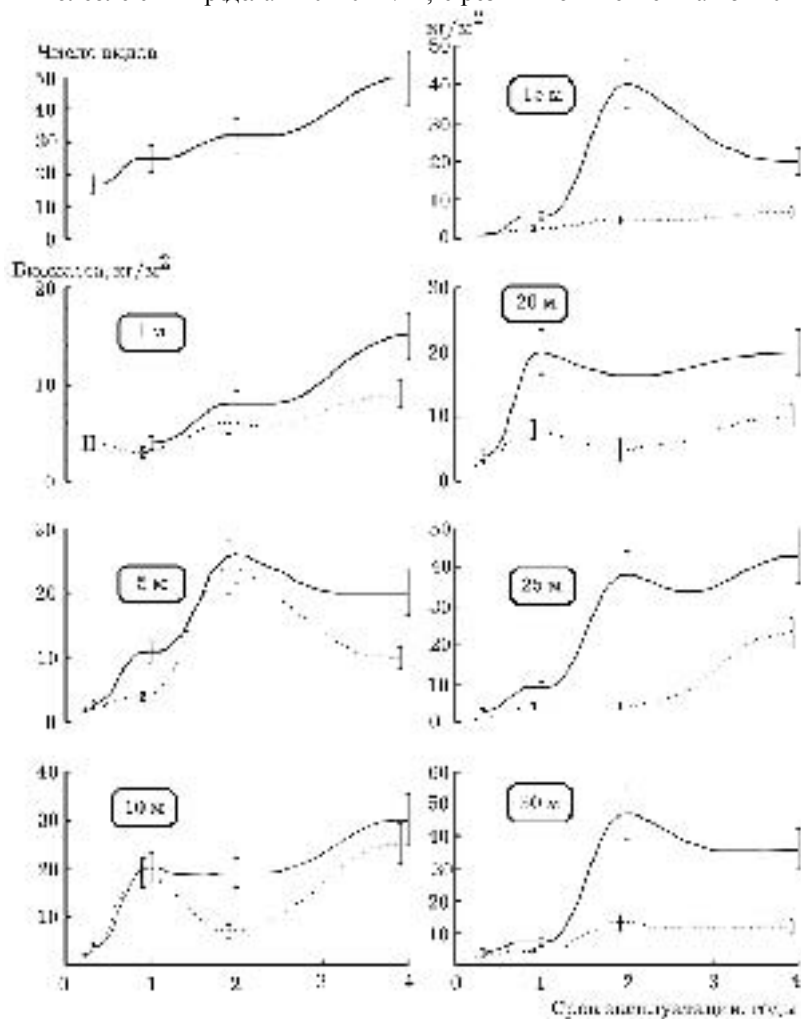


Рис. 60. Зависимость числа видов и общей биомассы обрастания на разных глубинах (сплошная линия) от срока эксплуатации платформ. Прерывистая линия – изменение суммарной биомассы устричных раков. Вертикальные линии – ошибка средней. В рамках на графиках указаны глубины.

Для 4-летней МСП, по сравнению с предыдущей, характерно увеличение числа видов почти вдвое при сохранении средних значений общей биомассы (рис. 60). Как на этой, так и на двухлетней МСП прослеживается тенденция к объединению видовых списков ниже 5-метровой глубины в противовес «литорально-верхнесублиторальному» сообществу обрастания (см. рис. 59). В нем попеременно доминируют баланусы и двусторчатые моллюски, встреченные во всех пробах. При

этом баланусы представлены всего 2 видами, а двустворки – 18, из которых максимальная биомасса отмечена у *S. glomerata* (14 кг/м<sup>2</sup>). Из прикрепленных форм обычны губки, мшанки, асцидии.

Особого внимания заслуживают склерактинии, в массе обнаруженные на глубине 10 м. Наиболее благоприятным местом поселения кораллов оказалась горизонтальная опора с юго-западной стороны платформы, т.е. со стороны преобладающего течения. На платформе, установленной в 1984 г., внешняя поверхность опоры на всем протяжении (30 м) покрыта на 30–40% кораллами (3–13 колоний /м<sup>2</sup>). На остальных внутренних горизонтальных и вертикальных опорах отмечены отдельные колонии склерактиний родов *Pocillopora*, реже *Porites* и *Millepora*. Число колоний и степень покрытия субстрата кораллами выше и ниже глубины 10 м уменьшается, отдельные экземпляры отмечены от 3 до 20 м. Основу их поселений составляют поциллопоры при 100% встречаемости. Эти склерактинии, обеспечивающие 17–28% покрытия поверхности субстрата, селятся эпибионтно на устрицах, реже на домиках баланусов, створках хамы, птерии (табл. 62). Для поселения кораллов обычно необходим биогенный известковый субстрат, созданный водорослями, моллюсками, полихетами. Лишь после формирования такого субстрата кораллы начинают заселение, предпочитая его свободным от обрастания граниту и бетону (Schuhmacher, 1977). Таким образом, склерактинии в обрастании, так же, как и в бентосе, представляют собой типичные эпибионтные сессильные формы.

На опорах двух- и четырехлетних платформ в сообществах обрастания на большинстве глубин доминируют двустворчатые моллюски (Селин, 1991). Их видовой состав сравним с видовым составом моллюсков рифов островов Катуик и Тху, что свидетельствует о климаксном состоянии системы (по: Зевина, 1972). Однако в этом конкретном случае у сообщества обрастания появляются специфические особенности, характерные для тропиков. Это прежде всего начало колонизации субстрата склерактиниями и омоложение состава поселения двустворок. Таким образом, в тропиках сообщество двустворчатых моллюсков не является климаксным, а представляет собой промежуточную фазу в формировании устойчивой системы – кораллового рифа (Селин, 1991). В дальнейшем роль моллюсков в сообществах обрастания опор платформ «Вьетсовпетро» скорее всего будет снижаться, что можно окончательно установить только при продолжении многолетних наблюдений. В укрытиях металлических конструкций встречены лангусты *Panulirus* sp., достигающие размеров 30–40 см. В пелагиали между опорами МСП отмечено массовое развитие ихтиофауны, также представленной промысловыми видами, – ставридовыми и парапристипомовыми. Подробнее о сукцессионных процессах в обрастании МСП см. в гл. 5.

#### **4.3.2. Прогнозирование обрастания морских стационарных платформ**

Проектирование платформ в определенном регионе шельфа требует прогнозирования биологического обрастания. Для успешного решения данной проблемы необходимо моделирование исследуемого сообщества с целью составления долгосрочных прогнозов. Отсутствие в настоящее время подобных исследований является результатом недостаточной разработанности моделирования сообществ морского макрообрастания. В определенной мере это связано с отсутствием данных, подобных тем, которые имеются по сообществам перифитонных микроорганизмов (ежедекадный сбор информации с одновременным определением целого ряда абиотических и биотических факторов среды). Создание банка данных по динамике формирования сообщества обрастания позволит объективно оценить возможный состав

и интенсивность развития данного процесса. В этой главе приводится прогноз по аналогии (его можно отнести к низшим формам, однако при большом сравнительном материале он приобретает научный характер), а также экстраполяционный прогноз, основанный на анализе трендов (тенденций) состава и количественных показателей многолетнего обрастания опор МСП на шельфе восточного Сахалина. Как и все способы экологического прогнозирования, они имеют ограничение, связанное с принципом неполноты информации.

Работы по изучению обрастания опор МСП в последние десятилетия проводятся на шельфе разных регионов Мирового океана: в Северном море (Stephens, 1977; Marine life on the North Sea..., 1980; Pipe, 1980, Hardy, 1981; Forteath et al., 1982; Goodman, Ralph, 1979); в Красном (De Palma, 1984), в Мексиканском заливе (Georg Robert, Thomas Philip, 1979; Heideman John, Georg Robert, 1981, Gallaway, Lewbel, 1982; Page, 1986), у побережья Италии (Relini et al., 1976a, б; Geraci et al., 1976; Rossi et al., 1976; Taramelli et al., 1980), Боливии (Sasscer, 1982), в Кельтском море (Southgate, Myers, 1985); в Черном (Gomoiu, Tiganus, 1981a,b); в Японском Внутреннем (Ито Такэо, 1976); в Южно-Китайском морях (Звягинцев, 1989; Зевина и др., 1992) и др. С учетом результатов этих исследований при освоении шельфа восточного Сахалина возможно с достаточной степенью достоверности спрогнозировать состав, количественные показатели и вертикальное распределение обрастания опор МСП за определенный промежуток времени (Zvyagintsev, Ivin, 1995a, б).

Известно, что в бентосе и обрастании умеренных вод и тропиков существуют «параллельные» сообщества, ведущая роль в которых принадлежит близкородственным видам. На основании этого следует ожидать сходства закономерностей формирования обрастания опор МСП на сахалинском шельфе с сукцессией сообществ обрастания опор платформ СП «Вьетсовпетро» (исключая климаксную стадию кораллового рифа).

В Северном море, наиболее близком по климатическим условиям к Охотскому, сообщества многолетнего обрастания опор МСП имели следующую структуру. Для удаленных на 200 км от берега платформ (Forteath, 1982) на глубине до 10 м характерно сообщество водорослей родов *Ulva*, *Enteromorpha*, *Polysiphonia*, *Laminaria* и *Alaria* при доминировании бурых водорослей. Подобные сообщества с развитием многометровых ламинарий и аларий носят название «кельпов». Из животных здесь отмечены гидроиды и единичные экземпляры мидий. В диапазоне глубин 10–70 м в обрастании опор зарегистрировано сообщество разных форм мшанок, глубже 70 м обрастание состояло из трубчатых червей *Filograna implexa* и глубоководных усонюгих раков *Chirona hameri* – викарирующий вид охотоморского балануса *C. evermani*, обычного на глубоководных бухах эпипелагиали Камчатки (Зевина, 1994). На опорах платформы, установленной в 40 км от берега на глубине до 30 м, преобладали мидии, на 30–70 м – актинии *Metridium senile*, глубже 70 м трубчатые черви.

В районе северо-восточного Сахалина Институтом биологии моря проведены комплексные исследования обрастания судов (Звягинцев, 1985а, в; Михайлов, Блинов, 1981; и др.). На судах прибрежного и дальнего плавания в районе северо-восточного Сахалина с осадкой не более 3 м зарегистрированы сообщества ламинарий *Laminaria cichorioides* и баланусов *Balanus crenatus* с небольшим количеством мидий *Mytilus trossulus* (см. гл. 2). Эти же виды постоянно встречаются на пирсах и причалах портов западного Сахалина (Гориц, 1975а). Более глубоководных исследований обрастания на шельфе Сахалина не проводилось. В районе северо-восточной Камчатки на глубоководных бухах эпипелагиали отмечено массовое развитие крупных баланусов *C. evermanni*, а также гидроидов, полихет, моллюсков и иглокожих, при этом суммарная биомасса сообщества превышала 100 кг/м<sup>2</sup> (Резниченко, 1981б). На основании этих данных и результатов бентосных съемок ИБМ (Кусакин и др., 1974; Кусакин, 1978, 1979,

1989; Виноградова, 1979; Лукин, 1979; Бывалина и др., 1985; Клочкова, Бывалина, 1985; Кусакин, Лукин, 1995) возможен достаточно объективный прогноз обрастания. Анализ качественного состава и количественных показателей сообществ обрастания судов, ГТС и эпибентоса твердых грунтов верхней сублиторали близлежащих акваторий позволил описать гипотетические сообщества обрастания опор МСП на шельфе северо-восточного Сахалина с распределением их по глубинам:

1. Урез воды. Сообщество зеленых водорослей *Enteromorpha prolifera* и усонюгих раков *Chthamalus dalli* + *Semibalanus cariosus*. Могут встречаться мелкие бурые водоросли *Ectocarpus confervoides* и *Petalonia zosterifolia*. Биомасса около 10 кг/м<sup>2</sup>.

2. Глубина 1–10 м. Сообщество усонюгих раков *Balanus crenatus* и мидий *Mytilus trossulus*, появляются ламинария *Laminaria cichorioides* и алария *Alaria ochotensis*. Биомасса около 7 кг/м<sup>2</sup>.

3. Глубина 10–15 м. Сообщества бурых водорослей («кельпы»), состоящие из мощных ламинарий и аларий с талломами длиной более 5 м. Встречаются баланусы *B. rostratus* и двусторчатые моллюски *Pododesmus macrochisma*, *Mytilus trossulus*. Биомасса исчисляется десятками килограммов на квадратный метр.

4. Глубина 15–25 м. Постепенно редееющее сообщество бурых водорослей, биомасса снижается до 5–6 кг/м<sup>2</sup>. Возрастает доля *B. rostratus* и *Pododesmus macrochisma*, появляются асцидии, губки.

5. Глубина 30–50 м. Сообщество двусторчатых моллюсков *Pododesmus macrochisma*. Второстепенные виды – баланус *Chirona evermanni*, мшанки, гидроиды *Obelia longissima*, губки *Halichondria panicea*, капреллиды, красные литогамниевые водоросли. Биомасса около 10 кг/м<sup>2</sup>. Доминирующий вид *P. macrochisma* образует стопроцентное покрытие.

6. Для глубоководных платформ на опорах в диапазоне глубин 50–200 м возможно мощное развитие сообщества крупных баланусов *Chirona evermanni* с общей биомассой в десятки килограммов на квадратный метр. Его поселения могут служить субстратом второго порядка для богатейших эпифауны и инфауны.

Таким образом, при разработке нефтяных месторождений на шельфе северо-восточного Сахалина при возведении МСП следует ожидать массового развития обрастания из баланусов, двусторчатых моллюсков, бурых водорослей, асцидий и губок (Zvyagintsev, Ivin, 1995a, б). Максимальное значение биомассы, а следовательно и увеличение шероховатости поверхности опор, предполагается в верхнем 20-метровом слое, подверженном наибольшему волновым нагрузкам, а также на глубинах более 50 м. При эксплуатации платформ более двух лет необходим тщательный контроль за состоянием обрастания опор квалифицированным специалистом-гидробиологом во избежание возможной аварийной ситуации.

Наиболее опасная из биопомех – возрастание сопротивления волновым нагрузкам, способное привести к аварийной ситуации. Известно, что в бореальных водах при конструировании гидротехнических сооружений коэффициент перегрузок от влияния обрастания равен 1,2 (Пронкин, 1986). Для тропиков он, несомненно, значительно выше. Для того чтобы биоэрозия опор платформ не началась раньше, чем наступит климаксная стадия сукцессии сообщества обрастания, необходимы регулярные осмотры опор МСП не реже двух раз в год специалистами-гидробиологами. Наблюдения за ходом сукцессии обрастания опор позволяют своевременно предотвратить возможную аварийную ситуацию. Окончательные выводы о процессе формирования обрастания опор МСП возможны после проведения многолетних специальных наблюдений и экспериментов.



#### 4.4. Навигационное ограждение

Для буев навигационного ограждения, как и для причальных сооружений, характерен контакт с бенталью посредством якорной цепи. Нередко навигационные буи располагаются над глубинами в несколько десятков метров, и в обрастании якорной цепи четко прослеживается вертикальное распределение разных сообществ. Состав обрастания буев одной навигации, как правило, более сходен с этим показателем для судов прибрежного плавания в данном районе, у долговременных буев с цепями оно обычно представлено многолетними сообществами животных и водорослей.

##### 4.4.1. Обрастание буев навигационного ограждения у побережья Приморья и в Татарском проливе

А.Н. Гориним и Г.Б. Зевинной (Горин, 1975в, 1980; Зевина, Горин, 1975) анализ материала с 35 буев в этом районе позволил выделить не менее 4 основных сообществ («типов обрастания» – терминология авторов).

Сообщество *Mytilus trossulus* характерно для 60% буев из зал. Петра Великого. Обычно это монодоминантное сообщество мидий с высокими количественными показателями – до 110 тыс. экз./м<sup>2</sup>, 41,5 кг/м<sup>2</sup>. Как и на судах одного сезона эксплуатации в зал. Петра Великого, под слоем мидий обычно присутствуют мертвые баланусы *B. crenatus* и седентарные полихеты рода *Hydroides*. Среди живых особей мидий встречаются их пустые створки, что объясняется прессом хищных морских звезд *Asterias amurensis*.

Сообщество *Jassa marmorata* отмечено на 10% буев из зал. Петра Великого и примерно на половине из них в Татарском проливе. Биомасса обрастания такого типа невелика, обычно в пределах 1 кг/м<sup>2</sup>. Когда на буях формируется монодоминантное сообщество яссид, максимальная биомасса *J. marmorata* достигает 2,5 кг, что составляет 90% от общей. Доминирующий вид сообщества на некоторых участках поверхности буя может замещаться водорослями (у поверхности воды) либо мидиями, небольшими поселениями встречающимися на нижней части буя. К числу характерных видов отнесены гидроиды и капреллиды, под слоем домиков ясс отмечены мертвые баланусы.

Сообщество *Obelia longissima* зарегистрировано на 30% буев Татарского пролива. Его общая биомасса обычно не превышает 1,2 кг/м<sup>2</sup> при доминировании гидроидов по всей поверхности буя. К второстепенным отнесен ряд видов полихет, мидий, усонопих раков, амфипод.

«Смешанный тип». Обрастание одного объекта представляет собой несколько разных сообществ, расположенных мозаично либо по мере увеличения глубины и изменения конфигурации буя (табл. 63). По мнению А.Н. Горина (1980), такое обрастание является переходным от одного к другому типу. В зал. Петра Великого за счет мидий оно может достигать биомассы 30 кг/м<sup>2</sup>.

В 1980 и 1986 гг. С. Р. Михайловым и С. В. Блиновым было проведено повторное обследование навигационных буев в этом заливе. Кроме 64 буев навигационного ограждения, ими были осмотрены 60 якорных цепей до глубины более 20 м. К сожалению, основная часть материала осталась неопубликованной. Установлено, что в обрастании буев и цепей в зал. Петра Великого преобладает сообщество мидий *M. trossulus*. В пределах сообщества в зависимости от региональных условий авторы выделяют ряд группировок: *Mytilus trossulus* + *Balanus improvisus* в Амурском заливе; *Mytilus trossulus* + *Balanus crenatus* в заливах Находка и Стрелок; *Mytilus trossulus* + *Obelia longissima* в заливах Уссурийском и Посьета; *Mytilus trossulus* + *Scytosiphon lomentaria* в б. Козьмина. Анализ вертикального распределения мидии в обрастании цепей не выявил четко выраженной зависимости между количественными показателями моллюсков и глубиной в диапазоне глубин 0–10 м. Сообщество мидий преобладает до

глубины 15 м при постепенном снижении биомассы. После годовой экспозиции размерно-частотное распределение моллюсков в пробах практически не зависит от глубины и может быть аппроксимировано мономодальными кривыми (Блинов, 1986). На глубине 15–20 м обычно сообщество *Balanus crenatus* + *Obelia longissima*, глубже обрастание представлено гидроидами, в некоторых случаях губками. Таким образом, в зал. Петра Великого обрастание буев достигает мидиевого климакса за летне-осенний период.

Более детальный и длительный эксперимент проведен В.А. Брыковым с соавторами (1986б). Они приводят сведения о вертикальном распределении, размерной структуре, росте и продукции мидии за годовой и двухлетний периоды экспозиции стационарных якорных цепей швартового буя в зал. Восток (зал. Петра Великого). Показано, что доминирующим видом сообщества обрастания (свыше 95% от общей биомассы) после годовой экспозиции является *M. trossulus*. Зарегистрирован значительный градиент плотности поселения мидий с увеличением глубины – максимальное значение на глубине 3 м (29 400 экз./м<sup>2</sup>), минимальное на глубине 12 м (8100 экз./м<sup>2</sup>). Аналогичная картина характерна и для общей биомассы мидий – 45 880 и 24 820 г/м<sup>2</sup> соответственно.

После двухлетней экспозиции в сообществе обрастания по-прежнему доминировала мидия, однако характер вертикального распределения ее количественных показателей существенно изменился. Плотность поселения мидий уменьшилась на всех горизонтах, максимальное снижение этого показателя (в 14 раз) отмечено на глубине 3 м. Биомасса мидий за второй год экспозиции стабилизировалась, незначительный ее прирост наблюдался только на горизонтах 6 и 9 м. Изменилась возрастная структура мидий: с глубиной отмечено увеличение относительной численности моллюсков возраста 1-го года.

За первый год экспозиции продукция мидий соответствовала значениям биомассы, за второй она составила 13 270 и 16 490 г/м<sup>2</sup>год на горизонтах 6 и 9 м, где зарегистрирован прирост биомассы (табл. 64). Снижение продукции за второй год экспозиции авторы объясняют высокой степенью элиминации моллюсков, что свидетельствует о напряженности внутривидовых конкурентных отношений в сообществе.

В 1979 г. в б. Витязь (зал. Посыета зал. Петра Великого) В.А. Брыковым с соавторами (1980) проведено исследование многолетнего обрастания якорной цепи швартового буя до глубины 25 м. Состав и количественное распределение обрастания цепи многолетнего срока экспозиции принципиально отличались от соответствующих показателей обрастания цепей 1–2 лет экспозиции в зал. Восток, расположенного также в зал. Петра Великого.

Распределение общей биомассы обрастания по длине цепи неравномерно, с увеличением глубины она растет, достигая максимального значения 65 кг/м на уровне 11–2 м, после чего резко снижается (рис. 61). В верхней части зарегистрировано сообщество устриц *Crassostrea gigas*, на глубине 2–3 м составляющей 75% общей биомассы. К характерным видам сообщества отнесены мидии *C. grayanus*, к второстепенным – ряд видов усоногих раков, двустворчатых моллюсков, актиний, асцидий, крабов и водорослей *Desmarestia viridis*. Примерно на такой глубине расположены устричные банки в зал. Посыета (Раков, 1987) и в кутовой части Амурского залива (Звягинцев, 1991б). Сообщество устриц характерно для причальных сооружений в зал. Посыета (Кашин и др., 2000), а также для ряда судов прибрежного плавания из заливов Амурский и Посыета (Звягинцев, 1991а). На горизонте 6–7 м доминирующим видом сообщества становится *C. grayanus*, составляющий половину общей биомассы.

Возрастает роль баланусов *B. rostratus*, асцидий, декапод и голотурий. Обычной становится *Laminaria cichorioides*, сменяющая *D. viridis*.

На глубине 11–12 м сообщество *Crenomytilus grayanus* достигает наибольшего развития, биомасса доминирующего вида здесь составляет около 40 кг/м, а характерного – вдвое меньше. Здесь проходит нижняя граница распространения *C. gigas*. Ниже биомасса мидий резко снижается, и доминирующим видом сообщества становится *B. rostratus*.

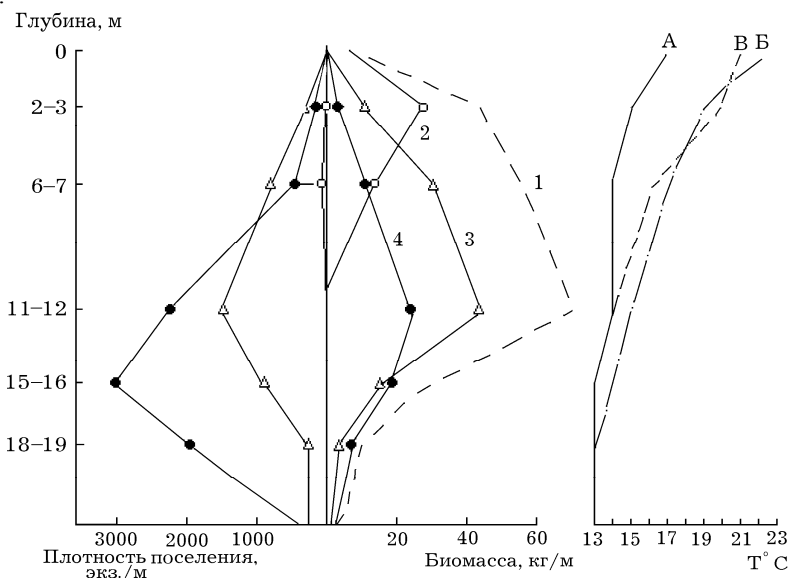


Рис. 61. Вертикальное распределение фонообразующих видов-обрастателей якорной цепи (слева) и июльские температурные кривые (справа) в б. Витязь Японского моря. 1 – общая биомасса, 2 – *Crassostrea gigas*, 3 – *Crenomytilus grayanus*, 4 – *Cirripedia*. Июльская температура, °С: А – 15.VII, Б – 22.VII, В – 25.VII (по данным Брыкова и др., 1980)

По мнению авторов, решающим фактором изменения таксономического состава и количественных показателей сообществ обрастания с глубиной является температура (рис. 61). Это хорошо согласуется с данными С.И. Масленникова (1997) по установкам марикультуры гребешка в Амурском заливе, где летняя температурная стратификация достаточно хорошо выражена. И.В. Волвенко и С.И. Масленниковым (1997) выявлены наличие температурной стратификации в слое воды 0–5 м, а также периодическое увеличение температурного градиента на данных глубинах до максимума

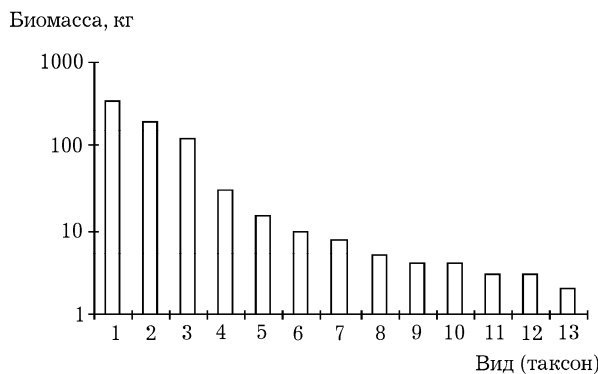


Рис. 62. Суммарная биомасса организмов в обрастании цепи. 1 – *Crenomytilus grayanus*, 2 – *Cirripedia*, 3 – *Crassostrea gigas*, 4 – *Halocynthia aurantium*, 5 – прочие Bivalvia, 6 – *H. roretzi*, 7 – *Metridium senile*, 8 – прочие организмы, 9 – Decapoda, 10 – Sipunculidae, 11 – прочие Ascidiä, 12 – *Laminaria cichorioides*, 13 – *Cucumaria fraudatrix* (по данным Брыкова и др., 1980)

летом и уменьшение его (вплоть до полной гомотермии) с зимним похолоданием. По мнению этих авторов, сезонная стратификация верхнего слоя воды происходит и по другим физико-химическим параметрам: солености, концентрации растворенного кислорода и плотности. Данными закономерностями можно объяснить различия в характеристиках сообществ обрастания на малых глубинах, в частности в распределении обрастания на якорных цепях, осмотренных В.А. Брыковым с соавторами (1980).

Основной причиной интенсивного развития организмов-обрастателей с биомассой, вдвое превышающей этот показатель в бентосе, авторы считают благоприятные условия питания животных-фильтраторов в глубокой открытой бухте. На основании проведенных ими расчетов построена гистограмма соотношения суммарных биомасс обрастателей всей цепи (рис. 62). Как и в обрастании буев с цепями многолетней экспозиции во Вьетнаме, особый интерес представляет отсутствие в сообществе морских звезд при столь мощном развитии кормовых для звезд организмов.

#### 4.4.2. Обрастание буев навигационного ограждения в Авачинском заливе

Обрастание буев одного сезона эксплуатации (обычно это время летней навигации судов) в Авачинском заливе исследовано Г.Б. Зевинной с соавторами (1989). Доминирующими видами сообществ обрастания нескольких буев, расположенных в разных точках Авачинского залива и прилегающих к ней акваторий, оказались тихоокеанская мидия и два вида баланусов – *B. crenatus* и *S. cariosus* – с переменным соотношением биомасс (рис. 63). В число субдоминантов входит ряд видов гидроидов, полихет, моллюсков, амфипод, мшанок.

Общая биомасса обрастания буев достигала  $36 \text{ кг/м}^2$ , максимальная у мидий составляла  $28 \text{ кг/м}^2$  при плотности поселения  $78\,000 \text{ экз./м}^2$ , а *B. crenatus* –  $22 \text{ кг/м}^2$  и  $45\,000 \text{ экз./м}^2$  соответственно. *S. cariosus* доминировал на выходе из залива при почти полном отсутствии в самом заливе, что авторы связывают с опреснением и загрязнением. Отмечена лилиевидная форма этих двух видов баланусов при плотности поселения  $13\,000\text{--}16\,000 \text{ экз./м}^2$ , цилиндрическая – при  $10\,000\text{--}11\,000 \text{ экз./м}^2$  и коническая при  $1000 \text{ экз./м}^2$ .

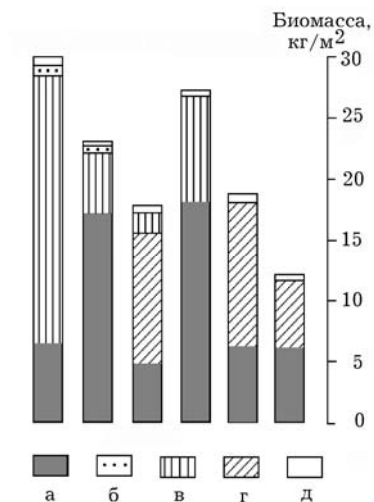


Рис. 63. Соотношение биомасс фонообразующих видов сообществ обрастания буев (вертикальные колонки) в районе Авачинского залива (п-ов Камчатка). Условные обозначения: а – мидии, б – гидроиды, в – *B. crenatus*, г – *S. cariosus*, д – прочие (по: Зевина и др., 1989)

Многолетнее обрастание антропогенных субстратов, исследованное В.В. Ошурковым (1986, 1987) в Авачинском заливе, от 0 до 20 м глубины, как правило, представлено сообществом *Mytilus trossulus*. Субдоминантами этого сообщества, как и в зал. Петра Великого, являются *O. longissima* и *B. crenatus*. Максимальная биомасса обрастания зарегистрирована на глубинах 1–7 м, а видовое богатство – на 5–10 м.

Как и на причальных сооружениях Авачинской губы, на якорных цепях швартового буя в ее центре многолетнее обрастание представлено сообществом мидий *M. trossulus*. Доля мидии в общей биомассе уменьшается с 91,5% на глубине 1 м до 26,3% на глубине 25 м. Для обрастания якорных цепей характерно монотонное увеличение видового разнообразия от поверхности до дна (рис. 64). На

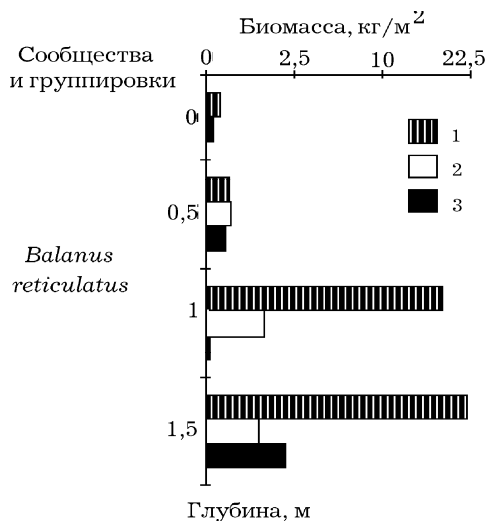


Рис. 65. Структура сообществ и группировок обрастания буга в п. Вунгтау. 1 – *Balanus reticulatus*, 2 – *Bivalvia*, 3 – прочие

глубине около 20 м полностью исчезают баланусы при доминировании одиночных и сложных асцидий. Наиболее равномерно распределены по всей длине цепи гидроида *O. longissima*. Морские звезды, как и на бугах с цепями из зал. Петра Великого, в обрастании полностью отсутствовали.

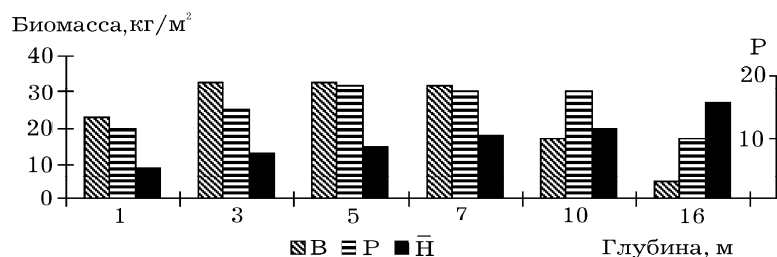


Рис. 64. Изменение биомассы (В), количества видов (Р) и видового разнообразия (H) сообществ многолетнего обрастания якорь-цепи буга в Авачинской губе в зависимости от глубины (по: Ошурков, 1986)

Ошурков, 1986)

Многолетнее обрастание навигационного ограждения в кустовой части при сохранении общих закономерностей распределения и структуры обрастания отличается более высокой биомассой животных. Здесь на протяжении всей длины цепи доминирует мидия, при достаточно высокой биомассе сложных асцидий на максимальной глубине (табл. 65). Как и в центральной части губы, видовое разнообразие с увеличением глубины возрастает от 0,59 до 2,19 бит, а максимальное количество видов (16) отмечено на глубине 7 м.

#### 4.4.3. Обрастание бугов навигационного ограждения в Южно-Китайском море

На рейде п. Вунгтау, расположенного в опресненном устье р. Меконг, был осмотрен навигационный буй. Пробы обрастания с цепи взять не удалось из-за полного отсутствия видимости под водой. Обрастание буга представлено сообществом баланусов, в котором выделено 2 группировки (табл. 66). Группировка *Balanus reticulatus* + *Littorina* sp. при высокой численности организмов дает незначительную биомассу – не более 100 г/м². Здесь, как и на всей подводной части буга, отмечено массовое развитие амфипод *Ischyrocerus* sp. (до 3000 экз./м²). Видовое богатство группировки невелико (Звягинцев и др., 1993).

Группировка *Balanus reticulatus*, встречающаяся от глубины 0,5 м до нижней части бочки буга, включает в себя 20 видов, в т. ч. 2 вида водорослей. Общая биомасса обрастания с глубиной растет от 487 до 35 078 г/м². Доминирующий вид *B. reticulatus* составляет 90% общей биомассы 14 870 г/м². Двустворчатые моллюски входят в число второстепенных видов (рис. 65). Для этих глубин характерно массовое развитие десятиногих раков *Pachycheles scuerptus* (до 350 г/м²). На нижней части бочки отмечены корковые мшанки (до 2000 г/м²). Биомасса зеленых и красных водорослей незначительна.

Обрастание буя с цепью на п-ове Тьенша включает в себя 24 вида, водорослей всего 1 (табл. 58). Наибольшее видовое богатство представляют десятиногие раки (8 видов), далее следуют двусторчатые моллюски (5), гидроида и усконогие раки (по 3 вида). Общая биомасса обрастания растёт с увеличением глубины при максимальном значении 23 000 г/м<sup>2</sup> на 5-метровой глубине. Выделено 3 сообщества и 2 группировки в одном из них (табл. 67, рис. 66).

Сообщество *Saccostrea mordax* + *Megabalanus tintinnabulum* на уреze воды состоит из 6 видов. Ядро сообщества образуют всего 2 вида: *S. mordax* (52%) и *M. tintinnabulum* (48%) при общей биомассе до 4000 г/м<sup>2</sup>. Плотность поселения устриц и мегабалаанусов колеблется в пределах 150–350 экз./м<sup>2</sup>.

Сообщество *Ostrea glomerata* + *Pinctada margaritifera* на глубине 1–3 м включает 8 видов. Доминирующий вид (52%) даёт высокую плотность поселения – более 1000 экз./м<sup>2</sup>. Характерный вид *P. margaritifera* встречается гораздо реже (24%). Из второстепенных форм наибольшее значение имеют *M. tintinnabulum* и *B. reticulatus*. Подвижных форм очень немного.

Сообщество *Megabalanus tintinnabulum* прослеживается на большей части цепи до глубины 10 м. Биомасса доминирующего вида (91%) растёт с 8040 до 21 000 г/м<sup>2</sup> по мере увеличения глубины. В этом сообществе *O. glomerata* становится характерным видом 2-го порядка. Из подвижных форм наиболее обычны многощетинковые черви и десятиногие раки.

Обрастание створного буя с цепью на входе в б. Нячанг представлено монодоминантным сообществом *Megabalanus tintinnabulum*, состоящим из 21 вида (табл. 68). Его общая биомасса, слагаемая почти на 100% доминирующим видом, равномерно растёт с 33 650 до 90 022 г/м<sup>2</sup> до 15-метровой глубины (рис. 67). Из второстепенных форм наиболее показательны губки, биомасса которых снижается с глубиной. На 7 м отмечено скопление устриц (15 400 г/м<sup>2</sup>, 400 экз./м<sup>2</sup>). Подвижные формы, представленные десятиногими и разноногими раками, а также брюхоногими моллюсками, встречены в качественных пробах. В обрастании придонной части цепи обнаружены офиуры 3 видов.

Таким образом, приведенная информация даёт представление о составе и количественном распределении обрастания навигационного ограждения в дальневосточных морях России и у побережья Вьетнама. Для большинства буев одного сезона экспозиции характерно монодоминантное сообщество мидий с высокими количественными показателями. Иногда в обрастании доминируют разноногие раки или гидроида, реже – присутствует так называемый смешанный тип обрастания (Горин, 1980). Обрастание буев с цепями, находящихся в море длительное время, слагают многолетние сообщества обрастания, свойственные причальным сооружениям данного района.

Ряд сообществ обрастания для ГТС Вьетнама выделен впервые: *Septifer bilocularis*, *Palythoa* sp., *Spongia*, *Alcyonaria* (Звягинцев, Кашин, 1991). Для некоторых объектов из района Нячанга (створный буй с цепью, опоры моста через лагуну Тхюичьеу) характерно выраженное монодоминантное сообщество мегабаланусов *M. tintinnabulum*, отмеченное также на опорах нефтедобывающих платформ СП «Вьетсовпетро» (Звягинцев, 1989). Для навигационного буя, установленного в устье р. Меконг в районе п. Вунгтау, выделено сообщество баланусов *B. reticulatus*, способных переносить длительное опреснение. Оно встречается на большинстве судов, действующих в приустьевых портах Вьетнама (Михайлов и др., 1990).

#### 4.5. Искусственные рифы как способ рационального использования морского обрастания

Морское обрастание известно не только как агент биоповреждений, но и как элемент искусственного рифа (ИР). Строительство ИР, начатое еще в XVIII в., в настоящее время проводится в 32 странах, в некоторых из них оно поставлено на индустриальную основу. Главные задачи, решаемые с помощью ИР, – воспроизводство естественных сообществ водорослей и животных на искусственном субстрате, создание нерестилищ, увеличение биотопического разнообразия, промышленная добыча рыб и беспозвоночных и т.д. Специальные ИР создаются для повышения продуктивности вод, подвергнутых антропогенному прессу. Основная их функция – увеличение площади поверхности субстрата, пригодного для оседания и жизнедеятельности седентарных форм макробентоса. Одно из не менее актуальных направлений в настоящее время – использование ИР как биофильтров, основанное на жизнедеятельности организмов-фильтраторов и водорослей, способствующих очистке вод.

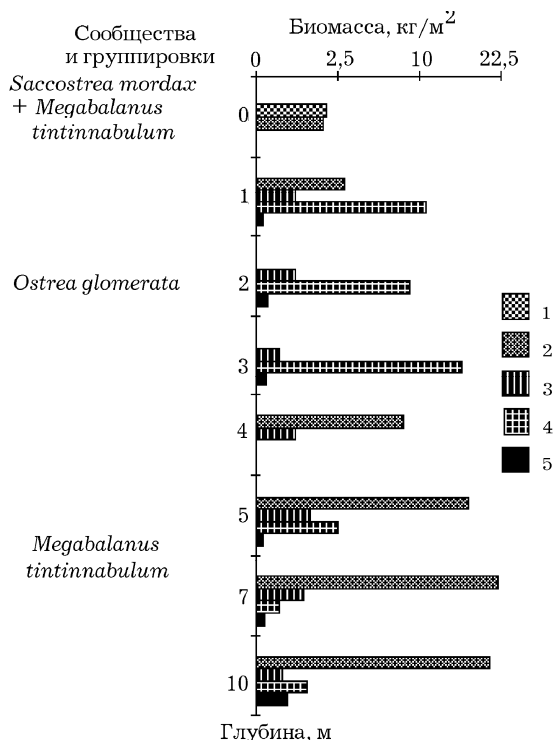


Рис. 66. Структура сообществ и группировок обрастания буя п-ова Тьенша. 1 – *Saccostrea mordax*, 2 – *Megabalanus tintinnabulum*, 3 – *Balanus reticulatus*, 4 – *Ostrea glomerata*, 5 – прочие

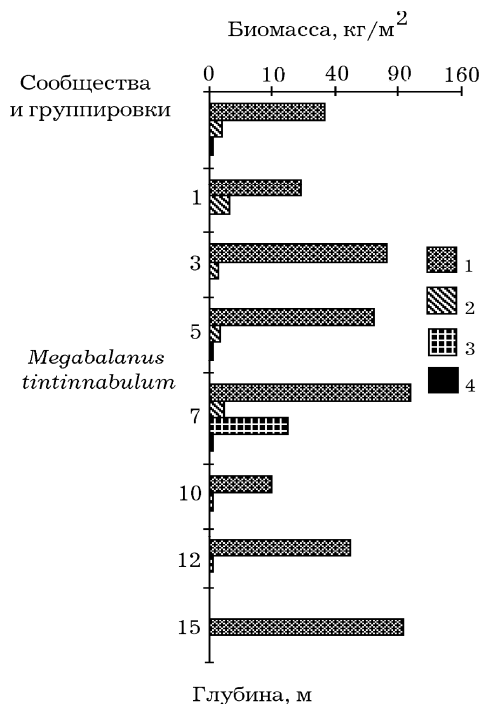


Рис. 67. Структура сообществ и группировок обрастания буя в п. Нячанг. 1 – *Megabalanus tintinnabulum*, 2 – *Spongia*, 3 – *Osrea glomerata*, 4 – прочие. Условные обозначения см. также на рис. 35

Научные аспекты данного явления как частного случая проблемы морского обрастания носят комплексный экологический и антропогенно-технологический характер. Количество публикаций, посвященных ИР, превышает 1700 (статьи, обзоры, монографии), по этой теме проводятся мировые и всероссийские конференции. С 1989 г. проблема ИР объединена в Государственной научно-технической программе ГКНТ СССР в проекте «Риф», возглавляемой ВНИРО. В настоящее время большая работа по обоснованию гидробиологических основ управления состоянием экосистем Черного моря проводится в Одесском филиале Института биологии южных морей НАН Украины. Реализован ряд проектов и международных программ, основные положения которых сводятся к следующему.

Структурно-функциональная организация сообщества обрастания, являющегося ключевым элементом управления состоянием прибрежных экосистем, зависит от его жизненного пространства, определяемого геометрией твердого субстрата. Регулируя

величину удельной поверхности последнего, можно влиять на качество среды через самоочистительную функцию формирующегося на нем сообщества прикрепленных организмов (Александров, 2002).

Природным аналогом ИР являются коралловые рифы тропиков, устричники, подводные банки и прочие эпибионтные поселения седентарных организмов. Моделирование ИР оказалось возможным на основании анализа процессов, происходящих в их природных аналогах. Установки для культивирования водорослей, моллюсков и иглокожих могут рассматриваться как ИР, поскольку они в несколько раз повышают продуктивность близлежащих акваторий. Наличие субстрата, корма и укрытий от врагов привлекает в места расположения установок множество активно передвигающихся и прикрепленных морских животных, в течение определенного времени формирующих стабильное сообщество. Материалом для изготовления ИР в мировой практике служат деревянные и пластмассовые конструкции, бетонные блоки, списанные кузова автомобилей и корпуса судов, использованные автопокрышки, валуны и т.п.

С учетом интенсивного лова морских организмов, заиления дна прибрежных участков моря и антропогенного загрязнения в зал. Петра Великого Японского моря сотрудниками ТИИРО были установлены ИР в трех районах Амурского залива (Явнов, 1990). Материалом для их изготовления послужили использованные автопокрышки, собранные в конструкции в форме прямоугольников и тетраэдров. Предварительно в районах постановки рифов были проведены контрольные траления и водолазные обследования для «оценки качественного и количественного состава гидробионтов,



которые могут обитать в районе рифа, а также служить исходными данными при дальнейшей оценке эффективности их эксплуатации» (цит. по: Явнов, 1990). К сожалению, такая оценка была выполнена непрофессионально: по результату одного контрольного траления невозможно получить достоверную информацию даже о качественном составе ихтиофауны. По данным С.В. Явнова, у п-ова Де-Фриз зарегистрирован только 1 вид рыб – красноперка, хотя по нашим наблюдениям (совместно с А.С. Соколовским) здесь обитает несколько десятков видов рыб. Имеются неточности в оценке состава гидробионтов. Так, *Cnidopus japonica* – не асцидия, а актиния; *Balanus eburneus* – тропический вид, отсутствующий в бентосе зал. Петра Великого. Не приведены количественные показатели ихтиофауны и гидробионтов, хотя их установление поставлено в задачи исследований (см. цитату выше). По нашим сведениям, видовой состав гидробионтов Амурского залива намного богаче, чем в списках С.В. Явнова. Все это затрудняет проведение сравнительного анализа наших данных по ГТС Амурского залива с информацией, приведенной этим автором. В районе расположения ИР у о-ва Речного находятся обширные устричные банки, представляющие собой природный аналог искусственного рифа и имеющие богатую эпифауну (Звягинцев, 1991б). Таким образом, необходимость сооружения ИР в районе о-ва Речного недостаточно обоснована.

В.А. Раковым с соавторами (1990) опубликованы результаты подводных наблюдений по оценке видового состава и численности основных представителей флоры и фауны, поселяющихся на ИР в зал. Петра Великого за 10 лет. Материалы использованы авторами с целью обоснования крупномасштабного строительства ИР у северо-западного побережья Японского моря. Информация о сукцессии сообществ обрастания ИР носит описательный характер, в работе отсутствуют видовые списки с количественными показателями, таблицы и графики. На основании такого общего описания процесса формирования сообществ обрастания ИР, иллюстрированного лишь нечеткими фотографиями, авторы делают выводы, первые три из которых общеизвестны, а в четвертом дается рекомендация организации добычи промысловых беспозвоночных и рыб в районе установки ИР по прошествии 3–5 лет. Более точные количественные данные по заселению ИР в зал. Посьета приведены Д.И. Вышкварцевым и Е.Б. Лебедевым (1990), однако в работе отсутствуют латинские названия видов. Авторами обосновывается наибольшая эффективность эксплуатации ИР из использованных шин, который выгодно отличается от аналогичных зарубежных патентованных модулей.

Существует понятие вторичных ИР – это комплексная решетчатая система подводных поддерживающих колонн, поперечных и продольных распорок и раскосов опор морских стационарных платформ (МСП), по форме удивительно похожих на лучшие разноглубинные ИР для пелагических и донных рыб (Лапшин и др., 1990; Somp, Grove, 1985). О.М. Лапшиным с соавторами проанализирована обширная и действенная система вторичных ИР в Каспийском море, представленная несколькими сотнями МСП для эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Ими предложена штормоустойчивая конструкция садков второго поколения для выращивания лососевых рыб. Подводные части садков образуют искусственный рифовый комплекс с подводными частями МСП. По мнению этих авторов, создавая экологические ниши, МСП увеличивают видовое богатство, численность и размеры рыб без уменьшения популяций на соседних естественных рифах.

А.Е. Анцулевич и Н.В. Максимович (1990) показали, что биомасса обрастания опор МСП в южной части Каспия может достигать  $30 \text{ кг/м}^2$ , причем 90% этой биомассы приходится на миплястера и балануса. Эти животные способствуют биологическому очищению воды от минеральных и органических взвесей, что важно для поддержки

нормальной экологической обстановки в районах морской нефтегазодобычи и для расположения хозяйств марикультуры. По мнению авторов, МСП функционируют как разноглубинный ИР.

В нашем случае с платформами СП «Вьетсовпетро» в Южно-Китайском море наблюдается аналогичная ситуация – отмечено массовое развитие одних и тех же видов рыб (ставриды и парапристипомы) в районе установки платформ и на соседней банке Ройял-Бишоп. Общая численность рыб повышается в процессе колонизации опор платформы, на основании этого возможен прогноз вторичной волны расселения, направленной от МСП и возникающей после полного заселения такого ИР.

Таким образом, действующие и отслужившие свой срок МСП представляют собой многоярусный биотоп, позволяющий колонизирующим видам выбирать оптимальный горизонт (иногда в диапазоне нескольких сотен метров). При этом открытая конструкция подводной части МСП не препятствует активному перемещению всем компонентам пищевой цепи населения пелагиали – от планктона до хищных рыб. К настоящему моменту вследствие усугубления экологического кризиса в промышленном рыболовстве имеет право на существование только один принцип: «от рыболовства берущего – к рыболовству создающему». Одним из путей его осуществления является использование ИР из опор действующих и отслуживших МСП для повышения эффективности искусственного воспроизводства рыб ценных пород.

#### **4.6. Системы охлаждения промышленных предприятий**

Системы водоснабжения промышленных и энергетических предприятий (водозаборные, проводящие и охлаждающе-фильтрующие устройства) представляют собой VI тип антропогенных субстратов (Резниченко, 1978). К ним отнесены абсолютно неподвижные объекты, находящиеся в основном на суше при удалении от границ водоема до нескольких километров, т.е. их можно назвать «внеэкваториальными». Начальные участки систем охлаждения имеют контакт с бенталью, однако главное их взаимодействие осуществляется с прибрежным слоем пелагиали обычно в пределах 5 м. По скорости течения в них потока воды они стоят на втором месте после действующих судов, характеризуются полным отсутствием света. Из всей суммарной площади антропогенных субстратов Мирового океана на VI тип приходится менее 0,2%, однако биоповреждения этого типа субстрата обрастанием и связанный с ними материальный ущерб весьма велики.

В последние десятилетия в промышленно развитых странах наметилась тенденция к перемещению тепловых электростанций и промышленных предприятий на морские побережья. Так, только в США более трети силовых электростанций страны располагаются недалеко от морских берегов. Среднесуточный забор морской воды этими станциями уже в 1970-е годы исчислялся миллиардами литров (Young, 1971). Условия в морских водоводах отличаются от природных большей скоростью тока воды, что исключает возможность существования одних обрастателей и в то же время способствует росту и развитию других видов (баланусов, гидроидов, мидий). Высокая скорость тока воды может препятствовать оседанию личинок и существованию подвижных животных, для которых необходим соответствующий биотоп из развитого обрастания. Скорость тока воды определяет не только качественный состав, но и обилие обрастания. Так, в Ньюфаундлендском морском водоводе наиболее мощное обрастание было при скорости тока воды около 20 м/мин, в то время как при 40 м/мин и менее 10

м/мин и при прерывистом водоснабжении обрастание отсутствовало (Sergy, Evans, 1975).

Часто в водоводах обитают колониальные организмы – мшанки, гидроиды и асцидии. Для них достаточно прикрепления одной личинки, из которой развивается мощная колония. В водоводах умеренной зоны в многолетнем обрастании доминирует мидия. В пресноводных водоводах также часто преобладают двустворчатые моллюски: в Европе – дрейссена, в Гонконге и Южном Китае – *Limnoperna fortunei*, в Китае – *Corbicula manilensis*, в США – азиатский вселенец *Corbicula fluminea* (Зевина, 1994). В соседней Японии десятки теплоэлектростанций имеют систему охлаждения морской водой, и, естественно, проблема обрастания здесь весьма актуальна. Японскими специалистами-биологами проводится постоянный контроль за этим процессом обрастания и вырабатываются соответствующие рекомендации по его предотвращению (Kiyono, 2003; Sakaguchi, 2003), в то время как на Владивостокской ТЭЦ-2 соответствующие работы до настоящего времени не проводились.

ВТЭЦ-2 начала функционировать в 1980 г. Скорость воды в водоводах в зависимости от изменения мощности насосов составляет в среднем 2 м/с. Максимальный ущерб при эксплуатации водоводов наносится тихоокеанской мидией *Mytilus trossulus*. При этом биоповреждения, связанные с закупоркой водоводов малого диаметра, наносят мидии с длиной раковины более 24 мм. По нашим данным, таких размеров мидии на пластинах в водозаборном ковше ВТЭЦ-2 достигают через 6 мес после оседания личинок на субстрат. В начале эксплуатации водоводов ВТЭЦ-2 по всей длине туннелей было стопроцентное обрастание мидиями. Избавлялись от него исключительно механическим способом, для чего привлекались подразделения солдат. В конце марта 1987 г. была проведена первая термообработка туннелей горячей водой. Морская вода с температурой 40–45 °С подавалась в туннели в обратном направлении в течение 12 ч. По мнению сотрудников станции, эффект был почти стопроцентный, мидии остались только в трещинах. В трубах диаметром 400 мм толщина многолетнего сообщества мидий составляет 150 мм, т.е. более трети его диаметра. Термообработка в этих трубах не осуществляется по техническим причинам и производится только в двух километровых туннелях диаметром 2 м. С 1987 г. она проводилась в туннелях трижды в год в летние месяцы. Другие способы защиты от обрастания не применялись. Последний раз термообработка обоих туннелей была проведена за 8 мес перед нашим исследованием – 24 и 25 августа 2000 г.

#### 4.6.1. Обрастание объектов системы охлаждения ВТЭЦ-

#### 2

В составе обрастания всех обследованных объектов системы охлаждения ВТЭЦ-2 зарегистрировано 117 видов гидробионтов, из которых 10 – водоросли (табл. 69). По числу видов доминируют разноногие раки (23), далее следуют двустворчатые моллюски (22) и многощетинковые черви (18 видов). Иголкокожих встречено 8 видов, красных водорослей, равноногих раков и брюхоногих моллюсков – по 6, усоногих и десятиногих раков – по 5, кишечнорастворимых – 4 вида. Остальные группы представлены 1–2 видами (Звягинцев, 2004).

Число видов обрастателей по объектам распределено неравномерно. На рис. 68 оно приведено на каждом из объектов, ранжированных по степени возрастания. Данные наилучшим образом аппроксимируются экспоненциальной линией тренда. Из графика следует, что максимальное число видов зарегистрировано в сообществах обрастания наиболее «гидродинамически активных» объектов с обычной температурой воды – туннелей №1 и №2 (58 и 62 вида соответственно). В этих туннелях имеет место постоянный однонаправленный ток морской воды со скоростью около 2 м/с. Далее

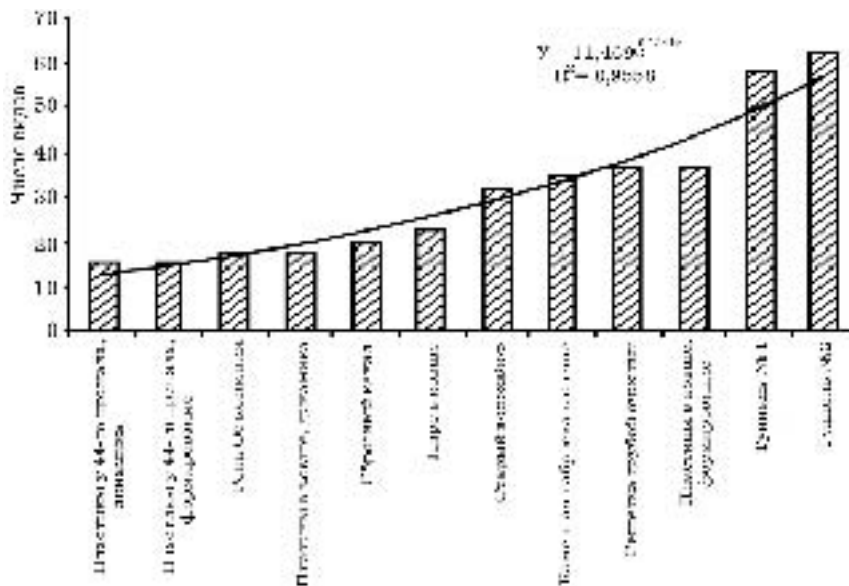


Рис. 68. Распределение числа видов обрастателей по объектам системы охлаждения ВГЭЦ-2

число видов на графике резко снижается по мере уменьшения скорости подаваемой воды. На решетке грубой очистки водозабора и на экспериментальных пластинах длительного срока экспозиции, установленных перед решеткой, отмечено по 37 видов, в обрастании каменной наброски в ковше – 35. Здесь скорость тока воды составляет 0,1–0,3 м/с. В обрастании старого водозабора зарегистрировано 32 вида. Из ряда этих объектов, расположенных до прохождения водой системы охлаждения станции и имеющих относительно большое число видов, выпадают 15-дневные пластины из ковша. На них отмечено всего 18 видов, что объясняется небольшим сроком их экспозиции. По мере удаления от туннелей в сторону б. Золотой Рог число видов на объектах по сравнению с этими показателями для туннелей снижается примерно втрое. Здесь причину уменьшения такового мы видим в «термальном загрязнении» сбросных вод станции после прохождения системы охлаждения.

Кластерный анализ качественного состава осмотренных объектов показал следующее. На дендрограмме четко выделены 4 кластера на разных уровнях сходства (рис. 69). Кластер I на уровне сходства 77% объединил видовые списки двух туннелей, что свидетельствует об аналогичном таксономическом составе этих объектов. Кластер II на уровне сходства около 40% объединил группу объектов, расположенных после прохождения водой системы охлаждения станции: это сбросный канал, р. Объяснения и пластины разного срока экспозиции у 44-го причала в б. Золотой Рог. Кластер III на уровне около 50% объединил гидротехнические сооружения и каменную наброску в водозаборном ковше, а кластер IV – пластины из водозаборного ковша. Таким образом, кластерный анализ показал различие таксономического состава обрастания туннелей, объектов до и после прохождения водой системы охлаждения станции.

**Старый водозабор** расположен в кутовой части ковша (рис. 70), не функционирует уже несколько лет. Для этой части ковша характерно практически полное отсутствие течения, наблюдаются лишь приливо-отливные колебания уровня воды. Взяты количественные пробы обрастания на вертикальной бетонной стенке до глубины 5 м.

В составе сообществ обрастания водозабора всего зарегистрировано 4 вида водорослей и 29 видов животных, которые представлены в основном двусторчатыми

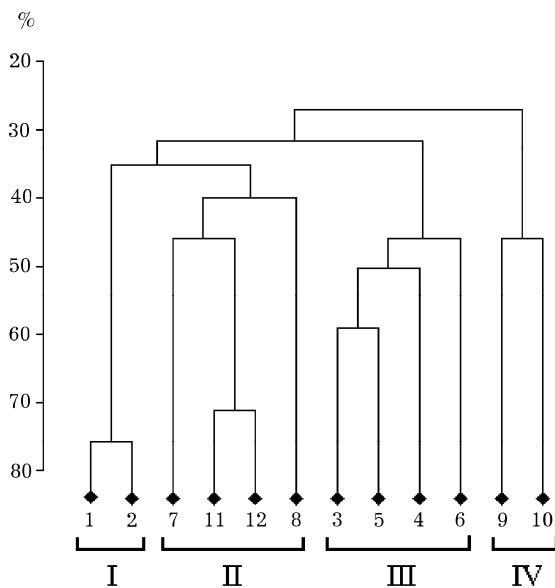


Рис. 69. Дендрограмма сходства качественного состава обрастания объектов системы охлаждения ВГЭЦ-2. Условные обозначения объектов: 1 – туннель № 1; 2 – туннель № 2; 3 – старый водозабор, 4 – пирс, 5 – каменная наброска, 6 – решетка грубой очистки, 7 – сбросный канал на территории ВГЭЦ-2, 8 – р. Объяснения, 9 – пластины в водозаборном ковше (динамика), 10 – пластины в водозаборном ковше (формирование), 11 – пластины у 44-го причала (динамика), 12 – пластины у 44-го причала (формирование). Римскими цифрами обозначены выделенные кластеры (пояснения в тексте). По шкале – уровень сходства, %

*boucardi*. Максимальная биомасса (более  $20 \text{ кг/м}^2$ ) зарегистрирована для мидии Грея и модиолуса на глубинах 3–5 м. Характерные виды – гигантская устрица *Crassostrea gigas*, сипункулиды *Phascolosoma japonica*, усонogie раки *Balanus rostratus*. Такое сообщество обрастания обычно на длительно эксплуатирующихся причальных сооружениях Амурского залива (Кашин и др., 2000). Кроме того, оно постоянно встречается на валунах и скалистом грунте верхней сублиторали этого залива в диапазоне глубин 2–10 м.

**Пирс** для швартовки маломерных судов расположен в центральной части водозаборного ковша. Его подводная часть состоит из бетонных блоков, максимальная глубина обросшей поверхности – 3 м. Взяты количественные пробы на 5 горизонтах. В обрастании пирса зарегистрировано 3 вида водорослей, 5 – иглокожих, 3 – многощетинковых червей и столько же асцидий. Остальные обрастатели представлены 1–2 видами.

На урезе воды обнаружено лишь несколько особей баланусов *B. improvisus* и многощетинковых червей *Neodexiospira alveolata* (12 и  $4 \text{ г/м}^2$  соответственно). На глубине 0,5 м в обрастании доминируют многощетинковые черви *Hydroides ezoensis* ( $140 \text{ г/м}^2$ ), биомасса баланусов *B. improvisus* остается прежней. На метровой отметке зарегистрировано массовое развитие крупных усоногих раков *B. rostratus* ( $11,5 \text{ кг/м}^2$ ). Характерный вид сообщества – актиния *Metridium senile* ( $1700 \text{ г/м}^2$ ), второстепенные

моллюсками, иглокожими (по 6 видов) и полихетами (4). Остальные группы животных (губки, сипункулиды, усонogie и разноногие раки, брюхоногие моллюски, мшанки, асцидии) представлены 1–2 видами.

Количественное распределение обрастания бетонной стенки водозабора обусловлено влиянием льда толщиной около 1 м. Так, на глубинах 0–1 м обрастание представлено монодоминантным сообществом многощетинковых червей *Hydroides ezoensis* с биомассой 80 и  $140 \text{ г/м}^2$  соответственно (рис. 70). На данных глубинах оно ежегодно уничтожается льдом, и процесс его формирования начинается вновь в конце мая–начале июня. Этот вид полихет постоянно встречается на всей бетонной стенке при увеличении биомассы до  $620 \text{ г/м}^2$ . В диапазоне глубин 2–5 м зарегистрировано многолетнее сообщество двусторчатых моллюсков с попеременным доминированием *Crenomytilus garyanus*, *Modiolus difficilis*, *Arca*

виды – гидроиды *Bougainvillia ramosa*, морские звезды *Asterias amuransis* и 3 вида водорослей. На глубине 2 м биомасса *B. rostratus* уменьшается на порядок, доминирующий вид сообщества – актиния *Metridium senile* (2800 г/м<sup>2</sup>). Для этой глубины характерно массовое развитие морских звезд и асцидий (рис. 71). На глубине 3 м вновь доминируют *B. rostratus* (4900 г/м<sup>2</sup>), исчезают метридиумы. Второстепенные виды – гидроиды, морские звезды и асцидии. Для обрастания пирса характерно полное отсутствие двустворчатых моллюсков.

**Каменная наброска** представляет собой насыпь из валунов диаметром 0,5–1 м, ограничивающую водозаборный ковш от открытой части Уссурийского залива. Собраны количественные пробы на 7 горизонтах до глубины 5 м. На стенках валунов обнаружено 4 вида водорослей и 31 вид животных. В составе фауны обрастания доминируют иглокожие (8 видов), далее следуют многощетинковые черви и двустворчатые моллюски (по 4). Десятиногих и равноногих раков встречено по 3, брюхоногих моллюсков и асцидий – по 1 видам.

На урзе воды обнаружено монодоминантное сообщество литоральных усонюгих раков *Chthamalus dalli* (370 г/м<sup>2</sup>), в котором единично отмечены разноногие раки и молодь гигантской устрицы. На горизонте 0,5 м зарегистрировано сообщество зеленых водорослей *Ulva fenestrata* (3500 г/м<sup>2</sup>), биомасса еще двух видов водорослей и животных незначительна (рис. 72).

Для диапазона глубин 1–5 м характерно монодоминантное сообщество усонюгих раков *B. rostratus*, биомасса которых колеблется в пределах 3800–18 000 г/м<sup>2</sup>. К характерным видам сообщества отнесен ряд видов иглокожих и асцидий. Сообщество обрастания каменной наброски по своей структуре в общих чертах сходно с бентосом твердых грунтов верхней sublиторали, однако в нем очень немного двустворчатых моллюсков.

**Решетки грубой очистки** представляют собой первый этап системы охлаждения ВТЭЦ-2. Каждая решетка состоит из ряда плоских стальных параллельных пластин с промежутком 50 мм. Ее постоянно чистят от обрастания, освобождают от наносов.

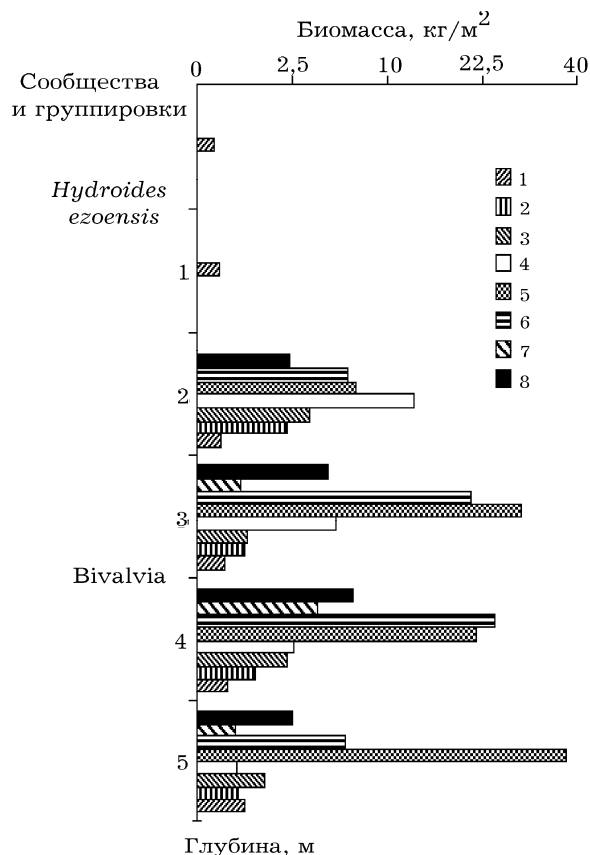


Рис. 70. Структура сообществ и группировок обрастания старого водозабора ВТЭЦ-2. 1 – *Hydroides ezoensis*, 2 – *Phascolosoma japonica*, 3 – *Balanus rostratus*, 4 – *Arca boucardi*, 5 – *Modiolus difficilis*, 6 – *Crenomytilus grayanus*, 7 – *Crassostrea gigas*, 8 – прочие

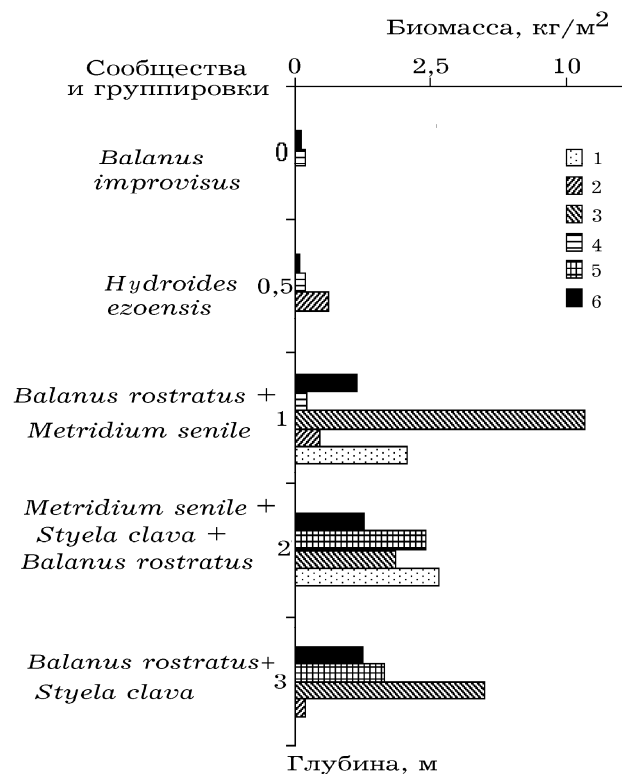


Рис. 71. Структура сообществ и группировок обрастания пирса в водозаборном ковше ВТЭЦ-2. 1 – *Metridium senile*, 2 – *Hydroïdes ezoensis*, 3 – *Balanus rostratus*, 4 – *Balanus improvisus*, 5 – *Styela clava*, 6 – прочие

разд. 5.2.

**Вращающиеся защитные сетки.** За решетками грубой очистки находится бетонная стенка, после огибания которой поток воды и попадает на 4 вращающиеся стальные сетки с мелкой ячейей диаметром 3 мм, представляющие собой второй этап защиты от наносов. Вода проходит через поверхность сетки внутрь и после прохождения основной очистки через специальное отверстие подается в туннель. Сетки регулярно чистят, но остается много обросших мест. Их обрастание представляет собой монодоминантное сообщество тихоокеанской мидии *M. trossulus*, принципиально не отличающееся от аналогичного сообщества мидии одного сезона на решетке грубой очистки (см. рис. 73). Сообщество включает в себя 4 вида: 1 доминирующий, 2 – гидроидов *Obelia longissima* и *Bougainvillia ramosa*, а также 1 вид многощетинковых червей *Halosydna brevisetosa* при общей биомассе 4170 г/м<sup>2</sup>.

Интересно, что обрастание мидиями имеется только на центральной сетке, которая постоянно находится в эксплуатации. На других трех, расположенных дальше поворота и периодически надолго сосяхающих, обрастания практически нет. Мидии находятся в постоянных стрессовых условиях, которые в природе нигде не встречаются: чередование нахождения то в воде, то в воздухе через каждые несколько минут. Такая смена условий существования отразилась на размерно-частотных характеристиках мидий: средний размер моллюсков оказался гораздо меньшим, чем этот показатель для мидий такого же возраста на решетке грубой очистки.

Однако остаются такие места, которые не очищаются, и на них сохраняется обрастание. Взяты количественные пробы обрастания разного возраста с решетки грубой очистки. Всего зарегистрировано 27 видов животных. Из них максимальное число видов (6) дают двусторчатые моллюски, далее следуют многощетинковые черви (4 вида). Кишечнополостных, равноногих раков и брюхоногих моллюсков встречено по 3 вида, остальные обрастатели представлены 1–2 видами. На решетке четко видны фазы сукцессии сообществ обрастания, структура которых показана на рис. 73. Более подробную информацию о многолетней сукцессии сообществ обрастания ГТС, в частности решетки грубой очистки водозабора ВТЭЦ-2, см. в

**Сбросный канал** на территории ВТЭЦ-2 представляет собой бетонную конструкцию, спуск в которую осуществляется через шахту глубиной 6 м. Характерная особенность канала – постоянный однонаправленный поток воды, нагретой в результате прохождения системы охлаждения станции. Более 10 лет очистка стенок канала не проводилась.

Всего здесь обнаружено 20 видов животных, из них 10 видов двустворчатых моллюсков. Усоногие раки представлены 3 видами, остальные группы животных – 1–2 видами. Обрастание стенок и дна канала образовано многолетним сообществом устриц *Crassostrea gigas*, биомасса которых колеблется в пределах 25–62 кг/м<sup>2</sup> (рис. 74). Устрицы в основном крупные, есть живые, много мертвых. В массе обнаружены прибрежные крабы средних размеров со средней биомассой около 1 кг/м<sup>2</sup>. Второстепенный вид сообщества устриц – баланус *B. rostratus* (640–970 г/м<sup>2</sup>).

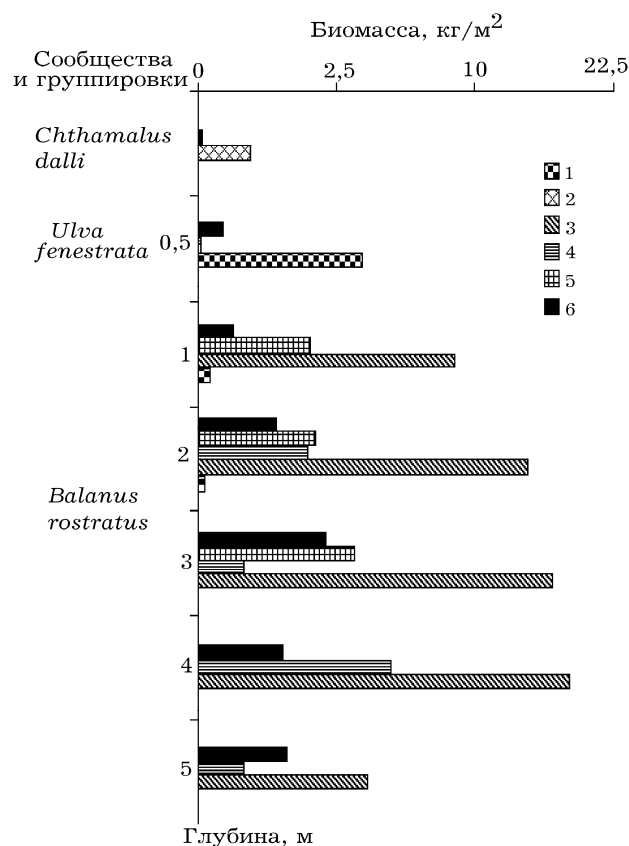


Рис. 72. Структура сообществ и группировок обрастания каменной наброски в водозаборном ковше ВТЭЦ-2 1 – *Ulva fenestrata*, 2 – *Chthamalus dalli*, 3 – *Balanus rostratus*, 4 – *Strongylocentrotus nudus*, 5 – *Styela clava*, 6 – прочие



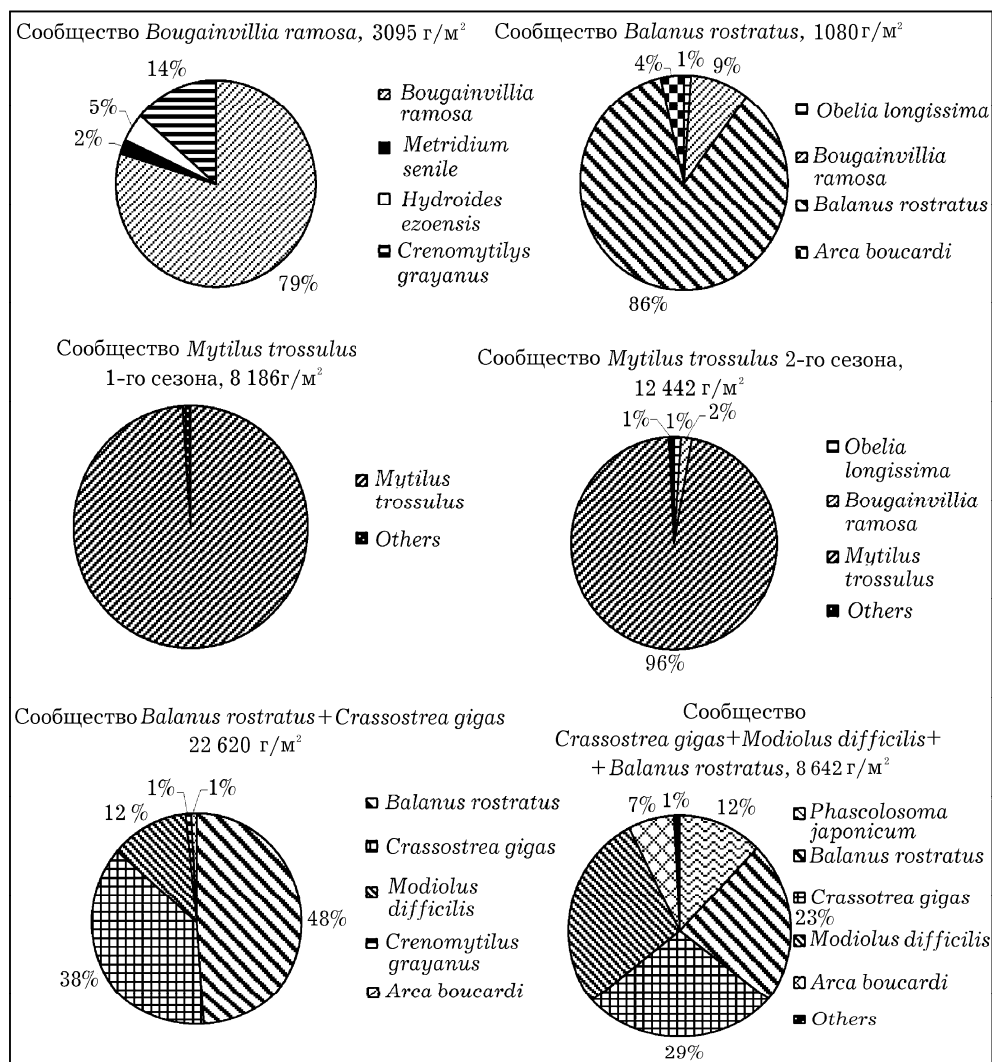


Рис. 73. Структура сообществ обрастания решеток грубой очистки

**Река Обьяснения** в 400 м ниже территории ВТЭЦ-2 представляет собой уникальное явление – это река горного типа с соленой водой. Для реки характерно сильное течение (около 2 м/с). Берега – это наклонные бетонные стенки, дно – каменная наброска, переходящая в песчаный грунт. Водная масса реки при нормальных климатических условиях состоит в основном из сбросной морской после прохождения системы охлаждения ВТЭЦ-2. Кроме того, в эту реку попадают сточные воды разных предприятий. Во время летних тайфунов с обильными осадками вода реки сильно распресняется. Визуально отмечено сильное нефтяное загрязнение. Взяты количественные пробы обрастания каменной наброски на разных глубинах.

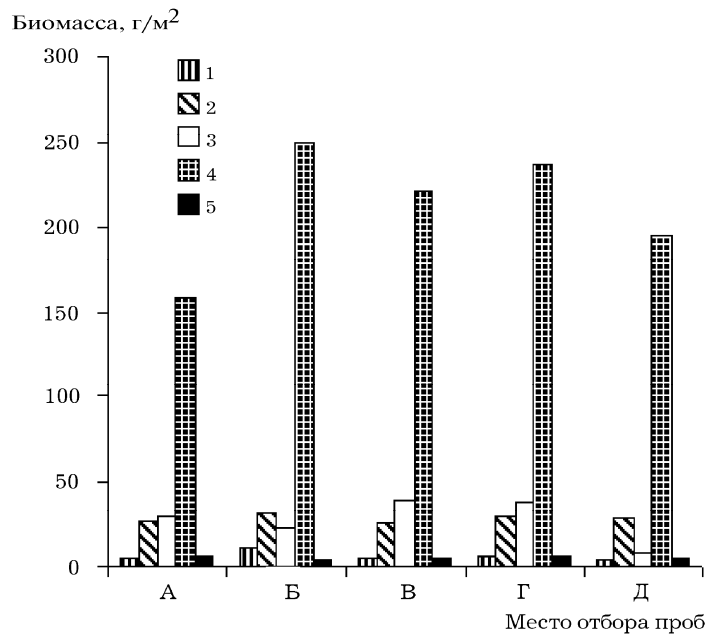


Рис. 74. Структура сообществ и группировок обрастания сбросного канала на территории ВТЭЦ-2. 1 – *Hydroides ezoensis*, 2 – *Balanus rostratus*, 3 – *Hemigrapsus sanguineus*, 4 – *Crassostrea gigas*, 5 – прочие. А – правая стенка, 0,3 м; Б – правая стенка, 0,6 м; В – дно канала, 1 м; Г – левая стенка, 0,6 м; Д – левая стенка, 0,3 м

В обрастании каменной наброски в р. Обьяснения зарегистрировано 5 видов водорослей и 13 видов животных. Распределение числа видов животных по группам достаточно равномерно, 9 групп животных представлены 1–2 видами каждая.

Обрастание на урезе воды состоит из 1 вида зеленой водоросли *Enteromorpha clathrata* с относительно высокой биомассой (2470 г/м<sup>2</sup>). На глубине 0,3 м отмечено сообщество красных водорослей *Chondrus armatus* 1240 г/м<sup>2</sup>, биомасса остальных видов животных и водорослей на один-два порядка ниже (рис. 75). Характерные виды сообщества – красные водоросли *Ahnfeltiopsis flabelliformis* и прибрежные крабы *Hemigrapsus sanguineus*. Красные водоросли этих двух видов встречаются в обрастании наброски до глубины 0,8 м, где начинается песчаный грунт. На глубинах 0,5, 0,7 и 0,8 м отмечено сообщество гигантской устрицы *C. gigas*, максимальное значение биомассы моллюсков 15,6 кг/м<sup>2</sup> зарегистрировано на глубине 0,7 м. Характерными видами сообщества остаются красные водоросли и прибрежные крабы. Из второстепенных наиболее показательны зеленые водоросли *Bryopsis plumosa*, актинии *Metridium senile* и полихеты *Hydroides ezoensis*.

Таким образом, обрастание сбросного канала и р. Обьяснения представлено преимущественно сообществом устриц *Crassostrea gigas*, нашедших оптимальные условия существования в подогретых сбросных водах. *C. gigas* – тихоокеанский приазиатский субтропическо-низкобореальный вид, который может существовать при повышенной температуре воды. Сообщества обрастания канала и реки принципиально отличаются от такового ГТС системы охлаждения станции. Характерная особенность обрастания сбросного канала и р. Обьяснения – отсутствие тихоокеанской мидии *M. trossulus*, вызывающей основные биопомехи эксплуатации системы охлаждения. Этого вида нет также в сообществах обрастания ГТС и каменной наброски в водозаборном ковше. Таким образом, система охлаждения ВТЭЦ-2 создает идеальные

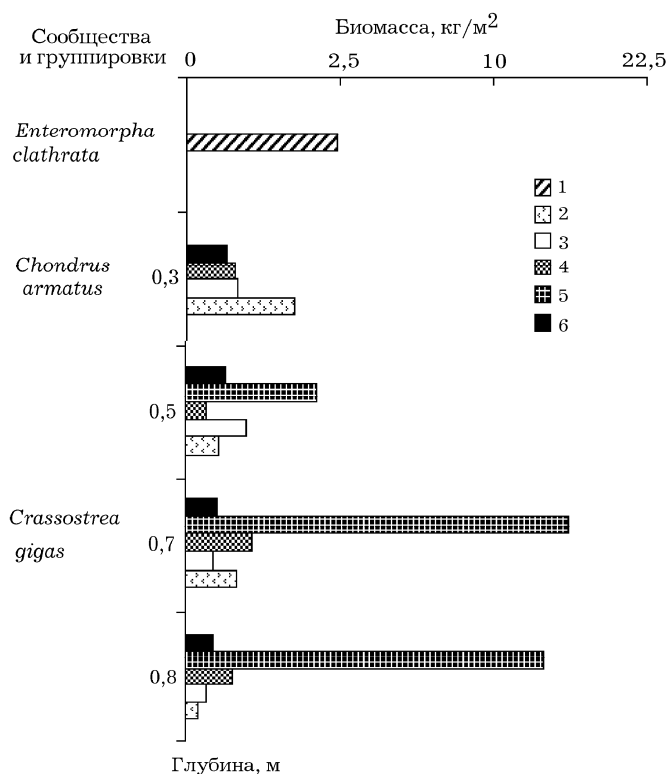


Рис. 75. Структура сообществ и группировок обрастания каменной нафроски в р. Обьяснения. 1 – *Enteromorpha clathrata*, 2 – *Chondrus armatus*, 3 – *Ahnfeltiopsis flagelliformis*, 4 – *Hemigrapsus sanguineus*, 5 – *Crassostrea gigas*, 6 – прочие

туннелей количество друз мидий увеличивается, а в нижней трети начинается сплошное поселение на днище и в меньшей степени на боковых стенках. Следовательно, термическая обработка туннеля лишь частично уничтожает мидиевое обрастание. На большей части боковых стенок туннелей отмечено сообщество усонюгих раков *Balanus rostratus*, представляющих собой идеальный субстрат для крепления домиков *J. marmorata*, а также служащих укрытием для других подвижных форм животных. Разноногие раки встречены также в сообществах обрастания практически всей поверхности обоих туннелей.

Сообщества водозаборных туннелей, как и обрастание корпусов судов, относятся к «физически контролируемым», а основным фактором, определяющим их состояние в ряду сукцессионных переходов между «типами обрастания», являются ежегодные промывки туннелей горячей водой, приводящие к гибели большинства животных. В результате сообщества туннелей характеризуются относительно бедным видовым составом. Так, даже в наиболее детально исследованном туннеле № 2 было обнаружено всего 62 вида животных. Из них на своде – 18 видов, 30 – на левой и 40 – на правой стенках и 42 – на днище. При этом биомасса достигает в среднем  $2788,1 \pm 951,6$  г/м<sup>2</sup>, сильно варьируя в разных частях туннеля (пределы изменения 2,1–28015,6 г/м<sup>2</sup>).

В целом в сообществе туннеля 2 (далее – туннеля) по биомассе и индексу плотности  $\sqrt{P \times B}$  абсолютно доминирует мидия *M. trossulus*, по встречаемости – строящая домики амфипода *Jassa marmorata*; второе место по биомассе и индексу

условия для формирования сообществ обрастания и для развития тихоокеанской мидии, создающей основные биопомехи ее функционированию.

**Водозаборные туннели.** Был проведен осмотр двух километровых туннелей, по своей протяженности и площади обрастающей поверхности составляющих основную часть системы охлаждения ВТЭЦ-2. Результаты исследований опубликованы (Мощенко, Звягинцев, 2004а, б; Мощенко, Звягинцев, 2005; Moshchenko, Zvyagintsev, 2004). Для доминирующих видов отмечено, что отдельные друзы

тихоокеанской мидии *M. trossulus* появляются в верхней трети туннелей на днище в

укрытиях. В середине

плотности занимает морской желудь *Balanus rostratus* (по встречаемости – четвертое, пропустив вперед, кроме *J. marmorata*, гидроид *Obelia longissima*, табл. 70). Таким образом, учитывая эти замечания и среднюю плотность поселения (1113,9, 1905,6 и 2030,6 экз./м<sup>2</sup> соответственно для мидии, амфиподы и балануса), данное сообщество следует называть как *M. trossulus* + *B. rostratus* + *J. marmorata*, а если принять во внимания величину другого производного индекса  $\sqrt{A \times B}$  (его значения для указанных видов составляют 1520,7, 1125,4 и 160,4 соответственно) – как *M. trossulus* + *B. rostratus*.

Общая биомасса и число видов значительно варьируют и вдоль туннеля, и по его периметру. Наибольшие величины перечисленных параметров отмечены на первом повороте туннеля и сразу за ним (сечения 2 и 3), приходясь на дно и правую стенку, хотя по среднему числу видов дно, правая и левая стенки туннеля почти одинаковы. Абсолютный максимум биомассы наблюдался на дне туннеля (сечение 3), а наибольшее число видов – здесь же и на правой стенке (сечение 2). На дне туннеля максимумы общей биомассы и числа видов обрастателей смещены относительно друг друга. Наибольшие биомассы наблюдаются сразу после первого поворота и на втором повороте (сечения 3 и 7, второй максимум примерно в 5 раз меньше первого), а наибольшие значения числа видов – на первом повороте (сечение 2) и по середине туннеля (сечение 5, на следующих двух станциях число видов снижено незначительно). На поверхности свода и стенок максимумы биомассы и числа видов в целом совпадают друг с другом и приходятся на сечения 2–4 и 6 на левой стенке, на сечение 2 на правой стенке и на сечение 3 – на своде туннеля. При этом распределение числа видов вдоль правой стенки заметно более равномерное, чем вдоль всех остальных «топических» подразделений. Распределение всех без исключения одиночных животных, как прикрепленных, так и подвижных, носит статистически достоверный агрегированный характер (табл. 70). При этом степень агрегированности общей биомассы изменяется в соответствии с ее вариациями: максимумы приходятся на 2-е и 3-е сечения, а также на днище туннеля, а  $I_{nb}$  на правой стенке в целом выше, чем на левой.

Следует подчеркнуть, что в большинстве случаев биомассы отдельных видов животных в малой степени коррелируют с общей биомассой (табл. 70). Очевидно, за период своего существования сообщество обрастателей успевает достичь такого уровня сукцессии, когда в распределении животных начинают играть в первую очередь биологические взаимодействия, а не единый (физический, химический) контролирующий фактор (Суханов и др., 1994).

Большинство обнаруженных видов животных встречается единично, поэтому для классификации точек отбора проб были использованы не все виды, а только те из них, которые встречались в 30 и более процентах случаев (не менее чем в 11 пробах из 36). Классификация проб методами кластерного анализа показала наличие трех следующих отчетливых групп, довольно гомогенных по «топическому» составу (рис. 76):

- 1) днища туннеля (исключение – проба R2 – правая стенка);
- 2) стенок туннеля (исключение – C2 – свод туннеля);
- 3) свода туннеля (исключение – R1, L1 и L8 – стенки туннеля).

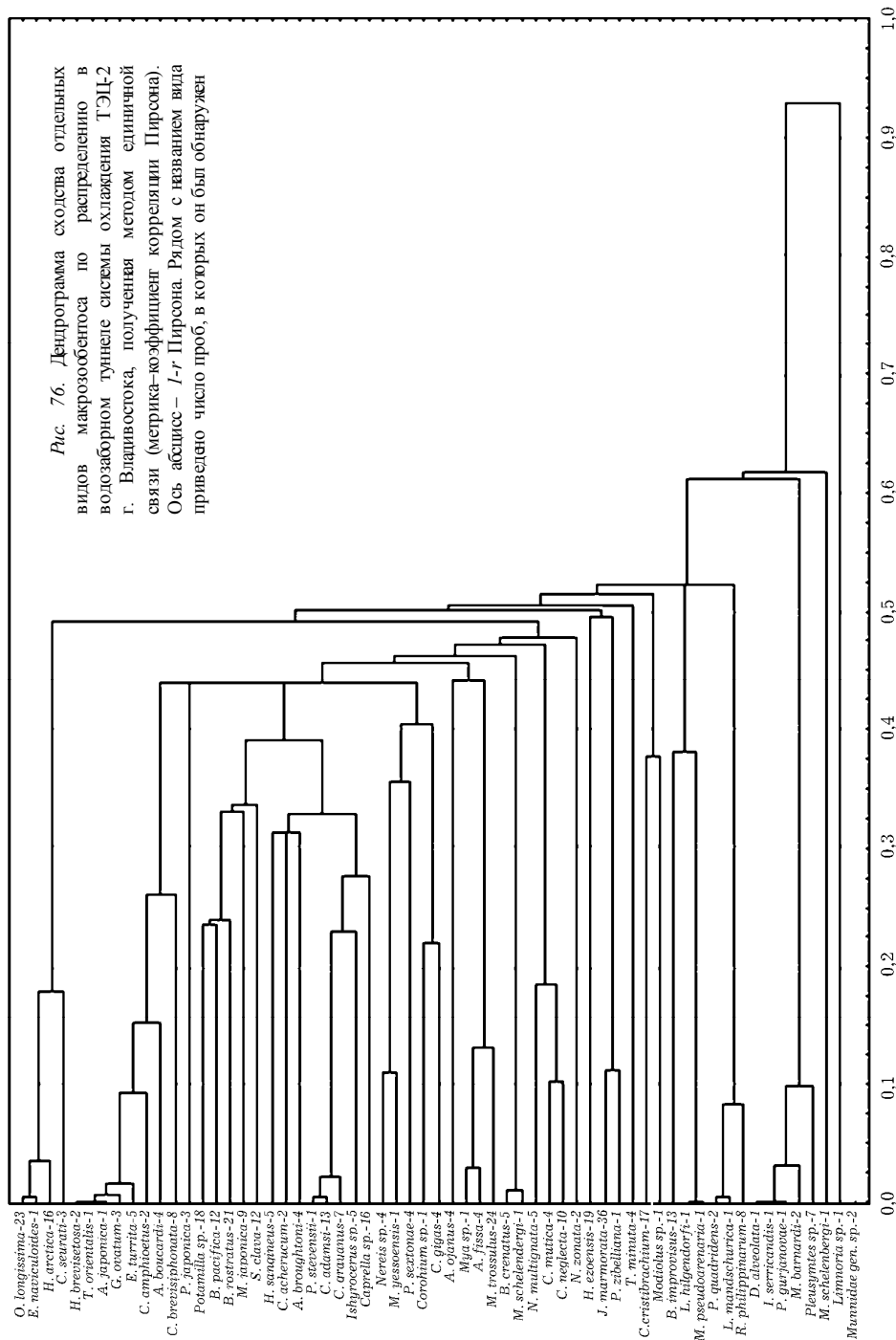
В соответствии с этой классификацией были выделены три ассоциации животных обрастателей: 1 – днища туннеля, 2 – стенок и 3 – свода туннеля (термин «ассоциация» не имеет здесь какого-либо особого смысла и используется лишь для разграничения выделяемых топических и прочих подразделений в обрастании туннеля).

По значениям биомассы, встречаемости и индекса плотности ассоциацию днища туннеля следует называть сообществом *M. trossulus*. Этот вид является здесь абсолютным доминантом. Второстепенные (субдоминантные) виды – *J. marmorata* и *B. rostratus*. Первый из них, как и *M. trossulus*, имеет 100%-ную встречаемость, второй занимает 2-е место после мидии по биомассе, а по индексу плотности стоит третьим

после мидии и амфиподы. В то же время встречаемость *B. rostratus* невелика и составляет всего 40 %. Значения индекса  $\sqrt{A \times B}$  также максимальны у *M. trossulus* – 4539,2 и гораздо меньше у амфиподы и балануса – 189,4 и 98,6 соответственно.

В ассоциации стенок туннеля видом-доминантом по биомассе и индексу плотности является *B. rostratus*, а *M. trossulus* занимает по этим показателям 2-е место. По встречаемости *B. rostratus* делит 2-е место с седентарной полихетой *Potamilla sp.* (93,7 %), а 1-е – занимают *M. trossulus* и *J. marmorata* (100 %). *B. rostratus* не был обнаружен в одной пробе (L7), и именно его отсутствие объясняет низкий порог включения этой пробы в группу 2 (рис. 76). Доминировал здесь другой морской желудь – *B. improvisus*. Учитывая сказанное, а также величины индекса  $\sqrt{A \times B}$  (2624,5, 426,8 и 135,0 для балануса, мидии и амфиподы соответственно), данную ассоциацию следует называть сообществом *B. rostratus*. Необходимо отметить заметно меньшее значение *J. marmorata* по биомассе в этом сообществе: кроме мидии, ее опережают морской желудь *B. improvisus*, устрица *C. gigas*, гидроид *O. longissima*, полихета *Potamilla sp.* и другая амфипода *Caprella cristibrachium*. Все средние численные характеристики *B. rostratus* максимальны именно в этой группе.

В ассоциации свода туннеля абсолютным видом-доминантом (по всем параметрам) является *J. marmorata*. При этом она достигает здесь максимальной среди всех групп средней плотности поселения – 2145,5 экз./м<sup>2</sup>. В то же время величины ее биомассы и индекса плотности в этой группе заметно ниже, чем в сообществе дна туннеля, и примерно равны таковым (незначительно превышают) в ассоциации стенок туннеля. Вторым по значимости видом сообщества свода туннеля является гидроид *O. longissima*. Следует под-



черкнуть, что в отличие от сообществ стенок в ассоциации свода туннеля биомасса большинства видов тесно связана с общей биомассой. Очевидно, структура данной ассоциации в определенной степени обуславливается действием одного лимитирующего фактора и ее следует отнести к «физически контролируемым»

сообществам, тогда как ассоциации днища и стенок в большей степени соответствуют «биологически сбалансированным» группировкам бентоса, в которых биологические связи видов крайне многообразны и во многом определяют их состав и структуру.

Несмотря на достаточно простую геометрию водозаборного туннеля, движение воды внутри него происходит по довольно сложной схеме с образованием областей локальной концентрации касательных напряжений, водоворотных зон и поперечных циркуляций (рис. 77, а, 1–3). Положение и масштабы этих неоднородностей зависят от объемов воды, поступающих и перемещающихся по туннелю в единицу времени, и, следовательно, контролируются технологическим режимом работы системы охлаждения.

В наиболее общем виде движение воды в туннеле происходит следующим образом. Сразу же после выхода из трубы, по которой вода подается в туннель, струя постепенно расширяется на участке, соответствующем примерно десяти его диаметрам (около 20 м, рис. 77, а). В процессе расширения происходит формирование мощных кольцевых вихрей, охватывающих струю воды. В областях поворота русла туннеля, за его выпуклыми участками, развиваются водоворотные зоны, что связано с явлением отрыва пристенного пограничного слоя воды (рис. 77, а, в). Водоворотные зоны, в зависимости от скорости потока, могут простираяться вниз по течению на расстояние 40–50 диаметров туннеля (80–100 м). Вогнутые участки туннеля дают начало вторичных течений – поперечных циркуляций (рис. 77, а, б, г): при повороте трубы под влиянием сил инерции распределение давления в поперечных сечениях не соответствует гидростатическому закону, и на некотором участке по внешней стороне периметра оно заметно возрастает, а по внутренней – снижается вплоть до образования вакуума. В результате поток приобретает штопорообразное движение.

Локальные концентрации касательных напряжений на вогнутых участках стенки туннеля, как и образование водоворотных зон, приводят к местным потерям энергии, но, кроме этого, энергия движения теряется и вдоль всего русла, что имеет, по крайней мере, два важных следствия. Во-первых, это уменьшение скорости потока вдоль русла, во-вторых, – гидравлическая неравноценность первого и второго поворотов туннеля. Следует подчеркнуть, что и разные стенки туннеля, строго говоря, так же неравноценны в гидравлическом отношении и, более того, неравноценны и его отдельные прямые участки, что связано с действием силы Кориолиса, которая создает дополнительный момент, отклоняющий поток вправо (рис. 77, а). С одной стороны, действие этой силы до некоторой степени поддерживает вторичное штопорообразное течение, с другой – увеличивает касательные напряжения на правой стенке туннеля.

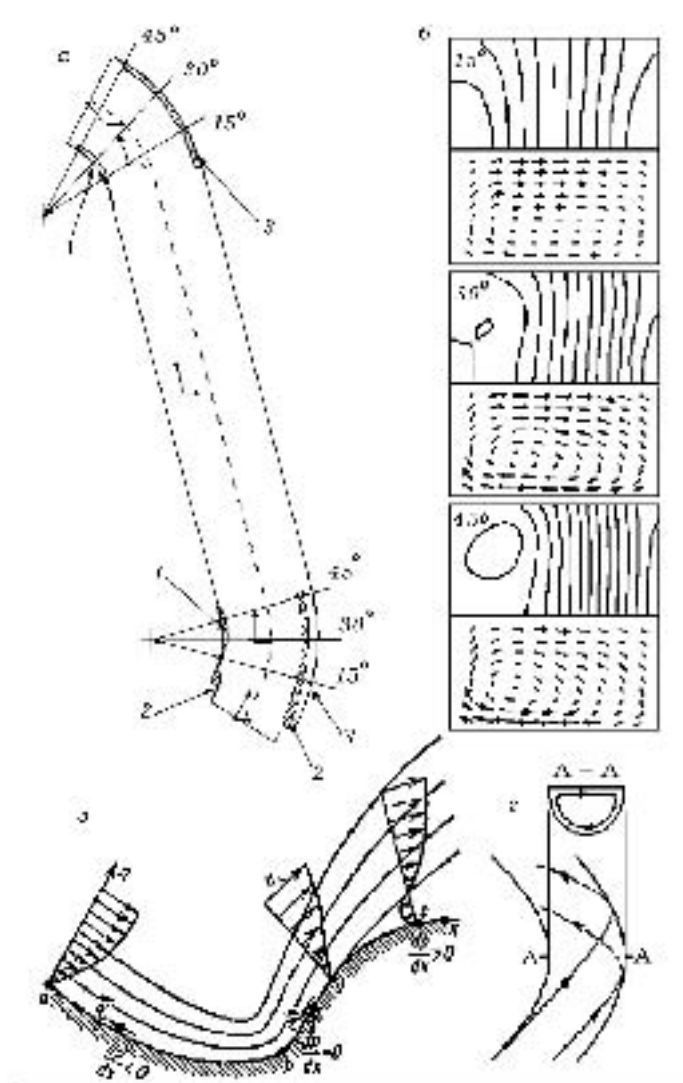


Рис. 77. Некоторые особенности движения воды по водозаборному туннелю: *a* – вид туннеля в плане; *b* – вторичное течение, поперечный разрез при разных углах поворота; *в* – отрыв пристенного пограничного слоя в области выпуклых участков; *г* – вторичное течение, вид в плане. Условные обозначения: 1 – водоворотные зоны, 2 – области вихреобразования при расширении струи, 3 – участки локальной концентрации касательных напряжений,  $p$  – давление,  $x$  – координата вдоль стенки,  $\tau$  – касательное напряжение,  $U_x$  – скорость потока; векторные диаграммы: *a* – направления движения потока и действия силы Кориолиса; *b* – для каждого значения угла поворота русла показаны изолинии поперечного давления (вверху) и векторы поперечной скорости (внизу); *b* – по: Флетчер, 1991; *в, г* – по: Константинов и др., 1987

Основное влияние изменений количества воды, поступающего и перемещающегося по туннелю в единицу времени, и, соответственно, вариаций степени его заполнения проявляется через энергетическое состояние потока:



бурный поток<sup>\*</sup>, в отличие от спокойного, способен безотрывно обтекать боковые стенки, имеющие излом в виде тупого угла. Максимальное значение угла поворота русла, при котором водоворотные зоны не образуются, составляет  $66^\circ$ , что превышает углы поворота рассматриваемого туннеля почти в 1,5 раза. Минимальное заполнение исследуемого туннеля, естественно, наблюдается в его верхней части и, следовательно, развитие водоворотной зоны за вторым поворотом гораздо менее вероятно, чем за первым. Несколько по-иному, чем спокойный, обтекает бурный поток и вогнутую стенку: из точек излома исходят линии возмущения (повышения), которые на некотором расстоянии от стенки пересекаются, усиливаются и образуют косую волну повышения.

Сопоставление схемы движения воды и биомасс доминантных и субдоминантных субстратообразующих видов на днище и стенках туннеля показывает, что эти виды достигают максимального обилия в областях, существенно отличающихся по гидродинамическим условиям (рис. 78). Так, максимум биомассы *M. trossulus* приходится на днище туннеля в области первого поворота, а в общей форме изолиний биомассы отчетливо прослеживается не только ее градиент от места поступления воды в туннель к точке *B3*, но и от правой стенки (от точки *R2*) в этом же направлении.

Наибольшие биомассы *B. rostratus*, *Potamilla sp.* и *B. pacifica* наблюдаются сразу за первым поворотом (сечение 3) по левой (водоворотная зона) и по правой (область максимального нарастания касательных напряжений) стенкам. Кроме того, их биомасса заметно повышена (у *B. pacifica* в меньшей степени) и по правой стенке в области второго поворота туннеля. Похожее пространственное размещение имеют *C. cristibrachium* и *H. ezoensis*. Главное отличие распределения первого из них – приуроченность основного максимума к днищу в конце туннеля, второго – наибольшая биомасса на днище в начале второго поворота и общая тенденция в ориентации изгибов ее изолиний.

Несколько больше отличается распределение *O. longissima*: абсолютный максимум ее биомассы приходится на правую стенку второго поворота туннеля (точка *R8*), а в области первого ее биомасса хотя и возрастает, но очень незначительно. Как уже отмечалось, пространственное распределение этого гидроида в заметной степени повторяет *H. arctica*. Еще больше отличается распределение *J. marmorata* (основной максимум на днище перед вторым поворотом), а абсолютно непохожим является размещение *B. improvisus* (наибольшие биомассы на правой стенке ближе к середине туннеля и в начале второго поворота, рис. 78, *u*). Следует подчеркнуть, что все основные максимумы биомассы рассматриваемых животных, а также в большинстве случаев ее дополнительные максимумы статистически значимы, о чем свидетельствуют стандартные ошибки средней биомассы (табл. 71).

Таким образом, разные виды прикрепленных или ведущих оседлый образ жизни животных существенно дифференцированы по отношению к физическим условиям, создаваемым в туннеле движущейся водой. Так, *M. trossu-*

---

\* Критерием, определяющим энергетическое состояние потока, является критическая глубина ( $h_k$ ), которая соответствует минимальному значению удельной энергии сечения. При глубинах  $h < h_k$  потоки находятся в бурном состоянии, при  $h > h_k$  – в спокойном (Константинов и др., 1987).

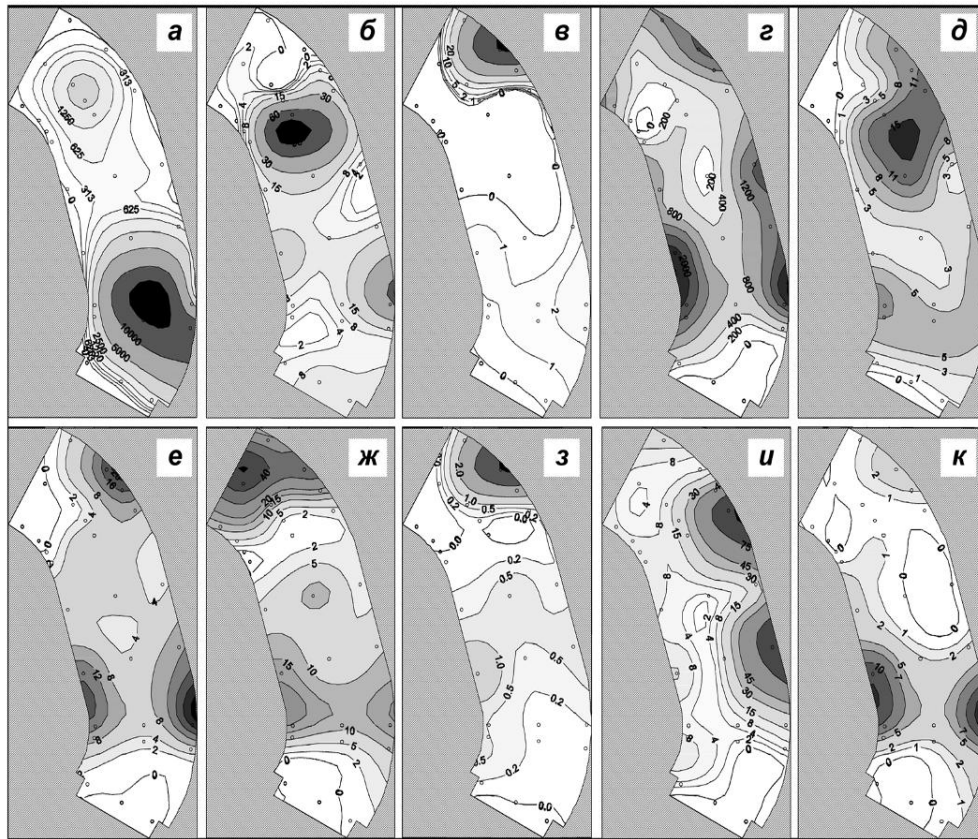


Рис. 78. Распределение биомасс различных живых обрастателей на днище истенках водозабортного туннеля: а – *Mytilus trossulus*, б – *Jassa marmorata*, в – *Obelia longissima*, г – *Balanus rostratus*, д – *Hydroides ezoensis*, е – *Potamilla* sp., ж – *Caprella cristibrachium*, з – *Hiatella arctica*, и – *Balanus improvisus*, к – *Bugula pacifica*

*lus* скапливается в области, где следует ожидать наиболее благоприятные условия для седиментации, – пассивного выпадения частиц взвеси на дно под действием гравитации и в зависимости от гидравлической крупности. *B. rostratus*, *Potamilla* sp., *B. pacifica* и *O. longissima* достигают максимального обилия в областях усиления касательных напряжений (поджигие линий тока к поверхности стенки, уменьшение толщины вязкого подслоя ПС, рост частоты проникновения в него микровихрей из соседних слоев, увеличение вероятности возникновения микровихревых структур при взаимодействии с шероховатостью стенки) и водоворотной зоне (рециркуляция потока). При этом *O. longissima*, с одной стороны, и *B. rostratus*, *Potamilla* sp., *B. pacifica*, с другой, как бы расходятся по степени гидродинамического «искажения» потока. *H. ezoensis*, *C. cristibrachium* и *J. marmorata* распределены так, как будто бы одновременно действуют оба фактора (седиментация и «искажение»). Максимумы биомассы *B. improvisus* также приходятся на области некоторого увеличения (по сравнению с левой стенкой) касательных напряжений за счет действия силы Кориолиса.

Таким образом, в сообществе обрастателей водозабортного туннеля ВТЭЦ-2 отчетливо выделяются три ассоциации животных, дифференцированные топически и отличающиеся, прежде всего, по доминантным и субдоминантным видам. На свODE

туннеля это *J. marmorata*, на стенках – *B. rostratus*, на днище – *M. trossulus*. Ассоциацию свода туннеля следует отнести к физически контролируемым сообществам (основной фактор, определяющий обилие и распределение животных, – степень и продолжительность осушки), тогда как в ассоциациях стенок и днища большую роль играют биологические взаимоотношения, и, следовательно, эти ассоциации следует рассматривать как «биологически сбалансированные» сообщества. Максимальная биомасса большинства массовых видов обрастателей (прикрепленных или ведущих «оседлый» образ жизни) приурочена к участкам наибольшего гидродинамического искажения потока водоворотным зонам, областям локальной концентрации касательных напряжений и т.п. При этом наблюдается отчетливая дифференциация разных видов по отношению к степени этого искажения. В формировании картины распределения некоторых массовых видов обрастателей хорошо прослеживается роль пассивного оседания – седиментации.

**Воздействие систем охлаждения промышленных предприятий на функционирование морских экосистем.** Развитие в морских водоемах мощного обрастания определяется их конструкцией, при которой вода забирается в одном месте, а сбрасывается в другом. В этом случае наносится значительный ущерб гидробионтам и окружающей среде. При попадании в заборные трубы систем водяного охлаждения электростанций и промышленных предприятий морская вода содержит фитопланктон, меро- и голозоопланктон, а также молодь рыб и мелких беспозвоночных бентоса. Проходя через трубопроводы, вода подвергается значительному нагреву: при ее сбросе во внешнюю среду температура водоема оказывается обычно на 5–10, а иногда и на 12–24 °С выше естественной. Кроме того, во многих случаях вода подвергается хлорированию. Оба этих фактора оказывают существенное воздействие на попадающие в трубопровод морские организмы, влияя на их выживаемость и способность к дальнейшему воспроизводству. Так, в р. Объяснения и сбросном канале на территории ВТЭЦ-2 отмечены лишь единичные находки амфипод в процветающем сообществе устриц *Crassostrea gigas*. Влияние прохождения различных групп морских организмов через трубопроводы на их выживаемость проанализировано в работе Милейковского (1981). Рассмотрим это явление подробнее.

Воздействие прохождения фитопланктона через трубопроводы на его состояние может быть различным. Отсутствие хлорирования заборных вод почти не сказывалось на продукции фитопланктона при прохождении его через трубопроводы одной из электростанций Нью-Йорка. Однако если они хлорировались, то продуктивность снижалась на 83%. При прохождении фитопланктона через трубопроводы электростанции в Западной Флориде в отсутствие хлорирования его продукция снижалась на 13%, при хлорировании – на 57%. В других изученных в США случаях хлорирование тоже почти полностью подавляло первичную продукцию фитопланктона, проходившего через трубопроводы прибрежных электростанций. Кроме того, было отмечено вредное действие хлорирования на жизнь части фитопланктона в море поблизости от электростанций под влиянием сброса отработанных вод.

Прохождение зоопланктона через трубопроводы оказывается для него не менее вредным, чем для фитопланктона. Значительная часть популяции *Copepoda* гибнет в трубопроводах от механических причин. До 90% яиц различных голозоопланктеров выходит во внешнюю среду утратившими способность к вылуплению. У взрослых копепод, проходивших через трубы электростанций в Мэриленде (США), нагрев воды вызывал гибель лишь небольшой части особей, однако хлорирование приводило к высокой смертности. В трубопроводах электростанции на побережье Лонг-Айленда гибли около 70% копепод, а на другой станции при нагреве заборных вод выше 34 °С наблюдалась их 100%-ная смертность. Для тепловодных копепод выдерживание при

температуре, характерной для нагретых сброшенных вод электростанции, повышает их смертность зимой по сравнению с летом вдвое. Снижение численности копепод после прохождения через трубопроводы наблюдалось и при работе атомной станции на побережье Японии.

Судя по литературным данным, меропланктон более вынослив к прохождению через трубопроводы, чем две предыдущие экологические группировки. Так, личинки двусторчагих моллюсков могут без вреда для себя проходить через трубопроводы, нормально оседать и развиваться вблизи электростанций. Однако при прохождении через трубы бокоплавов рода *Gammarus* без хлорирования воды гибнет 10%, а при хлорировании – 50% особей.

Долгое время существовало мнение, что молодь рыб проходит через трубопроводы электростанций без вреда для себя. Однако новые исследования показали, что эти данные ошибочны. Первые исследователи имели дело с очень крупной молодью и не очень сильным нагревом заборных вод в трубопроводах. На самом деле, смертность среди молоди рыб весьма значительна, и часть видов из-за нее может вообще исчезать из района расположения электростанции. Смертность личинок и молоди рыб обуславливается в разных случаях механическими причинами, хлорированием воды, обогащением ее разными ионами и самим нагревом.

Из всего сказанного выше следует несколько выводов. Системы водяного охлаждения электростанций и промышленных предприятий на морских побережьях в какой-то степени контролируют численность, биологическую продуктивность и воспроизводство планктона, бентоса и нектона в районах своего расположения. Хотя 100%-ная гибель организмов наблюдается достаточно редко, какая-то часть их все же погибает. Наиболее опасным и губительным фактором для гидробионтов является хлорирование заборных вод. При эксплуатации морских трубопроводов необходимо четко контролировать режим хлорирования и нагрева заборных вод в трубопроводах для недопущения необратимых процессов в функционировании прибрежных экосистем.

Сброс в море нагретых вод, прошедших через системы водяного охлаждения электростанций и промышленных предприятий, или так называемое термальное загрязнение, относится ко второй по вредности категории факторов загрязнения моря (Милейковский, 1977). На структуру фитопланктонных сообществ в районе сброса термальные воды электростанций оказывают незначительное воздействие в сторону уменьшения в них видового разнообразия и количественных показателей. При сбросе в море нагретых вод из системы охлаждения теплоэлектростанций, когда температура воды даже немного превышает естественную в районе сброса, стимулируется либо подавляется развитие ряда видов гидробионтов (Nauman, Cory, 1969). Общий объем термального сброса никем не подсчитывался, однако на основании ряда данных можно сделать вывод о масштабах этого явления. Было подсчитано, что только в США для систем водяного охлаждения электростанций используется 4 млн м<sup>3</sup> пресной и морской воды в 1 мин, при этом температура воды при сбросе на 5–15 °С превышает температуру естественных вод. В Японии только атомные станции расходовали на охлаждение 130 тыс. м<sup>3</sup> морской воды в 1 мин (Niwa, 1973). Хантерстонская атомная станция в Шотландии сбрасывает в зал. Ферт-оф-Клайд 91 м<sup>3</sup> воды в 1 ч с температурой на 8–10 °С выше природной. В результате поверхностная температура воды залива в районе термального сброса поднимается на 3–5 °С (Barnett, 1972). Чаще всего температура воды в местах термальных сбросов электростанций Европы превышает обычную на 5–6 °С (Милейковский, 1977).

По мнению специалистов, экологическое состояние б. Золотой Рог следует оценить как «катастрофическое». Она давно потеряла свое рыбохозяйственное, рекреационное и эстетическое значение. Для этой бухты зарегистрирован своеобразный рекорд

превышения ПДК (41%), на порядок превосходящий соответствующие показатели в наиболее загрязненных заливах Амурский и Находка (Огородникова, 2001). В то же время Уссурийский залив занимает последнее место в ряду индексов превышения ПДК (0,3%). Таким образом, Владивостокская ТЭЦ-2 перекачивает миллионы кубометров воды из относительно чистого Уссурийского залива в «катастрофически» загрязненную бухту Золотой Рог со всеми вытекающими из этого губительными последствиями для населяющих эти воды гидробионтов. По мнению А.А. Огородниковой (2001), неудовлетворительная статистическая отчетность предприятий значительно занижает суммы ущерба. Попробуем коротко охарактеризовать экологическое состояние охлаждающих вод ВТЭЦ-2 по данным, любезно предоставленным промышленно-санитарной лабораторией станции.

Изменение основных гидрохимических показателей воды до и после прохождения системы охлаждения ВТЭЦ-2 в течение 2001 и 2002 гг. показано на рис. 79. В нашем случае наблюдается стандартное повышение для термальных сбросов электростанций Европы сбросных вод в среднем на 5–6 °С, февральский пик температуры в р. Объяснения был вызван, очевидно, сбросом подогретых вод других предприятий. Видимо, такое повышение температуры оказалось достаточным для принципиального изменения структуры сообщества обрастания в сбросном канале и р. Объяснения, а также почти полного отсутствия в нем разноногих раков. Очень немногие из них встречены и в обрастании пластин разного фрока экспозиции в б. Золотой Рог, в отличие от таковых в водозаборном ковше и на объектах системы охлаждения до нагрева воды.

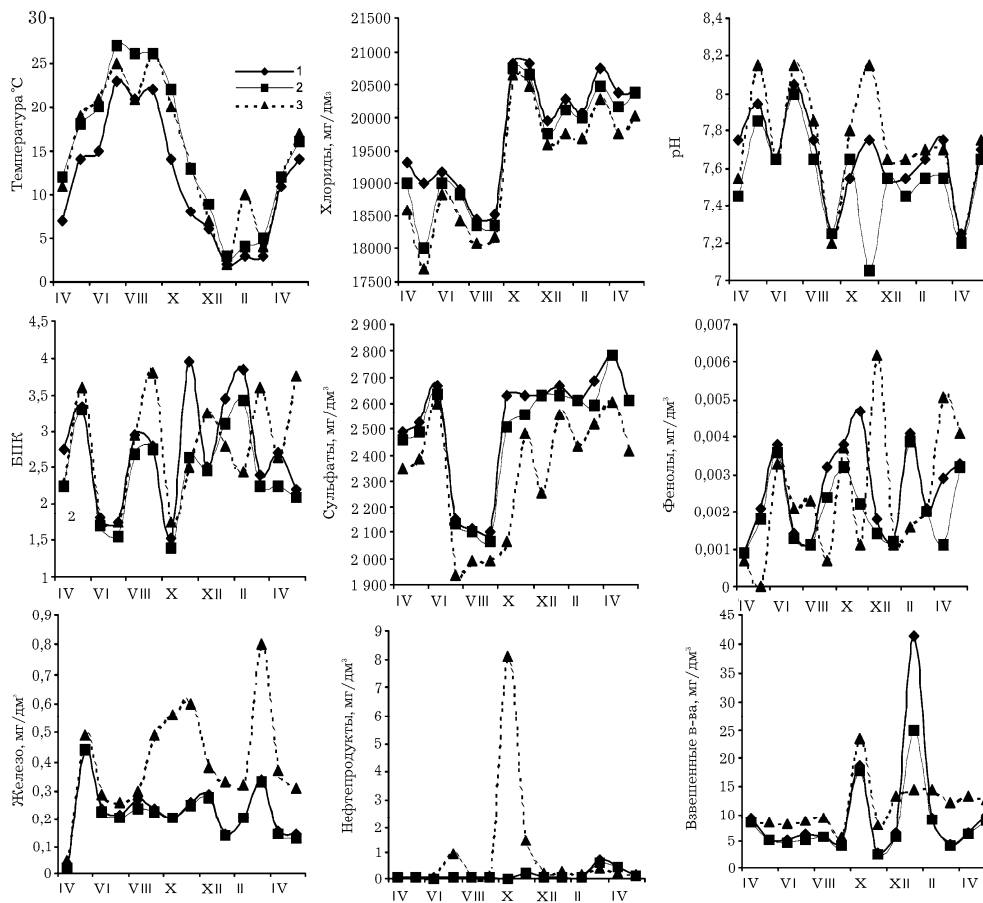


Рис. 79. Изменение основных гидрохимических показателей воды до и после прохождения системы охлаждения ВГЭС-2 в течение года. Условные обозначения: 1 – водозабор б. Сухопутная; 2 – канал сброса морской воды на территории станции; 3 – р. Обьяснения за территорией станции. По осям абсцисс: месяцы, апрель–декабрь 2001 г. январь–май 2002 г.; по осям ординат – значения гидрохимических показателей

При оценке гидрохимических показателей нами использованы значения ПДК, приведенные в табл. 4, с. 443 (по: Огородникова и др., 1997). Содержание хлоридов в сбросных водах в апреле–июне значительно ниже, чем в водозаборном ковше. С августа значения этого показателя в трех точках выравниваются при общей тенденции к возрастанию до  $21 \text{ мг/дм}^3$ , стабилизируясь зимой. При этом прослеживается снижение содержания хлоридов после прохождения системы охлаждения.

Значение pH в водозаборном ковше в весенне-летние месяцы в основном колеблется в пределах нормы (7,8–8,2), в дальнейшем несколько снижаясь. В течение всего года значение pH в р. Обьяснения несколько превышало этот показатель в водозаборном ковше, в ноябре отмечено его резкое снижение в сбросном канале. Значения БПК в трех точках с апреля по сентябрь практически совпадают, далее наблюдается чередование их пиков без определенной закономерности. Этот показатель характеризует уровень загрязнения воды органическими веществами метаболического происхождения и определяется интенсивностью дыхания и роста (т.е. жизнедеятельностью) микроорганизмов, потребляющих эти вещества, и свидетельствует

о потенциальной способности сточных вод истощать запасы кислорода в водоеме, куда они поступают (Христофорова и др., 2001).

Концентрация нефтепродуктов, или нефтеуглеродов (НУ), уже в водозаборном ковше относительно чистого Уссурийского залива в ноябре 2000 г., а также в марте и апреле 2001 г. на порядок превышает ПДК. Это можно объяснить близостью рейдовой стоянки судов. Концентрация НУ в сбросном канале на территории станции принципиально не отличается, однако в р. Объяснения отмечены очень высокие значения этого показателя, на несколько порядков превышающие ПДК. Вполне возможно, что это промышленные сбросы других предприятий. Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) превышает ПДК в среднем в 5 раз как в водозаборном ковше, так и в сбросном канале станции, а взвешенных веществ в основном колеблется в пределах нормы, и лишь в феврале ее значение значительно возрастает в водозаборном ковше. Данный показатель у железа колеблется также в допустимых пределах, при этом прослеживается тенденция к его увеличению после прохождения системы охлаждения станции. Это вполне объяснимо как результат прохождения воды через стальные трубы. В распределении сульфатов, напротив, отмечено снижение их концентрации после прохождения системы охлаждения, а у фенолов в несколько раз превышает ПДК во всех трех точках.

Таким образом, значительной разницы в гидрохимических показателях воды до и после прохождения системы охлаждения ВТЭЦ-2 не отмечено, некоторые из них даже снижены. Исключение составляет нефтяное загрязнение, которое может быть вызвано сбросом других предприятий.

Термальное загрязнение, постоянно наблюдаемое в сбросных водах ВТЭЦ-2, определенным образом влияет на условия существования флоры и фауны б. Золотой Рог. Попадание в море нагретых водных масс приводит к повышению температуры природных вод в районе сброса, уменьшению их насыщенности кислородом, понижению вязкости, смещению гидрологического сезона в поверхностных слоях (ненормальному удлинению гидрологического лета). Эти изменения способствуют застойности вод, интенсивному осадкообразованию, изменению гидродинамики водных масс. Воздействие термального загрязнения на биоту может быть самым разнообразным. Так, нагрев природных вод на 4–6 °, а летом иногда всего на 1 °С, может привести к гибели ряда stenothermic организмов, подавлению размножения многих видов, изменению состава сообществ за счет видов-интродуцентов, изменению биологических характеристик местной флоры и фауны (обмена веществ, формообразования у колониальных животных, поведения, питания).

Так, нами исследованы роль в сообществах обрастания и особенности жизненного цикла тепловодного усонного рака-интродуцента *Balanus amphitrite* в б. Золотой Рог (зап. Петра Великого), подверженной термальному загрязнению сбросными водами ВТЭЦ-2 и других предприятий (Звягинцев, Корн, 2003). При низких температурах личинки вырастают до больших размеров, чем в тропических и субтропических водах. Молодь успевает достигнуть половозрелости и произвести собственное потомство, но чаще всего погибает при зимнем понижении температуры воды. Показано, что в зап. Петра Великого в теплое время года существует зависимая популяция *B. amphitrite*, обитающая лишь на антропогенных субстратах, гидротехнических сооружениях, судах на приколе и действующих судах прибрежного плавания.

В 1999 г. было впервые зарегистрировано поселение одиночных асцидий *Molgula manhattensis* в сообществах обрастания экспериментальных пластин в б. Золотой Рог (Zvyagintsev et al., 2003). В следующем году нами подробно описан процесс интродукции полихет *Hydroides elegans* в б. Золотой Рог, подверженной термальному загрязнению (Bagaveeva, Zvyagintsev, 2000). В обрастании системы охлаждения ВТЭЦ-2

встречены также амфиподы-вселенцы *Corophium acherusicum* (Звягинцев, Будникова, 2003). Подробнее о вселении этих видов в б. Золотой Рог см. в гл. 7.

Нагрев воды может привести к снижению фотосинтеза у растений, интенсификации обмена веществ у животных, усилению их восприимчивости к токсическим веществам и возбудителям заболеваний, что может вызвать их массовую гибель. В результате стагнации вод могут иметь место случаи массового развития водорослей, а следовательно, и процесса гниения, угнетающе действующего на многие виды. В итоге нарушается нормальный экологический баланс сообществ природных вод в районе термального сброса. Известны случаи гибели целой популяции промыслового двустворчатого моллюска *Mya arenaria*, замещенного мелким непромысловым видом *Gemma gemma*, имеющим более высокий уровень теплоустойчивости. В то же время термальное загрязнение, напротив, стабилизирует популяцию мидий *Mytilus edulis*, угнетая питающихся ими хищников (Милейковский, 1977).

Термальное загрязнение может влиять и на распределение флоры и фауны. Для Атлантического побережья США известно уменьшение зарослей цветкового растения *Ruppia maritima* при расцвете эпифауны (Nauman, Coe, 1969). В зал. Бискайн термальное загрязнение вызвало болезни и гибель макрофитов и изменения в составе зообентоса. У побережья Флориды установлено влияние термального загрязнения на распределение и миграции промыслового краба *Callinectes sapidus*, на Гавайских островах оно вызывает гибель кораллового рифа и превращение его в мертвый известняк (Милейковский, 1977). Радикальные изменения в составе и распределении фауны обрастания произошли и в б. Золотой Рог за небольшой промежуток времени (см. выше). Термальное загрязнение бухты, вызванное ВТЭЦ-2 и другими предприятиями, может привести в будущем к непредсказуемым изменениям в составе и распределении сообществ бентоса и обрастания антропогенных субстратов в зал. Петра Великого.

## ГЛАВА 5. СУКЦЕССИЯ СООБЩЕСТВ ОБРАСТАНИЯ

### 5.1. К изучению сукцессии сообществ обрастания

Сообщества обрастания, как и любые другие сообщества, можно понять только в их развитии. Для них



*Представления о том, что в морской среде сукцессионные процессы вообще протекают значительно быстрее, чем в наземной, не имеют достаточных оснований, поскольку базируются на ограниченном материале, полученном преимущественно в нестабильных местообитаниях.*

В.В. Ошурков

типичен сукцессионный тип развития, уже достаточно хорошо описанный (Одум, 1986; Бигон и др., 1989; Oshurkov, 1992; и др.). Представление о сукцессии, первоначально разработанное для наземных растительных ассоциаций, включает в себя следующие понятия. Инициальная стадия развития – стадия более или менее быстрого поселения на оголенную поверхность некоторого числа видов, в которой большую роль играют случайности рассеивания молоди и миграции животных (Леме, 1976). Затем в результате воздействия различных факторов возникают более или менее стабильные и длительно существующие сообщества, обычно все большей и большей структурной сложности, называемые по-разному: последовательные стадии; стадии развития; серии, или фазы сукцессии, сменяющие друг друга до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие между климатом, почвой и сообществом. Это равновесие, или терминальная стабилизированная система, известно под названием климакса. Сукцессии, ведущие к терминальной стадии, считаются прогрессивными, те, которые удаляются от нее, – регрессивными. Прогрессивные сукцессии считаются первичными, если им не предшествует регрессия, и вторичными, если таковая имела место.

Роль межпопуляционных взаимодействий в формировании последовательности смены видов (характерном признаке сукцессии) обсуждается в обзорах (Connell, Slayter, 1977; McInston, 1980). Наглядную модель экологической сукцессии приводит Одум (1986), выделяя 20 признаков изменения основных структурных и функциональных характеристик аутогенной сукцессии. В «обзоре обзоров» литературы о сукцессиях, вышедшей за пятилетний период (Смелянский, 1993), анализируются разные взгляды на механизм сукцессии экологических сообществ. Автором сделан вывод о непротиворечивости этих взглядов и отмечено, что механизм сукцессии может быть рассмотрен с точки зрения либо смены видов, либо внедрения нового вида в сообщество. Указывается на то, что нам неизвестен механизм, способный обеспечить детерминизм сукцессионного процесса.

Видовое разнообразие по Р. Маргалефу (Margalef, 1963) в ходе сукцессии, выражаемое отношением числа видов к общей численности, возрастает на ранних стадиях развития сообщества. Автор считает, что разнообразие стремится к максимуму на ранних или средних стадиях сукцессии, а затем снижается в климаксе. По мнению Одума (1986), причинно-следственные связи между разнообразием и стабильностью вследствие низкого уровня наших знаний еще неясны и их необходимо исследовать со многих точек зрения. Его концепция климаксового сообщества включает для данного местообитания две категории: 1) климатический климакс, т.е. сообщество, к достижению которого теоретически направлено сукцессионное развитие в данном районе; 2) различное число эдафических климаксов, изменяющихся в зависимости от локальных условий субстрата. Европейские экологи придерживаются теории поликлимакса, понимая под таковым все стадии сообщества, не способные к дальнейшему развитию, которые остаются отчетливо различимыми в пределах территории, однородной по эдафическим, топографическим и антрополическим условиям. Стадии, удаленные от климакса, стабильность которых является практически неопределенной, носят название перманентных сообществ (Леме, 1976).

При изучении наземных фитоценозов твердо установлено, что тому или иному виду растительности, изменив почву или иные условия, можно создать обстановку,

благоприятную для нового сообщества (Редфилд, Диви, 1957). Есть основание считать, что присутствие комплекса одного вида может создать условия для последующего развития здесь других. Изучение обитателей морских вод подтвердило энтокринную теорию сукцессии, состоящую в том, что органические выделения одного набора популяций стимулируют его замену другим набором популяций (Smayda, 1963). Несколько раз делались попытки выявить динамический аспект сообществ бентали (Brooks, 1880; Hewatt, 1935; Shelford et al., 1935; Clements, Shelford, 1939; и др.). А. Редфилд и Э. Диви (1957) считают, что наблюдаемое на морском дне распределение сообществ вряд ли является результатом сукцессий, так как в противоположность суше характер дна в результате жизнедеятельности организмов существенно не меняется. Однако когда погружаются в море чистые антропогенные субстраты, при их заселении происходит закономерная смена одних сообществ другими, проявляющая свойственные настоящим экологическим сукцессиям признаки (Sheer, 1945; Брайко, Долгопольская, 1974; Caspers, 1952; Millard, 1952; Alleem, 1957; Crisp, 1965; Никитин, 1974; Голиков, Скарлато, 1975а; Clokie, Boney, 1980; Рудякова, 1981; Ошурков, 1982, 1985, 1986, 2000).

Отдельные авторы отрицают сукцессию при формировании обрастания в субтропических и низкобореальных водах (Schoener, 1974; Luckens, 1975). Существует мнение, что развитие сообществ обрастания, в отличие от бентоса, повсеместно носит непредсказуемый характер (Сатерленд, 1975, 1978). Вероятно, по этой причине Г.Б. Зевина в своих монографиях по общим вопросам проблемы обрастания (Зевина, 1972, 1994) избегает термина «сукцессия», называя процесс смены сообществ «развитием биоценозов обрастания». Автор приводит упрощенную схему сукцессии обрастания для умеренных вод, подразделяя этот процесс на три фазы. Фаза I – бактериальная, которая длится очень недолго, лишь несколько часов, для развития доминантов необходимо максимум несколько дней. Фаза II – развитие таких крупных быстрорастущих форм, как баланусы, мшанки, гидроиды. Двустворчатые моллюски в этой фазе не имеют большого значения. Длится она от нескольких месяцев до 2–3 лет. Автор считает, что в теплых морях она проходит намного быстрее, чем в холодных, и встречается обычно на искусственных сооружениях, находящихся в море сравнительно недолго – на днищах судов и буях. Фаза III – преобладание двустворчатых моллюсков. По мнению автора, это фаза устойчивого равновесия – климакс. Этой же точки зрения придерживаются многие современные исследователи обрастания умеренных вод.

Аналогичный ход экологической сукцессии обрастания на антропогенных субстратах прослежен в различных районах Мирового океана в Японском море (Горин, 1975б; Голиков, Скарлато, 1975а), Черном (Брайко, Долгопольская, 1974; Александров, 2002), Белом (Кузнецова, 1967; Ошурков, 1982, 2000); Средиземном (Sentz-Braconnot, 1966), Балтийском (Scheibel, 1974), Северном (Stephens, 1977), в Мексиканском заливе (Горбенко, 1968) и т. д. Следуя из этого, можно считать, что ход экологической сукцессии крупных таксономических групп на изолированных от грунта антропогенных субстратах подчиняется общей закономерности и имеет предсказуемый характер, что дает возможность прогнозирования обрастания. В зависимости от локальных характеристик меняются лишь сроки и скорость сукцессий обрастания.

В Северном полушарии скорость развития эпибиозов обрастателей максимальна поздней весной, летом и осенью и резко снижается зимой (Голиков, Скарлато, 1975б). В южных широтах обрастание в среднем идет быстрее и более равномерно, чем в северных, и при пониженной солености (Meadows, 1969). Систематическая принадлежность доминирующих видов в различных районах Мирового океана определяется соответственно их наличием в бентосе окружающих акваторий, за исключением интродуцированных видов (см. гл. 7). Чаще всего в сообществах обрастания доминируют двустворчатые моллюски (Кузнецова, Зевина, 1967; Зевина,

1972, 1994; Резниченко и др., 1976; Ошурков, 1982, 1986 и др.). Реже – усоногие раки (Багиров, 1968; Long, 1972a; Горин, 1975a; Турпаева, 1987), гидроиды (Кузнецова, 1967), губки (Taramelli, Chimens, 1966), иногда это водоросли (Zavodnik, Igic, 1968). Существует мнение, что все это есть не что иное, как стадии сукцессии разновозрастного обрастания (Oshurkov, 1992).

Исходя из перечисленных фактов напрашивается вывод, что смена сообществ обрастания на погруженных в море искусственных субстратах представляет собой ускоренный вариант более четко подразделяемой на фазы естественной экологической сукцессии. Этот быстрый процесс с достижением терминальной стадии в кратчайший срок можно назвать, например, антропогенной сукцессией, которая благодаря своей четкости и обозримости может служить прекрасной моделью природной экологической сукцессии, процесс которой не всегда доступен для наблюдения исследователю даже в течение всей его жизни.

Становится очевидной крайняя необходимость изучения динамического аспекта сообществ обрастания действующих судов, если принять во внимание также особую практическую значимость проблемы. В литературе существуют данные по изменениям во времени сообществ обрастания судов (Редфилд, Диви, 1957; Зевина, 1972, 1994; Рудякова, 1981), однако все эти факты основаны на одномоментных осмотрах разных плавсредств. Подавляющее большинство подобных работ проведено более доступным способом – с помощью экспериментальных пластин.

## **5.2. Сукцессия сообществ обрастания действующих судов**

### **5.2.1. Формирование сообществ обрастания судна прибрежного плавания в заливе Петра Великого**

В этой главе впервые проводится подробный анализ закономерностей формирования, изменения видового состава, а также количественных показателей сообществ обрастания действующего судна за время одной навигации на примере пассажирского катера (ПСК) «Гайдар» (Звягинцев, 1984а). Этот катер работал на линии Владивосток–зал. Посьета в районе, наиболее полно изученном в отношении обрастания судов. Регулярные осмотры судна на плаву проводились каждые 15–20 сут. Кроме того, для уточнения сроков оседания массовых видов были использованы материалы по обрастанию судов различных типов, полученные после их преддоковых стоянок в б. Золотой Рог.

ПСК «Гайдар», основные технические характеристики которого приведены в табл. 7, после очередного ремонта и окраски подводной части (ПЧ) корпуса железным суриком был спущен на воду 26 апреля 1979 г. в районе 44-го причала п. Владивосток. С этого дня судно совершало регулярные рейсы по вышеуказанному маршруту 2 раза в неделю с попеременными стоянками в б. Троицы (или в б. Витязь) зал. Посьета и в б. Золотой Рог у 44-го причала.

Через 20 дней после начала навигации на корпусе судна в районе действующей ватерлинии (ДВЛ) появились в незначительном количестве ( $0,1 \text{ г/м}^2$ ) зеленые водоросли *Enteromorpha linza*. Основная часть корпуса осталась свободной от макрообрастания, на ней лишь развилась слизистая пленка из множества бактерий, инфузорий, донных форм диагомовых водорослей и хлопьев детрита. Аналогичная картина наблюдалась на морском буксире «Богатырь», а также на рыболовном сейнере «Снабженец», осмотренных примерно в это же время после кратковременной стоянки в б. Золотой Рог.

В начале июня отмечено резкое увеличение биомассы зеленых водорослей *E. linza* до 130 г/м<sup>2</sup>, среди которых во множестве встречены представители мейобентоса, преимущественно Naupacticoidea. Ниже 1–1,5 м от ДВЛ водоросли исчезают. На большей части корпуса появилась масса только что осевших баланусов *B. crenatus* (до 1100 экз./м<sup>2</sup>). Из этого следует, что начало оседания этого вида в 1979 г. пришлось на 5–6 июня. Данный факт подтверждается нахождением молоди баланусов на корпусах пассажирского судна «Урицкий» и транспортного рефрижератора «Гранитный», поднятых в док после стоянки в б. Золотой Рог 10 июня. Плотность поселения молоди балануса на этих судах достигала 11 200 экз./м<sup>2</sup> при биомассе 21 г/м<sup>2</sup>. В то же время на теплоходе «Камчатка», поднятом 4 июня после стоянки в этом месте, *B. crenatus* не обнаружен. Зафиксированные нами сроки оседания вида расходятся с литературными данными (Горин, 1975б; Зевина, Горин, 1975; Рудякова, 1967а,б, 1981) по экспериментальным пластинам и корпусам судов в зал. Петра Великого, согласно которым максимум оседания этого вида наблюдается весной. Основу биомассы обрастания «Гайдара» в начале июня составляли зеленые водоросли (93%), молодь баланусов при высокой плотности поселения не достигала значительной биомассы.

Во второй половине июня существенных изменений в составе обрастания судна не отмечено. Резко возросли количественные показатели *B. crenatus* – до 4200 экз./м<sup>2</sup> (10,5 г/м<sup>2</sup>). Оседание баланусов продолжалось, при этом 70% особей составляла только что осевшая молодь, в пробах часто попадались циприсовидные личинки. Диаметр домика ранее осевших баланусов равнялся 8 мм при высоте 3 мм. Биомасса этого вида достигала 19% от общей, а по частоте встречаемости он вышел на первое место. Впервые в пробах обнаружены несколько экземпляров брюхоногих моллюсков *Jeffreysina violacea*, а также небольшая колония корковой мшанки *Conopeum seurati*. В районе ДВЛ, кроме энтероморфы, появились проростки бурой водоросли *Ectocarpus confervoides*. Среди водорослей изредка встречены разноногие раки.

В первую декаду июля было отмечено резкое увеличение числа видов. В районе ДВЛ добавилось еще 3 вида водорослей, среди которых по биомассе доминировали зеленые – 88%. Баланусов стало больше – до 52 000 экз./м<sup>2</sup> (505 г/м<sup>2</sup>), диаметр домиков некоторых особей достиг 12 мм при высоте 5 мм. Оседание их продолжалось – молодь составляла около 40%. Биомасса *B. crenatus* возросла до 71% от общей. В кормовой части судна были обнаружены представители другого вида баланусов – *Semibalanus cariosus*. В единственной количественной пробе, где зарегистрирован этот вид, оказалось 110 экземпляров с биомассой 3,5 г. Диаметр домиков баланусов в среднем был 4–5 мм, т.е. их возраст к 10 июля был не менее двух недель. К этому времени в обрастании «Гайдара» в массе появилась молодь мидий *Mytilus trossulus*. При стопроцентной встречаемости и плотности поселения до 12 000 экз./м<sup>2</sup> ювенильные особи моллюска не давали высокой биомассы (не более 0,8 г/м<sup>2</sup>). Съемка 10 июля совпала с началом оседания этого вида, поскольку размеры отдельных особей не превышали 1 мм. Однако, согласно литературным данным (Горин, 1975б), в зал. Петра Великого начало оседания мидий обычно приурочивалось ко второй половине июня при температуре воды 14–18 °С. Причину более позднего оседания баланусов и мидий в 1979 г. следует искать в межгодовых флуктуациях температурного режима. По данным ДВНИГМИ, в этом году средняя температура воды во второй декаде июня составляла лишь 13,8 °С, и только к середине июля она достигла 18 °С. Впервые в пробах обнаружены мелкие «кустики» гидроидов *Obelia longissima* (0,5 г/м<sup>2</sup>). Кроме того, в 70% проб встречены строящие илестые трубочки полихеты *Polydora limicola* (до 3000 экз./м<sup>2</sup>, 0,8 г/м<sup>2</sup>).

В конце июля состав водорослевого обрастания не изменился, сохраняясь таким в общих чертах до конца навигации. *B. crenatus* стал доминирующим видом, оседание личинок подошло к концу, количество молоди в пробах не превышало 20%. К этому

времени диаметр домика баланусов подавляющего большинства особей в среднем составил 12–14 мм при стопроцентном покрытии практически всей ПЧ корпуса. Впервые в пробах обнаружено несколько экземпляров молоди другого вида балануса – *B. improvisus* с диаметром домика 2–4 мм, поселившихся эпибионтно на *B. crenatus*. Из этого следует, что в 1979 г. начало оседания *B. improvisus* в зал. Петра Великого было приурочено к последней декаде июля. На гидрографическом судне, осмотренном в б. Дюмид 20 июля, также отмечена молодь *B. improvisus* с диаметром домика 1–1,5 мм. В литературе отсутствуют данные по срокам оседания этого вида в зал. Петра Великого, здесь эти сведения приводятся впервые. В обрастании «Гайдара» резко возросла численность мидий, превышающая таковую *B. crenatus*, однако биомасса моллюсков изменилась незначительно. Оседание мидий продолжалось, высота раковин ранее осевших особей достигала 3–4 мм. Общая картина сообщества обрастания осталась прежней.

К концу августа прекратилось оседание *B. crenatus*, численность его стабилизировалась, увеличение биомассы происходило лишь за счет роста особей. Доля биомассы этого вида снизилась до 50%. Возросли количественные показатели *B. improvisus* до 170 г/м<sup>2</sup>, 2400 экз./м<sup>2</sup>. Диаметр домика особей достигал 6–8 мм, продолжалось оседание молоди. Впервые отмеченные в середине августа баланусы *B. amphitrite* к концу месяца приблизились по количественным показателям к предыдущему виду – до 130 г/м<sup>2</sup>, 1400 экз./м<sup>2</sup>. Сроки оседания *B. amphitrite* в зал. Петра Великого также до сих пор были не известны. Для этого вида характерна высокая скорость роста (Зевина, 1972). Так, за 2–3 нед отдельные особи сравнялись по размерам с особями *B. improvisus*, осевшими ранее. Данные 3 вида баланусов встречены практически во всех количественных пробах. К этому времени биомасса мидий приблизилась к таковой *B. crenatus*, составляя 36% от общей, а плотность поселения моллюсков стала втрое большей, чем баланусов. Кончилось оседание мидий, длина раковин которых колебалась в пределах 4–12 мм. В конце августа впервые появились трубчатые полихеты *Hydroides elegans* и *H. ezoensis* (до 6 г/м<sup>2</sup>), а также 4 вида мшанок. Корковая мшанка *C. seurati* обнаружена почти во всех пробах при невысоких количественных показателях.

Во второй половине сентября биомасса обрастания судна еще более возросла, однако плотность поселения организмов несколько снизилась (рис. 80). Основу

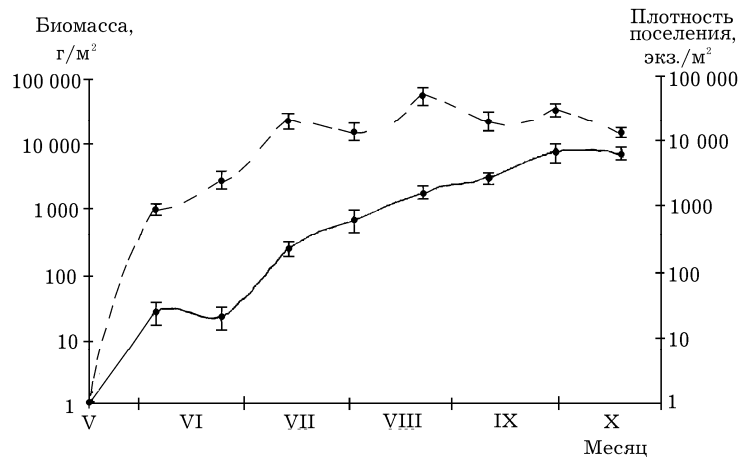


Рис. 80. Изменение общей биомассы (непрерывная линия) и плотности поселения (пунктир) обрастателей ПСК «Гайдар» в зависимости от срока его эксплуатации. Шкала логарифмическая. Вертикальные линии – ошибка средней

биомассы сообщества (67,4%) составляли мидии. При стопроцентной встречаемости моллюсков данный показатель достигал  $7500 \text{ г/м}^2$ , а плотность поселения  $82\,000 \text{ экз./м}^2$ . Максимальный размер особей в пробах был 15 мм, минимальный – 5 мм, ювенильные экземпляры отсутствовали. *B. crenatus* перешел в разряд характерных видов, составляя лишь 17,7% от общей биомассы. Диаметр домика отдельных особей достигал 13 мм, молодь не обнаружена. На 30% поверхности корпуса судна образовалось двухъярусное обрастание, в котором подстилающий состоял из *B. crenatus*, а наружный слой образовывали мидии *M. trossulus*. Количественные показатели *B. improvisus* возросли до  $1600 \text{ г/м}^2$  (8% от общей биомассы) и  $1100 \text{ экз./м}^2$ . Биомасса второго тепловодного вида *B. amphitrite* почти не изменилась. Продолжалось оседание молоди двух этих видов, составляющей в пробах 30–40%. Впервые было встречено несколько экземпляров других представителей усоногих раков *C. dalli*. Характерно снижение биомассы водорослей: зеленые водоросли составляли лишь 2,2% от общей биомассы.

В середине октября биомасса мидий возросла более чем вдвое, при этом составляя 73,8% от общей. Длина раковин моллюсков достигала 23 мм, однако в пробах было вновь обнаружено по 3–5 ювенильных особей. Происхождение их неясно: согласно литературным данным оседание этого вида в зал Петра Великого прекращается в сентябре, когда температура поверхностного слоя воды снижается до 13–18 °С, т.е. приближается к температуре начала его оседания (Горин, 1975б). В середине же октября 1979 г. температура воды упала до 8,5° С. Возможно, появление молоди объясняется спецификой обрастания действующего судна в отличие от экспериментальных пластин, а также постеличиночным оседанием мидии (подробнее см. разд. 5.3.5.6).

Биомасса *B. crenatus* оставалась примерно на том же уровне. По сравнению с предыдущей съемкой снизились количественные показатели *B. improvisus*, для *B. amphitrite* они почти не изменились. Отдельные особи последнего вида балануса сравнялись по размерам с таковыми *B. crenatus*, что свидетельствует о чрезвычайно высокой скорости роста *B. amphitrite*. Продолжается оседание 2 тепловодных видов баланусов, хотя температура воды значительно упала по сравнению с летней.

Последняя съемка обрастания «Гайдара» проведена на слипе 44-го причала п. Владивосток 27 октября, куда судно было поднято для очередного ремонта. Большая часть поверхности корпуса оказалась покрытой сплошным слоем мидий, поселившихся эпибионтно на таком же сплошном слое *B. crenatus*. Биомасса обрастания достигала высокого значения – до  $21 \text{ кг/м}^2$  при средней величине  $7,1 \text{ кг/м}^2$ . Основу этой биомассы составляли мидии (71%), длина раковин которых достигала 30 мм. Как и в предыдущей съемке, в пробах встречались ювенильные особи. Биомасса характерного вида *B. crenatus* почти не изменилась, однако средняя плотность его поселения значительно возросла. Это объясняется появлением в пробах только что осевшей молоди данного вида, местами до  $2500 \text{ экз./м}^2$ . Очевидно, это результат осеннего пика оседания, описанный в литературе для экспериментальных пластин (Зевина, Горин, 1975). Не прекращалось оседание молоди 2 других видов баланусов, при этом биомасса этих видов несколько возросла, а плотность поселения за счет молоди увеличилась почти вдвое. Зеленые водоросли составляли лишь 3% от общей биомассы, роль остальных видов исчислялась десятками и сотыми долями процента. Число видов увеличилось до 26 за счет некоторых подвижных форм, общая картина сообщества обрастания не изменилась.

Таким образом, впервые прослежен процесс формирования обрастания действующего судна за одну навигацию. К сожалению, очередное докование лишило нас возможности проследить за этим процессом в течение нескольких лет. Однако вполне объективные выводы, основанные на одноразовых осмотрах судов с разными

сроками эксплуатации, но со сходными районом и режимом работ, сделаны нами на основании анализа обширного материала по судам из зал. Петра Великого.

Наблюдения за формированием обрастания «Гайдара» в течение одной навигации показали, что этот процесс носит выраженный сукцессионный характер: налицо закономерная смена одних сообществ другими, каждое из которых имеет определенную структуру и время существования. Изучение первой фазы сукцессии (бактериальной) не входило в задачи наших исследований, отмечено лишь ее наличие в первой половине мая. В течение второй половины мая, и большей части июня на корпусе судна процветало сообщество зеленых водорослей *E. linza* и *U. fenestrata*, сконцентрированное в районе ДВЛ от 0 до 1–1,5 м. В соотношении биомасс основных обрастателей (рис. 81) наблюдалась наглядная картина смены сообществ в зависимости от срока эксплуатации судна. Первым из фауны макрообрастания оседал *B. crenatus* и за очень короткий срок, буквально за несколько дней, становился доминирующим видом сообщества на всей ПЧ корпуса. Это сообщество существовало около полутора месяцев, с начала сентября его сменило другое – *M. trossulus*, доля *B. crenatus* в котором колебалась в пределах 20%. На схеме изменения соотношения биомасс этих основных обрастателей четко выделились три площади неправильной формы, иллюстрирующие сообщества зеленых водорослей, баланусов и мидий.

Как уже отмечалось, многие полученные данные по срокам оседания и формирования сообществ обрастания действующего судна расходятся с литературными по экспериментальным пластинам в том же районе. Сроки оседания молодых обрастателей судна мы регистрировали по наличию и количественным показателям ювенильных особей в пробах. Согласно данным А.Н. Горина (1975б), оседание на пластины представителей таких больших таксономических групп, как Cirripedia, Hydrozoa и Bryozoa, начинается в мае, нами же в майских пробах животные не обнаружены вообще. Весенний пик оседания *B. crenatus*, описанный этим автором, не наблюдался, он переместился на вторую половину июня–конец июля. Однако осенний пик оседания этого вида, аналогично данным по пластинам, наблюдался в конце октября.

Не подтверждается и мнение Н.А. Рудяковой (1981) о том, что в зал. Петра Великого первой стадией сукцессии в сообществах обрастания судов следует считать трубчатых червей рода *Hydroides*. По нашим данным, полихеты этого рода в массе оседали лишь в августе, т.е. одними из последних. Не отмечен в литературе и факт осеннего оседания мидий в этом районе, зафиксированный в конце октября, хотя А.Н. Горин (1975б) высказывал предположение о растянутости периода размножения и оседания мидий в умеренных широтах.

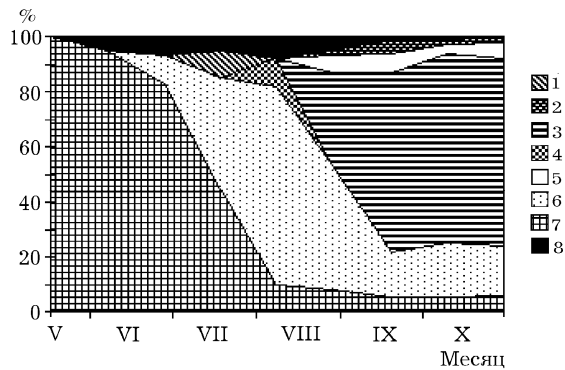


Рис. 81. Изменение соотношений биомасс основных обрастателей в зависимости от срока эксплуатации ПСК «Гайдар». 1 – *Ectocarpus confervoides*, 2 – *Balanus amphitrite*, 3 – *Mytilus trossulus*, 4 – *Semibalanus cariosus*, 5 – *Balanus improvisus*, 6 – *Balanus crenatus*, 7 – Chlorophyta, 8 – прочие. По оси абсцисс – срок эксплуатации, мес; по оси ординат – доля каждого вида, %

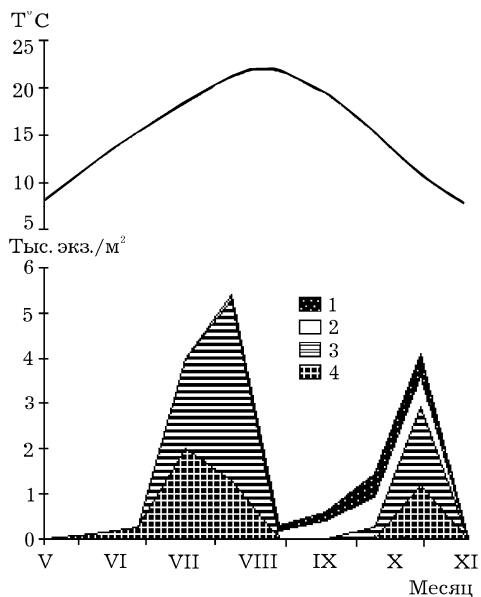


Рис. 82. Сезонная динамика оседания фоновых видов обрастания ПСК «Гайдар». 1 – *Balanus amphitrite*, 2 – *Balanus improvisus*, 3 – *Mytilus trossulus*, 4 – *Balanus crenatus*. По оси абсцисс – срок эксплуатации, мес; по оси ординат – средние значения плотности поселения молоди размером до 1 мм, тыс. экз./м<sup>2</sup>; температура воды в Амурском заливе, °С

Сезонная динамика оседания четырех основных видов организмов-обрастателей судна описана здесь на основании количественных показателей ювенильных особей в пробах. Наиболее показательной величиной в данном случае оказалась плотность поселения, так как биомасса только что осевших особей незначительна. Полученные данные несравнимы с материалом по экспериментальным пластинам, поскольку начиная с июня оседание личинок происходило на субстрат, занятый ранее осевшими обрастателями. На рис. 82 четко выделяются летний и начало осеннего пиков оседания молоди *B. crenatus* и *M. trossulus*. У *B. improvisus* и *B. amphitrite* оно происходило равномерно в течение второй половины лета и до конца октября.

#### 5.2.1.1. Сравнение полученных данных с литературными по неподвижным субстратам

Для выяснения процесса развития обрастания и условий оседания и роста молоди промысловых видов в зал. Посьета А.Н. Голиковым и О.А. Скарлато (1975а)

были предприняты эксперименты с постановкой различных искусственных субстратов. Проводилось сравнение результатов их исследований с данными по «Гайдару», так как около половины стояночного времени судно проводило в этом заливе.

Сменяемость крупных таксономических групп в ходе сукцессии сообществ обрастания действующего судна имеет ряд отличий от таковой на неподвижных антропогенных субстратах. Изменение числа видов не носило столь яркого волнообразного характера (рис. 83), как на искусственных субстратах в зал. Посьета (Голиков, Скарлато, 1975а). Это можно объяснить невозможностью существования в обрастании судна таких видов, как приморский и японский гребешок, и, соответственно, их массовой элиминации во время перехода к донному образу жизни. Сукцессия обрастания судна имеет большее сходство с этим процессом на неподвижных субстратах в открытых, чем в защищенных, бухтах зал. Посьета. Это можно объяснить большим сходством гидродинамических условий прибойных участков с динамикой омывающих корпус судна потоков воды.



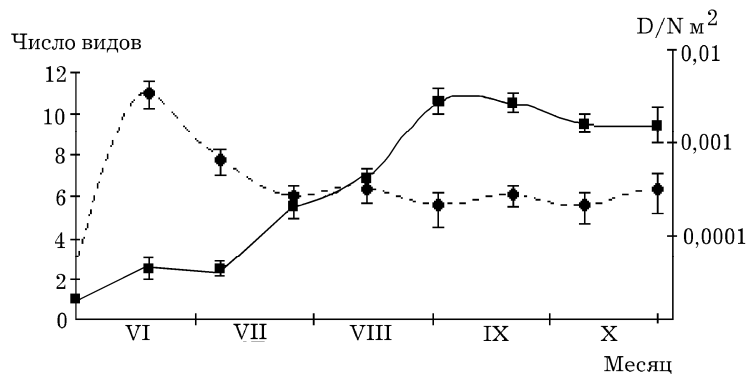


Рис. 83. Изменение числа видов (непрерывная линия) и видового разнообразия (пунктирная линия) в обрастании ПСК «Гайдар» в зависимости от срока его эксплуатации. По оси абсцисс – время осмотра; по осям ординат – число видов; видовое разнообразие  $D/N$  на  $1 \text{ м}^2$ , шкала логарифмическая. Вертикальные линии – ошибка средней

В отличие от неподвижных субстратов в обрастании судна к концу октября произошла стабилизация числа видов, небольшие колебания вызваны флуктуацией подвижных форм. Плотность поселения обрастателей на корпусе судна в первый раз резко возрастала в начале июня при оседании *B. crenatus*, второй раз в начале июля во время оседания мидий. В дальнейшем этот показатель стабилизировался и даже несколько снизился (см. рис. 80) по сравнению с неподвижными субстратами, где наблюдались резкие его колебания (Голиков, Скарлато, 1975а). Интересно, что максимальное число видов макрообрастателей на  $1 \text{ м}^2$  поверхности искусственных субстратов в зал. Массачусетс (Driscoll, 1968), зал. Посьета (Голиков, Скарлато, 1975а) и на  $1 \text{ м}^2$  поверхности корпуса «Гайдара» оказалось близким – 16, 20 и 14 видов соответственно. К сожалению, в работе по зал. Посьета отсутствует полный список видов обрастателей, осевших в ходе эксперимента. Судя по видовым названиям из текста, общим массовым видом с обрастанием «Гайдара» оказалась лишь мидия *M. trossulus*. На искусственных субстратах из зал. Посьета отсутствовали представители усонюгих раков, играющие весьма значительную роль в обрастании судна.

Видовое разнообразие сообществ обрастания судна, для удобства сравнения с данными А.Н. Голикова и О.А. Скарлато (1975а), измеренного как отношение числа видов ( $D$ ) к плотности поселения ( $N$ ) на  $1 \text{ м}^2$  поверхности корпуса судна (по мнению этих авторов, индекс видового разнообразия  $D/N$  имеет те же биологический смысл и последовательность изменений, что и информационный индекс Шеннона), также достигло максимальной величины в первой половине июня (рис. 83).

Однако в обрастании судна в этот период индекс видового разнообразия вычислен по показателям практически одного вида *B. crenatus*, отсутствующего на неподвижных субстратах из зал. Посьета. Здесь максимальное видовое разнообразие, наблюдаемое в первой половине июня, соответствовало наибольшему развитию сообщества с преобладанием брюхоногих моллюсков (преимущественно *Ephera turrita*). Переход лидирующей роли к *Bivalvia* в обрастании судна, аналогично неподвижным субстратам, привел к снижению видового разнообразия, которое оставалось примерно на одном уровне до конца навигации. В нашем случае график изменения индекса видового разнообразия четко иллюстрирует лишь одну фазу сукцессии – преобладание крупных быстрорастущих форм. Более наглядно смена сообществ в ходе сукцессии показана на схеме изменения соотношений биомасс (см. рис. 81). Общая биомасса обрастания судна испытала два резких скачка после оседания *B. crenatus* и *M. trossulus*, в результате чего довольно равномерно росла (см. рис. 80). Начиная с середины июля ее рост

обеспечивали в основном мидии, которые к концу навигации стали доминирующим видом.

Как показали круглогодичные наблюдения за судами на плаву и во время их докования, в конце осени развитие сообществ обрастания одной навигации останавливалось, пополнение видов практически прекратилось. На большинстве судов одной навигации к осени формировалось сообщество *M. trossulus*, на некоторых из них по разным причинам эксплуатационного характера это сообщество не образовывалось. Однако при доминировании баланусов мидия, как правило, входила в число характерных видов. Если судно эксплуатировалось в зал. Петра Великого без докования две навигации, то его обрастание представляло собой климаксную фазу развития сообщества, т.е. стойкое преобладание двустворчатых моллюсков (Зевина, 1972). Это сообщество было зарегистрировано практически на всех судах двух сезонов эксплуатации в этом заливе, причем доля мидий составляла 90–95% от общей биомассы, достигающей иногда 60 кг/м<sup>2</sup>.

На малотоннажных судах с небольшой осадкой, очищенных во время эксплуатации в ледовых условиях, может развиваться гидроидный тип обрастания (Звягинцев, 1980). Если же по каким-либо причинам судно находилось без движения в течение 2–3 лет в районах с устричными банками, то доминирующим видом становится *Crassostrea gigas*. Так, на учебных судах «Чукотка» и «Александр Невский», несколько лет простоявших в Амурском заливе в районе ТЭЦ-1 г. Владивостока, устрицы достигали 8–10 см в длину и составляли более половины общей биомассы обрастания. Еще большего развития достигло сообщество *C. gigas* в обрастании зверобойных шхун, простоявших на приколе в б. Витязь зал. Посъета около 4 лет. Устрицы с длиной раковины около 15 см сплошным слоем покрыли мидиевую «шубу», отмеченную после одного года стоянки, вызвав гибель большинства мидий. Очень крупные устрицы длиной 15–20 см были обнаружены на плавмастерской, стоявшей без движения в п. Посъет. Таким образом, третья фаза развития сообщества с преобладанием мидий, неоднократно описанная в литературе (Гарасов, 1961; Зевина, 1972; Резниченко и др., 1976; Рудякова, 1981; и др.), не является окончательной, при определенных условиях (наличие в планктоне готовых к оседанию личинок устриц и длительная стоянка судна) она переходит в более устойчивое сообщество *C. gigas*. О стабильности этого сообщества свидетельствует его наличие и процветание на корпусах затонувших рыболовных сейнеров, пролежавших на мелководье в районе п. Преображение более 12 лет. Встречались устрицы и в обрастании действующих судов, но, как правило, массового развития не достигали: их прикрепление к субстрату было менее прочно, чем у мидий.

#### 5.2.1.2. Смена фонообразующих видов в ходе сукцессии

Для сообщества обрастания судов в зал. Петра Великого характерны сравнительно малое число видов (олигомикстность) по сравнению с ГТС, высокая биомасса при доминировании небольшого числа видов и сезонность смены сообществ в ходе сукцессии. Резкое возрастание индекса видового разнообразия на ранних стадиях сукцессии обрастания «Гайдара» и снижение его значения к концу навигации подтверждает мнение Р. Маргалефа (Margalef, 1963), утверждавшего, что разнообразие стремится к максимуму на ранних или средних стадиях формирования сообществ и затем уменьшается в климаксе. В начале июня оседал *B. crenatus* и оставался доминирующим видом в течение 1,5–2 мес. В небольших количествах молодь этого вида была обнаружена в конце октября. Очевидно, это результат осеннего пика оседания (Горин, 1975б).

Появившиеся в начале июля мидии благодаря быстрому росту и высокой численности вскоре стали доминирующим видом. К моменту их оседания корпус судна уже был покрыт слоем *B. crenatus* и большинство моллюсков поселялось эпибионтно. Пик оседания мидий на ПСК «Гайдар» практически совпал по календарным срокам со временем их появления на экспериментальных пластинах (Горин, 1975б; Звягинцев и др., 1987, 1990) и, соответственно, с максимальными летними температурами (см. рис. 82).

Для появившегося в конце июля *B. improvisus* характерны высокая скорость роста (к концу октября особи сравнялись с *B. crenatus* по размерам) и растянутый период их оседания – ювенильные особи встречались в пробах до конца октября. Понижение температуры в октябре не оказалось губительным для личинок этого вида. Очевидно, *B. improvisus* имеет высокую конкурентоспособность – при отсутствии незанятого субстрата в момент оседания он селится не только на домиках других баланусов, но и на створках мидий.

*B. improvisus* оседал в середине августа, что соответствует максимальной среднегодовой температуре воды. Возникающий последним из массовых видов, *B. amphitrite* быстро рос и к концу навигации приблизился по количественным показателям к предыдущему виду, поселяясь на домиках *B. crenatus* и *B. improvisus*.

К второстепенным видам из усоногих раков был отнесен *S. cariosus*, оседающий после *B. crenatus*. Он, как правило, не достигал массового развития в зал. Петра Великого, и к концу навигации его биомасса не превышала 0,4% от общей.

Трубчатые полихеты рода *Hydroides* в обрастании «Гайдара» не образовывали значительных поселений, не превышая 0,6% от общей биомассы. Зафиксированы случаи массового развития *H. elegans* на судах, подолгу стоящих или работающих в б. Золотой Рог. Однако ни на одном из осмотренных судов из зал. Петра Великого трубчатых червей нельзя считать первой фазой сукцессии, как утверждает Н.А. Рудякова (1981). По результатам исследований они оседали лишь в августе.

К концу навигации в обрастании ПСК «Гайдар» в массе развились корковые мшанки *C. seurati*. Их колонии часто обволакивали домики баланусов, створки мидий, столоны гидроидов, однако биомасса обычно не превышала 0,07% от общей. Гидроид *O. longissima*, как правило, в стадии преобладания мидий находился в угнетенном состоянии – многочисленные осмотры судов с мидиевым обрастанием подтвердили их несовместимость с гидроидами.

Пути формирования мидиевого сообщества в обрастании судов одной навигации из зал. Петра Великого могут иметь несколько вариаций в зависимости от маршрута и режима эксплуатации судна. Очевидно, эти отклонения от обычного хода сукцессии относятся к сообществам (или «типам») обрастания промежуточного состава (Рудякова, 1981). Об остановке развития данного явления на какой-либо промежуточной стадии упоминает Г.Б. Зевина (1972). Подобные отклонения были зафиксированы на 15% осмотренных судов одной навигации из этого залива. Так, на трех судах (водолазные катера «Биолог» и «Шельф», буксирный катер «Дрейф»), осмотренных в конце июля–начале августа, было отмечено выраженное сообщество зеленых водорослей *E. linza*, в то время как на «Гайдаре» водоросли отнесены к второстепенным видам. Однако в числе первообрастателей из представителей фауны на этих судах также эпизодически встречался *B. crenatus*. Интересно, что количественные показатели *B. crenatus* на этих трех судах различались очень незначительно (61, 75 и 69% от общей биомассы соответственно). На всех трех судах было отмечено массовое оседание молодежи мидий – около 1000 экз./м<sup>2</sup>, что соответствовало данным по «Гайдару». Вероятно, на этих плавсредствах мидиевое сообщество в дальнейшем сформировалось, минуя стадию баланусов, и стало менее устойчивым или же не образовалось вовсе, так как крепление мидий непосредственно к корпусу судна непрочно (Рудякова, 1981).

На осмотренном 22 августа рейдовом катере РК-22 было отмечено аналогичное сообщество зеленых водорослей, отличающееся олигомиксностью (всего 7 видов) и отсутствием *B. crenatus*. Это единственное судно из зал. Петра Великого, на котором не обнаружен этот вид. На нескольких других судах из зал. Посьета, осмотренных в середине июля, при наличии первообрастателя *B. crenatus* доминировали гидроиды *O. longissima* (см. гл. 3).

Однако на большинстве плавсредств, осмотренных в зал. Петра Великого в разное время года, наблюдалась закономерная смена сообществ обрастания в ходе антропогенной сукцессии, в принципе не отличавшейся от таковой на судне «Гайдар». Исключения из правила, в какой-то степени его подтверждающие, объясняются, очевидно, различными эксплуатационными характеристиками судов: менялись не состав, а количественные соотношения обрастателей.

## **5.2.2. Сукцессия сообществ обрастания судна дальнего плавания в тропических водах**

### **5.2.2.1. Формирование обрастания НИС «Академик Александр Несмеянов»**

Оседание макрообрастателей впервые было зарегистрировано 26 февраля в п. Виктория спустя месяц после выхода судна в рейс. В зоне ватерлинии вдоль всего корпуса отмечены пророски зеленых водорослей *E. clathrata* с биомассой, не превышающей  $0,1 \text{ г/м}^2$ .

При следующем осмотре 3 марта у о-ва Козэиви отмечено оседание *L. anatifera* и *B. reticulatus*. Обследование 19 марта показало, что обрастание состояло в основном из усоногих раков при средней биомассе  $631 \text{ г/м}^2$ . Водоросли *E. clathrata* встречены в 85% проб.

При осмотре судна 10 апреля в п. Нячанг отмечено увеличение числа видов (рис. 84) и общей биомассы обрастания до  $912 \text{ г/м}^2$ . Из водорослей, представленных 5 видами, доминировала энтероморфа – до  $125 \text{ г/м}^2$ . В составе фауны сообщества произошли изменения – доминирующим видом стал *L. anatifera* (до  $2360 \text{ г/м}^2$ ,  $2000 \text{ экз./м}^2$ ), составляющий 58% от общей биомассы. Доля *B. reticulatus* почти вдвое уменьшилась, количественные показатели остальных видов также были невысоки.

Перед заходом судна в р. Сайгон (п. Хошимин) 25 апреля в составе обрастания зарегистрировано 24 вида, из которых 6 – водоросли. Доминирующим видом сообщества оставался *L. anatifera* – до  $5570 \text{ г/м}^2$ ,  $3400 \text{ экз./м}^2$ , составляющий 52% от общей биомассы. Количественные показатели *B. reticulatus* также заметно возросли. Кроме этих было отмечено еще 6 видов усонюгих раков; роль остальных оказалась невелика.

Осмотр судна после трехдневной стоянки в р. Сайгон показал резкие изменения в структуре сообщества обрастания. Отмечено снижение общей биомассы сообщества до  $919 \text{ г/м}^2$  и числа видов до 5. Энтероморфа стала доминирующим видом, составляя 88% от общей биомассы сообщества. Под действием пресной воды наблюдалась массовая элиминация фауны обрастания, из которой осталось лишь 2 вида, в т. ч. *B. reticulatus*. В данном случае подтверждается мнение А.И. Кафанова и В.Е. Жукова (1993) о том, что наиболее популярный среди экологов показатель Шеннона–Уивера оказывается неэффективным при исследовании монодоминантных сообществ, каковыми, как правило, являются сообщества обрастания. График изменения числа видов в ходе сукцессии сообществ обрастания судна несет практически ту же информацию, что и таковой изменения индекса Шеннона: наблюдается достоверно высокая корреляция ( $R = 0,931$  при  $P < 0,01$ ) между изменением этих показателей (рис. 84).

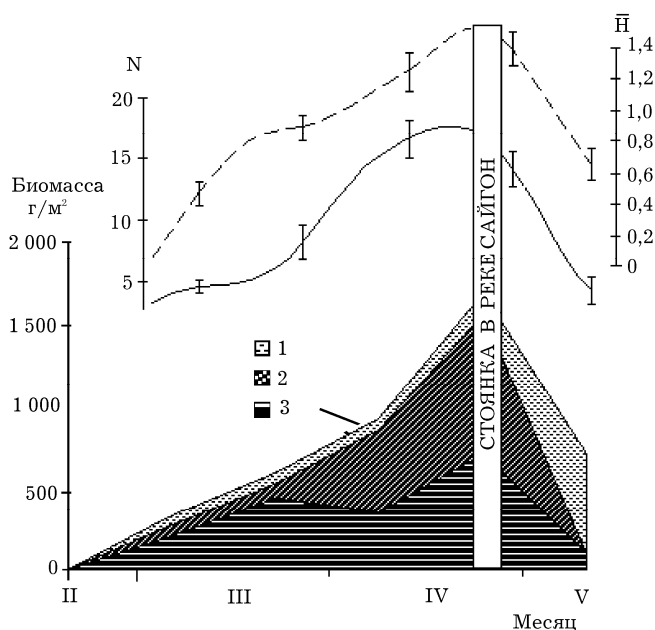


Рис. 84. Изменение видового богатства (непрерывная линия), видового разнообразия (пунктир) и соотношения биомассы фонообразующих видов обрастания НИС «Академик Александр Несмеянов». 1 – *Enteromorpha clathrata*, 2 – *Lepas anatifera*, 3 – *Balanus reticulatus*. По оси абсцисс: время осмотра, мес; по осям ординат: N – видовое богатство, H – информационный индекс видового разнообразия Шеннона, биомасса,  $\text{г/м}^2$ . Вертикальные линии – ошибка средней

### 5.2.2.2. К вопросу об эффективности подводной очистки судов

В настоящее время в мировой практике широко используется подводный способ очистки корпусов судов от обрастания. Он требует достаточно больших финансовых вложений и, как показала практика, не всегда эффективен. В 15-м альгологическом рейсе НИС «Академик Александр Несмеянов» за время работы судна на островах с января по март 1989 г. был проведен эксперимент по изучению хода сукцессии обрастания на контрольной и предварительно очищенной поверхностях (см. гл. 1). Как показали четыре последовательные съемки, в начале работы судна у о-ва Коэтиви 12 января обрастание судна было представлено 2 видами водорослей: *Enteromorpha linza* и *Cladophora laetivirens*. Уже через 2 нед при сохранении среднего значения биомассы водорослей началось оседание усонного рака *B. reticulatus* и морских уток *L. anatifera*. При этом очищенные площадки были более обросшими, чем контрольные, а плотность поселения лепасов на очищенных площадках оказалась соответственно втрое выше (рис. 85).

Различие в изменении плотности поселения обрастателей на очищенной и контрольной площадках, вычисленное по t-критерию Стьюдента ( $t = 1,254$ ), оказалось недостоверным, так же как и биомассы обрастания этих поверхностей ( $t = 1,283$ ), что свидетельствует о быстром выравнивании данных показателей.

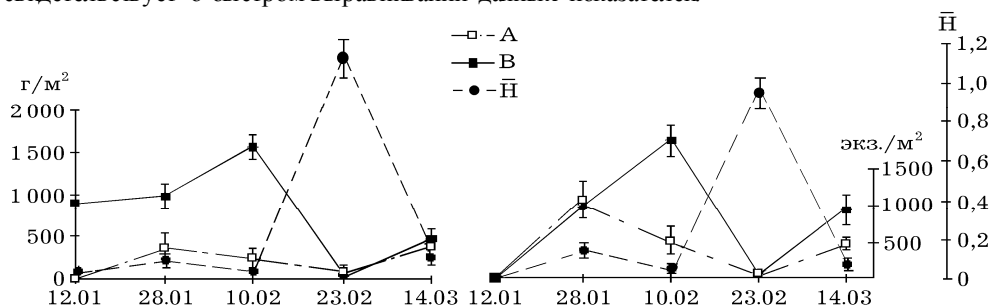


Рис. 85. Изменение общей биомассы, плотности поселения обрастателей и видового разнообразия на контрольной (слева) и предварительно очищенной (справа) поверхностях корпуса НИС «Академик Александр Несмеянов» в 1989 г. По оси абсцисс – дата осмотра; по осям ординат: А – плотность поселения, экз./м²; В – биомасса, г/м²; H' – информационный индекс Шеннона. Вертикальные линии – ошибка средней

Дальнейший ход сукцессии сообществ обрастания сравниваемых площадок оказался аналогичным. В зарослях энтероморфы появились подвижные ракообразные, отмеченные в качественной пробе. После стоянки в п. Момбаса выявлена массовая элиминация морских уток *L. anatifera* при возрастании биомассы энтероморфы примерно вдвое. Съемка 28 февраля в п. Виктория показала гибель большей части энтероморфы; у оставшихся водорослей оказалась аномальная для данного вида морфология. При этом наблюдался пик видового разнообразия, что объясняется резким снижением доли биомассы доминирующего вида сообщества (см. рис. 85). Различие в изменении индекса видового разнообразия, как и в изменении биомассы, недостоверно ( $t = 0,592$ ), что свидетельствует о выравнивании индекса видового разнообразия в ходе сукцессии на сравниваемых поверхностях.

Подобный эксперимент был проведен у побережья Калифорнии на искусственных субстратах – бетонных блоках (Sousa, 1979). Чистый субстрат в первый месяц зарастал первопоселенцем зеленой водорослью *Ulva* (в нашем случае соответственно *Enteromorpha*), в дальнейшем в течение полугода вытеснялся «монокультурой» многолетних багрянок *Gigartina canalicula*. Пионерный поселенец скалистой литорали ульва препятствовал дальнейшему ходу сукцессии сообщества, что убедительно показал

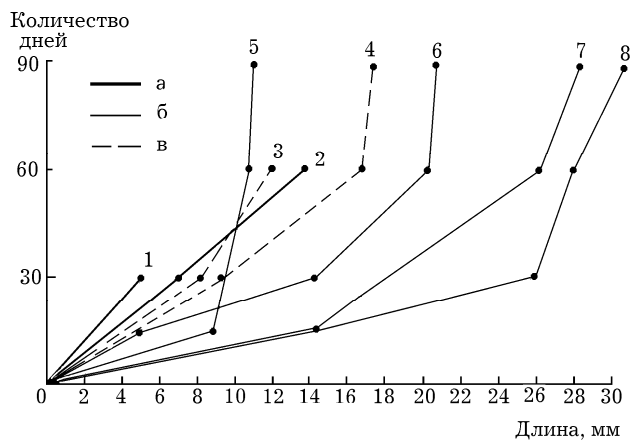


Рис. 86. Рост некоторых видов усоногих раков в умеренной и тропической зонах: 1 – *Semibalanus cariosus*, 2 – *Balanus crenatus*, 3 – *B. improvisus*, 4 – *B. eburneus*, 5 – *B. reticulatus*, 6 – *Megabalanus occator*, 7 – *Lepas anatifera*, 8 – *L. anserifera*; виды: а – бореальные и бореально-арктические, б – субтропическо-низкобореальные, в – тропические (по данным Г.Б. Зевиной, 1987).

эксперимент на разных бетонных блоках, с которых ульву удаляли или не удаляли. В первом случае пополнение популяции багрянками оказалось на порядок выше. Таким образом, скорость колонизации незанятого пространства (в нашем случае предварительно очищенная поверхность ПЧ корпуса судна) являлась решающим фактором на пионерных стадиях сукцессии.

Существует мнение, что подводная очистка корпусов судов от обрастания в целом приносит скорее вред, чем

пользу (Зевина, 1987, 1994). Основным ее недостатком этот автор считает очень быстрое зарастание поверхности вследствие высокой скорости роста осевших обрастателей, особенно в тропиках (рис. 86).

По нашим данным, неэффективной оказалась регулярно проводимая подводная очистка судов водолазами на рейде Владивостока. Так, на судне Северного морского пароходства «Андомалес» после подводной очистки всего за 20 дней стоянки в прол. Босфор Восточный биомасса обрастания превышала  $1 \text{ кг/м}^2$  (Михайлов, Блинов, 1981). Результат эксперимента на НИС «Академик Александр Несмеянов» свидетельствует о том, что проведение подводной очистки в тропиках также неэффективно и скорее способствует развитию осевших обрастателей. Она может оказаться в какой-то степени полезной, если будет проводиться вдали от берегов в районе промысла, как это было предложено рыбопромышленным объединением «Азчеррыба», либо в случае необходимости для повышения скорости и мореходных качеств судна на непродолжительное время.

Однако очистка искусственного субстрата от обрастания может дать положительный эффект применительно к установкам марикультуры (Ivin, Zvyagintsev, 2001). Так, в 1990 г. была проведена аналогичная процедура на якорных оттяжках у половины ГБТС водорослеводческой плантации рыбзавода «Каменский» (северное Приморье). По прошествии года плотность поселения спирорбид на талломах молодой ламинарии с очищенных установок оказалась на 2 порядка ниже, чем на контрольных (рис. 87).

### 5.3. Стационарные исследования динамических аспектов обрастания

Наиболее доступным и широко распространенным методом изучения процесса формирования обрастания являются стендовые и натурные испытания непосредственно в районе эксплуатации судов и гидротехнических сооружений (см. введение). При испытании лакокрасочных покрытий или иных защитных средств необходим контроль эксперимента на нейтральном материале. Таким материалом чаще всего служат

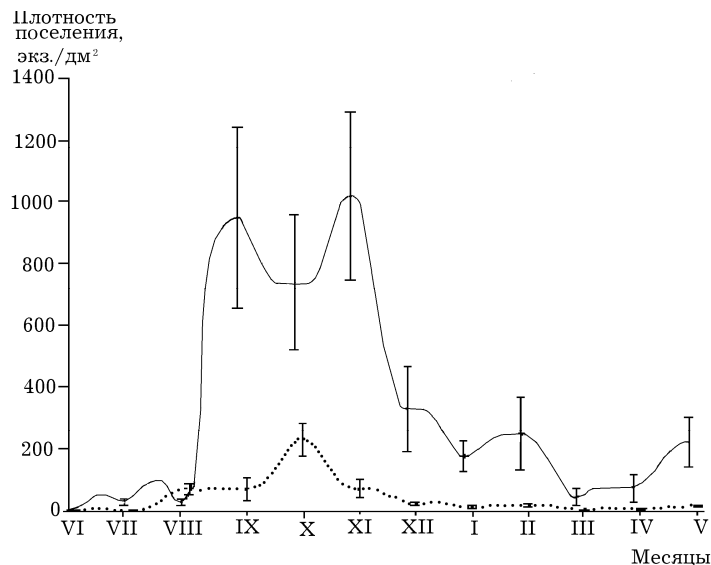


Рис. 87. Сезонная динамика спирорбид *Circeis armoricana* на талломах молодой ламинарии на очищенных от обрастания (точечная линия) и контрольных (непрерывная линия) водорослеводческих установках. По оси абсцисс – срок эксплуатации, мес; по оси ординат – плотность поселения спирорбид, экз./дм<sup>2</sup>. Вертикальные линии – ошибка средней

органическое стекло (Igis, 1972; Горин и др., 1975б). Иногда используют бетонные пластины, реже – пластины, покрытые титаном, алюминиевыми сплавами и т.д. (Panchal et al., 1984; Лукашова и др., 1986). Проводятся исследования зависимости оседания морских организмов на стальные пластины от их коррозии (Ohba et al., 2001). Уже в конце прошлого века при исследовании сукцессии сообществ обрастания стал использоваться кластерный и корреляционный анализ (Brankevich et al., 1985; Hirata, 1986). Нами предпринята попытка изучения некоторых прикладных аспектов динамики сообществ обрастания, а именно: оседания обрастателей на противокоррозионное покрытие, оценки влияния антропогенного загрязнения воды на обрастание и коррозию высоколегированной стали, установления возможности использования данного явления для определения загрязнения воды тяжелыми металлами.

### 5.3.1. Динамика оседания обрастателей на пластины из оргстекла

Сезонная динамика оседания обрастателей на пластины из оргстекла в зал. Петра Великого изучалась около 30 лет назад (Горин, Мурахвери, 1973; Горин, 1975б). Нами использованы материалы этих авторов по б. Золотой Рог, где базируется большинство СПП и СДП залива, а также для удобства сравнения с данными по ПСК «Гайдар».

По сведениям этих авторов, массовое оседание личинок балануса *B. crenatus* имело два пика и зависело от хода температурной кривой. Массовое оседание мидии на пластины отмечено авторами в июле–августе при среднемесячных температурах соответственно 18,5 и 20,8 °С. Начало оседания отмечено в июне при 11,6 °С, осеннего пика не наблюдалось. По мнению этих авторов, также падение среднемесячной температуры на 5–6 °С вызвало уменьшение месячного прироста до 3 мм, т.е. в диапазоне низких температур рост мидий практически прекращался. Это создало иллюзию массового оседания данного вида в декабре.



Гидроид *O. longissima* является одним из основных обрастателей в северо-западной части Японского моря. Оседание планул обелии в разных районах зал. Петра Великого продолжалось с апреля–мая и до конца октября. Сезонный ход кривых биомассы за летний период имел пики, соответствующие максимальным летним температурам. Исключение составляла б. Золотой Рог: при сохранении общей тенденции положительной корреляции кривых биомассы и температуры имелись значительные спады биомассы в июле.

Брюхоногие моллюски по сравнению с другими группами животных играли незначительную роль в обрастании пластин. Однако наиболее массовый вид *Epheria turrita* является основным вредителем ламинариевых хозяйств (Ивин, 1990), вследствие чего эта группа заслуживает определенного внимания. Впервые эферия была отмечена в больших количествах в июне, ее численность возросла в июле, далее равномерно снижалась и полностью исчезла в ноябре. Такой же ход динамики численности был у *Thapsiela plicosa*.

Многощетинковые черви – наиболее богатая видами группа обрастателей, из которой значительную роль играли представители седентарных полихет рода *Hydroides*. Оседание полихет продолжалось все летне-осенние месяцы, наибольшее количество молодежи было отмечено в августе–сентябре. Достоверной корреляции между кривыми оседания и изменениями температуры и солености воды не было отмечено, для этой группы характерно смещение пика оседания.

В обрастании пластин было зарегистрировано 12 видов мшанок, основную роль среди которых играла *Bugula pacifica*. В б. Золотой Рог начало появления Вруоза пришлось на май, прекратилось оседание мшанок в октябре. Массовое оседание мшанок, как и предыдущих групп, было приурочено к максимальным температурам в июле–августе.

### **5.3.2. Динамика оседания обрастателей на противокоррозионное покрытие ЭКЖС-40**

Полученные нами сведения по оседанию основных макрообрастателей на ЭКЖС-40 в б. Рында Амурского залива отличаются от данных А.Н. Горина (1975б) по б. Золотой Рог. Так, этим автором не зарегистрированы на пластинах 2 вида балануса (*B. improvisus* и *B. amphitrite*), являющиеся вселенцами на разных стадиях акклиматизации (см. гл. 7). Основными обрастателями исследованных нами пластин оказались 3 вида баланусов (*Balanus crenatus*, *B. improvisus* и *B. amphitrite*), мидия *M. trossulus* и строящие известковые трубки полихеты *Hydroides ezoensis*. В начале срока экспозиции на пластинах были в массе обнаружены разноногие раки *Jassa marmorata*, *Caprella eximia*, *C. cristibrachium* и равноногие раки *Cymodoce acuta*. Эти подвижные формы, очевидно, переселившиеся со стенда, встречались в обрастании всех пластин на протяжении всего эксперимента.

Первым из усоногих раков на пластинах появился бореально-арктический баланус *B. crenatus*, оседание которого продолжалось с начала июня по конец июля. Максимальное значение плотности поселения молодежи (около 4000 экз./м<sup>2</sup>) отмечено во второй половине июля (рис. 88). К концу срока оседания этого вида диаметр домиков осевших первыми особей достигал 13 мм. Второй пик оседания этого вида, отмеченный А.Н. Гориным, нами не был зарегистрирован ни в 1985, ни в 1986 гг.

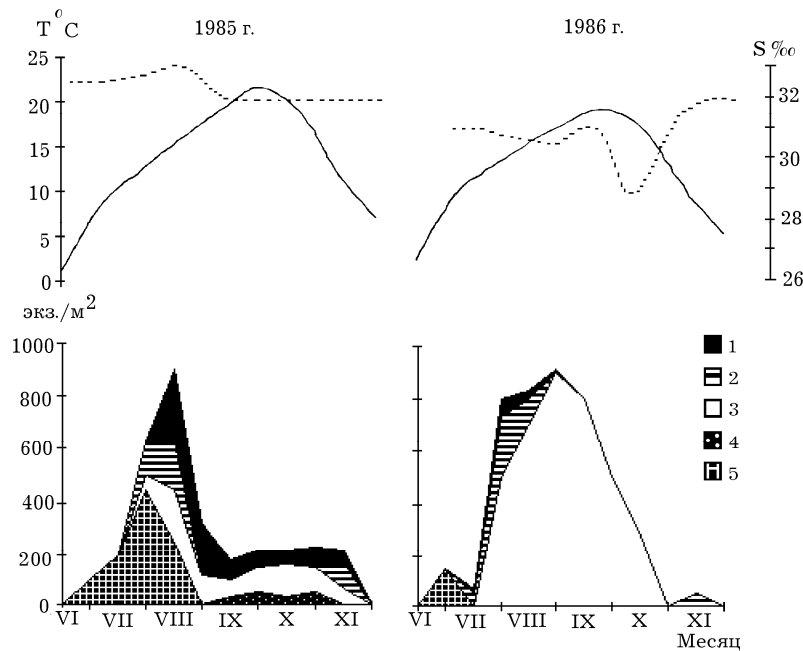


Рис. 88. Флуктуация динамики оседания фонообразующих видов на пластины покрытые ЭКЖС-40, в условиях испытательного стенда в 1985–1986 гг. 1 – *Hydroides ezoensis*, 2 – *Mytilus trossulus*, 3 – *Balanus improvisus*, 4 – *Balanus amphitrite*, 5 – *Balanus crenatus*. По осям ординат – плотность поселения молоди, экз./м<sup>2</sup>; температура, °С (непрерывная линия); соленость, ‰ (пунктир)

Второй вид – субтропическо-бореальный *B. improvisus*, впервые отмечен на пластинах в начале июля. Срок его оседания имел наибольшую протяженность, завершаясь лишь в первой половине ноября. Максимальная плотность поселения осевшей молоди (800 экз./м<sup>2</sup>) была отмечена в августе 1986 г. Для этого вида, по сравнению с предыдущим годом, характерна резкая вспышка численности: плотность поселения молоди возросла в несколько раз. Таким образом, предположение А.Н. Горина о непродолжительности оседания *B. improvisus* при условии его натурализации в заливе не подтвердилось – этот вид оседает в массе в течение 4 мес.

Широко распространенный в тропической и субтропической областях *B. amphitrite* оседал с августа по октябрь включительно в количестве, не превышающем несколько десятков жемплярков на квадратный метр. В 1986 г. этот вид на пластинах не был обнаружен. Кроме указанных 3 видов усоногих раков, на августовских пластинах единично встречена молодь *B. rostratus*, не играющая значительной роли в сообществе.

Из двустворчатых моллюсков наибольшее значение в обрастании пластин имела мидия *M. trossulus*, распространенная от Чукотского моря до зал. Петра Великого. Экология этого вида к настоящему времени достаточно хорошо изучена как на антропогенных субстратах, так и в бентосе. Однако данные по его оседанию на ЭКЖС-40 отсутствуют. Температурный диапазон начала оседания (14–18 °С) согласуется с литературными сведениями (Горин, 1975б), а наибольшее количество молоди отмечено в июле и первой половине августа. В конце октября каждого года эксперимента после 2-месячного перерыва был зарегистрирован еще один небольшой осенний пик для этого вида, что расходится с мнением А.Н. Горина и А.М. Мурахверы (1973) об унимодальности его оседания.

Кроме мидий, из двустворчатых моллюсков на легких пластинах встречены отдельные особи *Hiatella arctica* и устрицы *Crassostrea gigas*, осевшие во второй

половине августа. Плотность поселения устриц не превышала 60 экз./м<sup>2</sup>, а к концу срока осенней экспозиции длина их раковин, как и у мидий, достигала 3 см.

В число характерных видов обрастания пластин входили седентарные полихеты *H. ezoensis* и спирорбисы *Dexiospira alveolata*. Начало оседания *H. ezoensis* в 1985 г. было приурочено к середине июля, а в 1986 г. – к концу июня. Продолжительность оседания и плотность поселения молоди этого вида были значительно выше в первый год эксперимента (рис. 88). Биомасса спирорбисов при сравнительно высокой плотности поселения, достигавшей нескольких сотен экз./м<sup>2</sup>, вследствие небольших размеров особей оказалась незначительной.

На протяжении всего летне-осеннего срока экспозиции на пластинах постоянно встречались гидроиды *Obelia longissima*, биомасса которых не превышала 15 г/м<sup>2</sup>. Из прикрепленных форм заслуживают внимания осевшие в августе–сентябре корковые мшанки *Conopeum seurati*, диаметр колоний которых при незначительной биомассе достигал 5 см, а также колониальные асцидии *Botrylloides diegenae*, поселявшиеся эпibiонтно на мидиях и баланусах с пластин осенней экспозиции.

Процесс формирования обрастания на ЭКЖС-40 носил сукцессионный характер с четким подразделением на 3 фазы: 1) появление бактериально-диатомовой пленки; 2) образование сообщества крупных быстрорастущих форм (усоногих раков); 3) формирование климаксного сообщества мидий с сентября и на протяжении всего срока дальнейшей экспозиции.

Для сообщества баланусов на 60-дневных пластинах была характерна флуктуация доминирующих видов. Так, в 1985 г. преобладал *B. crenatus*, в 1986 г. – *B. improvisus*. При этом сообщество *B. improvisus* было отмечено и на пластинах осенней экспозиции месячной выдержки, когда заканчивалось оседание мидий. К концу ноября на пластинах 6-месячного срока экспозиции общая биомасса обрастания достигала 10 кг/м<sup>2</sup>. На пластинах годового срока, осмотренных в июне 1986 г., она составила около 18 кг/м<sup>2</sup>. Осевшие летом и осенью 1985 г. *B. improvisus* почти все погибли, оставив лишь пустые домики, *B. amphitrite* не обнаружен. Субдоминантные формы (гидроиды, двусторчатые моллюски, мшанки), сохранились после зимней экспозиции. В 1986 г. в ходе сукцессии обрастания вновь установленных пластин появились некоторые отличия. Так, на протяжении всего летне-осеннего срока испытаний поселения *B. amphitrite* не были обнаружены, биомасса трубчатых полихет снизилась на порядок.

Таким образом, изучен процесс формирования обрастания на противокоррозионном покрытии ЭКЖС-40, которым в дальневосточных морях окрашено большинство судов прибрежного и портового плавания. Динамика оседания обрастателей на пластины в значительной мере зависит от факторов среды. Так, аномальный температурно-солевой режим (см. рис. 88), установившийся в результате прошедшего в августе 1986 г. тайфуна «Вера», оказал губительное воздействие на *B. amphitrite*, но благоприятствовал резкой вспышке численности другого вида-интродуцента *B. improvisus*. Если в 1985 г. наблюдалась слабая положительная корреляция ( $R = 0,176$ ) между оседанием личинок *B. improvisus* и изменением солености, то в 1986 г. при понижении солености в августе до 28,4‰ коэффициент корреляции стал отрицательным ( $R = -0,531$ ). В этом случае коэффициенты корреляции достоверно различаются на уровне значимости  $P < 0,05$  ( $t = 2,33$ ). Корреляция между оседанием личинок *B. improvisus* и изменением температуры в разные годы при этом оказалась достоверно не различной ( $R = 0,536$  в 1985 г. и  $R = 0,770$  в 1986 г. соответственно).

Несколько нарушало чистоту эксперимента перемещение на пластины взрослых мидий и колониальных асцидий из обрастания рамы, в которой закреплены пластины. Вытеснение обрастателей сложными асцидиями *Botryllus schlosseri* известно для побережья Вуде-Холла (Glosberg, 1981). Результаты проводимого эксперимента с металлическими пластинами размером 250 x 350 мм, окрашенными ЭКЖС-40, оказались

более полными по сравнению с результатами проводимого параллельно на этом же стенде Институтом химии ДВО РАН эксперимента на оргстекле размером 40 x 80 мм. Было зарегистрировано вдвое большее число видов, в т. ч. характерных. Различными оказались и конечные стадии сукцессии сообществ обрастания пластин одинакового срока экспозиции.

Таким образом, на основании собственных и литературных данных следует сделать вывод, что в северо-западной части Японского моря бореально-арктические и арктические виды (*Balanus crenatus*, *Obelia longissima*, *Nereis pelagica* и др.) оседали с весны и до поздней осени в диапазоне температур, ограниченном 6–9 °С. При этом кривая данного явления может быть уни- и бимодальной, когда чередование пиков оседания отражает количество генераций (например, *B. crenatus* – две генерации, *Spirorbis* sp. – три, и т.д.). Для видов с большим диапазоном глубин период оседания более продолжителен вследствие одновременного созревания половых продуктов, а в случае неравномерного распределения вида с глубиной кривая будет носить пульсирующий характер.

Широкобореальные и амфибореальные виды (*M. trossulus*, *S. cariosus*) начинали появляться несколько позже (в июне) и исчезали в конце сентября–октябре в температурном диапазоне 11–14 °С. Они обычно давали одну генерацию с наибольшей интенсивностью оседания в июле–августе, т.е. при максимальных температурах воды. Как исключение в эту группу видов вошел натурализовавшийся вселенец *B. improvisus*, оседающий с июля до поздней осени.

Низкобореальные, субтропическо-бореальные, субтропические и тропические виды регистрировались непродолжительное время при температуре воды 16–19 °С с конца июня до половины сентября (*C. gigas*, *Musculista senchousia*, *E. turrita*, *B. amphitrite*) при температурном максимуме. В целом прослеживалась тенденция приуроченности максимальных количественных показателей и видового богатства осевших обрастателей в период наиболее высоких летних температур.

### **5.3.3. Влияние загрязненных портовых вод на обрастание и коррозию высоколегированной стали**

В этой главе рассматриваются результаты проведенного комплексного исследования микро-, мейо- и макрообрастания пластин высоколегированной стали. Исследование гидрохимического режима двух акваторий (бухты Золотой Рог и Рында) показало относительно близкие значения в них температуры, солености, величин pH, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>. Однако в загрязненной б. Золотой Рог, относительно вод контрольной бухты, зарегистрированы вдвое меньшее содержание растворенного кислорода, карбонат-ионов, низкая прозрачность воды и в 2–2,5 раза более высокая концентрация всех форм органического вещества (ОВ). Среднее содержание растворенного кислорода и величины pH в воде у 44-го и 42-го причалов были равны соответственно 3,8 и 4,2 мл/л; 6,9 и 7,3 ед. В воде у 44-го причала определена также большая концентрация ОВ, на что указывает значительная численность в ней сапрофитов (24,0 тыс. кл./мл), относительно воды у 42-го причала (11,0 тыс. кл./мл), которые, как известно (Таубе, Баранова, 1983), служат показателями органического загрязнения водоемов.

Такие локальные различия в гидрохимии вод в контрольной бухте и в районе двух других станций в загрязненной бухте и определили количественное и видовое различия сообществ микро-, мейо- и макрообрастания, сформировавшихся на стальных образцах, а также различия в локальной биокоррозии их поверхности (Корякова и др., 2002а, б).

**Микрообрастание.** В пионерном сообществе микрообрастания (7 сут) стальных пластин, экспонируемых на двух станциях в загрязненной бухте, численность всех исследуемых групп бактерий в 2-4 раза превышала этот показатель для пластин в контрольной бухте (табл. 72). В акватории б. Золотой Рог у 44-го причала, в сравнении с 42-м причалом, микроперифитон был заметно богаче по количеству железобактерий, гнилостных анаэробов и сапрофитов. Большая по численности микроперифитона биопленка в первой точке, очевидно, способствовала интенсивному оседанию личинок баланусов на металлический субстрат.

Вопрос об участии микроперифитона в привлечении личинок макрообрастания до настоящего времени остается спорным. В одном случае ему отводится значительная роль, в другом – утверждается, что формирование сообщества макрообрастания происходит независимо от микроперифитона (Горбенко, 1977). Согласно этим сведениям и данным Коряковой с соавторами (1998, 1999), подтверждается мнение многих авторов об участии сообщества микрообрастания в привлечении личинок макрообрастателей, и в частности баланусов.

У 44-го причала отмечено столь многочисленное поселение баланусов, что к концу эксперимента (120 сут) подошвами их домиков была закрыта практически вся поверхность образца, и взятие проб биопленки с I участка оказалось невозможным. На пластинках, экспонируемых у 42-го причала и в контрольной бухте, поселение баланусов было мозаичным. Микросообщество под баланусами на пассивной (уч. II) и корродирующей поверхности образцов (уч. III) в загрязненной акватории, относительно контрольных условий, по количеству анаэробов было почти в 2, а железобактерий – в 10 раз многочисленнее.

**Мейофауна обрастания.** В сообществах макрообрастания осмотренных пластин были отмечены практически все основные группы эв- и псевдомейофауны, встречающиеся в таковых бентоса исследованного района. Мейофауна обрастания представлена 27 видами животных. Из них наибольшее число видов (6) отмечено для нематод и многощетинковых червей. Далее следуют двустворчатые моллюски и остракоды (по 4 вида), разноногие и равноногие раки – (по 3), усонюгих раков зарегистрирован лишь 1 вид.

Общая плотность поселения мейофауны обрастания пластин из трех точек примерно совпадала и равнялась около 200 000 экз./м<sup>2</sup>. Особенностью мейофауны сообществ обрастания пластин во всех трех точках являлись большая доля нематод, а также появление полихет из псевдомейофауны. Мейофауна обрастания пластин из б. Золотой Рог имела сходное соотношение составляющих ее групп, однако в контрольной б. Рында отмечено почти вдвое большее количество нематод (рис. 89).

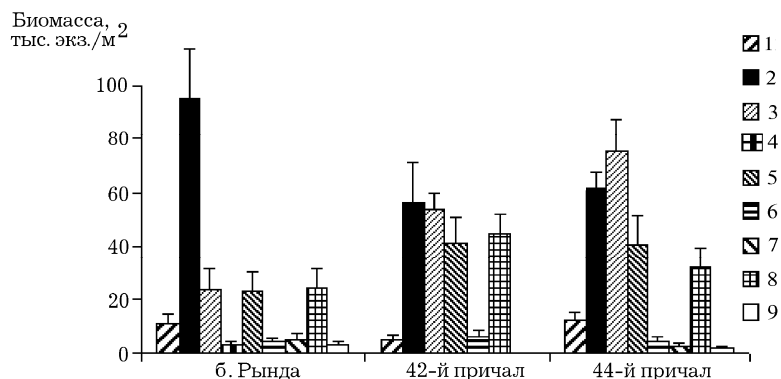


Рис. 89. Соотношение плотности поселения основных групп мейофауны обрастания пластин. 1 – Foraminifera, 2 – Nematoda, 3 – Harpacticoida, 4 – Ostracoda, 5 – Polychaeta, 6 – Amphipoda, 7 – Isopoda, 8 – Bivalvia, 9 – прочие

Нами проанализированы видовой состав и количественное распределение одной из доминирующих групп мейобентоса – свободноживущих морских нематод. Известно, что последние имеют высокую достоверную положительную корреляцию между количественным размещением и типом грунта (Гальцова, Павлюк, 1987). В нашем случае роль грунта выполняли организмы, слагающие сообщество макрообрастания: это усонogie раки, мидии, трубчатые полихеты. Максимальная доля плотности поселения нематод (50%) была зарегистрирована в сообществе *H. ezoensis* на экспериментальных пластинах в б. Рында, минимальная (5%) в сообществе *B. crenatus* у 44-го причала. Один из видов нематод *Oncholaimium ramosum*, отмеченный на пластинах в б. Золотой Рог, является индикатором антропогенного загрязнения (Fadeeva, Fadeev, 1997).

**Макрообрастание.** В составе макрообрастания экспериментальных пластин зарегистрировано 13 видов (или таксонов более высокого ранга) животных. Водоросли в составе обрастания пластин не были обнаружены. Наибольшее число видов представлено ракообразными, из них разноногих раков 4 вида, усоногих – 2. Двустворчатых моллюсков отмечено 2 вида, остальные группы: многощетинковые черви, гидроиды, многоколенчатые, из асцидий встречен лишь 1 вид.

К числу фонообразующих отнесено 5 видов макрообрастания (рис. 90). На пластинах из контрольной б. Рында и у 42-го причала (б. Золотой Рог) макрообрастание представлено монодоминантным сообществом многощетинковых червей *Hydroides ezoensis* (89 и 84% соответственно). При этом общая биомасса в первом случае в среднем составляла около 10 000 г/м<sup>2</sup>, во втором – вдвое больше. Характерный вид в обоих случаях – мидия *Mytilus trossulus* (10% от общей биомассы). Доля второстепенных, представленных в основном эррантными

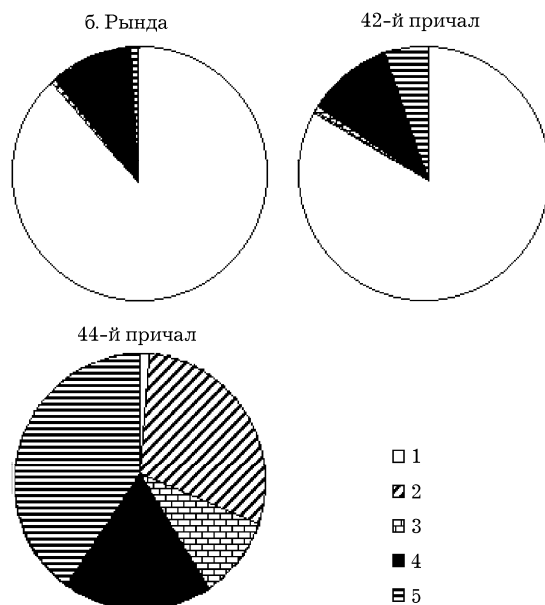


Рис. 90. Соотношение биомасс основных макрообрастателей пластин. 1 – *Hydroides ezoensis*, 2 – *Balanus crenatus*, 3 – *Balanus improvisus*, 4 – *Mytilus trossulus*, 5 – *Molgula manhattensis*

формами, составляла менее 1%. Усоногих раков отмечено 2 вида – *B. crenatus* и *B. improvisus*. На пластинах из контрольной бухты биомассу баланусов составлял практически 1 вид – *B. improvisus* (45,6 г/м<sup>2</sup> и 2765 экз./м<sup>2</sup>), второй вид *B. crenatus* встречен лишь в качественных пробах. В обрастании пластин у 42-го причала в б. Золотой Рог 3/4 биомассы усоногих раков составлял *B. improvisus*, 1/4 – *B. crenatus*, при значительном увеличении их общей биомассы.

В распределении количественных показателей макрообрастания пластин у 44-го причала, расположенного ближе к кутовой части б. Золотой Рог, наблюдалось принципиальное отличие. В сообществе макрообрастания в этом случае доминировали одиночные асцидии (42%), далее следовали *B. crenatus*

(30%), *M. trossulus* и *B. improvisus* (10%). На долю многощетинковых червей *H. ezoensis* пришлось лишь 1% от общей биомассы (рис. 90).

Максимальная общая плотность поселения макрообрастания зарегистрирована на пластинах у 44-го причала, минимальная – в контрольной бухте. Наибольшее число подвижных форм, представленных преимущественно разноногими раками *Jassa marmorata*, отмечено на пластинах у 42-го причала. На пластинах из контрольной бухты эррантные формы ракообразных отсутствовали.

Таким образом, в составе и количественном распределении сообществ макрообрастания исследованных пластин отмечены определенные отличия. Зарегистрирован рост количественных показателей обрастания по мере продвижения от контрольной б. Рында к загрязненной кутовой части б. Золотой Рог, подверженной также термальному загрязнению (Zvyagintsev, 2000). На пластинах с 44-го причала из этой части бухты сформировалось принципиально иное по структуре сообщество макрообрастания, в котором доминировали одиночные асцидии и баланусы *B. crenatus*, образующие стопроцентное покрытие. Возможно, этому способствовал тот факт, что до этой части бухты не доходит ветвь течения из прол. Босфор Восточный (Корякова и др., 2002а).

Сырая масса обрастания в целом на пластинах, испытанных в импактном районе, была в 2 раза выше, чем в районе с фоновыми показателями (табл. 73). После удаления обрастания локальное разрушение поверхности стальных образцов наблюдалось под домиками баланусов и в единичных случаях – между домиками в местах их массового скопления. Максимальное число баланусов на поверхности образцов отмечено в загрязненной бухте у 44-го причала. И если здесь их плотность поселения была на два порядка выше, то у 42-го причала – лишь вдвое выше, чем на образцах в контрольной бухте.

Абсолютное число повреждений на металле локальной коррозией под баланусами (экз./м<sup>2</sup>) в б. Золотой Рог было в целом в 8–10 раз выше, чем в б. Рында. Из двух станций в загрязненной бухте интенсивность разрушения стала под баланусами выше у 42-го причала. Низкая интенсивность локальной коррозии на образцах у 44-го причала (3,5%) после 120 сут экспозиции указывает на защитный эффект известкового слоя домиков баланусов при стопроцентном покрытии ими поверхности образца. Относительно контрольной бухты этот эффект достиг 1,5 раза, относительно района 44-го причала – 8.

Таким образом, антропогенное загрязнение портовых вод стимулирует развитие специфических сообществ обрастания, представленных определенными группами микро-, мейо- и макрообрастания. В условиях мозаичной колонизации образцов высоколегированной стали Х18Н10Т баланусами интенсивность локального разрушения их поверхности значительно выше, чем при сплошном поселении этих животных. Скорость коррозии стала в импактном районе относительно контрольных вод в десятки раз выше.

#### **5.3.4. О возможности использования обрастания для оценки загрязнения воды тяжелыми металлами**

Известно, что локальный характер загрязнения портовых вод различного рода поллютантами повышает их бактериальное загрязнение (Корякова и др., 2001) и стимулирует развитие микро- и макроорганизмов обрастания, адаптированных к таким условиям феды (Deshmukh, 1987). При исследовании влияния среды и обрастания на коррозионную стойкость высоколегированных сталей в импактном (б. Золотой Рог, п.

Владивосток) и фоновом (б. Рында) районах возникла необходимость дать наиболее полную химико-экологическую характеристику морской среды этих акваторий. И если для оценки гидрохимических и микробиологических показателей воды нами были использованы уже ставшие классическими методы (Таубе, Баранова, 1983), то применение признанного метода биоиндикации для оценки загрязненности портовых вод тяжелыми металлами сдерживалось рядом обстоятельств. Это связано прежде всего с тем, что береговая зона портовой гавани обрамлена причальными сооружениями, представители бентоса обитают лишь на глубине в максимально загрязненном придонном биотопе и скорее отражают минеральную ситуацию его среды, чем таковую малых и средних глубин. Использование же организмов-индикаторов из сообщества обрастания разных субстратов, на наш взгляд, также может осуществляться с особой осторожностью, поскольку накопление ими металлов зависит не только от химического фактора среды, но и от химической природы субстрата (Кавун, Христофорова 1987).

Все это побудило нас к поиску новых организмов или сообществ-индикаторов, адекватно отражающих уровень минерального загрязнения морской среды на горизонте экспозиции металлических образцов в период испытания их в природных морских условиях. В качестве потенциального биоиндикатора рассматривалось пионерное (14 сут) сообщество обрастания матированного стекла. Это обосновывалось тем, что меропланктон и баланусы-обрастатели уже используются в качестве индикаторов загрязнения среды тяжелыми металлами (Горбенко, 1977; Саенко, 1992; и др.).

Полученные данные по микробиологическим и гидрохимическим показателям воды отражают ситуацию по загрязненности трех исследуемых районов (табл. 74). Так, в контрольной бухте определены максимальная концентрация растворенного кислорода, величина pH и самое низкое значение БПК<sub>5</sub>. В б. Золотой Рог к наиболее загрязненной из двух станций можно отнести зону 44-го причала, расположенную ближе к кутовой части бухты. Здесь были и наименьшее содержание растворенного кислорода в воде, и самая высокая численность сапрофитов – 63,7 тыс. кл/мл и нефтеокисляющих бактерий – 14,1 тыс. кл/мл, что в 2 раза превышает их содержание у 42-го причала, в 8 и 14 раз соответственно в контрольной бухте. И только близкая численность СРБ в воде этих двух станций указывает на одинаково благоприятные условия среды для их обитания.

Средние значения концентраций тяжелых металлов в обрастании (табл. 75) из семи определений также свидетельствовали в пользу того, что станция 44-го причала наиболее загрязнена. Относительно контрольной бухты (К) содержание всех металлов в импактном районе в целом возрастало в следующем порядке: К < 42-й причал < 44-й причал.

При сравнительном анализе содержания тяжелых металлов в обрастании, собранном в течение эксперимента, отмеченной выше зависимости его минерального состава от химико-экологических условий среды не наблюдался. И это может быть следствием того, что концентрирующая способность сообщества в целом определяется слагающей способностью входящих в него видов, а они в силу обитания в условиях разного уровня загрязненности среды могут существенно отличаться по количественному и качественному составу.

Результаты наблюдений за динамикой оседания макрообрастания на стеклянные пластины в импактной и фоновой акваториях показали, что в составе его сообществ зарегистрировано 20 видов животных. Число видов по группам было распределено достаточно равномерно: усоногих, разноногих раков и мшанок – по 3; двусторчатых моллюсков, гидроидов, многощетинковых червей и асцидий – по 2; десятиногих раков, брюхоногих моллюсков и пантопод – по 1 соответственно. На пластинах у 42-го и 44-го причалов отмечено по 15 видов обрастателей, в б. Рында их обнаружено на 3 вида меньше.

Изменение числа видов в трех точках за время проведения эксперимента происходило следующим образом (рис. 91). В б. Рында их число колебалось в



небольшом диапазоне – от 2 до 5, в б. Золотой Рог у 42-го причала – от 3 до 8; у 44-го причала – от 2 до 7 соответственно. В первой бухте наблюдалось 2 пика числа видов – в начале августа и в первой декаде октября. На пластинах у 42-го причала в первой половине эксперимента этот показатель был достаточно стабильным, резко снижаясь во второй половине сентября и возрастая до 8 в начале октября. На пластинах у 44-го причала число видов плавно растет до середины сентября, после чего слегка снижается. Ход кривых изменения общей биомассы обрастания на пластинах во всех трех точках носит аналогичный характер с достижением максимума значения во второй половине сентября. В двух точках б. Золотой Рог отмечены еще два небольших пика общей биомассы в конце июля.

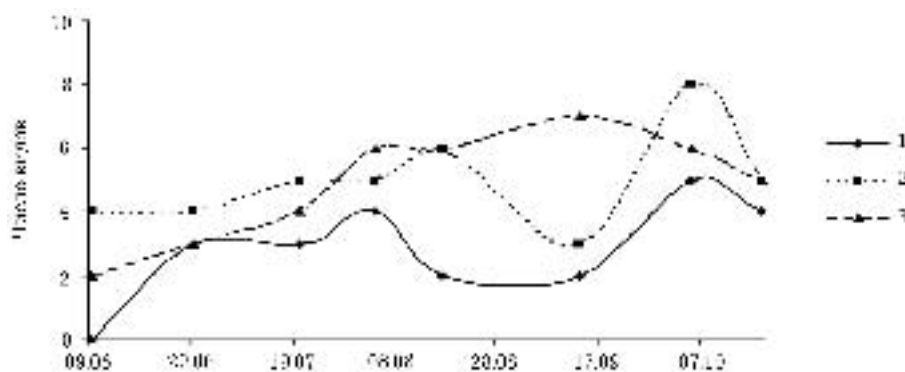


Рис. 91. Изменение числа видов обрастания во время оседания на стеклянные пластины в бухтах Рында – 1, Золотой Рог (42-й причал – 2, 44-й причал – 3) в 2000 г.

Формирование сообщества обрастания в б. Рында началось с массового оседания молоди мидий *M. trossulus* – 58 000 экз./м<sup>2</sup> при биомассе всего несколько граммов на квадратный метр. В это же время появились единичные особи баланусов *B. crenatus* с незначительными количественными показателями. Во второй половине июля началось оседание баланусов *B. improvisus*. С этого времени обрастание пластин представлено классическим монодоминантным сообществом *B. improvisus*. Общая биомасса осевших обрастателей на пластинах в б. Рында слагалась практически 1 видом (рис. 92, а), и лишь в конце срока эксперимента в небольшом количестве появились колониальные асцидии.

Изменение биомасс доминирующих видов во время их оседания на пластины в б. Золотой Рог у 42-го причала имело принципиальные отличия от аналогичного показателя для б. Рында. Здесь биомасса 3 оседающих в разное время доминирующих видов обрастания достигала вполне сравнимого значения (рис. 92, б). Наблюдались четко выраженные пики оседания *B. crenatus* во второй половине июля, *B. improvisus* в середине сентября и *B. pacifica* в начале октября. В конце срока эксперимента основу биомассы обрастания пластин составляли колониальные и одиночные асцидии. Для *B. improvisus* и *M. trossulus* период оседания носил растянутый характер без резких колебаний значений плотности поселения, не превышающей 30 000 и 45 000 экз./м<sup>2</sup> соответственно.

График изменения биомасс доминирующих видов в б. Золотой Рог у 44-го причала в общем сходен с аналогичным графиком для 42-го причала, однако здесь в конце эксперимента появились баланусы *B. amphitrite*, гидроиды *O. longissima* и 2 вида асцидий (рис. 92, в).

О концентрирующей способности асцидий и гидроидов в литературе сведения отсутствуют, и все те различия микроэлементного состава обрастания, которые мы

наблюдали в двухнедельных сообществах, можно отнести на счет изменения в них биомасс фонообразующих видов баланусов: *B. improvisus*, *B. crenatus*, *B. amphitrite*.

Обратимся к сравнительному анализу графических данных, представленных на рис. 92, и сведений по микроэлементному составу каждой пробы обрастания (табл. 75). Первые две (от 09.06 и 27.06) и последняя (17.10) пробы имеют достаточно высокие показатели по таким элементам, как Fe, Mn, Zn, Cu, Pb. На графике биомасса макрообрастателей в этот период незначительна и сообщество представлено преимущественно бактериально-диатомовым населением, обладающим высокой концентрирующей способностью (Мамонтова, 1982; Саенко, 1992). Высокое содержание указанных металлов обнаружено и в пробе обрастания, снятой с пластин 1 августа 2000 г. На графике (рис. 92, б, в) это промежуточный период, когда оседание личинок *B. crenatus* уже заканчивается, а для *B. improvisus* только начинается сезон массовой колонизации субстрата. Дополнительным фактором может служить то обстоятельство, что накануне сбора пробы отмечены нестабильные погодные условия с обильными осадками и интенсивным перемешиванием водных масс. Можно допустить, что при этих условиях обрастание частично обогащается коллоидными и минеральными частицами морской среды.

Самая низкая концентрирующая способность исследуемого сообщества обрастания в б. Рында наблюдалась в период с середины августа до начала октября. Именно в этот промежуток времени *B. improvisus* плавно наращивал биомассу до максимума, которая к началу октября резко снизилась.

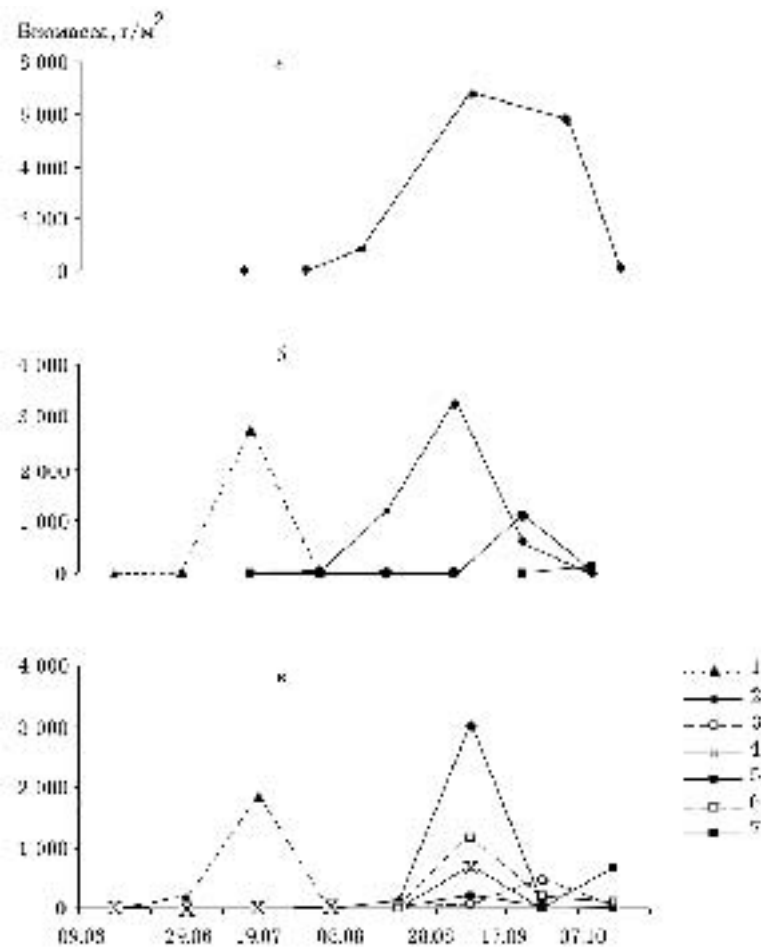


Рис. 92. Изменение биомассы фонообразующих видов в обрастании пластин в 2000 г.: а – в б. Рында; б – в б. Золотой Рог у 42-го причала; в – в б. Золотой Рог у 44-го причала. Условные обозначения: 1 – *Balanus crenatus*; 2 – *Balanus improvisus*, 3 – *Balanus amphitrite*, 4 – *Obelia longissima*; 5 – *Bugula pacifica*; 6 – *Molgula manhattensis*; 7 – *Diplosoma mitsukurii* в 2000 г.

В б. Золотой Рог у обоих причалов самая низкая концентрация металлов наблюдалась в пробе обрастания за 11 сентября. И этот период снова совпал с максимальной биомассой *B. improvisus* (рис. 92, а, б, в). Следовательно, чем больше в сообществе биомасса ювенильных баланусов, тем ниже его концентрирующая функция в целом. Это положение согласуется с литературными данными о низкой накопительной способности молодых баланусов (Rainbow, 1987).

При сравнительном анализе рядов убывающих концентраций металлов в обрастании стеклянных пластин (табл. 75) можно заметить, что все три ряда начинаются с Fe и заканчиваются Ni и Cd, последовательность же остальных элементов различна. Ряд концентраций элементов в сообществе обрастания пластин в б. Рында аналогичен таковому, составленному Г.Н. Саенко (1992) на основании обобщенных данных по микроэлементному составу планктона, водорослей, морских трав и моллюсков. Относительно этого (контрольного) ряда сообщество обрастания стеклянных пластин (и,

надо полагать, сама акватория) у 42-го причала повышено загрязнено цинком, у 44-го причала – свинцом.

Средние концентрации металлов (в мкг/г сух. вещества) в пробах бактериально-диатомовой пленки (по результатам эксперимента 2001 г.) представлены в табл. 76. В б. Рында в пробах обрастания, в сравнении с таковыми 2000 г. (табл. 75), при близких значениях Pb концентрация остальных микроэлементов значительно выше, и в первую очередь это относится к Fe и Ni. Здесь Fe, Ni и Cd даже больше, чем в обрастании стекла в б. Золотой Рог у 44-го причала. Для объяснения полученных данных обратимся к гидробиологическим и микробиологическим показателям морской воды в зоне «кармашка» (см. гл. 1).

Анализ трех групп бактерий, характеризующих состояние морской среды по уровню загрязненности органическими и неорганическими поллютантами, показал, что сапрофитов здесь содержалось лишь в 2,5 раза меньше, чем в воде у 44-го причала, тогда как сезоном раньше их было меньше почти на порядок. Показатели по нефлеокисляющим бактериям и СРБ на всех трех станциях очень близки, а концентрация растворенного кислорода оказалась даже ниже на 2,2 мг/л, чем у 44-го причала, и на 1,7 мг/л, чем у 42-го причала. Совершенно очевидно, что измененные рядом обстоятельств (гниение растительных остатков, илистый грунт, корродирующая конструкция и т.п.) химико-экологическое состояние среды незамедлительно отразилось на микроэлементном составе сообщества обрастания.

В микрообрастании пластин в зоне 42-го причала, в сравнении с 44-м, в 2 раза больше содержалось Fe и Zn, в 6,5 и в 3 раза соответственно Cu и Ni. И это, на наш взгляд, может быть связано прежде всего с тем, что в период испытаний помимо постоянного течения, направленного от техногенно-измененной среды прол. Босфор Восточный к 42-му причалу, преобладали северные ветры, ускоряющие перемещение водных масс в этом же направлении.

Таким образом, все вышеизложенное позволяет заключить следующее:

1) пионерное сообщество обрастания стеклянных пластин может быть использовано в качестве сообщества-монитора при сезонных или круглогодичных наблюдениях за химико-экологической ситуацией портовых вод;

2) сообщество обрастания в качестве монитора отличается от других гидробионтов-индикаторов и мониторов тем, что при его исследовании облегчают работу простота сбора материала, возможность одновременного контроля химических особенностей морской среды на заданных горизонтах, получение сравнительных данных по уровню загрязненности вод локальных и открытых акваторий (Корякова и др., 2003а, б).

### **5.3.5. Оседание организмов обрастания на экспериментальные пластины и сезонная динамика их пелагических личинок в районе ВТЭЦ-2**

#### ***5.3.5.1. Сезонная динамика основных групп мезопланктона, исследованных в течение 2001–2002 гг.***

Личинки донных беспозвоночных присутствовали в планктоне исследуемого района в течение всего года, при этом их таксономический состав и суммарная

плотность широко варьировали. Наибольшая плотность меропланктона наблюдалась в июле и августе, в период максимального прогрева вод, наименьшее обилие зафиксировано в зимне-весенний период, с декабря по май. В водозаборном ковше (Уссурийский залив) и в районе сброса вод ВТЭЦ-2 (б. Золотой Рог) зарегистрировано почти равное число таксонов личинок, вместе с тем отмечены существенные отличия в таксономическом составе и численности меропланктона этих акваторий (рис. 93).

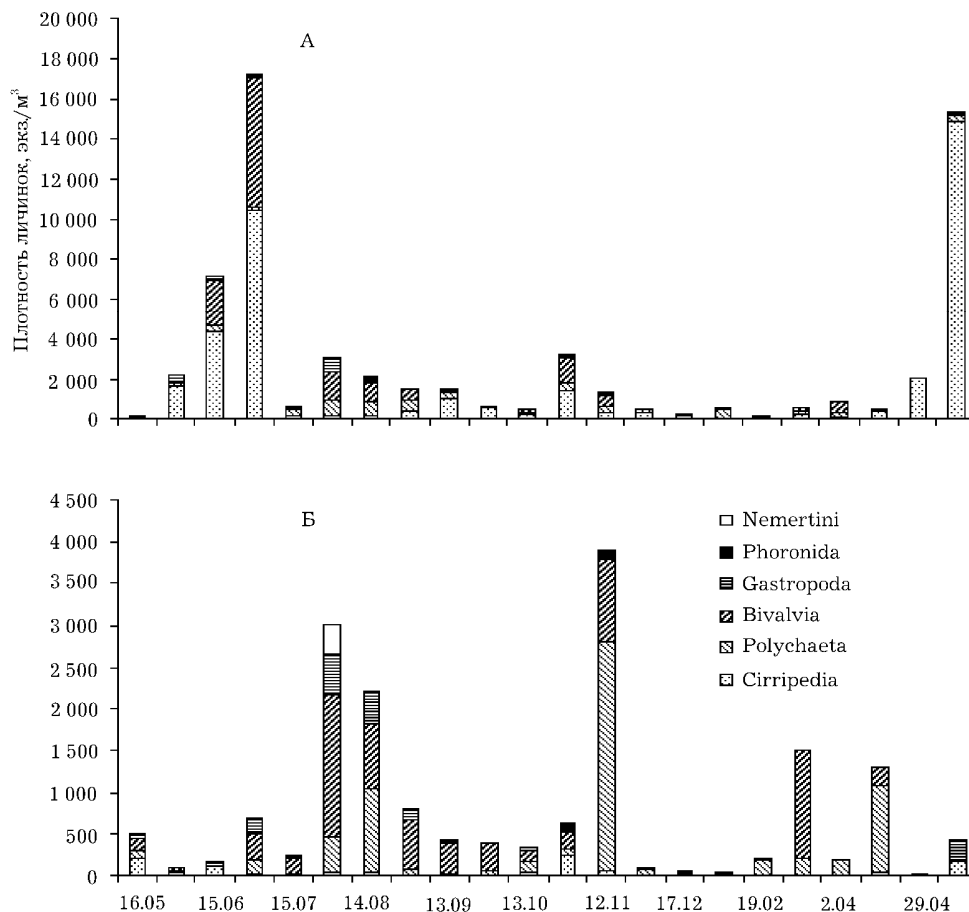


Рис. 93. Сезонная динамика пелагических личинок основных таксономических групп в ковше ВТЭЦ-2 (А) и у 44-го причала (Б) в 2001–2002 гг.

В водозаборном ковше суммарная плотность меропланктона изменялась в течение года от десятков в декабре–январе до 3000 экз./м<sup>3</sup> в начале августа и 4000 экз./м<sup>3</sup> в середине ноября (рис. 93,А). В августе преобладали личинки двустворчатых моллюсков (1700 экз./м<sup>3</sup>), полихет (1012 экз./м<sup>3</sup>) и брюхоногих моллюсков (500 экз./м<sup>3</sup>). В ноябре доминировали личинки полихет, главным образом сем. Spionidae (2700 тыс. экз./м<sup>3</sup>).

У 44-го причала плотность меропланктона оказалась значительно выше и насчитывала десятки и сотни экземпляров на 1 м<sup>3</sup> зимой и 1–17 тыс. в весенне-летний период (рис. 93,Б). При этом в июне–июле в период максимальной численности преобладали науплии усонюгих раков, концентрация которых в планктоне доходила до 10 тыс. экз./м<sup>3</sup>, и личинки двустворчатых моллюсков, главным образом тихоокеанской мидии *M. trossulus*, плотность которых достигала в начале июля 6420 экз./м<sup>3</sup>.

Значительную часть меропланктона составляли личинки организмов-обрастателей. Пелагические личинки видов, формирующих обрастание, присутствовали как в водозаборном ковше, так и в б. Золотой Рог.

#### **5.3.5.2. Сезонная динамика оседания основных обрастателей и динамика их пелагических личинок**

В составе сообществ макрообрастания 15-суточных пластин в водозаборном ковше ВТЭЦ-2 зарегистрировано 17 видов животных и 1 вид водорослей. Число видов по группам распределено достаточно неравномерно: равноногих раков – 6, многощетинковых червей – 3, усоногих раков, двустворчатых и брюхоногих моллюсков – по 2 вида, гидроидов и мшанок – по 1 виду соответственно (Звягинцев и др., 2004).

В обрастании 15-суточных пластин у 44-го причала б. Золотой Рог встречено на 2 вида меньше и распределение числа видов по группам также несколько иное. Водоросли не обнаружены, однако отмечены еще один вид усоногих раков *Balanus amphitrite*, 2 вида асцидий, 2 вида мшанок. В то же время видовое богатство амфипод уменьшено до двух.

Имеются принципиальные различия в изменении числа видов на 15-суточных пластинах в двух точках проведения эксперимента. Число видов на пластинах из водозаборного ковша за время эксперимента колебалось в небольшом диапазоне – от 1 до 6. В первой половине июня на пластинах зарегистрировано сразу 4 вида, в начале июля их число снижается до двух. Во второй половине июля оно резко возросло, после чего плавно снизилось до конца октября. Диапазон колебания числа видов на 15-суточных пластинах с 44-го причала был несколько выше – от 1 до 9. Кривая тренда его изменения в этом случае носила правильную куполообразную форму, близкую к нормальному распределению, при этом максимальное число видов зарегистрировано в первой половине августа.

В ковше ВТЭЦ-2 основу биомассы всех оседающих видов и максимальную плотность поселения ( $37\ 000\ \text{экз./м}^2$ ) давал *B. improvisus* (рис. 94, А, Б). Он стал оседать в начале августа при биомассе  $72\ \text{г/м}^2$ , максимального значения ( $320\ \text{г/м}^2$ ) этот показатель достиг в середине августа и в дальнейшем сни-

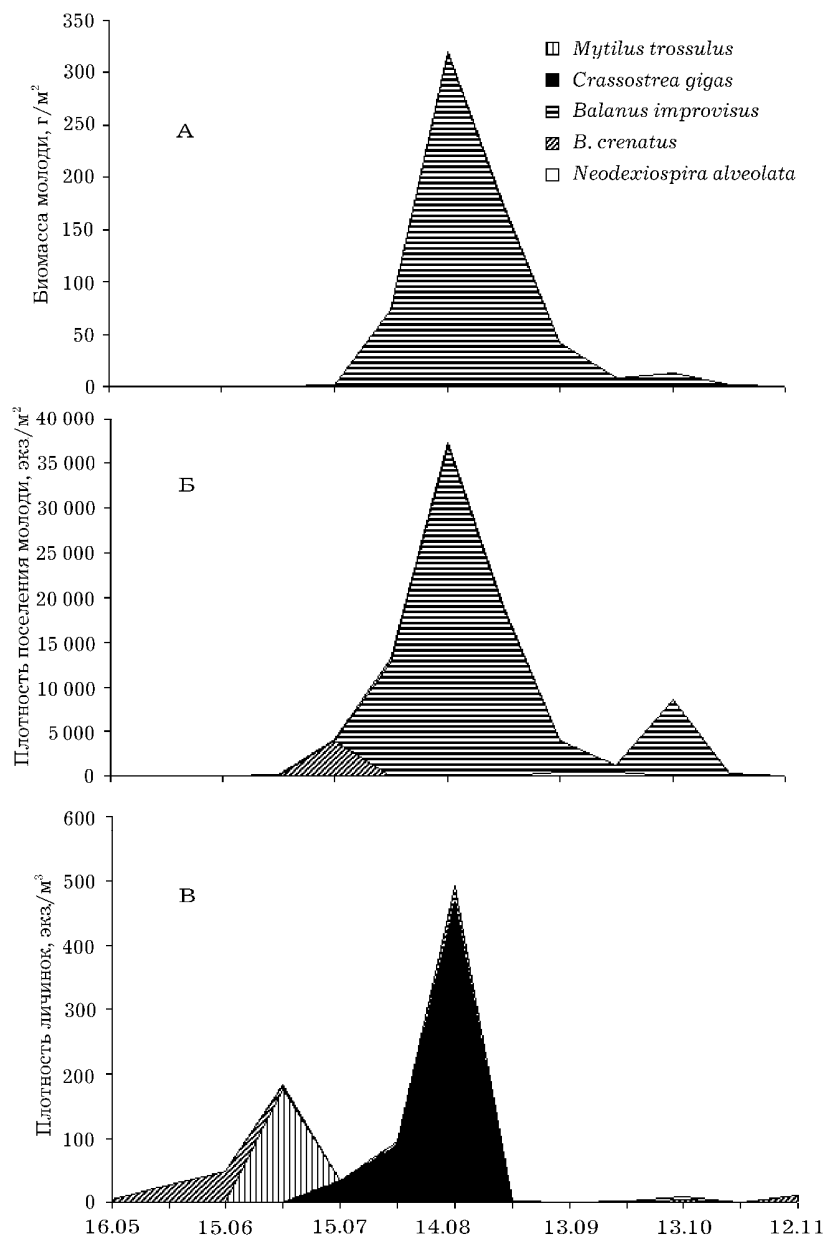


Рис. 94. Изменение биомассы (А), плотности поселения молоди (Б) на 15-суточных пластинах и плотности личинок (В) фонообразующих видов в ковше ВТЭЦ-2 в 2001 г.

зился. В начале ноября *B. improvisus* на пластинах 15-суточного срока экспозиции не обнаружен. Биомасса этого вида на два порядка превышала таковую остальных видов. Несмотря на высокую плотность и биомассу молоди *B. improvisus* на пластинах, личинки его были зарегистрированы в основном единично с начала августа до середины октября, и только в середине августа их плотность достигала 26 экз./м<sup>3</sup>.

Обычный в обрастании судов *B. crenatus* оседал в первой половине июля. Этот вид, как правило, в дальнейшем представлял собой субстрат для тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* – основного обрастателя умеренных вод. Личинки *B. crenatus* встречались в планктоне большую часть года единично, и лишь в июне 2001 г. их плотность достигала 48 экз./м<sup>3</sup>. В ковше ВТЭЦ-2 16 октября были обнаружены несколько науплий *B. amphitrite*, хотя на пластинах оседания этого вида не отмечено.

Молодь *M. trossulus* в очень небольшом количестве (0,1 г/м<sup>2</sup>) оседала на пластины с 15 июня по 15 августа. Личинки *M. trossulus* в этом районе встречены только 2 июля 2001 г. с плотностью 178 экз./м<sup>3</sup>. Наряду с этим видом с середины июля до начала августа были отмечены неидентифицированные личинки сем. Mytilidae плотностью 22–178 экз./м<sup>3</sup>.

Проростки бурых водорослей *Ectocarpus confervoides* обнаружены лишь в первой половине июня, в дальнейшем водоросли на пластинах не найдены. Гидроид *Obelia longissima* оседал во второй половине июля, 3 вида многощетинковых червей (*Polydora limicola*, *Platynereis bicanaliculata* и *Neodexiospira alveolata*) – с середины июля до конца сентября. Личинки *P. limicola* появились 2 июля, к 15 августа их плотность достигла 176 экз./м<sup>3</sup>, далее в небольшом количестве (22–24 экз./м<sup>3</sup>) они присутствовали в течение октября. Нектохеты полихет семейства Nereidae (до 22 экз./м<sup>3</sup>) встречены с середины июля до середины августа. Личинки *N. alveolata* в планктоне не обнаружены. Многие представители семейства Spirotridae имеют лецитотрофную личинку, находящуюся очень непродолжительное время в придонных слоях воды (Ржавский, Солохина, 1989). Развитие *N. alveolata* до стадии сформированной метатрохофоры или нектохеты происходит внутри яйцевой оболочки в материнской особи. В планктон выходят нектохеты длиной 220 мкм, которые плавают в непосредственной близости от мест, заселенных взрослыми формами (Свешников, 1967).

Четыре вида разноногих раков (*Caprella cristibrachium*, *Caprella* sp., *Ischyrocerus* sp. и *Jassa marmorata*) оседали единично в первой половине лета. Амфиподы имеют прямое развитие, поэтому их личинок в планктоне не наблюдалось. В августе на пластинах в ковше встречено несколько особей молоди гигантской устрицы *Crassostrea gigas*. Личинки этого вида обнаружены в планктоне с 16 июля (34 экз./м<sup>3</sup>) по 15 августа (462 экз./м<sup>3</sup>).

В июне и августе в ковше единично оседал брюхоногий моллюск *Epheria turrita*. Плотность личинок эферии варьировала от 22 экз./м<sup>3</sup> (15 июня) до 54 экз./м<sup>3</sup> (2 августа). В июле в небольшом количестве оседала *Littorina mandschurica*. Личинки этого вида встречались с 16 мая (44 экз./м<sup>3</sup>) по 15 июня (22 экз./м<sup>3</sup>). Во второй половине июля на пластинах встречены отдельные кустики мшанок *Bugula pacifica*. Личинки мшанок в планктоне не обнаружены.

У 44-го причала в б. Золотой Рог процесс оседания макрообрастателей на 15-суточные пластины в значительной степени отличался от такового в ковше ВТЭЦ-2. Количественные показатели фонообразующих видов были вполне сравнимы и исчислялись цифрами одного порядка (рис. 95, А, Б), однако видовой состав и сроки оседания оказались несколько иными.



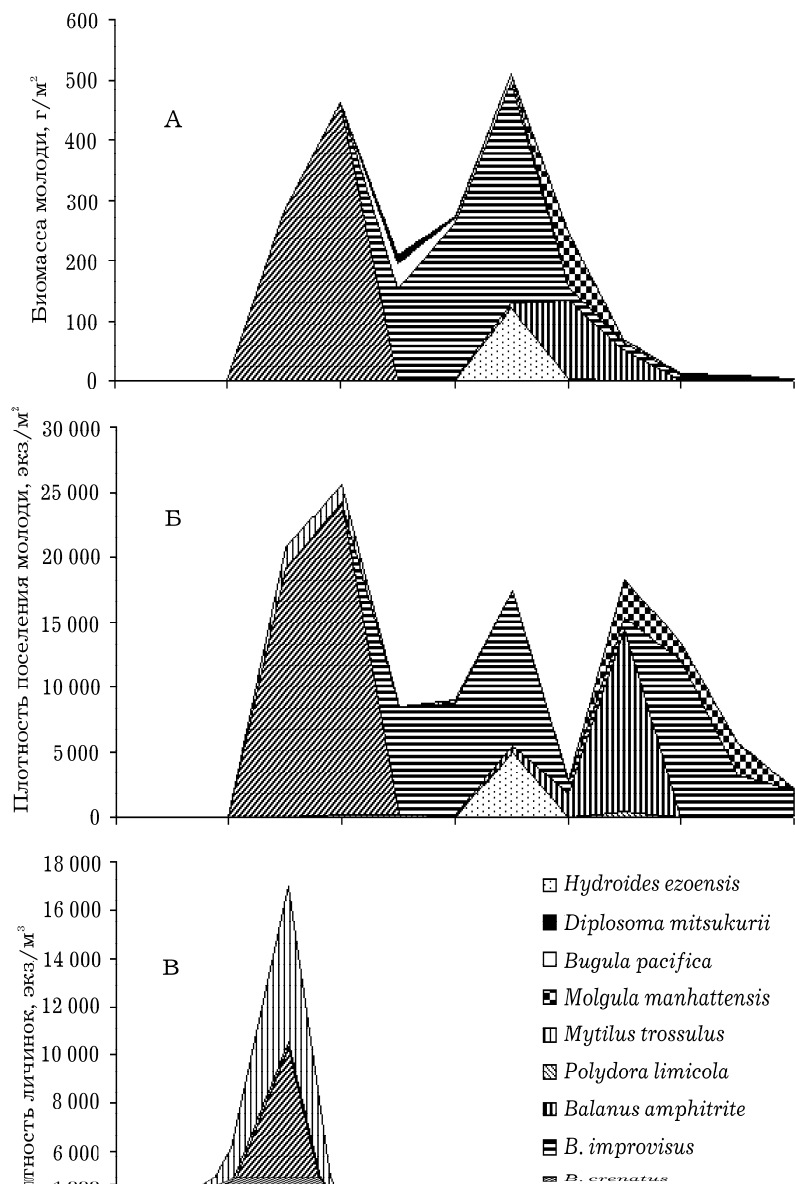


Рис. 95. Изменение биомассы (А), плотности поселения молоди (Б) на 15-суточных пластинах и плотности личинок (В) фонообразующих видов у 44-го причала в 2001 г.

Первым оседал *B. crenatus* и давал пик в середине июля (463 г/м<sup>2</sup>, 24 000 экз./м<sup>2</sup>). В начале августа его оседание прекратилось. *B. crenatus* в исследуемом районе был доминирующим видом в планктоне. Личинки его встречались практически весь год с двумя максимумами плотности (в конце весны–начале лета и меньший – осенью). В 2001 г. первый максимум (10 314 экз./м<sup>3</sup>) пришелся на начало июля. Единично личинки присутствовали в планктоне в конце августа–сентябре и в январе–феврале. Со второй половины июля на пластинах его заменил *B. improvisus*, достигнувший максимума в середине августа (370 г/м<sup>2</sup>, 12 000 экз./м<sup>2</sup>) и продолжавший оседать до начала ноября. В середине октября отмечен новый пик

оседания этого вида – до 12 000 экз./м<sup>2</sup>. Личинки *B. improvisus* присутствовали в планктоне с начала июля до середины декабря. Максимум плотности (519 экз./м<sup>3</sup>) наблюдался в середине сентября. В ноябре и декабре личинки встречались единично.

Со второй половины августа до середины сентября оседал тепловодный вид *B. amphitrite*. Личинки *B. amphitrite* были обнаружены в районе 44-го причала впервые для зал. Петра Великого. Науплии этого вида появлялись в планктоне единично в первой половине августа. Плотность личинок достигала максимума (561 экз./м<sup>3</sup>) в середине сентября и затем в течение октября постепенно уменьшалась. В конце октября единично встречались лишь поздние науплиальные стадии и циприсовидные личинки.

*M. trossulus* оседал с июня по август и при очень низких значениях биомассы в начале июля достигал плотности поселения 1533 экз./м<sup>2</sup>. Личинки мидии были вторыми по численности после *B. crenatus* и встречались в течение непродолжительного времени – с 15 июня по 16 июля с максимумом плотности (6420 экз./м<sup>3</sup>) 2 июля. К 16 июля произошел резкий спад их численности до 24 экз./м<sup>3</sup>.

С июня по октябрь оседал многощетинковый червь *P. limicola*, в начале октября достигавший плотности поселения 500 экз./м<sup>2</sup>. Личинки *P. limicola* наблюдались с 15 июня по 18 сентября, максимальная численность отмечена в августе (до 600 экз./м<sup>3</sup>), они появлялись снова во второй половине октября и присутствовали до конца года с максимумом (264 экз./м<sup>3</sup>) в середине ноября. В начале августа у 44-го причала был отмечен непродолжительный пик оседания трубчагой полихеты *Hydroides ezoensis*. Личинки этого вида в планктоне не обнаружены. У *H. ezoensis* от вылупления трохофоры до оседания личинок проходит не более 5 сут (Hong, 1980). Размер нектохет этого вида не превышает 300 мкм (Miura, Kajihara, 1981).

С конца августа и до конца октября на пластинах было зарегистрировано оседание асцидии-вселенца *Molgula manhattensis*. В июле–августе отмечено незначительное количество колониальной асцидии *Diplosoma mitsukurii*. Личинки асцидий были в планктоне немногочисленны – от 24 (15 августа) до 240 экз./м<sup>3</sup> (29 октября) и предположительно принадлежат *M. manhattensis*, поскольку другой вид *D. mitsukurii*, вероятно, имеет короткоживущую личиночную стадию. Время нахождения в планктоне личинок родственного вида – тропической колониальной асцидии *D. similis* составляет в среднем 3,84 мин, за которые они проплывают всего 2,21 м (Stoner, 1990).

Период оседания мшанки *B. pacifica*, встреченной в небольшом количестве, был растянут с июля по октябрь. Личинки мшанок в планктоне б. Золотой Рог также не обнаружены. Известно, что таковые родственного вида *B. neritina* большую часть планктонной жизни проводят у дна, ощупывая субстрат, и в отсутствие стимулов для оседания могут плавать не более 2 сут (Keough, 1989).

В нашу задачу не входило детальное исследование структуры взаимосвязей организмов обрастания и их личинок в ходе формирования сообщества обрастания пластин. Здесь приводится только матрица коэффициентов корреляции между динамикой личинок и оседанием молоди фонообразующих видов (табл. 77). В районе водозаборного ковша высокая положительная корреляция характерна лишь для *B. improvisus* (R=0,88). Для тихоокеанской мидии и гигантской устрицы эти коэффициенты имели небольшие положительные значения (R=0,29 и 0,21 соответственно), а для *B. crenatus* – отрицательное (R= – 0,15). В районе 44-го причала все коэффициенты корреляции имели положительные значения, причем для четырех фонообразующих видов (*B. crenatus*, *B. amphitrite*, *M. trossulus* и *M. manhattensis*) они оказались достаточно высокими (табл. 77). Отсутствие явной положительной корреляции в ряде случаев, по-видимому, является следствием того, что в планктонных пробах учитывались личинки как на стадиях, предшествующих оседанию, так и на более ранних, что могло создавать значительный временной сдвиг (до 2 нед) между максимумами личинок и осевшей молоди. Это также подтверждает различия условий существования и биологических

циклов обрастателей в Уссурийском заливе и в б. Золотой Рог. В отдельных случаях отмечена высокая корреляция между соответствующими показателями для разных видов, что объясняется сходными сроками их размножения и оседания.

### **5.3.5.3. Формирование сообществ макрообрастания на пластинах с нарастающим сроком экспозиции**

На пластинах с нарастающим сроком экспозиции в ковше ВТЭЦ-2 зарегистрированы 1 вид водорослей и 36 видов животных. Распределение видов по группам следующее: многощетинковые черви – 11, брюхоногие моллюски – 4, десятиногие и разноногие раки, двустворчатые моллюски и мшанки – по 3 вида. Остальные группы малочисленны и представлены 1–2 видами. В обрастании пластин аналогичного срока экспозиции с 44-го причала встречено всего 15 видов, при этом многощетинковых червей – 4, усонюгих раков – 3, остальные группы представлены лишь 1 видом каждая. Таким образом, в б. Золотой Рог, в которую попадает морская вода после прохождения системы охлаждения станции, отмечено резкое обеднение таксономического состава обрастания.

В сообществах обрастания пластин с нарастающим сроком экспозиции наблюдалась тенденция постоянного роста числа видов, оседающих за 15 сут. На пластинах из ковша ВТЭЦ-2 оно резко возрастало до 16 в первой половине июля, после чего снизилось и колебалось в пределах 10–13 видов. Для пластин с 44-го причала было характерно постепенное увеличение числа видов при максимальном значении (11) в октябре. В обоих случаях не наблюдалось выхода кривых на плато: к ноябрю их число в обрастании пластин из водозаборного ковша вновь возросло, а на пластинах из б. Золотой Рог снизилось.

Наблюдения за сменой сообществ в ходе оседания обрастателей на пластины с нарастающим сроком экспозиции позволяют проследить первичную сукцессию сообществ обрастания. Из 37 видов, оседающих на эти пластины в ковше ВТЭЦ-2, лишь 4 отнесены к фонообразующим. Это 2 вида баланусов, тихоокеанская мидия и колониальные асцидии (рис. 96). В июне на пластинах встречено лишь несколько только что осевших особей *M. trossulus*. С июля до начала октября обрастание пластин представлено сообществом *B. improvisus*. Далее и до конца эксперимента в обрастании по биомассе доминировала мидия. Если анализировать плотность поселения, то с июля по октябрь отмечено два пика у *B. improvisus*, преобладающего по этому показателю. Мидия доминировала в октябре–ноябре. С начала августа до ноября в обрастании пластин постоянно присутствовала колониальная асцидия *Aplidium tenuicaudum*, которая с начала сентября имела стабильную биомассу около 600 г/м<sup>2</sup>. Через 6 мес обрастание пластин нарастающего срока экспозиции было представлено монодоминантным сообществом тихоокеанской мидии.

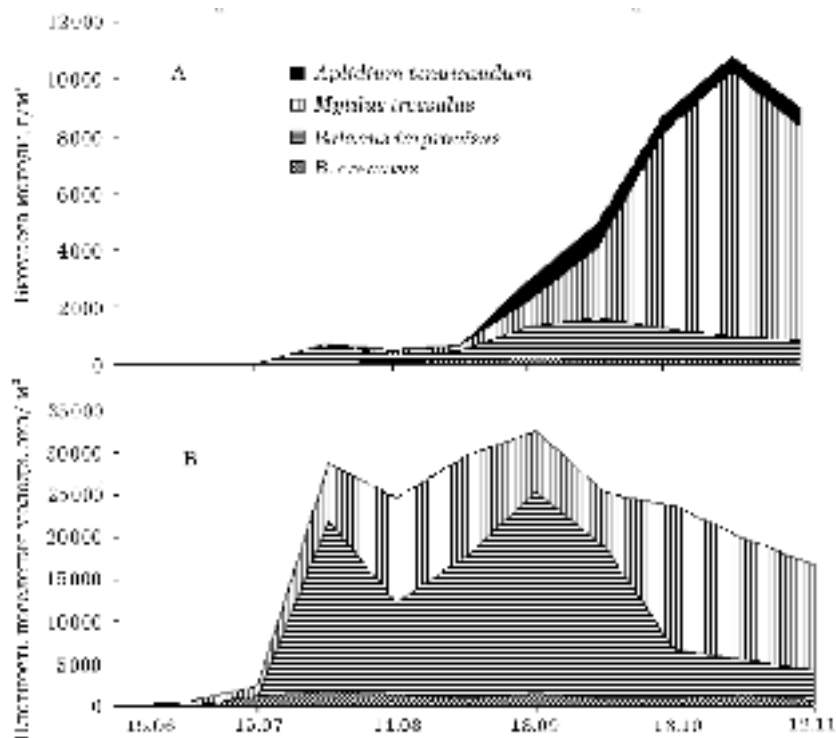


Рис. 96. Изменение биомассы (А) и плотности поселения молоди (Б) фонообразующих видов на пластинах с нарастающим сроком экспозиции в ковше ВТЭЦ-2 в 2001 г.

Как и в случае с 15-суточными пластинами, в процессе формирования сообществ обрастания в б. Золотой Рог имелись принципиальные отличия (рис. 97). Однако результатом первичной сукцессии сообществ обрастания, как и в предыдущем случае, оказалось монодоминантное сообщество мидий. В число фонообразующих видов обрастания пластин входили многощетинковые черви *P. limicola*, оседавшие с июня по октябрь. При максимальной биомассе  $1313 \text{ г/м}^2$  в начале августа этот вид давал высокую плотность поселения –  $26\,267 \text{ экз./м}^2$ . Трубочатые полихеты *H. ezoensis* оседали во второй половине августа ( $45 \text{ г/м}^2$ ,  $4000 \text{ экз./м}^2$ ), после чего в незначительном количестве встречались на пластинах до середины ноября. С августа по ноябрь в сообществе обрастания пластин постоянно обитала молодь прибрежных крабов *Hemigrapsus sanguineus*. Личинки этого вида единично встречались в планктоне

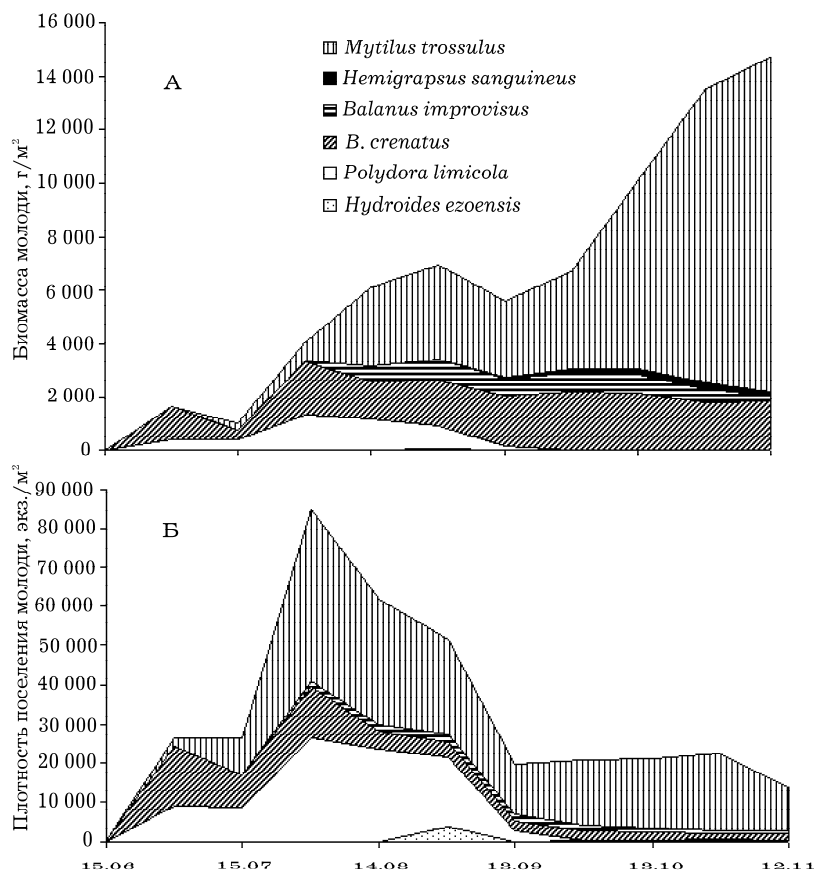


Рис. 97. Изменение биомассы (А) и плотности поселения молоди (Б) фоновобразующих видов на пластинах с нарастающим сроком экспозиции у 44-го причала в 2001 г.

в июле и августе. Из усонюгих раков стабильно высокую биомассу давал *B. crenatus*, при этом в отличие от ковша ВТЭЦ-2 биомасса второго вида – *B. improvisus* – была здесь весьма незначительна. Оседающий в массе на 15-суточных пластинах тепловодный вид *B. amphitrite* в условиях формирования сообщества преимущественно бореальных видов, видимо, не находил оптимальных условий для существования, и его количественные показатели были невелики.

#### 5.3.5.4. Методические подходы к изучению обрастания

Результаты исследования показали, что на экспериментальных пластинах из нейтрального материала, установленных до и после прохождения морской воды по системе охлаждения станции, оседало лишь менее половины от общего количества зарегистрированных видов макрообрастания всей системы охлаждения станции – 49 из 117. Это объясняется рядом причин. Так, наибольшее число видов зарегистрировано в тоннелях с оптимально благоприятными для обрастателей гидродинамическими условиями. Обрастание в тоннелях существует около 20 лет, и термообработка уничтожала его не полностью. В многолетних сообществах происходят сложнейшие процессы, которые, к сожалению, отследить невозможно. Часть обрастателей погибала,

например *Balanus rostratus*, но сохранились их известковые домики, представляющие собой субстрат для оседания двусторчатых моллюсков. Некоторые виды, например субтропический *B. improvisus*, оказались устойчивыми к повышению температуры воды и сохранились живыми.

Если сравнивать видовой состав 15-суточных пластин и пластин с нарастающим сроком экспозиции, то можно отметить принципиальные различия. На пластинках нарастающего срока экспозиции из ковша ВТЭЦ-2 зарегистрировано вдвое большее число видов, чем на 15-суточных. Это объясняется тем, что для многих макрообрателей, в частности многощетинковых червей, двусторчатых и брюхоногих моллюсков, необходимым условием для оседания и дальнейшего существования в обрастании является первичный субстрат. Чаще всего это усонogie раки *B. crenatus*, *B. improvisus* и *B. rostratus*. На 15-суточных пластинках такой субстрат отсутствует. На пластинках с 44-го причала зарегистрировано равное число видов (15), оседающих в ходе эксперимента и оставшихся на пластинках второго типа, однако видовой состав их несколько отличается. Не все оседающие на 15-суточных пластинках виды остаются до конца эксперимента на пластинках длительного срока экспозиции.

Таким образом, исследование формирования обрастания с использованием экспериментальных пластин дает лишь общее представление об этом процессе во всей системе охлаждения станции, выявляя его основные тенденции. Одной из причин этого, на наш взгляд, может быть проблема «виды–площадь», интенсивно обсуждаемая современными экологами (Кафанов, Жуков, 1993). Параметры использованных нами экспериментальных пластин исчисляются квадратными дециметрами, в то время как совокупная площадь всей обрастающей поверхности системы охлаждения ВТЭЦ-2 – десятками тысяч квадратных метров. Идеальным вариантом было бы исследование формирования обрастания непосредственно на внутренней поверхности системы охлаждения с момента начала ее функционирования. К сожалению, в данном случае это нереально.

#### **5.3.5.5. Сравнение оседания организмов обрастания на экспериментальные пластины и сезонной динамики их личинок в двух исследуемых районах**

Экологическое состояние б. Золотой Рог, для которой зарегистрирован своеобразный рекорд превышения ПДК (41%), подробно проанализировано в разд. 4.6.1. В таксономическом составе обрастания при сравнении двух районов выявляются существенные отличия. Так, на пластинках из Уссурийского залива зарегистрировано примерно вдвое большее число видов, чем в б. Золотой Рог, что обычно характерно для более чистых вод. Столь значительное увеличение видового богатства обрастания обусловлено преимущественно второстепенными видами: это многощетинковые черви и разноногие раки. В то же время на пластинках с нарастающим сроком экспозиции, выставленных в б. Золотой Рог, биомасса и плотность поселения молоди фонообразующих видов в несколько раз превышали соответствующие показатели в Уссурийском заливе. Часть видов (*B. crenatus*, *B. improvisus*, *M. trossulus*) встречалась в обоих районах, однако в ковше среди баланусов преобладал *B. improvisus*, в то время как у 44-го причала доминировал приуроченный к портовым районам *B. crenatus*. Среди полихет в ковше в небольшом количестве встречалась *Neodexiospira alveolata*, у 44-го причала этот вид отсутствовал, зато значительно более обильными являлись *H. ezoensis* и чрезвычайно эврибионтный вид *P. limicola*. На пластинках 6-месячной экспозиции из б. Золотой Рог в число фонообразующих видов входили асцидия *M. manhattensis* и усонogie рак *B. amphitrite*, отсутствовавшие в водозаборном ковше. В то же время в

ковше к числу характерных видов относилась асцидия *Aplidium tenuicaudum*, которая не была обнаружена в б. Золотой Рог.

Интересно, что на пластинах, очищенных в конце июля и оставленных для дальнейшей экспозиции в б. Золотой Рог, к ноябрю сформировалось монодоминантное сообщество асцидии *M. manhattensis*, а в ковше – такое же другого вида асцидии – *A. tenuicaudum*. Это можно объяснить окончанием к данному времени массового оседания основного обрастателя – тихоокеанской мидии, на которой эпibiонтные поселения асцидий отмечены достаточно редко. Таким образом, в б. Золотой Рог антропогенное загрязнение портовых вод стимулирует развитие специфических сообществ обрастания, характеризующихся высокой биомассой и ограниченным набором эврибионтных видов.

Существенно отличается и меропланктон в двух исследуемых районах: при почти равном числе таксонов плотность личинок в районе 44-го причала более чем в 4 раза превышала таковую в ковше ВТЭЦ-2. Причем если в ковше доминирующими группами в планктоне являлись полихеты и двусторчатые моллюски, то у 44-го причала преобладали усоногие раки, главным образом *B. crenatus*. Большинство личинок продуцируют, по-видимому, местные формы, обитающие на судах и портовых сооружениях, поскольку естественные субстраты здесь практически отсутствуют. Маловероятен естественный занос личинок, так как до кутовой части б. Золотой Рог не доходит ветвь течения, идущая из Уссурийского залива через прол. Босфор Восточный. Часть личинок поставляется в б. Золотой Рог системой охлаждения ВТЭЦ-2 непосредственно из Уссурийского залива.

#### **5.3.5.6. К обоснованию практических рекомендаций по предотвращению обрастания**

Максимальный ущерб при эксплуатации системы охлаждения наносится тихоокеанской мидией *Mytilus trossulus* (см. разд. 4.6). В районе ВТЭЦ-2, как в водозаборном ковше, так и у 44-го причала, пик численности личинок мидии в планктоне приходился на первую половину июля, в августе личинки в планктоне отсутствовали (рис. 98). На основании этих данных следовало бы проводить термообработку тоннелей в начале августа, что полностью избавило бы их от мидиевого обрастания.

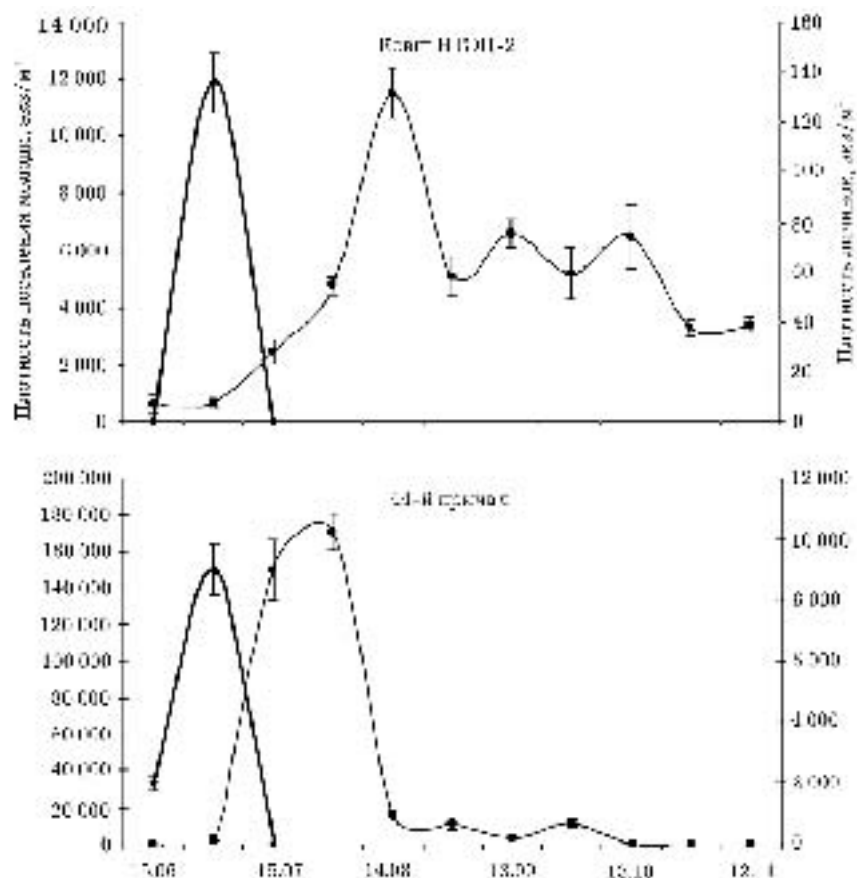


Рис. 98 Изменение плотности личинок в планктоне (1) и молоди мидий с размером раковины менее 1 мм (2) в обрастании пластин с нарастающим сроком экспозиции в 2001 г. Вертикальные линии – ошибка средней

Была проанализирована динамика оседания молоди мидий на пластины с нарастающим сроком экспозиции с длиной раковины менее 1 мм, т. е. эти мидии отнесены к мейофауне обрастания (Л.С. Белогурова, неопубликованные данные). Пик оседания в ковше ВТЭЦ-2 пришелся на вторую половину августа (11 500 экз./м<sup>2</sup>), а у 44-го причала – на первую (рис. 98). При этом в б. Золотой Рог плотность поселения молоди мидий на пластинах на два порядка превышала этот показатель для пластин из водозаборного ковша и достигала 170 300 экз./м<sup>2</sup>. В обоих случаях наблюдалось дальнейшее оседание, причем в ковше ВТЭЦ-2 оно продолжалось до середины ноября, а у 44-го причала – до начала октября. Это могло быть вызвано как вторичным, или постеличиночным расселением молоди мидий, чему способствует постоянный однонаправленный ток воды, так и оседанием других видов сем. Mytilidae, только что осевшая молодь которых с трудом поддается видовой идентификации.

Способность осевшей молоди двустворчатых моллюсков семейства Mytilidae открепляться от субстрата и менять первоначальный биотоп за счет дрейфа в водной толще отмечалась неоднократно разными авторами. Так называемое вторичное, или постеличиночное, расселение и оседание свойственно и тихоокеанской мидии *M. trossulus* (Брыков и др., 2000). Авторами экспериментально доказано, что



наблюдавшееся в первой декаде сентября в зал. Восток повторное увеличение плотности осевшей мидии на коллекторах было обусловлено вторичным послеличиночным оседанием моллюсков. Таким образом, термообработка тоннелей, проводимая с 1987 г. в июне, июле и августе, недостаточно эффективна, так как оседание мидий продолжалось и после нее в сентябре–ноябре.

Как уже отмечено, одним из доминирующих видов-обрастателей системы охлаждения ВТЭЦ-2 являлась тихоокеанская мидия *M. trossulus*, поэтому представляло особый интерес исследование особенностей вертикального распределения пелагических личинок этого вида в водозаборном ковше (Уссурийский залив). Оказалось, что личинки в водном столбе были распределены неравномерно. В стадиях, предшествующих оседанию, их максимальная концентрация на станциях, расположенных ближе к берегу, где глубина не превышает 12 м, наблюдалась в верхнем пятиметровом слое и достигала 220 экз./м<sup>3</sup>. Ниже, в слое 5–15 м, численность личинок резко снижалась до десятков экземпляров в кубическом метре. На станции, расположенной дальше от берега над глубиной 20 м, плотность личинок на глубине 0–15 м была невелика и приблизительно одинакова, а в слое 15–20 м сократилась еще более чем в 2 раза (рис. 99).

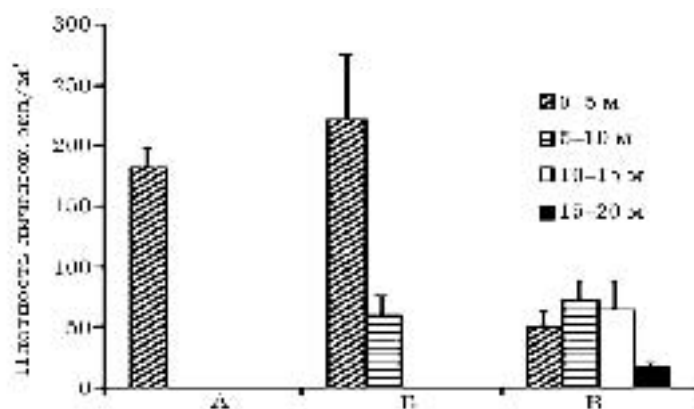


Рис. 99. Вертикальное распределение личинок *Mytilus trossulus* в ковше ВТЭЦ-2 над глубиной 5 м (А), в Уссурийском заливе над глубиной 10 м (Б) и над глубиной 20 м (В). Вертикальные линии – ошибка средней

Таким образом, для предотвращения интенсивного оседания личинок тихоокеанской мидии – основного обрастателя систем охлаждения в зал. Петра Великого – рекомендуется размещать водозаборные трубы системы охлаждения глубже 15 м, поскольку при заборе воды с поверхности даже относительно невысокая плотность личинок обеспечивает значительное оседание.

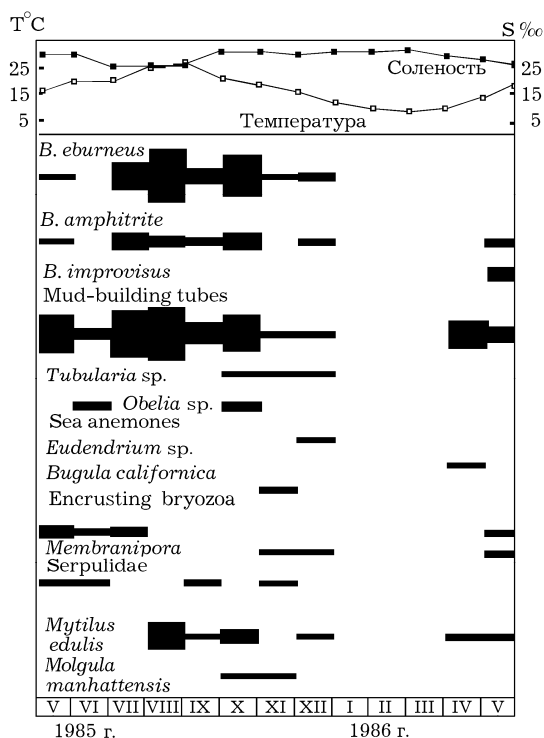
### 5.3.6. Динамика оседания основных обрастателей в Токийском заливе

В данном разделе приведена краткая характеристика динамических аспектов обрастания в Токийском заливе и у побережья Китая, по данным японских и китайских исследователей.

Наблюдения за оседанием и ростом обрастателей на экспериментальных пластинках в Токийском заливе (район Харуми) проведены М. Эл-Коми и Т. Кадзихара (El-Komi, Kajihara, 1990). Доминирующими видами обрастания в этом заливе оказались баланусы *B. amphitrite* и *B. eburneus*, третий вид *B. improvisus* отмечен лишь в мае. Сезон оседания макрообрастателей длился с мая по декабрь при температуре воды 16–28 °С (рис. 100). Пик оседания основных обрастателей – усоногих раков *B. eburneus* – пришелся на август (28 °С): 9400 экз./1000 см<sup>2</sup> и 448 экз./1000 см<sup>2</sup> на месячных пластинках. В сентябре наблюдалось снижение данного показателя вследствие значительных изменений температуры и солености воды, второй менее значительный пик оседания этих видов отмечен в октябре (6240 и 1120 экз./1000 см<sup>2</sup> соответственно). Кроме усоногих раков, наибольшее значение по биомассе в обрастании пластин имели двустворчатые моллюски *Mytilus edulis*, илстые трубки полихет, асцидии и корковые мшанки. Динамика оседания этих обрастателей была принципиально сходна с последовательностью оседания усоногих раков. Суммарная биомасса обрастания на месячных пластинках также резко возрастала в августе до 920 г/м<sup>2</sup>, после чего снижалась в сентябре и вновь возрастала в октябре. Максимальная толщина слоя обрастания составляла 2,5 см. Оседание личинок обрастателей с января по март в Токийском заливе не зарегистрировано.

Таким образом, в Токийском заливе период оседания макрообрастателей имеет более продолжительный период, чем в зал. Петра Великого. Это вызвано, прежде всего, более высокими значениями зимней температуры воды. В данных заливах зарегистрирован ряд общих

фонообразующих видов, таких как *Balanus improvisus*, *B. amphitrite*, *Mytilus trossulus*, *Molgula manhattensis*.



### 5.3.7. Динамика оседания обрастателей у побережья Китая

Рис. 100. Годовая динамика оседания основных обрастателей в районе п. Харуми Токийского залива. По оси абсцисс – месяцы, по оси ординат – число осевших особей в экз./1000 см<sup>2</sup> за 1 мес (шкала квадратных корней). По: El-Komi, Kajihara, 1990

По данным С. Ли с соавторами (Li et al., 1991), сезон оседания макрообрастателей в крупнейшем порту северного Китая Янтай (Желтое море) длится с марта по ноябрь (температура воды 10,5–15,5 °С), в зимние месяцы оно отсутствует. Всего здесь зарегистрировано 124 вида, из которых 19 – водоросли. Наибольшее число видов (28) дают ракообразные, далее следуют полихеты (25), мшанки (16), асцидии (12), моллюски (10) и кишечнополостные (7). К доминирующим видам отнесены *Enteromorpha intestinalis*, *E. linza*, *Tubularia marina*, *Bugula californica*, *Hydroides elegans*, *Mytilus edulis*, *Balanus improvisus*, *Corophium crassicorne*, *Jassa marmorata*, *Caprella acanthogaster*. Сезон оседания и максимальные значения осевших особей каждого вида значительно варьируют (рис. 101).

Максимальная биомасса обрастания на месячных пластинах достигала 5 кг/м<sup>2</sup>. Оседание водорослей (преимущественно рода *Enteromorpha*) отмечено с мая по октябрь при максимальных количественных показателях в летние месяцы. Общая биомасса обрастания месячных пластин в апреле и мае незначительна, в июле возрастает до 3,7 кг/м<sup>2</sup>, затем несколько снижается и в сентябре достигает максимального значения – 5,7 кг/м<sup>2</sup>. В ноябре общая биомасса обрастания минимальна – 0,1 кг/м<sup>2</sup>. Таким образом, в Желтом море пик значения общей биомассы обрастания приходится на начало осени, когда температура воды снижается после летнего максимума.

Сукцессия сообществ обрастания в п. Янтай отличается четкой последовательностью.

Первая стадия представлена сообществом усонюгих раков *B. improvisus*, оседающих в июне и через месяц образующих стопроцентное покрытие. В дальнейшем происходят рост и частичная элиминация особей баланусов, и в августе начинается оседание мидий *M. trossulus*, поселяющихся эпифитно на домиках *B. improvisus*. На створках мидий в свою очередь появляются полихеты рода *Hydroides* и колониальные асцидии. На следующий год биомасса мидий достигает 16 кг/м<sup>2</sup> (80% от общей биомассы сообщества), субдоминантом становится асцидия *Styela clava*. За год экспозиции пластин сообщество обрастания достигает климаксовой стадии – преобладания двусторчатых моллюсков.

В п. Янтай богато представлены тепловодные (тропические и субтропические) виды, однако в число фонообразующих входят и виды умеренной зоны – *B. improvisus*, *M. trossulus*, *S. clava*, *T. marina*. Такие виды, как *E. intestinalis*, *B.*

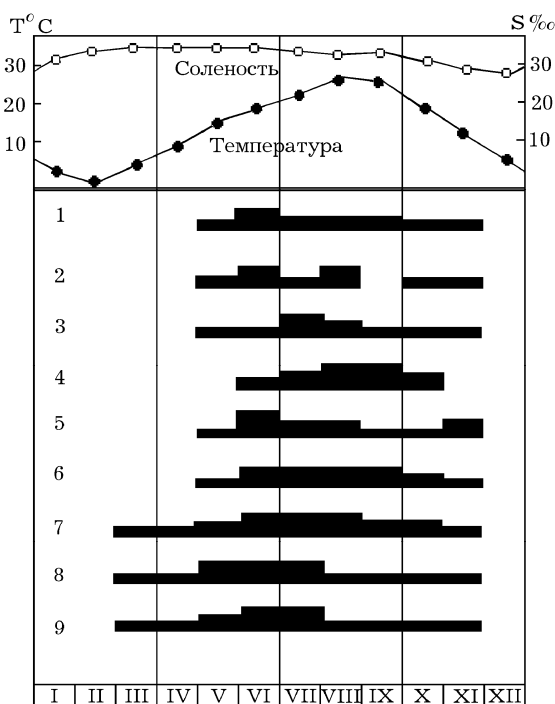


Рис. 101. Годовая динамика оседания основных обрастателей в п. Янтай (Желтое море) в течение года в зависимости от температуры и солености воды. Условные обозначения: 1 – *Enteromorpha* spp., 2 – *Tubularia marina*, 3 – *Bugula californica*, 4 – *Hydroides elegans*, 5 – *Mytilus edulis*, 6 – *Balanus improvisus*, 7 – *Corophium crassicorne*, 8 – *Jassa marmorata*, 9 – *Caprella acanthogaster* (по данным Li et al., 1991)

*californica*, *S. unicornis*, *H. elegans* и *B. amphitrite*, распространены в умеренной и тропической зонах и встречаются в большинстве портов южного Китая. По мнению С. Ли с соавторами, часть видов-обрастателей занесена в п. Яньтай иностранными судами и плавсредствами промыслового флота дальнего плавания.

Сезонная динамика обрастателей в этом порту четко выражена. Пик оседания доминирующих видов приходится на температурный максимум (июнь–октябрь). Периоды размножения и оседания каждого из видов в различной степени варьируют и зависят от его отношения к температуре воды. Так, *B. improvisus* появляется в мае с пиком в начале лета, а широко распространенный в тропических водах *B. amphitrite* в п. Яньтай оседает в небольшом количестве с июня до сентября.

Сукцессия сообществ обрастания в п. Яньтай завершается в короткое время. В климаксом сообществе доминирует мидия *M. edulis*, что характерно для умеренных вод Мирового океана. У побережья Китая в эстуарных водах чаще доминантом является устрица *Saccostrea rivularis*, а в заливах с повышенной соленостью юго-западного побережья страны на некоторых буях и причальных сооружениях – зеленая мидия *Perna viridis* (порты Гонконг и Ксиамен). Таким образом, этот вид мидии реже преобладает в сообществах обрастания субтропической и тропической зон, чем *M. trossulus* в умеренной зоне (см. разд. 4.2.4).

С июня 1989 по май 1990 г. С. Ли с соавторами (Li et al., 1992) проведен эксперимент по исследованию динамических аспектов обрастания в Тайваньском проливе в п. Ксиамен. Ими зарегистрировано 78 видов обрастателей: 22 вида мшанок, 16 – полихет, 15 – ракообразных, 10 – кишечнополостных и 9 видов моллюсков. Остальные группы представлены 1–3 видами. К фонообразующим отнесены усоногие раки *Balanus reticulatus*, *B. uliginosus*, двустворчатые моллюски *Ostrea cucullata*, *Perna viridis*, гидроиды *Tubularia mesembryanthemum*, *Anthopleura pacifica*, мшанки *Membranipora atoyensis* и несколько видов амфипод. Оседание обрастателей происходит в течение всего года с четкой дифференциацией доминирующих видов в летне-осенний и зимне-весенний периоды (рис. 102).

Общая биомасса обрастания пластин с января по апрель колеблется в пределах 0,2–1 кг/м<sup>2</sup>. В марте этот показатель увеличивается до 3 кг/м<sup>2</sup>, достигая максимального значения 5,7 кг/м<sup>2</sup> в июне, после чего резко снижается и к концу года составляет 0,06 кг/м<sup>2</sup>. Наибольшая биомасса – 22,7 кг/м<sup>2</sup> – отмечена на трехмесячных летних пластинах. Таким образом, в Восточно-Китайском море не наблюдается зависимости изменения биомассы и качественного состава обрастания от годовых колебаний температуры и солености воды, для каждого вида характерно определенное время оседания.

Оседание обрастателей в северной части Южно-Китайского моря (п. Бейхай, зал Бейбу) изучено Ж. Вангом с соавторами (Wang et al., 1993). Отмечено, что основную часть составляют тропические и субтропические виды, и лишь полихеты *Hydroides elegans* и мшанки *Bugula neritina* имеют широкое распространение. Фонообразующими видами являются гидроиды *Obelia bicuspidata*, *Clytia* sp., мшанки *Cosciniopsis hongkongensis*, усоногие *Balanus reticulatus*, *B. cirratus* и разноногие раки *Corophium ueoni* (рис. 103).

Степень покрытия пластин доминирующими видами *B. reticulatus* и *C. ueoni* была высокой и составляла 93,2 и 75,3% соответственно.

Плотность поселения *B. reticulatus* на летних пластинах равнялась  $8,6 \times 10^4$  экз./м<sup>2</sup> при биомассе 7,2 кг/м<sup>2</sup>, для *C. ueoni* эти показатели на зимних пластинах составляли 3,2 экз./м<sup>2</sup> и 1,2 кг/м<sup>2</sup>. Данные виды оседали на протяжении всего года, достигая пика с июня по ноябрь при максимальной температуре воды 27–31 °С.

Температурный режим прибрежных вод Китая весьма различен вследствие его большой широтной протяженности.

Температура воды является определяющим фактором для срока оседания личинок обрастателей, поэтому по мере продвижения с севера на юг данный период возрастает. Так, пик оседания в Бохайском море длится с июня по сентябрь при среднемесячной температуре воды 20–26 °С, в декабре и январе такого процесса не выявлено. В южной части Желтого и в северной Восточно-Китайского морей обрастатели оседают с мая по октябрь при температуре воды 18,5–28,4 °С, с декабря по февраль этого не происходит, либо оседание весьма незначительно (Huang, Cai, 1984).

#### 5.4. Сукцессия многолетних сообществ обрастания

Для выявления механизмов пространственно-временной стабильности многолетних сообществ мидий в Авачинском заливе В.В. Ошурковым был проведен мониторинг сукцессии сообществ обрастания нового пирса и пирса, простоявшего в течение 6 лет (Oshurkov, 1992).

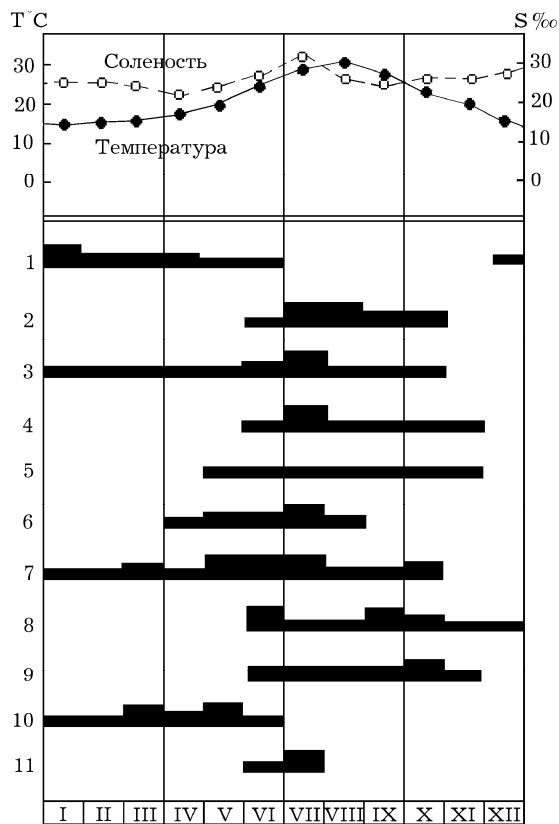


Рис. 102. Годовая динамика оседания основных обрастателей в п. Ксиамен (Восточно-Китайское море) в течение года в зависимости от температуры и солености воды. Условные обозначения: 1 – *Tubularia mesembryanthemum*, 2 – *Obelia geniculata*, 3 – *Anthopleura pacifica*, 4 – *Membranipora amoyensis*, 5 – *Perinereis nuntia*, 6 – *Ostrea cucullata*, 7 – *Stenothoe* sp., 8 – *Balanus reticulatus*, 9 – *B. cirratus*, 10 – *Caprella equilibra*, 11 – *Perna viridis* (по: Li et al., 1992)

Видовое богатство обрастания нового пирса резко возрастает в первый год экспозиции, после чего снижается вследствие роста молодежи мидий. В 1989–1990 гг. оно снова постепенно возрастает (рис. 104). За 4 года экспозиции нового пирса качественный состав сообщества обрастания стабилизируется и не отличается от такового старого пирса. Индекс видового разнообразия вначале также резко возрастает, в течение следующих двух лет он снижается вследствие доминирования мидий по биомассе. После элиминации мидий в 1990 г. данный индекс вновь растет, при этом его значение практически совпадает с аналогичным показателем старого пирса.

Общая биомасса обрастания нового пирса резко увеличивается за первые два года, после чего снижается почти на треть (рис. 105). Ход этой кривой и ее основной составляющей (биомассы двустворчатых моллюсков) практически совпадает.

Процесс выравнивания общей биомассы и ее составляющих отмечен для сообществ обрастания старого и нового

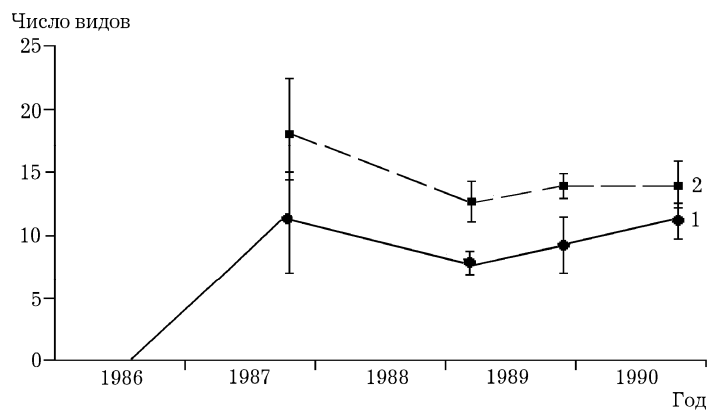


Рис. 104. Изменение видового богатства молодого (1) и зрелого (2) сообщества обрастания стального пирса в Авачинском заливе за 4 года. Вертикальные отрезки – 95%-ный доверительный интервал (по: Oshurkov, 1992)

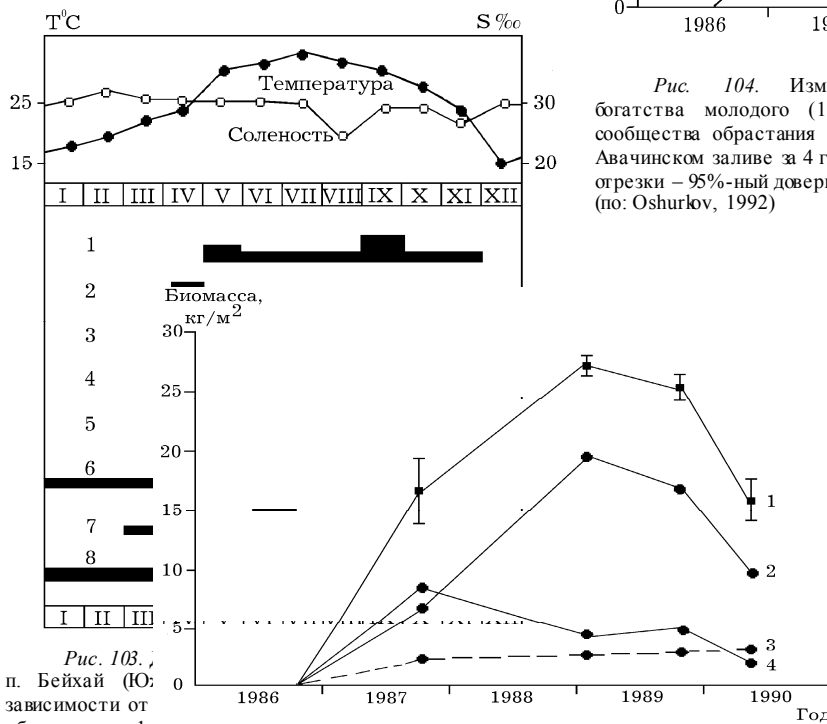


Рис. 103. п. Бейхай (Ю); зависимость от обозначения: 1 – *Uvula discus*, 2 – *Uvula sp.*, 3 – *Coxiella*, 4 – *Prisidictyon*, 5 – *Uvula*, 6 – *Uvula*, 7 – *Uvula*, 8 – *Uvula*. Средние значения общей биомассы (1), биомассы двустворчатых моллюсков (2), *Uvula* (3) и *Prisidictyon* (4) в сообществе обрастания нового стального пирса в Авачинском заливе за 5 лет. Вертикальные отрезки – 95%-ный доверительный интервал (по: Oshurkov, 1992)

пирсов к концу 4-го года экспозиции. Таким образом, изменения интегральных характеристик обрастания этих объектов в основном обусловлены особенностями структуры поселений мидий как на старом, так и на новом субстратах и только в течение первых двух лет различия биомасс оказались значимыми. Неоднородность поселения мидий (чередование многостойных друз с сообществами баланусов или наличие пятен необросшей поверхности) обусловлена следующими процессами: миграцией молоди мидий; сбросом друз под действием собственной массы; отслаиванием обрастания в результате коррозии. Таким образом, многолетнее сообщество мидий сохраняет относительно стабильную структуру благодаря мелкомасштабным циклическим сукцессиям, а также пополнению за счет меропланктона.

По данным В.В. Ошуркова (Oshurkov, 1992), в сообществах мидий на антропогенных и естественных субстратах наблюдается замещение одних субдоминантных видов другими при достаточно высоком флоро-фаунистическом сходстве (50–60%), что этот автор объясняет значительной структурирующей ролью мидии. Нами такой анализ проведен не был по той простой причине, что естественные мидиевые банки в зал. Петра Великого отсутствуют, за исключением эпибионтных поселений на устрицах в конце осени (Звягинцев, 1991б).

Формирование многолетних сообществ обрастания гидробиотехнических сооружений для разных объектов марикультуры на юге Приморья происходит поразному. Так, первая фаза сукцессии многолетнего сообщества установок для культивирования приморского гребешка – это раннее (пионерное) сообщество с доминированием гидроидных полипов: весной – *O. longissima*, летом и осенью – *B. ramosa* (Масленников, 1997). Вторая стадия – климаксное сообщество двустворчатых моллюсков с безусловным доминированием тихоокеанской мидии. Максимальный рост биомассы сообщества совпадает с сезонными максимумами развития планктона, являющегося пищей для организмов-обрастателей.

Наличие одного доминанта (мидии) на большинстве исследуемых глубин, независимо от возраста гирлянд садков, подтверждает то, что данное сообщество обрастания установок марикультуры находится в последней фазе формирования сукцессии – мидиевого климакса. В слое воды 0–2 м *M. trossulus* составляет до 99% общей биомассы. Разновозрастные гирлянды в большинстве случаев имеют бимодальное распределение обрастания на 1,5 и 4 м. С увеличением срока экспозиции видовое богатство климаксного сообщества растет. Бимодальное вертикальное распределение биомассы и плотности поселения обрастания при увеличении срока экспозиции сменяется на унимодальное. Смена доминирующих видов в ходе сукцессии сообщества обрастания происходит в течение летнего периода повышенных температур, максимальной стратификации водной массы и минимального развития планктона. Такой период С.И. Масленников (1997) считает критическим, так как в это время происходит перестройка сообщества обрастания.

По мнению этого автора, на глубинах ниже 15 м (ниже слоя сезонного термоклина) кригический период не наступает, на этих глубинах мидиевое сообщество не образуется в течение двух лет даже при наличии миграции молоди мидий из вышерасположенных горизонтов. Ниже 15 м не отмечается значительного оседания моллюсков, в то время как в сообществе обрастания на протяжении четырех лет экспозиции на глубинах 1,5–5,5 м наблюдается устойчивое доминирование *M. trossulus* по биомассе. Показано, что размещение установок марикультуры на открытых акваториях на глубинах ниже 15 м позволяет избежать мидиевого обрастания. Гидроидное обрастание не оказывает биопомех в процессе культивирования моллюсков.

Сравнительный анализ многолетних сообществ обрастания установок для культивирования ламинарии показал монотонный рост видового богатства с увеличением экспозиции (см. гл. 4). Это подтверждает мнение о том, что сообщества

могут выступать в качестве аккумулятора организмов-обрастателей и поставщика их личинок (Звягинцев и др., 1982а). Сообщества различного срока экспозиции имеют большое число общих форм, несмотря на значительное различие длины видовых списков. В.В. Ивиным (1998) показано, что изменение числа видов в пробах не связано с глубиной, однако наблюдается достоверная корреляционная связь между видовым богатством сообщества и продолжительностью эксплуатации установок марикультуры. При этом видовые списки обрастания установок различного срока экспозиции представляют собой выборку из одной и той же генеральной совокупности. Обрастание четырехлетней экспозиции обеспечивает «ядро» видового состава исследуемого сообщества. Аналогично видовому богатству соотносятся между собой количественные показатели сообществ обрастания разного срока экспозиции, при этом обнаружена тенденция уменьшения общей биомассы с возрастанием глубины ( $r = 0,855$  при  $p = 0,07$ ).

Для сообщества костарии ребристой *C. costata*, доминирующей в первый год экспозиции, максимум общей биомассы отмечен на глубине 10 м. На установках второго года эксплуатации доминирующим видом сообщества становится ламинария японская, имеющая двухгодичный цикл и постепенно вытесняющая однолетнюю костарию. При этом наблюдается бимодальное распределение общей биомассы с максимумами на глубинах 2,5 и 10 м. Первый пик общей биомассы обусловлен значительным развитием ламинарии, второй по-прежнему определяется обилием костарии. В дальнейшем для многолетнего обрастания установок характерен хорошо выраженный пик в диапазоне 5–10 м, соответствующем обычной глубине обитания ламинарии японской в Приморье.

Таким образом, период развития сообщества обрастания установок для культивирования ламинарии японской распадается на две четко различающиеся стадии сукцессии. Первая стадия – сообщество костарии ребристой, которое характеризуется заполнением свободных экологических ниш водорослевого сообщества. В это время установки марикультуры заселяются организмами, имеющими достаточное количество личинок и спор в планктоне и способными оседать на данный субстрат, а именно веревочные отяжки установки. Вторая стадия самая продолжительная, начинается со второго года эксплуатации установок и продолжается в течение четырех лет. Второй год является переломным в развитии сообщества обрастания: ламинария вытесняет однолетнюю костарию, которая переходит в категорию субдоминантов (Ivin, Zvyagintsev, 2001).

Сукцессия многолетнего сообщества обрастания наблюдалась нами на решетках грубой очистки ситемы охлаждения ВТЭЦ-2. На этих решетках четко проиллюстрированы фазы сукцессии сообществ обрастания, структура которых показана на рис. 73. Первую бактериально-диатомовую стадию наблюдать мы не имели возможности. Вторую – стадию крупных, быстрорастущих форм – представляют два сообщества. Первое из них – сообщество гидроидов *Bougainvillia ramosa*. Общая биомасса  $3095 \text{ г/м}^2$ , доля доминирующего вида 79%. Субдоминанты – мидия Грея *Crenomytilus grayanus*, многощетинковые черви *Hydroides ezoensis* и актинии *Metridium senile*. Второе сообщество усоногих раков *B. rostratus* – общая биомасса  $1080 \text{ г/м}^2$ , доминирующий вид составляет 88%. Гидроиды *B. ramosa* входят в число характерных видов, и появляются двусторчатые моллюски *Arca boucardi*.

По классификации Зевинной (1972) сообщество мидий *M. trossulus* следует считать климаксным. Оно зарегистрировано на решетке грубой очистки, причем оказалось разновозрастным: одного и двух сезонов эксплуатации объекта (5 и 17 мес соответственно). Различались эти два варианта лишь значениями общей биомассы ( $8186$  и  $12\,442 \text{ г/м}^2$ ), доля мидий в них составляла 99 и 96%. Однако, как оказалось оно в дальнейшем сменяется различными вариантами многолетнего сообщества двусторчатых моллюсков *C. gigas*, *Modiolus difficilis*, усоногих раков *B. rostratus*,



сипункулид *Phascolosoma japonicum* с разным соотношением количественных показателей (см. рис. 73). Максимальная общая биомасса такого климаксного сообщества, обычного для бентоса твердых грунтов верхней сублиторали, зарегистрирована в сообществе *B. rostratus* + *C. gigas* (22 620 г/м<sup>2</sup>). Следовательно, даже на таком небольшом объекте, как решетка водозабора, расположенном в небольшом диапазоне глубин 1–4 м, могут одновременно сосуществовать сообщества обрастания, находящиеся на разных стадиях биотической сукцессии. На основании анализа полученных данных следует вывод о том, что сообщество тихоокеанской мидии *M. trorsulus* возрастом 1–2 года не является климаксным, как это считалось ранее, при более длительной экспозиции субстрата его заменяет многолетнее сообщество двустворчатых моллюсков и усоногих раков, характерное для естественных твердых субстратов верхней сублиторали.

## 5.5. Сукцессионные процессы сообществ обрастания

Процессы, не выводящие экосистему из стационарного состояния (циклического и субциклического характера), обычно называют сукцессионными (Левченко, Старобогатов, 1990). Для сообществ обрастания характерен классический сукцессионный процесс, при котором видовые популяции организмов и типы функциональных связей между ними закономерно, периодически и обратимо сменяют друг друга. Примером такого субциклического процесса в природных аналогах обрастания может служить заиление устричников в результате жизнедеятельности организмов-эдификаторов – устриц. Заиление ведет к деградации устричника, и если не происходит удаления ила штормами, то устричник постепенно сменяется экосистемой илистых грунтов. Если же происходит периодическое удаление ила, то такого рода субциклический процесс самовосстановления может протекать бесконечно долго. Для обрастания действующих судов периоды разрушения и восстановления среды соответствуют очередному докованию и повторному вводу в эксплуатацию. Несмотря на неодинаковость характеристик системы сообществ обрастания в тот или иной кратковременный по сравнению с периодом сукцессионного цикла промежуток времени, эта система самоповторяема и потому устойчива. Движущей силой сукцессионного процесса можно считать подгонку периода разрушения среды к периоду ее самовосстановления. Для судов промыслового и прибрежного флота в некоторых районах характерен «заторможенный» сукцессионный процесс, который останавливается на определенной фазе, например сообщества усоногих раков или бурых водорослей.

Величины градиентов абиотических факторов оказывают существенное влияние на характер формирования сообществ обрастания судов. В этом случае развиваются так называемые физически контролируемые сообщества, состоящие из эврибионтов. Они характерны для литорали и эстуариев, формируются всего за 1–3 года и довольно легко возвращаются к исходному состоянию после стрессовых воздействий (Ошурков, 1994). Стрессовым воздействием в нашем случае служит очередное докование или подводная очистка судна, после чего повторяются сукцессионные процессы, аналогичные формированию физически контролируемых сообществ литорали и верхней сублиторали (осадка большинства осмотренных судов не превышала 3–5 м).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в обрастании осмотренных судов в бореальной зоне существуют организмы, образующие климаксные сообщества: это мидии и баланусы. Такие обрастатели характеризуются высокой конкурентоспособностью, сравнительно длинными жизненными циклами,

значительными размерами особей и высокими количественными показателями. Смена сообществ обрастания судов в зависимости от сроков их эксплуатации, т.е. антропогенная сукцессия, подчиняется определенной закономерности и носит в данном регионе вполне предсказуемый характер. В нашем случае все фазы развития сообщества сходятся к конечному состоянию – мидиевому климаксу. Пути формирования мидиевого сообщества в обрастании судов одной навигации из зал. Пегра Великого могут иметь несколько вариаций в зависимости от маршрута и режима эксплуатации судна. Очевидно, эти отклонения от обычного хода сукцессии относятся к сообществам (или «типам») обрастания промежуточного состава (Рудякова, 1981). Об остановке развития обрастания на какой-либо промежуточной стадии упоминает Г.Б. Зевина (1972). По мнению В.В. Ошуркова (2000), так называемые типы обрастания – баланусный, гидроидный, мидиевый и т.д. – есть не что иное, как различные фазы сукцессии эпибентоса, имеющие специфические качественные и количественные признаки. Автор считает, что в условиях резких градиентов гидрологических и гидродинамических факторов (солености в приустьевых районах, турбулентности водных потоков в морских устьях, у корпусов судов и в трубопроводах) и на антропогенных, и на естественных субстратах сукцессии эпибентоса обычно не достигают климакса и завершаются формированием относительно устойчивых сообществ баланусов и двустворчатых моллюсков (?). Различия в формировании и структуре «эпибентоса антропогенных и естественных субстратов» автор объясняет тем, что это артефакт, обусловленный сопоставлением гетерохронных и гетерохорных группировок донных организмов (подробнее см. гл. 8).

Важное значение в формировании обрастания судов дальнего плавания имеют их заходы в речные порты. Большинство обрастателей под действием опреснения погибает и отпадает с подводной части корпусов судов (Звягинцев, Михайлов, 1985, 1986а, б, в). Так, в 1985 г. на корпусе НИС «Академик Александр Несмеянов» перед заходом в р. Сайгон отмечено сформировавшееся сообщество усоногих раков *L. anatifera*. Порт Хошимин, расположенный значительно выше устья реки, давно известен в специальной литературе как «порт-очиститель». За время стоянки судна в пресной воде полностью изменилась структура сообщества обрастания, которое к тому моменту находилось на 2-й стадии биотической сукцессии – преобладания крупных быстрорастущих форм (Зевина, 1972). После трехдневной стоянки в пресной воде отмечены стопроцентная элиминация и отпадение с корпуса морских уток. Более 90% баланусов также погибло в результате действия опреснения, на участке корпуса от 1 м до киля не обнаружено даже пустых домиков баланусов. Живые особи *B. reticulatus* встречены лишь в районе ватерлинии и той части корпуса, которая из-за изменения осадки судна оказалась над урезом воды. После приемки груза ватерлиния вернулась на прежний уровень, но, поскольку это совпало с выходом судна в море, время действия пресной воды на баланусов снизилось до минимума. Таким образом, последние оказались более устойчивыми к осыханию, чем к опреснению. Однако зеленые водоросли *E. clathrata* благодаря своей эвригалинности выжили, и их поселения встречались уже по всей поверхности подводной части корпуса судна.

В результате захода судна в пресную воду сообщество обрастания было возвращено к началу 2-й фазы сукцессии – доминированию зеленых водорослей. Но пребывание сообщества на этой стадии кратковременно. Уже через несколько дней зарегистрированы ювенильные особи баланусов, только что осевшие на подводную часть корпуса, т.е. процесс обрастания возобновился.

Формирование обрастания судов на Российско-Вьетнамской линии идет по следующим этапам: образование океанического обрастания во время перехода судна из

Японского моря во Вьетнам; его гибель во время стоянок в речных портах; быстрое формирование прибрежного либо океанического обрастания (в зависимости от продолжительности стоянки после выхода из реки) в последующем рейсе. Обычно на судах этой линии данное явление представлено большим числом ювенильных экземпляров и пустыми домиками крупных баланусов, создающих дополнительную экологическую нишу для подвижных форм. На всех осмотренных судах потери скорости минимальны, степень обрастания слабая.

Изучение хода сукцессии сообществ обрастания действующих судов представляет безусловный теоретический интерес, помогая правильно понять и ход естественной смены сообществ бентоса. Однако в еще большей степени эти работы важны с прикладной точки зрения, на их основании возможны практические рекомендации по срокам нанесения необрастающих покрытий или подводной очистки. Так, по нашим наблюдениям, с ноября по июнь практически отсутствует оседание личинок макрообрастателей, т.е. необрастающее покрытие, нанесенное в ноябре, будет «работать» вхолостую, и к моменту начала оседания баланусов его действие значительно ослабнет. Напротив, подводная очистка, проведенная в конце осени, гарантирует необросший корпус в течение полугода. На судоремонтных предприятиях в портах зал. Петра Великого (а также и других районов побережья) в течение всего года проводятся стандартные операции по защите судов от обрастания независимо от сезона. Очевидно, что различные методики применения противообрастающих средств и подводной очистки в зависимости от сезона нуждаются в детальной разработке и при положительном эффекте должны внедряться в практику.

Подавляющее большинство осмотренных ГТС имеет многолетний срок эксплуатации. Исходя из этого, следовало бы ожидать, что мы имеем дело с окончательно сформировавшимся сообществом. Существует мнение, что сукцессия обрастания не всегда завершается доминированием двустворчатых моллюсков. Так, на Белом море такая сукцессия продолжается не менее четырех лет и завершается формированием сообщества асцидий и губок (Ошурков, 1985). В Северном море на смену двустворчагим моллюскам в обрастании приходит сообщество губок, гидроидов и асцидий (Goodman, Ralf 1979).

Существуют попытки изучения сукцессий обрастания на объектах с заведомо известным сроком экспозиции. Так, описано обрастание пяти затонувших судов из Южной Каролины, пролежавших на дне от 3,5 до 10 лет (Wendt et al., 1989). Показано, что с увеличением срока экспозиции не наблюдается тенденций к изменению биомассы, процента покрытия или числа видов sessильных организмов. Вероятно, ощутимые изменения в структуре сообщества произойдут по прошествии большего периода времени, как в нашем случае с затонувшим судном 20-летнего срока «экспозиции» в Нячанге. Здесь в число доминирующих и характерных видов сообществ входят альционарии – вероятно, это один из вариантов терминальной стадии сукцессии в тропиках. Известно, что в тропической зоне 4-я завершающая стадия сукцессии обрастания – это развитие финальной стадии искусственного кораллового рифа (Schuhmacher, 1977). На затонувшем судне из Нячанга отмечены поселения горгонарий и склерактиний – через более продолжительное время здесь следует ожидать формирования кораллового рифа антропогенного происхождения. Таким образом, наши данные согласуются с мнением вышеуказанных авторов о том, что стадия двустворчатых моллюсков не является завершающей в ходе сукцессии обрастания.

В процессе формирования обрастания опор нефтедобывающих платформ разного срока эксплуатации отмечены определенные закономерности (Зевина и др., 1992). Кривая пополнения общего числа видов за 3 мес возрастает до 20, после чего

приближается к выходу на плато (если бы на 4-летней платформе не появился набор видов склерактиний). На всех глубинах опор двух лет эксплуатации прослеживается тенденция к резкому возрастанию общей биомассы обрастания, после чего кривая либо выходит на плато (глубина 20 м), либо падает. Исключение составляет глубина 10 м, где увеличение общей биомассы продолжается и на 4-летней платформе за счет массового развития склерактиний. На глубине от 1 до 10 м рост биомассы обеспечивается в основном за счет баланусов *M. tintimabulum*, ниже эту роль выполняют двусторчатые моллюски. Максимальное значение общей биомассы ( $50 \text{ кг/м}^2$ ) отмечено на 30-метровой глубине для опор платформ двух лет эксплуатации.

Установленные в разное время платформы «Вьетсовпетро» (срок экспозиции 4 мес, 12, 24 и 48 мес соответственно) представляют собой незапланированный эксперимент по изучению сукцессии сообществ обрастания (Propp, Swaginzev, 1989). Исследование формирования обрастания опор МСП за четыре года показало, что этот процесс носит выраженный сукцессионный характер: налицо смена одних сообществ другими, каждое из которых имеет определенные структуру и время существования. Первую (бактериальную) фазу, которая длится очень непродолжительное время, наблюдать мы не имели возможности. На опорах платформ 4-месячного и годового сроков эксплуатации отмечена 2-я фаза сукцессии: наличие крупных быстрорастущих форм, в данном случае мегабаланусов. На опорах МСП двух и четырех лет эксплуатации зарегистрирована выраженная 3-я фаза сукцессии – преобладание двусторчатых моллюсков. Для бореальных вод до недавнего времени существовало мнение, что это терминальная фаза устойчивого сообщества – климакс.

В отличие от бореальных вод, для тропиков известны 4 стадии сукцессии обрастания: начальная (водоросли), подготовительная – отложение биогенного известняка без участия кишечнополостных (в нашем случае сюда входят 2-я и 3-я фазы для бореальных вод – развитие баланусов, затем двусторчатых моллюсков), пионерная, или целентеральная, фаза развития кораллов и финальная – создание скрепляющего каркаса (Shuhmacher, 1977). По мнению этого автора, процесс, свойственный каждой фазе, продолжается во время следующей и биоэрозия начинается до наступления финальной стадии.

Первые кораллы стали селиться на МСП через 3–4 года их существования, после того как образовался биогенный известковый субстрат из домиков усонюгих раков и моллюсков. Возникшие поселения поциллопор (первопоселенцев среди других склерактиний) на опорах 4-летней платформы стали поставщиками личинок, и этим скорее всего объясняется появление коралловых поселений на соседних платформах уже через год. На опорах платформ СП «Вьетсовпетро» началась 3-я фаза (пионерная) заселения кораллами (Латыпов, 1991). Наиболее массовые поселения склерактиний отмечены на глубине 10 м – оптимальной для существования в естественных условиях. Для этой фазы характерно создание колоссальных масс карбоната кальция за непродолжительное время и формирование искусственного кораллового рифа на уровне 5–15 м глубин опор МСП. На платформах, установленных в 1986 г. и простоявших два года, степень обрастания опор была очень сильной, превышая 30 мм (Звягинцев, 1989). Сопротивление волновым нагрузкам при такой степени обрастания возрастает на 50–60% (Белов и др., 1980; Ревин, 1981). Кораллы стали селиться на опорах платформ уже через 3–4 года, и сейчас по прошествии более 15 лет обросшие опоры, вероятно, представляют собой полноценный коралловый риф. Убедиться в этом возможно только после их повторного осмотра.

Изучение биологии обрастания МСП обуславливает формирование фундаментальной базы для развития марикультуры в районе исследований. Известна

способность макрофитов накапливать тяжелые металлы и целый ряд других загрязнителей. Рядом международных проектов предусматривается развитие сети водорослеводческих хозяйств в качестве биофильтров, в т. ч. и в районе МСП. Наряду с улучшением экологической ситуации в районе хозяйств марикультуры будет снижаться интенсивность обрастания, поскольку ему способствует антропогенное загрязнение.

Известно, что основным фактором, определяющим развитие океанического типа обрастания, является подвижность субстратов, а не удаленность от берега и наличие в воде кислорода, обеспечивающего процессы метаболизма. Поскольку мониторинг обрастания в открытом море производится в основном на подвижных объектах (суда, буи, плавник и т.д.), исследования обрастания МСП способны внести значительный вклад в изучение обрастания Мирового океана.

Кроме большой практической значимости, изучение обрастания имеет и чисто академический интерес. Сообщества обрастания представляют собой упрощенную модель бентосных сообществ, поскольку они содержат на порядок (а иногда на 2 порядка) меньшее число видов. Опоры МСП представляют собой гигантские экспериментальные пластины, на которых независимо от воли человека осуществляется колоссального масштаба опыт над бентосными организмами. Изучение сукцессии сообществ обрастания МСП может служить одним из способов мониторинга некоторых глобальных экологических процессов. Так, процесс формирования климаксовой стадии развития искусственного рифа на опорах МСП может служить моделью восстановления и образования бентосных сообществ после таких экологических катастроф, как извержение вулкана, поднятие уровня внутренних морей с затоплением суши и т.д.

Люди – людки. Хотя и на суше.  
Проживешь свое пока,  
Много всяких грязных ракушек  
Налипает нам на бока.

В. Маяковский

## ГЛАВА 6. ЭПИБИОЗЫ КАК ПРИРОДНЫЙ АНАЛОГ ОБРАСТАНИЯ

**Т**ема эпibiозов на разных типах живых субстратов: двустворчатых моллюсках, морских травах и водорослях, рыбах и китообразных, безусловно, заслуживает гораздо большего внимания и требует специальных исследований. Являются ли эпibiозы обрастанием? Мнение автора и вопросы терминологии подробно освещены в гл. 8.

### 6.1. Сезонные изменения эпифауны на створках гигантской устрицы в Амурском заливе Японского моря

В настоящее время возрос интерес исследователей к эпibiозам на створках раковин промысловых и культивируемых двустворчатых моллюсков. Это вызвано тем, что эпibiонты ухудшают их товарный вид и приводят к обострению пищевой конкуренции, что увеличивает себестоимость продукции. Кроме этого, исследование формирования таких эпibiозов помогает правильно понять сукцессию сообществ обрастания антропогенных субстратов. В последние десятилетия были изучены состав и закономерности появления эпibiозов на створках двустворчатых моллюсков *Chlamys islandicus* (Денисенко, Савинов, 1984), *Mytilus edulis* (Наумов, Федяков, 1985а, б), *Mizuhopecten yessoensis* (Овсянникова, Левин, 1982), *Mytilus galloprovincialis* и *Ostrea edulis* (Igc, 1981).

Устричные банки были первым объектом, на котором немецкий исследователь XIX в. Карл Мебиус проанализировал сообщества бенгоса и дал им научное определение (Möbius, 1877). Гигантская устрица *Crassostrea gigas*, по мнению специалистов, была первым объектом марикультуры (Раков, 1984). Этот вид успешно культивируется за рубежом, однако в России даже промысел его прекращен в конце 30-х годов прошлого века. В настоящее время разработана и передана промышленности биотехнология разведения устрицы (Жирмунский, Левин, 1986; Раков, 1987), но ни культивирование, ни промысел этого вида у нас до сих пор не налажены. При внедрении биотехнологии могут оказаться полезными предлагаемые сведения о динамике эпibiозов на ее створках: в зависимости от состава и количественных показателей этих сообществ возможен выбор оптимальных сроков сбора продукции.

Было изучено формирование сообществ эпифауны на створках гигантской устрицы как наиболее массового вида и образующего банки («риффы») в кутовой части Амурского залива (Звягинцев, 1991б). Сообщество устриц, описанное К. Мебиусом, за исключением вида эдификатора – самих устриц, представляет собой эпibiоз на створках моллюсков.

На протяжении периода оседания макрообрастателей с июня по ноябрь на створках устрицы зарегистрировано 39 видов животных (табл. 78). За этот период при относительном постоянстве качественного состава эпифауны наблюдали смену последовательных сообществ, т.е. процесс носил сукцессионный характер.

В первой декаде июня на створках устриц отмечено сообщество *Hydroides ezoensis* + *Corophium* sp., включавшее в себя 18 видов животных. Основу (60%) общей биомассы, в среднем равной 11,5 г/дм<sup>2</sup>, составили многощетинковые черви *H. ezoensis*. К характерному виду отнесены строящие илстые домики бокоплавов *Corophium* sp., биомасса которых (вместе с домиками) достигала 3,5 г/дм<sup>2</sup> при плотности поселения 350 экз./дм<sup>2</sup>. Из массовых видов заслуживают внимания спирорбисы *Neodexiospira alveolata* с биомассой 1,5 г/дм<sup>2</sup>, содержащиеся во всех пробах. Стопроцентная встречаемость характерна для гидроидов *Obelia longissima*, покрывавших 40% площади створки при незначительной биомассе. Остальные виды попадались единично и не на каждой створке. Основу видового богатства составляли многощетинковые черви, двустворчатые моллюски, усногие раки. Из Cirripedia наиболее показателен *Solidobalanus hesperius* при плотности поселения 10 экз./дм<sup>2</sup>, встреченный в 90% проб. На каждой створке обнаружено по 1–3 пустых домика баланусов *B. improvisus* диаметром 8–10 мм, очевидно, осевших в прошлом году и не вынесших зимовки при отрицательной температуре воды (см. гл. 7). В эпибиозах найдено несколько десятков мертвых молодых устриц с длиной раковины менее 50 мм, погибших, вероятно, от воздействия льда. Представители остальных групп животных оказались в жизнеспособном состоянии.

Анализ материала, собранного в июле, не выявил сколько-нибудь значительных перемен в количественных показателях сообщества. Доминирующий вид *H. ezoensis* составил 54% от общей биомассы, равной в среднем 13 г/дм<sup>2</sup>. Соотношение биомассы доминирующего и характерного видов почти не изменилось. В первой декаде июля на створках устрицы отмечено начало оседания баланусов *B. improvisus* по 3–5 экз./створку, в это же время появилась молодь мидий *M. trossulus* примерно в таком же количестве. Как и в июне, биомасса амфиподов *Corophium* sp. составила 20% от общей биомассы эпибиоза. Таким образом, в течение двух первых месяцев лета эпибиоз створок устриц представлял собой устойчивое сообщество *H. ezoensis* + *Corophium* sp. при явном доминировании многощетинковых червей.

В августе структура сообществ эпифауны несколько изменилась. Резко возросли количественные показатели баланусов и мидий (рис. 106), которые теперь вошли в состав характерных видов. Общая биомасса эпифауны за счет этих двух видов увеличилась до 18 г/дм<sup>2</sup>; по-прежнему доминировала полихета *H. ezoensis*, составляющая 44% от общей биомассы. Биомасса баланусов достигла 2,5 г/дм<sup>2</sup> при плотности поселения 25 экз./дм<sup>2</sup>, для мидий эти показатели были соответственно равны 4,8 г/дм<sup>2</sup> и 10 экз./дм<sup>2</sup>.

В это же время зарегистрировано оседание молоди двустворчатых моллюсков *Hiatella arctica* (3–4 экз./створку), а также молоди самих устриц (3–5 экз./створку). В августе оседают и трубчатые полихеты *H. ezoensis* (до 15 экз./створку). В дальнейшем число видов стабилизируется, оставаясь в таких пределах до конца ноября.

В конце августа–начале сентября произошла смена доминирующего вида, т.е. образовалось новое сообщество. Доминирующей стала мидия *M. trossulus*, биомасса которой составила 52% от общей. Оседание мидии прекратилось, плотность поселения особей с длиной раковины 4–18 мм достигла 50 экз./дм<sup>2</sup>. Количественные показатели характерных видов, вытесненных мидией, почти не изменились (рис. 106). Продолжалось оседание трубчатых полихет, баланусов и устриц, за счет чего возросла плотность их поселения.

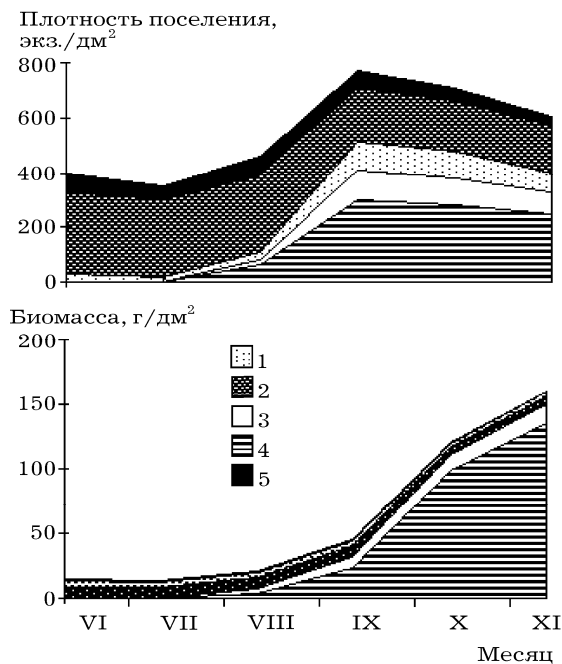


Рис. 106. Изменение биомассы (внизу) и плотности поселения (вверху) эпифауны устриц в летне-осенний период. 1 – *Corophium* sp., 2 – *Hydroides ezoensis*, 3 – *Balanus improvisus*, 4 – *Mytilus trossulus*, 5 – *Neodexiospira alveolata*

эксперимента с пластинами состоит в том, что оседание обрастателей в начале сезона происходит на створку устрицы с имеющимся там обрастанием, перенесшим зимовку в ледовых условиях. В нашем случае изменена схема биотической сукцессии (Зевина, 1972), в частности стадия крупных быстрорастущих форм – баланусов. В обрастании действующих судов для этой стадии характерен другой вид балануса *B. crenatus* (Звягинцев, 1984а), который в эпифаунах створок устрицы полностью замещен видо-интродуцентом *B. improvisus* (см. гл. 7). В настоящее время *B. crenatus* почти невозможно обнаружить в бентосе залива, однако этот вид успешно занял свободную экологическую нишу на антропогенных субстратах – судах и гидротехнических сооружениях. В эпифауне створок устрицы сообщество балануса *B. improvisus* не успевает развиваться; этот вид становится характерным лишь в сформировавшемся сообществе мидий. Анализ материала, собранного в ноябре, показал массовое развитие эпифауны мидии. Оно столь значительно, что платовая часть устричной банки выглядит как банка *M. trossulus*. Если принять во внимание полное отсутствие мидий в эпифауне устриц в первой съемке в начале июня, то из этого следует, что мидия не выносит условий зимовки в платовой части устричной банки, которая подвержена воздействию льда.

Особого внимания заслуживает нахождение сверлящей полихеты *Boccardiella hamata*, повреждающей створки раковин. Часть створок устрицы оказалась пронизанной множеством ходов этих полихет, при массовом развитии способных вызвать гибель моллюска. Среди подвижных форм эпифауны устричной банки отмечен ряд видов хищных брюхоногих моллюсков (табл. 78). Несмотря на массовое развитие такого крупного хищника, как рапана Томаса, устричная банка находится в состоянии экологического равновесия: процент гибели молоди невелик.

В октябре–ноябре сообщество мидий стабилизировалось, доля биомассы доминирующего вида составила около 85%. В ноябре вновь появилась молодь мидий – результат осеннего пика ее оседания (Горин, 1975б). Завершено оседание *B. improvisus*, основная часть баланусов при этом находилась под сплошным слоем мидий с длиной раковины до 25 мм. Находки молоди устриц на ее живых взрослых особях единичны, однако на слагающих основание банки мертвых раковинах найдено до 15 экз. молоди устриц на одну створку. Очевидно, так идет процесс «рифостроения» устричной банки, поэтому в дальнейшем следует ожидать увеличения ее площади.

Таким образом, формирование эпифауны на створках устрицы в исследованный период носит сукцессионный характер. Отличие данного исследования от



Существует мнение, что заранее определить появление эпифауны на створках устрицы практически невозможно (Раков, 1987). Исследования, проведенные нами в мае 1987 г., показали массовую гибель не вынесших зимовки мидий и баланусов – сохранились лишь их пустые створки и домики, отпавшие от раковин устрицы. На них, как и в 1986 г., отмечено сообщество полихет *H. ezoensis*. Таким образом, в Амурском заливе на створках устрицы ежегодно происходит закономерная, вполне предсказуемая смена сообществ эпифауны в соответствии с фазами биотической сукцессии. Высокая интенсивность оседания эпифауны, в частности мидий *M. trossulus*, свидетельствует о том, что организация хозяйств марикультуры устриц в этой и подобных по условиям частях залива нерациональна.

## **6.2. Сообщества зарослеобразующих макрофитов в тропиках**

Прибрежная полоса зарослеобразующих макрофитов играет значительную роль в продуктивности донных сообществ. Наряду с основной функцией образования первичной продукции макрофиты служат местообитанием и источником пищи ряда беспозвоночных животных, а также субстратом для эпифитов. Водоросли и морские травы являются временным убежищем для оседающей из планктона молоди ряда организмов, где питаются и нерестятся многие виды бентосоядных рыб.

Сообщества эпифитов и беспозвоночных животных, обитающих в зарослях макрофитов, обладают рядом специфических свойств, позволяющих выделить их в группу «зарослевых сообществ» (Маккавеева, 1979; Seed, O'Connor, 1981). Они представляют собой комплекс организмов, приспособленных к существованию на макрофитах и удовлетворяющих свои пищевые потребности в данных условиях.

Внутри населения зарослевого сообщества выделяется два комплекса видов: фитофильный, включающий подвижные организмы, и эпифитный, использующий макрофит в качестве субстрата и непосредственно обитающих на нем.

Наряду с доминирующим видом-субстратом важную роль в образовании первичной продукции играют эпифитные водоросли. Так, их годовая продукция по сравнению с таковой морских трав может изменять ее от 17% в умеренных водах до 22% в тропиках (Jones, 1968). Конкурируя с макрофитом-субстратом за свет и растворенные питательные вещества, эпифиты в значительной степени влияют на его рост и развитие. Экспериментально показано, что наличие эпифитов на листьях зостеры вызывает снижение фотосинтеза на 31% (Orth, VanMontfrans, 1984). Уменьшается скорость накопления агара грацилярией (Ohgai, Takesue, 1987). Зарослевые сообщества являются природной резервацией потенциальных обрастателей судов и гидротехнических сооружений. Все это послужило обоснованием для проведения исследования эпифитона зарослеобразующих макрофитов в тропиках во время участия автора в 15-м альгологическом рейсе НИС «Академик Александр Несмеянов». Кроме того, в литературе практически отсутствуют сведения о зарослевых сообществах прибрежных вод Республики Сейшельские Острова.

**Сообщество *Thalassodendron ciliatum*.** Зарослевое сообщество морской травы *T. ciliatum* является одним из наиболее распространенных в исследованном районе. В отличие от большинства морских трав талассодендрон имеет незащищенный грунтом стебель. Это способствует формированию тенелюбивого сообщества корневищ и стеблей наряду с фотофильным сообществом листьев.

Зарослевое сообщество *T. ciliatum* исследовано в нижней литорали о-ва Сент-Жозеф и сублиторали о-ва Козливи. Наиболее обильно по качественному составу и количественным показателям было сообщество на корневищах и стеблях.

Здесь обнаружено 39 видов эпифитных водорослей (Chlorophyta – 8, Phaeophyta – 1, Rhodophyta – 30 видов, табл. 79). Были выявлены основные таксономические группы (Ivin et al., 2000).

В нижней литорали эпифиты были представлены одним видом – зеленой водорослью *Dictyosphaeria cavernosa* с биомассой 9,45 г/кг. В эпифауне доминировали иглокожие (офиуры) и брюхоногие моллюски с биомассой 35,36 и 33,00 г/кг при плотности поселения 71,5 и 56,5 экз./кг. Количественные показатели других групп животных – ракообразных и оболочников – значительно ниже. Общая биомасса сообщества – 84,34 г/кг при плотности поселения 164 экз./кг.

В целом эпифауна состояла из детритофагов, обитающих среди корневищ травяного мата. Во время исследования наблюдались сильные сизигийные отливы, в результате чего литораль полностью обнажалась. Это способствовало отмиранию талассодендрона и, вероятно, гибели ряда эпибионтов, а также миграции подвижных форм в верхнюю сублитораль. На листьях местами сохранились поселения инкрустирующих организмов – мшанок, известковой водоросли *Melobesia* sp. В пазухах листьев найдены домики многощетинковых червей-спирорбид (10–15 экз./см).

На глубине 1 м эпифиты представлены в основном красными водорослями (90,4 % от общей биомассы). Доминировала *Gelidiella myriocladia* с биомассой 18,5 г/кг. В эпифауне основу биомассы составляли губки (1,5 г/кг). Численно преобладали брюхоногие моллюски (родов *Mitrella* и *Nerita*) и разноногие раки с плотностью поселения 36 и 20 экз./кг. Несколько ниже были количественные показатели многощетинковых червей и десятиногих раков (по 16 экз./кг). Общая биомасса сообщества не превышала 25 г/кг.

На глубине 3 м увеличилась роль красных водорослей в эпифитоне до 99,3% от общей биомассы. Здесь доминировал *Dictyurus occidentalis* с биомассой 136,4 г/кг. Среди субдоминантов выделялись *Halopligma duperreyi* и *Griffithsia subcylindrica* с биомассами 26,7 и 14,7 г/кг соответственно. С увеличением глубины произошла смена доминирующих видов. При этом наблюдалось увеличение доли зеленых водорослей до 51,6 % биомассы эпифитов на глубине 10 м. Преобладала *Halimeda opuntia* с биомассой 17,7 г/кг. Несмотря на значительное видовое богатство красных водорослей, их общая биомасса снизилась до 17,1 г/кг.

С увеличением глубины биомасса эпифитирующих водорослей снизилась, одновременно уменьшилась и роль эпифитов в эпибиозе. Если на глубине 3 м она составляла 95,2% от общей биомассы эпибиоза, то на 10 м эта величина не превышала 10% (рис. 107).

Фауна эпибиоза была достаточно полно представлена главными систематическими группами. На глубине 3 м основу биомассы составляли губки (8,4 г/кг). Доля основных групп животных была невелика, их суммарная биомасса не превышала 0,5 г/кг. Численно доминировали разноногие раки – 28 экз./кг. Общая плотность поселения подвижных форм составляла 49 экз./кг. С увеличением глубины возросла роль эпифауны в эпибиозе. На глубине 10 м преобладали мшанки – 273,1 г/кг, биомасса губок возросла до 64,3 г/кг. Снизилась роль подвижных форм, общая плотность поселения которых составляла 22 экз./кг.

Эпифиты фитофильного сообщества листьев талассодендрона были представлены красными водорослями родов *Griffithsia* и *Melobesia*. Из животных обычны гидроиды, мшанки и губки. В пазухах листьев нередко встречались поселения многощетинковых червей спирорбид (до 20 экз./см) диаметром 0,7–1,0 мм.

На глубине 1 м наблюдалось значительное покрытие листа талассодендрона красной водорослью мелобезия и губками. Наибольшее проективное покрытие отмечено на 1-м листе за счет развития мелобезии – 44%. С уменьшением возраста листа

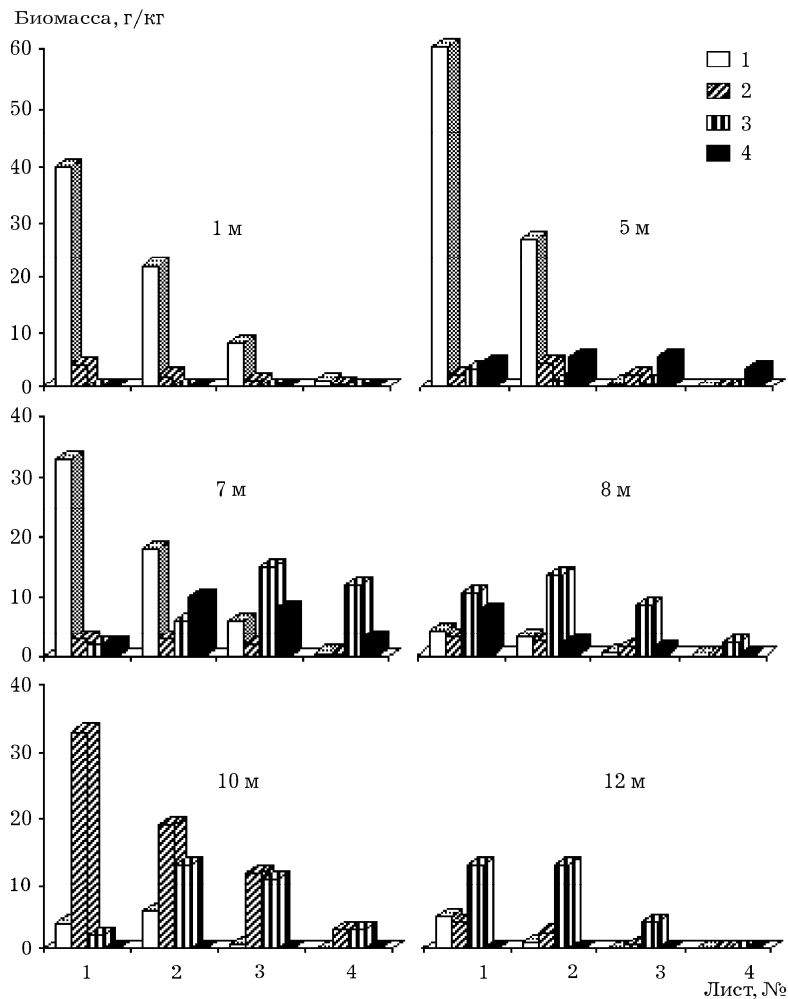


Рис. 107. Изменение соотношения биомассы компонентов эпифитона талассодендрона *Thalassodendron ciliatum* в зависимости от глубины. 1 – *Melobesia* sp., 2 – *Spongia*, 3 – *Hydroidea*, 4 – прочие

снизилась площадь покрытия инкрустирующими организмами. Наиболее молодой 5-й лист, находящийся в зачаточном состоянии, не заселен.

На глубине 5 м покрытие листа изменялось в пределах 2,2–9,1%. Наибольшее проективное покрытие отмечено на 1-м и 2-м листьях за счет массового развития гидроидов. На глубине 12 м появились губки со значительной интенсивностью покрытия листьев. Проективное покрытие губками изменялось от 18 до 2,5% с 1-го по 4-й лист соответственно. Роль гидроидов по сравнению с губками значительно ниже. На 1-м отмирающем листе наблюдалось наименьшее покрытие (1%). В эпифитозе 2-го листа гидроиды достигли максимального покрытия – 12%. На более молодых листьях произошло снижение интенсивности покрытия. Роль красных водорослей оказалась незначительной, площадь покрытия ими не превышала 1% даже на 1-м листе (рис. 108).

**Сообщество *Sargassum* spp.** Зарослевое сообщество *Sargassum duplicatum* + *Sargassum* sp. 1+ *Sargassum* sp. 2 исследовано в сублиторали о-ва Праслен. В его составе зарегистрировано 18 видов водорослей-эпифитов (Chlorophyta – 6, Phaeophyta – 3,

Rhodophyta – 9 видов, табл. 79). Несмотря на таксономическое разнообразие, ни один из видов не играл в сообществе значительной роли, биомасса каждого из них не превышала 0,1 г/кг.

Эпифауна была представлена только подвижными формами. На глубине 1 м основу эписпиоза составляли равноногие раки с плотностью поселения 59 экз./кг. Несмотря на высокую численность, биомасса их невелика. Среди субдоминантов наиболее обычными были равноногие раки с плотностью поселения 29 экз./кг, остальные группы животных были представлены одиночными особями при незначительной биомассе. Общая биомасса эписпиоза составляла 0,19 г/кг при плотности поселения 96 экз./кг.

С увеличением глубины качественный состав эписпиоза практически не изменился. На глубине 5 м доминировали иглокожие (прежде всего Ophiuroidea) с биомассой 0,11 г/кг и плотностью поселения 56 экз./кг. Данный показатель возрос у брюхоногих моллюсков (23 экз./кг), представленных видами родов *Mitrella*, *Triphora* и *Turbo*, однако ракообразных стало значительно меньше. Общая биомасса эписпиоза саргассов составляла 0,16 г/кг при плотности поселения 105 экз./кг.

**Сообщество *Halimeda* spp.** Зарослевое сообщество *Halimeda opuntia* + *Halimeda* sp. исследовано в сублиторали о-ва Альдабра. Отдельные кустики халимеды встречаются во всем диапазоне глубин, но ее заросли были обнаружены только на глубинах свыше 12 м.

Эпифиты зарослей халимеды состояли из красных водорослей родов *Griffithsia*, *Melobesia* и *Peyssonnelia* (табл. 79), покрывающих 10–15% поверхности макрофита-субстрата. Несмотря на значительное проективное покрытие, эпифиты не давали больших биомасс, за исключением *Peyssonndia* sp. на глубине 12 м (1,1 г/кг).

Фауна эписпиоза была довольно полно представлена основными систематическими группами. На глубине 12 м основу биомассы составляли губки (2,9 г/кг) и десятиногие раки (2,0 г/кг), доля остальных групп животных была невелика. Общая биомасса эписпиоза – 7,4 г/кг, плотность поселения подвижных форм – 365 экз./кг. Численно доминировали равноногие раки. На глубине 20 м снизилась роль подвижных форм, общая плотность поселения их упала до 241 экз./кг. Из прикрепленных форм по биомассе преобладали губки и корковые мшанки (2,7 и 2,4 г/кг соответственно). Несколько возросла роль асцидий (1,6 г/кг), количественные показатели остальных групп животных изменились незначительно. Общая биомасса эписпиоза – 8,5 г/кг, плотность поселения подвижных форм – 241 экз./кг.

Таким образом, в составе эписпиозов исследованных макрофитов зарегистрировано 49 видов водорослей (см. табл. 79). Животные были представлены основными таксономическими группами. Максимальное видовое богатство (34 вида) отмечено у красных водорослей.

Несмотря на большое число видов, лишь немногие группы животных и водорослей сообщества содержали значительную биомассу. Однако некоторые эпифиты родов

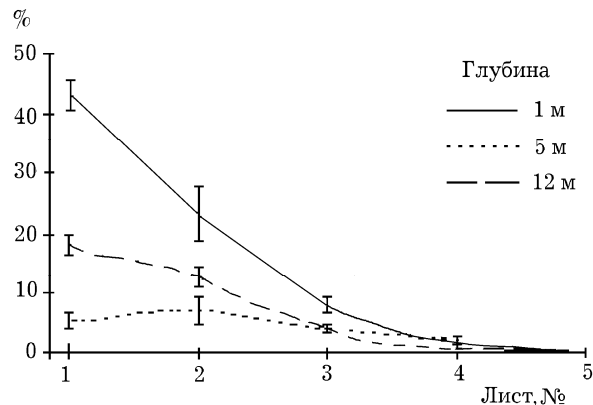


Рис. 108. Изменение степени покрытия листьев талассодендрона *Talassodendron ciliatum* эпифитом в зависимости от глубины. По оси ординат – степень покрытия листа, %. Вертикальные линии – ошибка средней

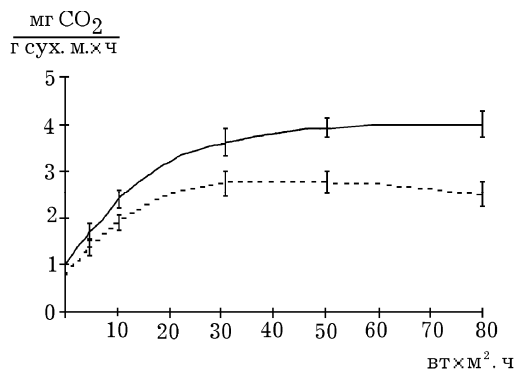


Рис. 109. Изменение первичной продукции листа талассодендрона *Thalassodendron ciliatum* с 10%-ным покрытием эпифитами (пунктир) и без эпифитов (непрерывная линия). По оси абсцисс — освещенность, по оси ординат — скорость фотосинтеза

*Griffithsia* и *Melobesia*, обладающая незначительной массой, имели высокое проективное покрытие (до 30–80%) на листьях талассодендрона. Это, несомненно, оказывало влияние на развитие и продукцию макрофита-субстрата. Проведенные исследования выявляют, что даже 10 %-ное покрытие листа эпифитами вызвало снижение уровня светового насыщения при фотосинтезе в 1,72 раза (рис. 109). Различия между кривыми изменения первичной продукции обросших и не обросших эпифитами листьев талассодендрона, вычисленное по *t*-критерию, оказалось достоверным ( $t = 6,718$  при  $P < 0,001$ ) (результаты проведенного в рейсе опыта любезно

предоставлены научным сотрудником лаборатории фотосинтеза ИБМ П.В. Колмаковым). При максимальной зарегистрированной степени покрытия листьев талассодендрона эпифитами (80 %) следует ожидать увеличения этого показателя в несколько раз. Таким образом, при оценке продукционных показателей макрофитов нужно учитывать интенсивность заселения их различными эпифитами.

Сравнительный анализ эпибиозов макрофитов разных видов позволяет сделать вывод об основных тенденциях изменений в видовом составе, численности и биомассе эпифитона.

Для сообщества *T. ciliatum* характерна следующая зависимость распределения и роли различных групп эпибионтов от глубины произрастания макрофита-субстрата. Для минимальных глубин характерна высокая численность подвижных форм животных, значение прикрепленных форм невелико. Подобный характер распределения вагильных форм отмечен и для зарослей халимеды. На мелководных участках при большой освещенности создаются условия для массового развития микроэпифитона, прежде всего диатомовых водорослей. Это создает благоприятные условия для развития фитофагов. С увеличением глубины возрастает численность детритофагов, рост биомассы прикрепленных организмов, прежде всего мшанок и губок. По мере увеличения глубины снижается биомасса эпифитов с одновременным уменьшением их роли в эпибиозе. Изменение качественного состава выражается в снижении роли красных водорослей и вытеснении их зелеными на больших глубинах.

Для зарослей саргассов характерны иные закономерности. Увеличение глубины практически не влияет на общую биомассу эпибиоза, однако происходит рост плотности поселения подвижных форм. Прикрепленные организмы (гидроиды) встречаются лишь в качественных пробах. В отличие от талассодендрона и халимеды, саргассы имеют разветвленные слоевища, что предопределяет рост потенциальной площади для оседания детрита. Увеличение глубины сопряжено со снижением степени волнового воздействия и создает благоприятные условия для накопления детрита, что способствует массовому развитию детритофагов.

### 6.3. Эпифауна на теле рыб

Эпифауна отмечена на теле рыб, в основном ведущих неподвижный образ жизни, однако имеют место и случаи обнаружения гидроидных полипов на теле активно плавающих рыб. Первое упоминание о наличии колоний гидроидов *Sertularia operculata* на теле рыбы-собаки *Squalus acanthias* принадлежит Корнишу (Cornish, 1868, по: Lauckner, 1984). В дальнейшем и до настоящего времени находки разных видов гидроидов (*Podocерella minoi*, *Perigonus pugettensis*, *Stylactus piscicola*, *Podocoryne bella* и др.) отмечены многими авторами на теле малоподвижных рыб, чаще представителей скорпеновых, в разных районах Мирового океана. Найдены колонии гидроидов *Hydrichthys mirus* на подвижных рыбах *Seriola zonata* (Miner, 1950, по: Lauckner, 1984). Этими авторами поселения гидроидов классифицируются как паразитические заболевания рыб.

Известны находки колоний *Obelia longissima* на теле разных рыб, обитающих в верхней сублиторали Дальневосточного морского заповедника. Так, в августе 1984 г. у о-ва Большой Пелис (зал. Петра Великого Японского моря) на глубине 15 м обнаружена особь восточного морского окуня *Sebaster taczanowskii* с прикрепленным к анальному плавнику гидроидом (Гомелок, Маркевич, 1987). Исследования авторов показали, что последний не мешал рыбе вести нормальный образ жизни. Две колонии *O. longissima*, состоящие из 17 столонов с длиной до 110 мм (аналогичная длина столонов этого вида зарегистрирована на судах и ГТС зал. Петра Великого), были прикреплены гидроризой к анальному плавнику морского окуня. Прикрепление гидроида к рыбе, ведущей достаточно подвижный образ жизни, авторы объясняют малой активностью этого вида рыб во время нереста. Возможно, главной причиной столь редкого явления стало поражение анального плавника дерматомикозом. По неопубликованным данным, любезно предоставленным А.И. Маркевичем, гидроид из одного столона длиной до 150 мм обнаружен на спинном плавнике желтого (трехполосого) окуня *S. trivittatus* в этом же районе. Наиболее многочисленны такие находки на теле малоподвижной тихоокеанской волосатки *Hemitripterys villosus* у о-ва Большой Пелис на глубине 3–5 м. Здесь гидроиды обнаружены на 10 экз. данного вида и на 1 экз. в бух. Спасения, причем обильные поселения гидроидов встречены по всему телу рыб, кроме брюха.

### 6.4. Эпифауна на теле китообразных

В этой главе приведено описание основных эпибионтов наиболее крупных представителей отряда китообразных – подотряда усатых, или беззубых, китов (Mysticeti). Всего современных видов в отряде 81 (Hershkovitzh, 1966). Большинство усатых китов относится к наиболее крупным современным животным на земном шаре: он достигает 33 м в длину. Практически на всех видах китов имеются эпибионты. В литературе эпибионтов китообразных обычно называют «обрастанием», «эктопаразитами», либо просто «поселенцами». При этом настоящими паразитами, питающимися за счет хозяина, можно считать лишь так называемых китовых вшей – разноногих ракообразных, представителей отряда Amphipoda, а также веслоногих ракообразных рода *Penella*. Данные по эпибионтам усатых китов взяты из монографии В.Е. Соколова и В.А. Арсеньева (1994).

На теле серых китов *Eschrichtius robustus* имеются эпибионтные поселения усоногих раков *Cryptolepas rachianectei*, иногда образующих огромные скопления при стопроцентном покрытии кожи кита. Распределяются они неравномерно, расположение «колоний» ракообразных соответствует потокам струй воды при движении кита, причем каждое ракообразное своим передним концом ориентировано против тока воды. Специалисты считают, что пятнистость серых китов – результат жизнедеятельности

эпibiонтных усонoгих раков, эмбрионы китов пятен не имеют (Соколов, Арсеньев, 1994). Предполагается, что после отпадения усонoгих раков пигментация тела кита восстанавливается, иначе почти все тело серых китов было бы абсолютно белым.

На коже серых китов паразитирует три вида разноногих ракообразных, называемых китовыми вшами (*Cyamus scammoni*, *C. ceti*, *C. kessleri*). Численность этих амфипод может быть поистине поразительной – в естественных впадинах тела они покрывают кожу сплошным слоем, нередко в несколько рядов. Длина паразита может достигать значительных для амфипод размеров – 22 мм. При этом кожный покров серых китов реагирует сильными изменениями структуры эпидермиса в местах поселений эктопаразитов вплоть до полного разрушения его наружных слоев.

Для представителей семейства полосатиковых (Balaenopteidea) – сейвалов *Balaenoptera borealis* – характерны веслоногие эктопаразиты *Penella balaenoptera*. На пластинах уса сейвалов обитают веслоногие рода *Balaenophilis* и жгутиковые рода *Hematophagus*. Из усонoгих раков отмечены *Xenobalanus globicipitis*, *Coromula* sp., а также поселяющиеся на них эпibiонтно морские уточки *Conchoderma auritum*. Встречаются диатомовые водоросли, в большинстве случаев это *Cocconeis ceticola* и в меньшей степени *Licmophora lyngbyei*, *Fragillaria antarctica* и *Navicula* sp. К коже сейвалов иногда могут прикрепляться миноги *Entosphenus teidentatus*, от укусов которых остаются следы в виде овальных пятен. Аналогичные эпibiозы отмечены у другого представителя полосатиковых – финвала *B. physalus*, на котором в Южном полушарии поселяется и *Penella antarctica*. В летние месяцы почти все финвалы покрываются сплошной пленкой диатомовых водорослей, в основном *C. ceyicola*. Иногда их считают паразитами китов, однако, по мнению В.Е. Соколова и В.А. Арсеньева (1994), правильнее не относить их к настоящим паразитам. На самых крупных представителях полосатиковых – синих китах *B. musculus* – найдено 5 видов накожных ракообразных: веслоногие *P. balaenopterae*, усонoгие *C. regina*, *C. auritum*, *X. globicipitis*, а также китовые вши *Cyamus* sp. С помощью цедильного аппарата обнаружены веслоногие *Balaenophilus uniseus* и нематода *Odontobius ceti*. На коже синих китов встречается более 30 видов диатомовых водорослей.

Максимальное развитие эпibiонтов отмечено на теле горбчатых китов *Megaptera novaeangliae*. Из усонoгих чаще встречаются крупные *C. diadema* с диаметром домика до 100 мм, а также *C. regina*, на которых в свою очередь в массе поселяются морские уточки *C. auritum*. В местах с неровностями и повреждениями кожи многочисленны китовые вши *Paraciamus boopis*, реже *C. elongatus*. Диатомовые водоросли родов *Cocconeis* и *Licmophora* отмечены лишь на китах Южного полушария. У берегов Британской Колумбии известны повреждения кожи китов миногами.

Для представителя семейства гладких китов Balaenidae – южного кита *Balaena glacialis* – характерно наличие трех видов китовых вшей: обычно *C. ovalis*, редко *C. erraticus* и *C. ceti*. На австралийском подвиде выявлена *Paracyamus gracilis*. Из усонoгих раков в Тихом океане известна *C. regina*, на бискайских китах – *C. biscayensis*. Изредка встречаются диатомовые водоросли *C. ceticola*.

Таким образом, эпibiозы усатых китов обычно представлены усонoгими ракообразными родов *Coromula*, *Xenobalanus* и *Conchoderma* (см. гл. 8), а также рядом видов диатомовых водорослей. Кроме того, на теле китов поселяются паразитические разноногие и веслоногие ракообразные родов *Cyamus* и *Penella*.

Вообще говоря, быстроходные корабли сную между портами всего мира, заносят из одних стран в другие растения и животных. Многие все-таки выживают и порою процветают на чужбине лучше, чем у себя на родине.

Н.И. Т а р а с о в

## ГЛАВА 7. РОЛЬ АНТРОПОГЕННЫХ СУБСТРАТОВ В РАССЕЛЕНИИ ВИДОВ

**П**роблема вселения видов входит в число важнейших экологических проблем конца XX в. (Carlton, Geller, 1993). За последние 50–60 лет в связи с бурным развитием судоходства участились случаи расселения видов с помощью судов в самые различные районы Мирового океана. Данное явление касается не только отдельных животных – иногда происходят глобальные изменения на уровне целых фаун.

Чаще всего судами переносятся прикрепленные формы – представители подотряда *Balanomorpha*, из которых число отмеченных на судах видов составляет 9% от их общего количества (Зевина, 1982). Так, в годы Второй мировой войны на судах с побережья Австралии к берегам Европы был занесен усногий рак *Elminius modestus*. Существует мнение, что баланус *Balanus improvisus* в XIX в. проник в Европу с восточного побережья Америки (Gislen, 1930), однако это не подтверждают современные палеонтологические данные (Зевина, Стрелков, 1983). После открытия Волго-Донского канала в 1955 г. данный вид проник в Каспийское море (Зевина, 1959). Затем его расселение происходило в различных районах Тихого океана (Kawahara, 1963; Utinomi, 1966). Аналогичный путь проделан и баланусом *B. eburneus*, ранее известным из тропических районов западной Атлантики (Зевина, Горин, 1971).

Коренное изменение фауны Каспийского моря произошло после открытия Волго-Донского канала – буквально за одно десятилетие переселилось около двадцати видов. Процесс заселения Каспия новыми видами подробно описан рядом авторов, только Г.Б. Зевинной опубликована целая серия работ. Автор анализирует изменения, которые произошли в составе фауны обрастания, и дает прогноз возможных новых вселенцев. Результаты процесса интродукции последних в Каспийское море обобщены этим автором в двух монографиях (Зевина, 1972, 1994). Примером коренного изменения аборигенной фауны в результате вселения только одного вида может служить интродукция и акклиматизация *Mytilaster lineatus* в Каспийском море (Логвиненко, 1965). Факт натурализации ряда видов-вселенцев в Каспийском море в более позднее время подтвержден Ю.Я. Латыповым (1995).

В разные районы Мирового океана расселилась полихета *Mercierella enigmatica*, известная ранее с побережья Индии и ведущая прикрепленный образ жизни. Этот вид менее чем за 50 лет завоевал берега Атлантического и Тихого океанов, внутренних европейских морей и сейчас распространен всюду между 60° с. ш. и 45° ю. ш. (Ruller, 1966; цит. по: Зевина, 1972).

Известны и случаи расселения свободноживущих форм. Краб *Rhithropanopeus harrisi* занесен в Европу с берегов Америки судами и, несмотря на сравнительно недавнее появление, играет теперь немаловажную роль в экологии бентоса и обрастания европейских морей. Процесс расселения этого вида детально описан в сводке О.Г.



Резниченко (1967). Сходный путь акклиматизации прошел восточноазиатский краб *Eriocheir chinensis* в западноевропейских водах (Расс, Резниченко, 1977). Хищный брюхоногий моллюск *Rapana venosa* впервые обнаружен в Черном море в 1947 г. и за два десятилетия вызвал значительные изменения местной фауны, почти полностью уничтожив ценных промысловых моллюсков – устриц и мидий. Существует мнение, что кожистые кладки этого моллюска занесены из Японского моря судами (Зевина, 1972).

Наибольшего масштаба процесс вселения видов достиг буквально в последнее время. В 1990-х годах японская водоросль *Undaria pinnatifida* вселилась в воды Австралии (Нау, 1990), европейская мшанка *Membranipora membranacea* и голожаберный моллюск *Tritonia plebeia* появились в северо-западной Атлантике (Lambert et al., 1992), венесуэльская мидия *Perna perna* обосновалась в Техасе (Hicks, Tunnel, 1993), прибрежный краб *Hemigrapsus sanguineus* проник в прибрежные воды штата Нью-Джерси, полихега-спионида *Marenzelleria viridis* из Америки переселились в Германию (Essink, Kleff, 1993). Трансокеанические миграции с последующим внедрением в местную фауну совершил североатлантический зеленый краб *Carcinus maenas*, который теперь обычен у побережья Сан-Франциско (Cohen et al., 1995). Сюда же вселился брюхоногий моллюск *Philine auriformis* из Новой Зеландии (Gosliner, 1995). Обычная для Черного моря гидромедуза *Maotias inexpectata* также проникла в залив Сан-Франциско и сейчас входит в состав местной фауны (Mills, Sommer, 1995).

В специальном выпуске международного журнала «Aquatic Ecology», посвященном полихете-спиониде *Marenzelleria* sp., обсуждается процесс интродукции и натурализации этого вида в европейские моря из Северной Америки (Bastrop et al., 1998). Известен факт недавней трансконтинентальной интродукции дальневосточной морской звезды *Asterias amurensis* в Австралию (Ward, Andrew, 1995). В настоящее время этот хищник представляет серьезную опасность для австралийских бентосных и культивируемых двустворчатых моллюсков. Отмечено вселение европейских двустворчатых моллюсков дрейссен в Северную Америку (Effler et al., 1996). Эти виды доминируют в сообществах обрастания во внутренних европейских морях. Азиатский эстуарный двустворчатый моллюск *Corbicula fluminea* также вселяется в Северную Америку (Phelps, 1994). В обзоре Ж. Карлтона (Carlton, 1987) приведен ряд примеров трансокеанических вселенцев в Тихом океане.

Большое внимание вопросу расселения видов уделяется японскими специалистами. Процесс интродукции организмов-обрастателей в Токийский залив (о-в Хонсю) описан с начала XX в. и продолжается до настоящего времени. Мидия *Mytilus galloprovincialis* интродуцирована в 1929 г., впервые это описано И. Миядзаки (Miyazaki, 1938). В 1950 г. в Токийский залив вселился баланус *Balanus amphitrite* (Henry, McLaughlin, 1975), во второй половине 1960-х годов – *B. improvisus*, в 1975 г. – ацидия *Molgula manhattensis* (Kajihara, 1996). Со второй половины 1970-х годов этим автором описано вселение в Токийский залив еще 3 видов двустворчатых моллюсков, встречающихся в обрастании: *Limnoperna fortunei*, *Chloromytilus viridis*, *Mytilopsis sallei*.

*L. fortunei* впервые отмечена в Токийском заливе в 1983 г. Она уже в 1989 г. оказалась на втором месте по частоте встречаемости после *M. galloprovincialis*, а в отдельных случаях стала доминирующим видом сообщества обрастания портов Кавасаки и Иокогама. Вселившись в воды о-ва Хамана, *L. fortunei* всего за пять лет вытеснила местные виды двустворчатых моллюсков (Okamoto, 1995, цит. по: Kajihara, 1996); к настоящему времени этот вид натурализовался.

*Chloromytilus viridis* в конце 1960-х годов появился, затем исчез во Внутреннем Японском море и у побережья префектуры Такаги. В Токийском заливе впервые отмечен в 1986 г., через три года зарегистрирован на пирсе п. Иокогама. Зимой по мере

снижения температуры воды все особи *C. viridis* элиминировали. В 1994 г. в Токийском заливе была аномально высокая летняя температура воды, что вызвало массовую гибель *M. galloprovincialis*, однако на некоторых участках поверхности пирса сохранились поселения *C. viridis*. В обрастании пирса все особи этого вида зимой элиминировали вследствие низкой температуры, однако в месте сброса нагретой воды системы охлаждения электростанции оставались крупные особи *C. viridis* (Ito, неопубликованные данные). Отмечены зимующие особи этого вида и на побережье Хонсю (п. Эносима) рядом со сбросом нагретых до 15 °С вод системы охлаждения электростанции (Ueda, Nagiawara, 1990, цит. по: Kajichara, 1996).

*Mytilopsis sallei* впервые обнаружен в бентосе у побережья Японии в зал. Симидзу в 1975 г., в Токийском заливе – в 1983 г. в обрастании опор моста. По неопубликованным данным Ито и Кадзихара (Ito, Kajichara), оседание *M. sallei* происходит с августа по ноябрь.

*Balanus amphitrite* считается недавним вселенцем в Токийский залив. В 1963 г. он стал здесь доминирующим видом литоральных сообществ и почти полностью вытеснил *B. reticulatus*, сместившись в верхнюю сублитораль. На экспериментальных пластинах в п. Екосука обнаружено 2 вида усоногих раков: *B. amphitrite* и *B. eburneus*, а *B. reticulatus* зарегистрирован не был (Henry, McLaughlin, 1975). По данным этих авторов, вселение *B. amphitrite* в Токийский залив произошло в период с 1930 по 1950 г. По более поздним сведениям, в портах Йокогама и Токио *B. amphitrite* встречается чаще, чем вид-абориген *B. reticulatus*, т.е. в данном случае можно говорить о натурализации *B. amphitrite* в Токийском заливе (Kajichara, 1996).

Обобщающая информация о вселении в воды Японии 18 видов морских sessильных организмов с помощью судов приведена в последней сводке Отани (Otani, 2002). Автором детально анализируются интродукция и натурализация ряда видов усоногих раков, полихет, мшанок, брюхоногих и двустворчатых моллюсков с момента их появления у берегов Японии в начале прошлого века и до настоящего времени. Многие из упомянутых этим автором видов вселились и в зал. Петра Великого.

Примеров переноса самых различных организмов судами можно привести очень много, мы упомянули наиболее известные случаи с широким масштабом вселения.

## 7.1. О терминологии

Проблема акклиматизации организмов бурно обсуждалась на протяжении последнего столетия с параллельным формированием и изменением основных понятий и терминов, предложенных еще в XIX в. Среди гидробиологов до сих пор проходят дискуссии и возникают разногласия в области терминологии, касающейся акклиматизации гидробионтов, несмотря на неоднократные попытки ее унифицировать. Непоследовательность и противоречивость основной терминологии во многом обусловлены длительной историей сменяющих друг друга теорий акклиматизации и субъективностью выделения ее этапов. Лишь насущные задачи пополнения кормовой базы ценных каспийских осетровых, а также обоснования для введения в культуру некоторых беспозвоночных, активизировали разработку теории акклиматизации морских гидробионтов. Л.А. Зенкевич (1940), Б.Г. Иоганзен (1975) и А.Ф. Карпевич (1975) обобщили опыт и разработали актуальные до настоящего времени методы акклиматизации. С некоторыми дополнениями применяемая ими терминология используется и другими авторами (Расс, Резниченко, 1977). На наш взгляд, требуется уточнение некоторых основных понятий, что связано с бурным развитием в последние годы популяционно-экологических исследований.

**Интродукция.** Под этим понятием обычно подразумевается перенос организмов с целью введения их в новую область (страну), где они до сих пор не существовали (Малеев, 1933). Иногда указывается, что интродукция означает перенос в другой водоем, биотоп (Карпевич, 1975). Реже так именуется введение в культуру, безотносительно, проводится оно в пределах ареала или нет (Базилевская, 1964). Б.Г. Иоганзен (1975) подчеркивает необходимость участия человека во введении организмов («акклиматизация») в «акклибиотоп». Если оставить в стороне интродукцию как введение в культуру, что явно уводит нас от исходного определения термина, то требуют разъяснения два обстоятельства.

Во-первых, не оправдано расширительное толкование интродукции как возможности переноса в пределах ареала, что вытекает из определения А.Ф. Карпевич. Признак интродукции – перенос через импедитные, т.е. непреодолимые в обычных условиях границы (Зенкевич, 1940).

Во-вторых, в большинстве определений явно подразумеваются два различных явления – перенос организмов и существование их в новом районе как результат такого переноса. Это особенно проявляется при анализе нашего материала: есть определенное число видов, выдержавших трансокеанический перенос судном, но не сумевших освоить новые районы. Успех выживания во время переноса связан с другими факторами, а не теми, от которых зависит выживание в новом месте. По этой причине становится обоснованным введение Т.С. Рассом и О.Г. Резниченко (1977) термина «трансплантация» для обозначения переноса. Под «интродукцией» тогда должна пониматься первая фаза акклиматизации – выживание переселенцев от момента попадания на новый участок до появления следующего поколения. По-видимому, размножение вселенцев, появление особей следующего поколения свидетельствуют об успешном завершении интродукции и о переходе данной группы на следующий этап акклиматизации – формирование независимой популяции.

Иногда в смысле трансплантации и интродукции употребляются термины «инвазия», «бракеражная, попутная, случайная акклиматизация» (Карпевич, 1975; Иоганзен, 1975). Они преокупированы в других разделах экологии и явно неудачны. Мы предлагаем именовать прямую попутную форму переноса организмов котрансплантацией, имея в виду, что он всегда осуществляется совместно с ноотрансплантацией – прямой целевой формой трансплантации. Известны многочисленные примеры попутного переноса организмов совместно с теми, кого специально переселял человек (Карпевич, 1975), в т.ч. и занос с тихоокеанской устрицей ряда видов беспозвоночных из Японии в Северную Америку.

Особенности трех типов трансплантации можно кратко сформулировать следующим образом. При ноотрансплантации перенос осуществляется человеком вне собственно биосферы (внутри контейнеров и т.п.). Котрансплантация проходит аналогично, но при этом подборка факторов для успешного переноса и в дальнейшем акклиматизации не проводится; успех трансплантации обычно связан со сходством требований к окружающим условиям у ноо- и котрансплантанта, которые создаются для первого. Автотрансплантация происходит в пределах биосферы, человеческая деятельность лишь позволяет гидробионтам «прорваться» сквозь импедитные преграды.

**Акклиматизация.** При значительном разнообразии определений (см. обзоры: Карпевич, 1975; Иоганзен, 1975; и др.) можно выделить три характеристики: 1) адаптация к новым условиям водоема-реципиента («акклибиотопа» по Иоганзену); 2) появление морфологических, поведенческих и экологических отличий от исходной популяции; 3) формирование новой популяции на основе ограниченного исходного генофонда. Из этих подходов – физиологического, генетического и популяционного – важнейшим, обуславливающим остальные и позволяющим сформулировать

конструктивное определение, является последний. Акклиматизация – процесс формирования независимой популяции из группы трансплантантов в природных условиях. В этом смысле акклиматизация всегда естественный процесс, а деятельность человека сводится к созданию условий для прохождения в начальный период адаптации всех стадий жизненного цикла.

Большинство исследователей подразделяет акклиматизацию на ряд этапов, фаз или стадий. В большинстве случаев за основу принята кривая количественного развития вселенцев в новом ареале, предложенная Л.А. Зенкевичем (1940). Крайне усложненная схема Б.Г. Иоганзена не выдерживает критики специалистов по ноотрансплантации млекопитающих (Чесноков, 1989). Наиболее удачной схемой расчленения (периодизации) процесса акклиматизации является приведенная Т.С. Рассом и О.Г. Резниченко (1977, с. 315) с учетом уточнения содержания этапа интродукции (см. выше).

**Натурализация.** Де Кандоль (цит. по: Карпевич, 1975, с. 13), введя этот термин, понимал под ним «высший этап акклиматизации, когда растение размножается, дичает и существует со всеми признаками дикорастущих туземных растений». В общем так же, за редким исключением, понимают натурализацию и сейчас. Однако здесь есть некоторое противоречие. Понимать ли под акклиматизацией процесс приспособления к условиям обитания вне ареала или процесс формирования независимой популяции – в любом случае это явление, имеющее начало и конец, причем его окончание связано с вхождением в состав местных сообществ. Таким образом, натурализация может оказаться за рамками акклиматизации как процесса. Натурализация входит в него лишь в одном случае – если мы будем понимать под акклиматизацией просто наличие поддерживающей себя популяции за границами своего исторически сложившегося ареала. Такая трактовка кажется нам излишне широкой и не может быть принята. Исходя из сказанного выше, можно утверждать, что натурализация не является стадией акклиматизации, а означает ее успешное окончание. Примеры такого завершения акклиматизации организмов-обратателей приведены ниже.

В настоящей работе термин «акклиматизация» используется как процесс формирования независимой популяции из группы трансплантантов в природных условиях. Термин «интродукция» применяется в узком смысле как синоним понятия «вселение», т.е. это первая фаза акклиматизации, наступившая при удачном переносе (Расс, Резниченко, 1977). Под «натурализацией» мы вместе с большинством современных экологов понимаем высшую степень акклиматизации, когда вид по своей экологии уподобился местному – натурализовался. Кроме того, мы используем термины более частного характера: экзот – чужеродный (экзотический) вид; автотрансплантация – использование транспортных средств организмами для переселения без ведома человека; ноотрансплантация – целенаправленное переселение организмов человеком, котрансплантация – попутная форма переноса организмов при ноотрансплантации.

Схема процесса акклиматизации в работе Т.С. Расса и О.Г. Резниченко (1977) сведена к пяти основным периодам: 1 – момент интродукции, 2 – увеличение численности или интенсивности вторжения, 3 – максимальная численность, 4 – снижение численности, 5 – натурализация. При анализе материала мы обычно придерживаемся этой схемы, для более детального исследования возвращаясь к классической схеме Л.А. Зенкевича (1940).

## 7.2. Виды-интродуценты в обрастании судов в Японском море

Японское море, как и все дальневосточные моря России, входит в состав бореальной тихоокеанской биогеографической области. При этом Берингово море и большая часть Охотского лежат в пределах высокобореальной подобласти, а северная часть Японского и южные районы Охотского морей отнесены к низкобореальной подобласти. В Японском море граница с субтропической подобластью тропической индоевпаифической области проходит от середины Корейского полуострова до п-ова Ното на о-ве Хонсю. Таким образом, нахождение Японского моря на границе двух биогеографических областей с разным температурным режимом способствует процессу естественного расселения видов. В северо-западной части моря могут совместно обитать как широкобореальные, так субтропические и субтропическо-низкобореальные виды.

В зал. Петра Великого данные противоречия выражены наиболее ярко. Этот залив расположен на стыке умеренной и субтропической зон, омывается одновременно холодным Приморским течением и ветвью теплого Цусимского. Залив Петра Великого отличается разнообразием гидрологического режима и условий среды, что также способствует большому видовому богатству населяющих его флоры и фауны (Животные и растения s, 1976).

О высокой скорости расселения видов с помощью судов различного режима эксплуатации, зависящей в основном от интенсивности судоходства и обилия удобных для заселения портов, упоминает Г.Б. Зевина (1994). С течением времени по мере заселения портов скорость расселения возрастает за счет судов прибрежного плавания. В дальневосточных морях России изучение вселенцев проводилось пока лишь в Японском море, в основном в зал. Петра Великого (Багавеева и др., 1984; Чаплыгина, 1992; Bagaveeva, Zvyagintsev, 2000, 2001; Zvyagintsev, 2000). С момента опубликования этих работ в сообществах обрастания и бентоса произошли определенные перемены, изменился статус ряда видов-интродуцентов, появились новые виды на разных стадиях акклиматизации. Однако до настоящего времени нет обобщающей работы по вселению видов в северо-западную часть Японского моря. В обрастании осмотренных нами антропогенных субстратов и в бентосных сообществах зал. Петра Великого зафиксировано 16 таких видов, характеристика которых приведена ниже. Здесь дано более подробное описание процесса интродукции видов, имеющих большое значение в изменении структуры сообществ обрастания и бентоса залива (Звягинцев, 2003).

### 7.2.1. Усоногие раки

*Balanus improvisus*. Г.Б. Зевина (1972), подробно проанализировавшая процесс натурализации этого вида в Каспийском море, считает также Японское пригодным для его внедрения. Наши исследования подтвердили это предположение. Впервые *B. improvisus* найден в обрастании ГТС зал. Петра Великого в 1969 г. (Зевина, Горин, 1971). Нами этот вид отмечен в составе обрастания всех действующих судов прибрежного и портового плавания, осмотренных в заливе не ранее последних чисел июля, т.е. начала оседания молоди *B. improvisus*. На судах, осмотренных в конце навигации (в октябре–ноябре), этот вид нередко входил в число характерных, а в отдельных случаях являлся доминирующим. Так, на транспортном рефрижераторе «Аскания», действующем на маршруте Владивосток–Светлая, *B. improvisus* при стопроцентной встречаемости в отдельных пробах достигал  $710 \text{ г/м}^2$ , имея плотность поселения  $1200 \text{ экз./м}^2$ . Несмотря на регулярные стоянки в р. Светлая, все баланусы оказались живыми, в то время как трубчатые полихеты *Hydroides* sp. из обрастания этого судна не вынесли опреснения – все трубки оказались пустыми.

В обрастании буксирного катера БК-146, действующего в районе Амурский залив–б. Золотой Рог, *B. improvisus* также был доминирующим, индекс плотности которого в 10 раз превышал таковой следующего в ранжированном ряду вида. Биомасса *B. improvisus* на этом судне всего за 6 мес эксплуатации достигла  $9600 \text{ г/м}^2$  при плотности поселения  $80\,000 \text{ экз./м}^2$ . Этот вид отмечен как доминирующий и в обрастании рыболовного сейнера, простоявшего несколько лет на причале у причала рыболовецкого колхоза им. Чапаева в Амурском заливе (до  $5200 \text{ г/м}^2$ ,  $89\,000 \text{ экз./м}^2$ ). Несколько экземпляров *B. improvisus* обнаружено даже на лопасти винта действующего судна ПСК-30, работавшего на линии б. Золотой Рог–зал. Посьета.

Из вышесказанного следует, что *B. improvisus* к настоящему времени стал обычным видом обрастания судов прибрежного и портового плавания в зал. Петра Великого (см. гл. 3). В обрастании ГТС этого залива *B. improvisus* встречен практически на всех осмотренных объектах, являясь характерным видом в сообществах обрастания ГТС Амурского залива (после мидий *M. trossulus* и устриц *C. gigas*) и б. Золотой Рог (после трубчатых полихет *H. elegans*).

С 1979 г. в течение ряда лет проводились параллельные осмотры отдельных участков верхней сублиторали Амурского залива на предмет обнаружения вселенцев в составе сообществ бентоса (Звягинцев, 1984 б). Осмотры были сделаны с применением легководолазной техники на глубинах 0–5 м. В ряде этих сообществ впервые отмечен *B. improvisus*, ранее известный лишь из обрастания зал. Петра Великого и отмеченный в нем не каждый год (Зевина, Горин, 1975). Данный вид, зарегистрированный в составе донных сообществ исследованного района, чаще поселяется эпибионтно. Так, проводимые в течение четырех лет в августе–сентябре осмотры верхней сублиторали Амурского залива в районах мысов Фирсова, Красный и Дальний выявили присутствие *B. improvisus* на поверхности листа zostеры в сообществе *Zostera marina* на глубине 0,5–3 м. Определение плотности поселения баланусов в пересчете на  $1 \text{ м}^2$  обычным способом оказалось затруднительным; на 10 см длины листа приходилось 3–5 особей баланусов с диаметром домика 5–7 мм, обычно не превышающим ширину листа. В дальнейшем вплоть до 1995 г. во время оседания этого вида баланусы появлялись на листьях zostеры в Амурском заливе регулярно, при этом плотность поселения особей возросла до 6–9 экз. на 10 см листа.

В районе Спортивной гавани г. Владивостока *B. improvisus* обнаружен в обрастании створок приморского гребешка, на карапаксе овального краба *Cancer amphioetus*, на асцидиях *Styela clava*, образуя иногда на крабах и асцидиях сплошные поселения. По сообщению И.И. Овсянниковой, в б. Алексеева (о-в Попова) *B. improvisus* является характерным видом в обрастании выращиваемого здесь приморского гребешка, составляя 25–30% общей биомассы обрастания створок (на одной створке гребешка на 15–20 экз. *B. crenatus* приходится 5–7 экз. *B. improvisus*). Во всех этих районах Амурского залива *B. improvisus* ни разу не отмечен нами на грунте, все его находки в сообществах бентоса ограничены эпибионтными поселениями.

Иная картина наблюдается в кутовой части залива, подверженной опресняющему воздействию р. Раздольной. В верхней сублиторали на выходах скал у м. Речного нами обнаружены массовые поселения *B. improvisus* (в среднем  $3500\text{--}4000 \text{ г/м}^2$ ,  $60\,000 \text{ экз./м}^2$ ) на глубине 0–1,5 м. Высокая экологическая пластичность и способность переносить почти полное опреснение (Зевина, Стрелков, 1983) позволили этому виду занять свободную экологическую нишу: обычный в Амурском заливе близкий вид-абориген *B. crenatus*, не выносящий солености ниже 10‰, в районе м. Речного не обнаружен. И наконец, в августе 1984 г. впервые найдены половозрелые особи этого вида на выходах скал верхней сублиторали в районе с нормальной морской соленостью (м. Фирсова), где *B. improvisus* постоянно встречался нами до 1995 г.

Нахождение *B. improvisus* в бентосе зал. Петра Великого позволяет сделать вывод о натурализации вида. То, что он является вселенцем, а не аборигеном, не замеченным раньше исследователями, подтверждает полное соответствие характеристик вида признакам вселенцев, выделенных Г.Б. Зевиной с соавторами (1975).

Для выяснения принадлежности зал. Петра Великого к ареалу *B. improvisus* был проведен анализ ряда особей, собранных в августе–сентябре 1980–1983 гг. Баланусы с диаметром домика 5–6 мм, найденные на зостере, содержали в мантийной полости множество развивающихся эмбрионов. Особи из бентоса верхней сублиторали содержали личинок на последней стадии перед выметом, часть их уже отметала личинок. Из этого следует, что в зал. Петра Великого сформировалась местная популяция *B. improvisus*, обитающая не только на искусственных субстратах, но и в бентосе, способная к размножению (Звягинцев, 1984б; Zvyagintsev, 2000).

*Balanus amphitrite* – эврибионтный сублиторальный вид, широко распространенный в тропической и субтропической областях. По данным Г.Б. Зевиной и А.Н. Горина (1975), он встречается в обрастании буев заливов Находка, Стрелок и Амурский лишь в теплые годы. По мнению этих авторов, популяция *B. amphitrite* возобновляется каждый раз при благоприятных температурных условиях за счет переноса личинок течениями от берегов Японии, а также половозрелых размножающихся особей судами дальнего плавания.

В зал. Петра Великого *B. amphitrite* обнаружен нами в обрастании 46% осмотренных действующих судов, за исключением плавсредств, проводящих не менее 20% времени в б. Золотой Рог. Здесь этот вид отмечен на всех осмотренных объектах. На большинстве судов из зал. Петра Великого он входил в число второстепенных первого или второго порядка. На судах, подолгу стоящих в б. Золотой Рог, нередко является характерным видом.

*B. amphitrite* ни разу не был отмечен нами в сообществах бентоса зал. Петра Великого. В то же время в обрастании судов прибрежного и портового плавания этого залива вид встречается ежегодно, а не только в теплые годы, как считают Г.Б. Зевина и А.Н. Горин (1975), и отдельные особи оказались способными переносить зимние условия. Однако на подавляющем большинстве осмотренных судов данный вид после зимней эксплуатации не обнаружен. *B. amphitrite* был отмечен Н.А. Рудяковой (1981) как второстепенная форма сообществ обрастания судов в зал. Петра Великого. По мнению автора, даже кратковременное (около 2 нед) пребывание в холодных северных водах приводит к его гибели. На осмотренных нами судах портового плавания, базирующихся в гаванях Японского моря севернее м. Поворотного, *B. amphitrite* не обнаружен. Однако этот вид обычен на судах прибрежного плавания, действующих на маршруте Владивосток–Свеглая. Отсюда следует вывод, что необходимым условием наличия балануса является заход судна летом в зал. Петра Великого.

В 2001 г. впервые проведены комплексные исследования закономерностей размножения, личиночного развития и динамики оседания на искусственный субстрат усонного рака *Balanus amphitrite* в б. Золотой Рог (Звягинцев, Корн, 2003). Показано, что его размножение и оседание личинок происходят с августа по октябрь в широком диапазоне температур – 13–22,5 °С. В зал. Петра Великого в теплое время года существует зависящая популяция *B. amphitrite*, обитающая лишь на антропогенных субстратах. В этом заливе взрослые особи, занесенные судами дальнего плавания в благоприятный для существования вида сезон, продуцируют личинок, успевающих осесть и вырасти, но погибающих при зимнем понижении температуры воды.

*Balanus eburneus* – тропическо-субтропический сублиторальный вид, весьма чувствительный к низким температурам, впервые обнаружен в обрастании мелких прогреваемых бухт (Зевина, Горин, 1975). По мнению этих авторов, появление данного вида возможно и дальше в теплые годы, но он не сможет прижиться в зал. Петра

Великого. Наши исследования подтвердили это предположение – единственный экземпляр *B. eburneus* обнаружен в обрастании морского буксира «Шпортов», работающего в районе Амурский залив–б. Золотой Рог. В сообществах бентоса этот вид не зарегистрирован.

*Balanus trigonus* – широко распространенный в тропической и субтропической областях вид, обычен для теплых вод Японии. В 1970 г. был найден на буях в зал. Америка (Зевина и др., 1975). Авторы считают, что баланусы *B. trigonus*, завезенные судами дальнего плавания, выметали личинок, осевших на стоящих в заливе буях. Нами найдено лишь несколько мертвых особей этого вида на танкере «Молодечно», пришедшем из Индии и отработавшем одну навигацию на внешнем рейде Владивостокского порта. Как и предполагали Г.Б. Зевина с соавторами, *B. trigonus* не смог акклиматизироваться в зал. Петра Великого.

### 7.2.2. Разноногие раки

*Corophium acherusicum*. Этот вид ранее был отмечен в зал. Петра Великого лишь в составе сообществ обрастания (Зевина и др., 1975). Авторы высказывают предположение, что он разносится при автотрансплантации *B. improvisus* и *B. eburneus*, поселяясь в домиках умерших баланусов. Ареалы этих видов, распространенных в большей части субтропической и тропической областей, весьма сходны. Ранее нами обнаружено несколько половозрелых особей в обрастании зверобойной шхуны, простоявшей на приколе в зал. Посъета. Находки этого вида в сообществах бентоса зал. Петра Великого в то время были неизвестны. По мнению Г.Б. Зевиной с соавторами, *C. acherusicum*, как и *B. eburneus*, находился на первой стадии акклиматизации и вряд ли натурализуется в этом заливе. Однако по последним данным этот вид амфипод встречается в сообществах бентоса в юго-западной части зал. Петра Великого и устья р. Туманной (Будникова, 2001). Кроме того, *C. acherusicum* обнаружен на шельфе восточного Сахалина в 2002 г. экспедицией ГИНРО-Центра (Будникова, Савко, 2002). Он встречен нами также в обрастании системы охлаждения ВТЭЦ-2 г. Владивостока (Звягинцев, Будникова, 2003). Эти данные свидетельствуют о натурализации *C. acherusicum* в зал. Петра Великого.

### 7.2.3. Гидроиды

*Gonothyrea loveni*. Данный вид гидроида, известный из северной Атлантики, впервые обнаружен в наших пробах с судов из Татарского пролива и определен как *Obelia loveni* А.Е. Анцулевичем. К сожалению, эти сведения остались неопубликованными. В литературе упоминание о первой находке вышеназванного вида, также определенного как *O. loveni*, в обрастании судов и ГТС этого района принадлежит С.Ф. Чаплыгиной (1980). Нами вид обнаружен в обрастании судов из Татарского пролива, портофлота Холмска и Невельска, зал. Анива, однако он встречался преимущественно в качественных пробах. По-видимому, *G. loveni* находится здесь на первой фазе акклиматизации, так как не дает высоких количественных показателей и не зарегистрирован в сообществах бентоса.

*Campanularia johnstoni*. Широко распространенный в обоих полушариях вид, не заходящий в полярные районы. По данным С.Ф. Чаплыгиной (1980), вид обнаружен почти на всех типах антропогенных субстратов, за исключением судов, в северо-западной части Японского моря. В обрастании осмотренных нами судов в этом районе *C. johnstoni* обычен, однако все его находки приурочены лишь к качественным пробам, либо его биомасса не превышает 0,1 г/м<sup>2</sup>. По данным Э.В. Багавеевой с соавторами (1984), *C. johnstoni* натурализовалась в донных сообществах северо-западной части Японского моря.



*Laomedea flexuosa*. До настоящего времени этот вид был широко распространен в водах Северной Атлантики, а также в Белом и Баренцевом морях (Чаплыгина, 1992). Впервые он был описан с побережья Великобритании (Alder, 1857; цит. по: Чаплыгина, 1992). В зал. Петра Великого обнаружен на корпусе судна дальнего плавания из Атлантики. Позже найден на судах прибрежного плавания, а также в северном Приморье. В 1990-х годах зарегистрирован повсеместно в обрастании пирсов и причалов в зал. Петра Великого, а также в пос. Пластун и на юго-западном Сахалине.

*L. calceolifera*. Ранее ареал этого вида охватывал умеренные воды Северной Атлантики. Кроме того, с 1875 г. известен на Американском побережье, в Южной Африке, в Желтом море (Чаплыгина, 1992). Этот вид на протяжении последних двух десятилетий обнаружен на тех же субстратах в зал. Петра Великого, что и предыдущий близкородственный вид, но в меньшем количестве. Автор считает, что *Laomedea flexuosa* и *L. calceolifera* – новые вселенцы в Японское море, причем первый вид является новым и для фауны Тихого океана в целом. Однако о натурализации этих двух видов говорить еще рано, так как они зарегистрированы в основном на антропогенных субстратах и их популяции пока существуют за счет подтока автоинтродуцентов с помощью судов.

#### 7.2.4. Многощетинковые черви

*Polydora limicola*. История находок данного вида в бентосе Берингова моря, Авачинской губы, о-ва Шикотан, Калифорнийского побережья известна из литературы (Hartman, 1969). Этот вид, обладающий высокой экологической пластичностью, переносящий понижение солености до 6‰ и значительное загрязнение нефтепродуктами, в 60-х годах был занесен судами в Черное море, после чего там натурализовался (Багавеева, 1981). В Баренцевом море *P. limicola* обнаружена лишь в обрастании судов и отсутствует в бентосе (Зевина, 1962). Нами этот вид встречен в обрастании ГТС Владивостока, Находки, Холмска и Углегорска, однако не обнаружен в бентосе (Багавеева, 1981).

*P. limicola* встречена в составе сообществ обрастания осмотренных нами судов в качестве второстепенного вида в основном в зал. Петра Великого. На Сахалине полидора обнаружена в Холмске и Корсакове. Э.В. Багавеева (1981) предполагает, что в настоящее время идет интродукция и акклиматизация *P. limicola* в Японском море. Очевидно, что этот вид в северо-западной части Японского моря находится на первой стадии акклиматизации, так как все его находки приурочены к антропогенным субстратам на акваториях портов.

*Hydroides elegans* – эврибионтный вид, который выносит значительные колебания солености и достаточно сильное загрязнение (Багавеева, 1981). Н.А. Рудякова (1981) выделяет два типа обрастания судов с преобладанием *H. norvegica*, стоящих на приколе или плавающих со скоростью до 16 узлов в зал. Петра Великого. По мнению Э.В. Багавеевой, здесь идет речь о *H. elegans*, однако переопределение вида оказалось невозможным. К сожалению, это не позволяет сравнивать наши данные с результатами исследований Н.А. Рудяковой.

*H. elegans* обнаружен в обрастании экспериментальных пластин в б. Золотой Рог (Горин, 1975б). Первое сообщение о находке вида в составе сообществ обрастания судна на приколе принадлежит Э.В. Багавеевой (1981). Нами *H. elegans* обнаружен на большинстве осмотренных судов из зал. Петра Великого. Непременным условием его присутствия в обрастании судов оказались заходы или хотя бы кратковременные стоянки в б. Золотой Рог (Bagaveeva, Zvyagintsev, 2001). Максимальные количественные показатели *H. elegans* зарегистрированы для судов, не выходящих из бухты. Этот вид доминирует в обрастании ГТС, причем биомасса его увеличивается по мере приближения к кутовой части бухты. Исходя из приведенных данных следует, что *H.*

*elegans* в б. Золотой Рог находится на стадии «экологического взрыва» (Расс, Резниченко, 1977).

*Pseudopotamilla occelata*. Натурализация этого вида представляет собой прекрасный пример автотрансплантации экзота со всеми вытекающими последствиями, вплоть до глобальных перемен на уровне целых фаун. По этой причине следует остановиться на вселении *P. occelata* в зал. Петра Великого подробнее. Согласно литературным данным, он обитает на литорали и в сублиторали Аляски, Орегона, Калифорнии и Японии (Imajima, Hartman, 1964).

**Сообщества обрастания.** В северо-западной части Японского моря этот вид впервые обнаружен нами в 1980 г. в обрастании гидротехнических сооружений (ГТС) из бетона, дерева и стали на глубине 0,2–6 м в Холмске, Невельске, Рудной Пристан, Ольге, затем в ряде портов и портпунктов заливов Петра Великого и Находка (Kashin, 1999).

Максимальные количественные показатели данного вида зарегистрированы в обрастании ГТС западного Сахалина. Так, в составе сообществ обрастания причальной стенки п. Невельск *P. occelata* оказалась доминирующим видом. Биомасса вида достигала 9000 г/м<sup>2</sup> при плотности поселения до 3000 экз./м<sup>2</sup>. В остальных портах вид входил в число характерных либо второстепенных, его биомасса колебалась в пределах 1,4–1130 г/м<sup>2</sup>, а плотность поселения соответственно 100–2400 экз./м<sup>2</sup>.

**Сообщества бентоса.** Во время проведения гидробиологических работ у побережья Приморья и Южных Курил в течение ряда лет нами были впервые зарегистрированы поселения этого вида на скалистых прибойных мысах верхней сублиторали на глубине от 0,5 до 2,5 м. *P. occelata* в виде отдельных колоний диаметром 15–20 см встречена в б. Хромова (о-в Шикотан), в районе п. Преображение, на западном побережье Уссурийского залива в бухтах Емар, Лазурная, Горностаи и Тихая. Отмечен и на восточном побережье островов Попова и Русский, а также в зал. Посыга на косе Назимова и м. Мраморный, на м. Островок Фальшивый (рис. 110). Специальных работ по изучению сообщества *P. occelata* в этих районах не осуществлялось.

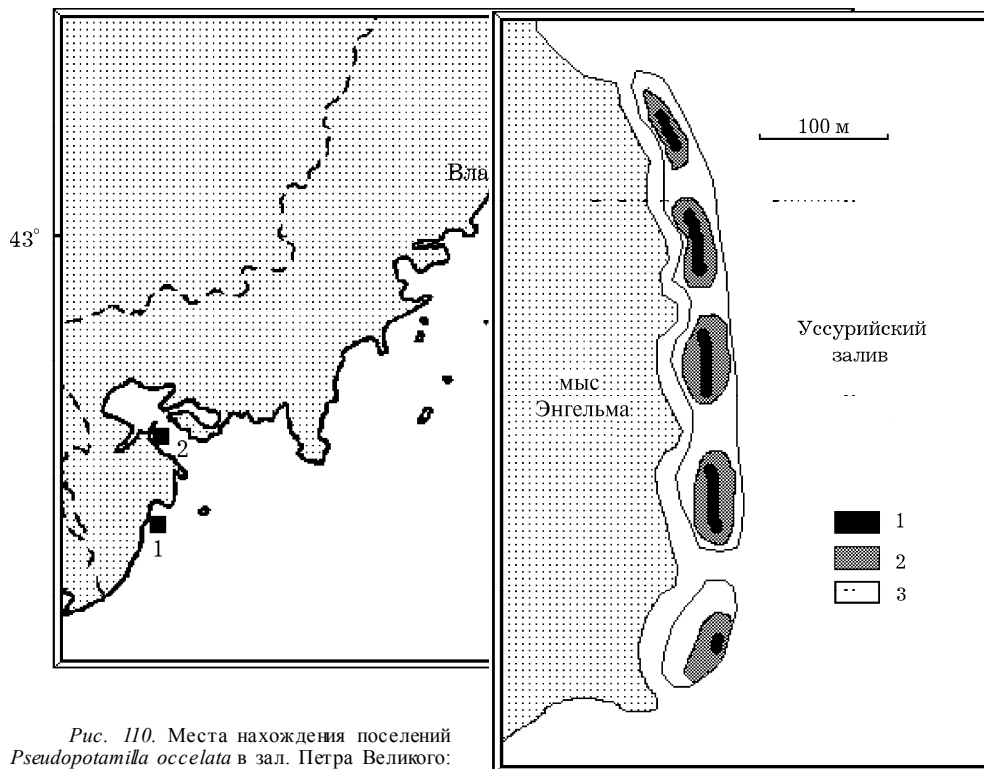


Рис. 110. Места нахождения поселений *Pseudopotamilla ocellata* в зал. Петра Великого: 1 – м. Островок Фальшивый, 2 – коса Назимова, 3 – о-в Попова, м. Проходной, 4 – о-в Русский, м. Шкота, 5 – о-в Русский, юго-восточное побережье, 6 – п-ов Басаргина, 7 – б. Тихая, 8 – б. Горноста́й, 9 – б. Лазурная, 10 – б. Емар (м. Энгельма)

Рис. 111. Изменение площади поселения колоний *Pseudopotamilla ocellata* в верхней сублиторали у м. Энгельма в Уссурийском заливе в разные годы: 1 – 1980, 2 – 1987, 3 – 1993 г.

С 1975 г. в течение 20 лет нами проводились наблюдения за изменением состояния поселений *P. ocellata* на м. Энгельма в Уссурийском заливе. Вначале встречались лишь единичные колонии этого вида в количестве 1–2 на 1 м<sup>2</sup>. В 1980 г. размер колоний достигал 30–40 см в диаметре, к 1987 г. площадь покрытия субстрата занимала 50–60%, а к 1993 г. колонии полихет представляли собой сплошные поселения площадью в десятки квадратных метров при биомассе до 100 кг/м<sup>2</sup> (рис. 111). При этом существующее ранее на этом субстрате сообщество *Crenomytilus grayanus* + *Balanus rostratus* оказалось погребенным под слоем полихет, что сопровождалось массовой элиминацией мидий и баланусов. Вновь образовавшийся элибиоз на большей части глубин представлял собой выраженное монодоминантное сообщество *P. ocellata*. В качестве примера приводим описание этого сообщества в верхней сублиторали у м. Энгельма в Уссурийском заливе. В 1993 г. здесь нами выполнено 5 гидробиологических разрезов, взято 25 количественных проб площадью 100 см<sup>2</sup> через каждые 0,5 м глубины.

В составе сообщества *P. ocellata* зарегистрировано 85 видов гидробионтов, из которых 12 – водоросли и 1 представитель покрытосеменных (табл. 80). Подавляющее число видов водорослей (8) входит в отдел Rhodophyta, далее следуют представители отделов Chlorophyta и Phaephyta (соответственно 2 и 1 вид). Из животных наибольшее видовое богатство представляют многощетинковые черви – 28 видов. Вторая по

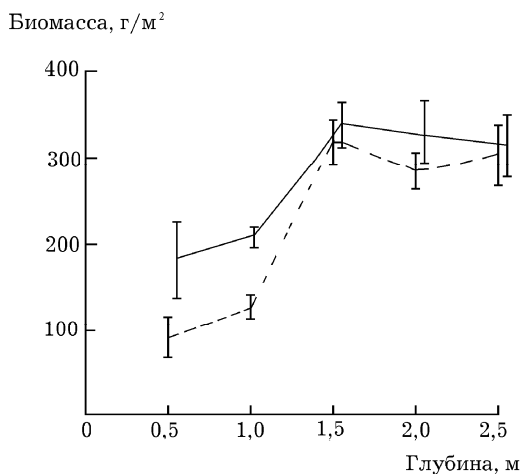


Рис. 112. Изменение общей биомассы сообщества *Pseudopotamilla ocellata* (непрерывная линия) и доминирующего вида (штриховая линия) в зависимости от глубины в районе м. Энгельма (Уссурийский залив). Вертикальные линии – ошибка средней

значению группа – двустворчатые моллюски (10 видов), далее следуют разноногие раки (7), брюхоногие моллюски (6) и десятиногие раки (5 видов). Видовое богатство остальных групп животных невелико.

Общая биомасса сообщества на разных диапазонах глубин колеблется в пределах 178–332 г/м<sup>2</sup>. На большей части глубин это типичное монодоминантное сообщество, в котором *P. ocellata* слагает практически 100% общей биомассы. Исключение составляет глубина 0,5 м, где почти половину общей биомассы сообщества образует *Phyllospadix iwatensis* (рис. 112). На глубине 2 м 13% общей биомассы сообщества дает *Modiolus kurilensis*. Биомасса остальных видов по сравнению с общей биомассой весьма

незначительна и исчисляется долями процента.

Таким образом, многолетние наблюдения за сообществом *Pseudopotamilla ocellata* на естественных и антропогенных субстратах показали, что этот вид является интродуцентом. Так, при обследовании обрастания в п. Невельск в 1970 г. отмечено доминирование в сообществе обрастания ГТС вида-вселенца *Polydora limicola* (Багавеева и др., 1984). Спустя 10 лет на невеликих причальных сооружениях полидоры не обнаружено вообще, их обрастание представляло собой монодоминантное сообщество *P. ocellata*. Поскольку этот вид ранее в отечественных водах не отмечался, а его первые находки приурочены к районам портов и портпунктов, *P. ocellata*, очевидно, занесена в северо-западную часть Японского моря с помощью судов (единичные находки этого вида известны нам из обрастания судов прибрежного плавания у побережья Приморья).

Исходя из приведенных данных по ГТС на 1980–1983 гг. следует, что вселенец *P. ocellata* в этом районе на момент исследования находился на стадии «экологического взрыва», что соответствует 3-й стадии интродукции (Расс, Резниченко, 1977). Массовое нахождение данного вида в бентосе зал. Петра Великого свидетельствует о завершающей 5-й стадии, т.е. натурализации. Отсутствие либо редкое нахождение *P. ocellata* в обрастании ГТС залива объясняется особенностями его экологии. Эти полихеты находят оптимальные условия существования на открытых прибойных мысах, портовые же сооружения здесь, как правило, приурочены к защищенным от волнения бухтам. Однако на затонувшей драге в прибойной части б. Лазурная (Уссурийский залив) нами отмечено типичное сообщество *P. ocellata* с биомассой до 800 г/м<sup>2</sup>. Возможно, массовому развитию вида в Уссурийском заливе способствует нарастающая в последние годы его эвтрофикация, вызванная антропогенным загрязнением. При экспериментальном подтверждении вышеупомянутого факта *P. ocellata* может служить видом-индикатором подобного явления.

**Последствия натурализации *P. ocellata*.** Появление вида-интродуцента *P. ocellata* с последующей его натурализацией в зал. Петра Великого вызвало значительные изменения в составе бентоса верхней сублиторали. Исходя из масштаба натурализации и изменений в бентосе на уровне целых сообществ, это явление по

своему значению приближается к глобальным с соответствующими экологическими последствиями. Так, сообщество *P. ocellata* на большей части глубин имеет очень высокую биомассу, достигающую 39 кг/м<sup>2</sup> и более. Причем этот показатель ненамного выше среднего, поскольку колонии имели размеры в десятки квадратных метров при стопроцентном покрытии субстрата. Даже по заниженным данным, общие «запасы» этих полихет только на одном м. Энгельма в Уссурийском заливе (северная часть б. Емар) составляют не менее 40 т. Приведенные в литературе сведения о сообществах бентоса верхней сублиторали прибойных мысов залива в настоящее время не соответствуют действительности, так как эти сообщества погребены под слоем полихет *P. ocellata*.

Сукцессия бентосных сообществ особенно ярко выражена после крупных дефаунаций, вызванных штормами, антропогенными воздействиями и т.п. Существуют виды, облегчающие сукцессию тем, что первыми начинают заселение поверхности и подготавливают субстрат для последующих видов. Виды, живущие в трубках, позволяют селиться на рыхлом грунте тем видам, для которых он непригоден (Gallacher et al., 1983). В данном случае подобное явление наблюдается на горизонте 0,5–1 м в сообществе *Phyllospadix iwatensis* на илисто-песчаном грунте. При заселении этого сообщества видом-интродуцентом *P. ocellata* создается субстрат для существования большого спектра новых видов (табл. 80), отсутствующих здесь ранее.

**Практическое значение натурализации *P. ocellata*.** Известно, что многощетинковые черви являются основным компонентом пищи большинства бентосоядных рыб (Ушаков, 1976). По данным траловых съемок ТИНРО биомасса дальневосточных красноперок в зал. Петра Великого с 1990 по 1994 г. увеличилась в 2,8 раза (Вдовин, Гавренков, 1995). Не вызывает сомнения, что столь массовое развитие полихет, являющихся излюбленным кормом красноперок, способствовало росту их численности в заливе.

Особый интерес представляет вторая сторона ихтиологического аспекта этого вопроса. В настоящее время любительское рыболовство приобрело массовый характер. Многощетинковые черви оказались лучшей наживкой для лова наваги, камбалы, красноперки и других морских рыб, а также пресноводных рыб, обитающих в речных лиманах. До появления *P. ocellata* наживкой для любительского лова служили полихеты рода *Nereis*, а также пескожил *Arenicola marina*. Добыча полихет сопряжена с большими трудностями в связи с тем, что они живут в верхней сублиторали, зарываясь в грунт. Появление *P. ocellata* в зал. Петра Великого в столь массовом количестве и образующей колонии на поверхности субстрата сделало ее весьма доступной для рыбаков-любителей. Вначале ее добывали единицы, затем об этой наживке узнали все и старались получить любым способом. Зарегистрирован даже случай гибели такого добытчика в январе 1995 г. в штормовую погоду в районе б. Лазурная.

Известно, что в развитых странах налажена система добычи и поставки в специальные магазины для туристов и рыбаков-любителей наживки для рыбной ловли, в первую очередь полихет. Стоит такая наживка достаточно дорого, поскольку туризм с подобным развлечением считается привилегией богатых. Так, в Австралии используемые для наживки при спортивном лове рыбы полихеты *Perinereis quatrefagesi*, *Onufis* sp., а также спионицы стоят около 40 дол. за 1 кг. (Hylleberg et al., 1986). Подобный «бизнес», естественно, в искаженной форме, не замедлил появиться и у нас. Новоявленные предприниматели, оснащенные самыми разнообразными приспособлениями, — от элементарных крючков на рукоятке до суперсовременного легководолазного снаряжения, принялись за истребление колоний *P. ocellata*. Энтузиазм добытчиков не знал границ, поскольку их «продукция» имела ажиотажный спрос. Этому

виду полихет так же, как трепангу, не повезло – они нашли рынок сбыта непосредственно в г. Владивостоке. Особого расцвета такой «бизнес» достиг зимой 1995 г. на подледном лове наваги.

Последствия неконтролируемой добычи оказались весьма плачевными не только для *P. ocellata*, но и для окружающих эпибентосных сообществ. Попытка сделать количественную съемку в мае 1995 г. на м. Крутой в б. Лазурная (наиболее известное рыбакам и доступное для автомобильного транспорта место) оказалась неудачной. На местах ранее обитавших там колоний *P. ocellata* площадью в сотни квадратных метров нами отмечены лишь голые скалы с обрывками пустых трубок полихет. С большим трудом были найдены несколько колоний *P. ocellata*, укрывшиеся в щелях и в ризоидах ламинарий.

**Токсичность и клиническая картина поражения.** До настоящего времени считалось, что практически единственным опасным для человека обитателем зал. Петра Великого является ядовитая медуза-крестовик *Gonionemus vertens*. Эта медуза неоднократно привлекала внимание научных коллективов с целью ее изучения, в особенности в годы ее массового размножения и поражения людей. Посвященные ядовитой медузе публикации появляются на протяжении последних 40 лет, наиболее полный обзор имеющейся литературы содержится в работе Ю.М. Яковлева и В.Е. Васильковского (1993). Несмотря на столь пристальное внимание исследователей, достоверных сведений о природе токсина крестовика в литературе нет.

Как показал опыт, практически все рыбаки-любители, имевшие контакт с живыми колониями *P. ocellata*, получили от нее поражения различной степени тяжести. Чаще всего это ожоги в области кистей рук и пальцев, очень долго не заживающие и вызывающие сильный зуд. Контакт с одиночными экземплярами, как правило, не представляет реальной опасности для человека. Однако прикосновение обширной колонии полихет к большой поверхности тела вызывает серьезные ожоги, сопровождающиеся повышенной температурой, слабостью и потерей трудоспособности (М.Ю. Ковалев, личное сообщение). Нам известны достоверные сведения о двухнедельной госпитализации пострадавшего (М.Ф. Левченко, личное сообщение). Особую опасность представляют колонии полихет в местах массового отдыха трудящихся – б. Лазурная, б. Емар, где расположен международный детский лагерь «Океан». Поражения людей этим видом полихет зарегистрированы во все времена года, однако наиболее серьезные из них отмечены летом.

Специальных исследований природы токсина *P. ocellata*, в отличие от токсина крестовика, до сих пор не проводилось. Однако существуют работы, посвященные изучению стероидов морских червей-аннелид. Так, Кобаяши с соавторами (1974) (по: Еляков, Стоник, 1988) детально изучили стероидный состав *P. ocellata*, обитающего у берегов Хоккайдо. Никаких сведений о токсичности этого вида полихет в работе Кобаяши с соавторами нет. По мнению специалистов по полихетам из ИБМ, до сих пор отсутствуют данные о токсичности многощетинковых червей. Возможно, ядовита кожистая трубка-домик *P. ocellata* – на этот вопрос предстоит ответить специалистам.

Как следует из приведенных выше сведений, в зал. Петра Великого зарегистрирован факт натурализации полихет *P. ocellata*. В пользу этого утверждения свидетельствует отсутствие данного вида в недавно опубликованной детальнейшей сводке А.В. Адрианова и О.Г. Кусакина по биоте зал. Петра Великого (1998, с. 186).

Поскольку это первое сообщение о *P. ocellata* в зал. Петра Великого, ряд приведенных сведений носит предварительный характер. С учетом особой практической значимости натурализации *P. ocellata* этот вид может стать перспективным объектом комплексного исследования.

### 7.2.5. Мшанки

*Bugula californica*. Вид с Тихоокеанского побережья Северной Америки расселился путем автотрансплантации в районы побережья Бразилии и Атлантического побережья Северной Америки (Marcus, 1937, цит. по: Кубанин, 1980). Обнаружен нами в обрастании судов прибрежного плавания в северо-западной части Японского моря. *B. californica* встречена на 41% осмотренных судов из зал. Петра Великого. В б. Золотой Рог найдена на 83% судов в сообществе *H. elegans*. В сообществе мидий *B. californica* встречена на 69% судов, устриц – на половине. На плавсредствах, работающих севернее м. Поворотный, этот вид не зарегистрирован. В данном случае нельзя согласиться с мнением Э.В. Багавевой с соавторами (1984), считающих, что *B. californica* в северо-западной части Японского моря находится в фазе бурного увеличения численности. Очевидно, этот вид находится лишь на первой стадии акклиматизации.

*Conorpeum seurati*. Массовый вид атлантического побережья Европы от Британских островов до Средиземного и Черного морей. Известен с побережья Новой Зеландии, куда был занесен судами дальнего плавания. В Каспийском море расселился с помощью судов каботажного плавания. Обнаружен и в составе донных сообществ заливов Посъета и Восток Японского моря, а также на экспериментальных пластинах в б. Золотой Рог и на буе м. Улисс (Зевина и др., 1975).

*C. seurati*, впервые определенный А.А. Кубаниным (1975), весьма обычен в обрастании осмотренных нами судов из зал. Петра Великого. Обнаружен на 65% судов, не выходящих за м. Поворотный. Максимальная биомасса этого вида ( $12 \text{ г/м}^2$ ) отмечена на судах, стоявших или работающих в б. Золотой Рог, на остальных судах она весьма незначительна. За м. Поворотный на плавсредствах портового плавания имели место лишь редкие находки *C. seurati* в портах Рудная Пристань и Преображение. Вселение этого вида в зал. Петра Великого может служить классическим примером интродукции с последующими акклиматизацией и натурализацией. Вначале *C. seurati* отмечен в п. Владивосток, куда был занесен судами дальнего плавания. Затем он обнаружен в составе обрастания судов прибрежного плавания. В настоящее время он натурализовался в хорошо прогреваемых бухтах зал. Петра Великого, куда был интродуцирован этими судами (Кубанин, 1975). Проникновение *C. seurati* севернее м. Поворотный маловероятно, так как он вряд ли выдержит охлаждающее действие Приморского течения.

*Schizoporella unicornis*. Вид входит в состав сообществ обрастания причалов зал. Посъета, широко распространен в бентосе верхней сублиторали зал. Посъета и Восток (Зевина и др., 1975). Обнаружен на 25% осмотренных нами судов в зал. Петра Великого при незначительной биомассе и частоте встречаемости по пробам всего 6%. Большинство находок приходится на суда из зал. Посъета в сообществе *C. gigas*. В сообществе мидий и баланусов он встречен на 22% судов, а в б. Золотой Рог в сообществе *H. elegans* только на одном судне. На сахалинских судах *S. unicornis* отсутствует, на побережье Приморья за м. Поворотный найден только в п. Преображение. В обрастании судов-маршрутников у побережья Приморья отмечен лишь в качественных пробах.

Интересно, что *S. unicornis* неоднократно перевозилась на большие расстояния при ноотрансплантации устриц, на которых эта мшанка чаще всего поселяется. До начала XX в. этот вид отсутствовал на Тихоокеанском побережье Америки. Впервые обнаружена у Калифорнии, куда была занесена устрицами, и к 40-м годам стала самым массовым видом мшанок штата. По мнению Г.Б. Звиной с соавторами (1975), не исключено, что и в зал. Петра Великого этот вид попал с завезенными устрицами в результате котрансплантации, после чего натурализовался.

*Bowerbankia gracilis*. Э.В. Багавеева с соавторами (1984) считают, что этот вид интродуцирован автотрансплантацией и натурализовался в зал. Петра Великого. Однако *B. gracilis* зарегистрирована нами лишь на одном из 245 судов прибрежного плавания, которое работало у западного побережья Сахалина. Если пользоваться схемой характеристик вида-интродуцента, предложенной Г.Б. Зевинной с соавторами (1975), то из нее выпадают второй и третий признаки вселенца: неоднократное нахождение его в районах крупных портов и на днищах судов. Таким образом, данный вид вряд ли является вселенцем, скорее всего он абориген северо-западной части Японского моря, однако плохо переносит условия существования в портовых водах.

### 7.2.6. Асцидии

*Molgula manhattensis*. Е. Гентшель (Hentschel, 1923) и Ж. Висшер (Visscher, 1928) еще в первой четверти XX в. охарактеризовали роль асцидий в обрастании судов дальнего плавания. В частности, одиночная асцидия *M. manhattensis* отмечена этими авторами на 7% осмотренных судов, т.е. процесс ее расселения активно происходил уже в то время. Оседание на стеклянные пластины в Бофорте (Северная Каролина) происходит с мая по декабрь в широком диапазоне температур 10–27 °С. Достижение «асцидиевого климакса» в ходе биотической сукцессии всего за 26 нед подробно описано Редфилдом и Диви (1957) на экспериментальной пластине в Майами. По данным этих авторов, в обрастании отмечено 2,5% от общего числа видов известных тогда асцидий. В настоящее время число зарегистрированных в обрастании видов асцидий, несомненно, значительно увеличилось.

Естественный ареал этого вида, вероятно, находится на Атлантическом побережье Северной Америки и простирается от штата Мэн до Луизианы (Kott, 1985). Однако он быстро распространяется по всему свету. В 1950-х годах он был найден в большом количестве на Тихоокеанском побережье Северной Америки, в зал. Сан-Франциско (Abbott, Newberry, 1980). По мнению японских специалистов (Tokioka, Kado, 1972; Kajichaga, 1996), этот вид был занесен в Японию на днищах кораблей. В 1975 г. он был впервые отмечен в Австралии, в нескольких километрах выше по течению от устья р. Брисбан (Восточная Австралия), где соленость у дна была около 16 ‰ (Kott, 1976). Имеются сведения о находках *M. manhattensis* в Белом море, однако они нуждаются в подтверждении.

Это один из очень немногих видов асцидий, который легко приспосабливается к пониженной солености и может в больших количествах встречаться в закрытых водоемах с сильно опресненной морской водой. Качество воды также не имеет большого значения: вид встречается как в чистой воде, так и с большим количеством взвеси. Считается, что асцидии этого вида живут около года, быстро достигают половой зрелости и размножаются несколько раз в течение жизни. Оплодотворение наружное, очень мелкие яйца выметываются в большом количестве прямо в воду, поэтому личинки в перибранхиальной полости почти никогда не встречаются. Свободно плавающая личиночная стадия длится 1–10 ч. Быстрому росту асцидий способствует наличие весьма эффективного механизма фильтрации: спиральные стигмы, высокие складки и большое количество дополнительных воронок увеличивают общую фильтрующую поверхность жаберного мешка.

В 1999 г. впервые зарегистрирован факт вселения одиночных асцидий *Molgula manhattensis* в сообществах обрастания экспериментальных пластин в б. Золотой Рог (п. Владивосток) и в б. Рында (о-в Русский) зал. Петра Великого Японского моря (Zvyagintsev et al., 2003). Всего за 4–5 мес экспозиции пластин этот вид становится доминирующим в сообществе, что характерно для других видов асцидий в многолетних



сообществах обрастания и бентоса в зал. Петра Великого (см. гл. 5). Однако в б. Золотой Рог эта асцидия на пластинах, простоявших зиму, не обнаружена.

Таким образом, исходя из наличия 16 видов-интродуцентов в обрастании осмотренных судов, следует сделать вывод о важной роли судов в автотрансплантации. Пользуясь схемой Л.А. Зенкевича (1940) с некоторыми модификациями, мы выделили 4 группы видов-интродуцентов, находящихся на разных стадиях акклиматизации (рис. 113).

– Виды-интродуценты, не способные вынести новые для них условия даже в портовых водах, где чаще имеются свободные экологические ниши. К этой группе мы отнесли 2 вида баланусов – *B. eburneus* и *B. trigonus*. Они отмечены в основном на судах дальнего плавания. На каботажных судах встречаются крайне редко, не размножаются, отсутствуют в донных сообществах.

– Потенциальные вселенцы – виды, находящиеся на 1-й стадии внедрения и малозаметного развития. К этой группе отнесены *G. loveni*, *L. flexuosa*, *L. calceolifera*, *P. limicola*, *B. californica*. Обладают большей экологической пластичностью по сравнению с первой группой, довольно часто встречаются в обрастании судов портофлота и ГТС северо-западной части Японского моря, однако, как правило, не образуют массовых скоплений и отсутствуют в бентосе. Часть этих видов интродуцирована из субтропических вод, часть – из умеренных и холодных вод Пацифики и даже Северной Атлантики. Пока не известно, какие из них смогут натурализоваться в Японском море. Судя по количественным показателям в обрастании судов и числу находок видов в разных портах, скорее всего ими окажутся *B. californica* в зал. Петра Великого и *P. limicola* во всей северо-западной части Японского моря.

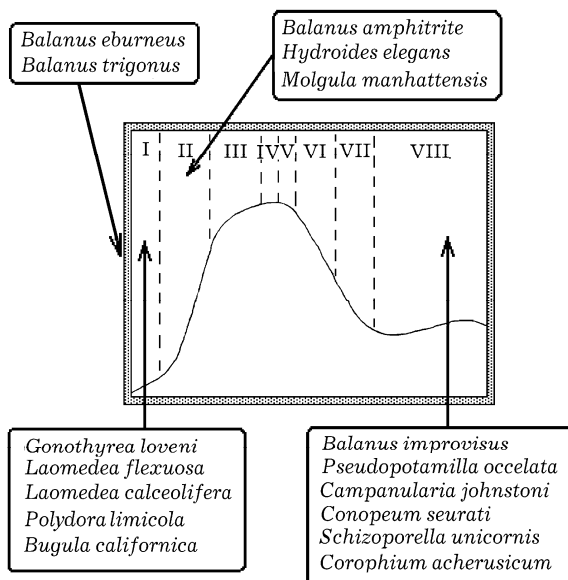


Рис. 113. Группы видов-интродуцентов, находящихся на разных стадиях акклиматизации в зал. Петра Великого (обозначены римскими цифрами) (график – гипотетическая кривая количественного развития вселенца в новом ареале по: Зенкевич, 1940)

– Виды, находящиеся на стадии бурного размножения (экологического «взрыва»). Их 3: *B. amphitrite*, *H. elegans* и *M. manhattensis*. Они дают высокие количественные показатели в обрастании осмотренных судов или экспериментальных пластин.

Характерной особенностью этих видов является локализация на судах из б. Золотой Рог. Возможно, их натурализации препятствует отсутствие естественных твердых субстратов в бухте, и они достигают массового развития лишь на антропогенных субстратах.

– Натурализовавшиеся виды. К ним отнесен ряд видов, обнаруженных не только в составе сообществ обрастания, но и в бентосе верхней сублиторали. Это *B. improvisus*, *P. ocellata*, *C. acherusicum*, *C. johnstoni*, *C. saurati* и *S. unicornis*. Вопрос о натурализации мшанки *B. gracilis* остается открытым, так как она практически отсутствует в обрастании.

Как следует из приведенных выше данных, для судов, работавших или часто заходящих в б. Золотой Рог, характерен совершенно своеобразный состав обрастания. В роли доминирующих и характерных здесь выступают 3 вида-вселенца: *H. elegans*, *B. amphitrite* и *M. manhattensis*. Термальное загрязнение, вызванное сбросом нагретых вод ВТЭЦ-2 в б. Золотой Рог, подробно проанализированное в последних работах (Звягинцев, Будникова, 2003; Zvyagintsev, 2000), способствует процессу акклиматизации экзотов. Эти виды существуют лишь в составе сообществ обрастания судов и ГТС вследствие отсутствия в бухте твердых естественных субстратов. Процесс акклиматизации происходит совершенно своеобразно, и некорректно проводить параллель между ним и классической схемой Л.А. Зенкевича (1940), согласно которой их нельзя считать натурализовавшимися.

### **7.3. Обрастание и проблема расселения видов как причина глобальных изменений в сообществах бентоса**

Географическое распространение организмов, входящих в состав обрастания, – один из наиболее важных теоретических и практических аспектов этого явления. Сообщества обрастания вносят существенный вклад в биоразнообразие отдельных регионов – так, ряд видов водорослей в тропиках встречается только на антропогенных субстратах и отсутствует в бентосе (Zvyagintsev, Ivin, 1992).

Разнос личинками является единственным способом расселения для большинства видов прикрепленных организмов. Однако для некоторых их представителей не меньшее, а иногда большее значение имеет расселение на плавнике (рафтинг) и нектонных животных. Рафтинговое расселение отличается от такового с помощью личинок тем, что взрослые организмы живут значительно дольше личинок и сами дают расселительные стадии. Такой разнос многих видов усоногих раков осуществляется во всех круговоротах морских течений. Занос плавника в районы, сильно отличающиеся по гидрологическим показателям, приводит к гибели животных, но при небольших отличиях они могут выжить и дать жизнеспособное потомство. Все возможности такого способа расселения к настоящему времени полностью исчерпаны, так как он существовал с момента возникновения жизни в Мировом океане. Примерами этого способа могут служить усоногие раки родов *Balanus*, *Megabalanus* и *Lepas* (Зевина, 1982).

Нектонными организмами расселяются узкоспециализированные виды усоногих раков родов *Chelonibia*, *Platylepas*, *Coronula*, *Xenobalanus*, *Cryptolepas*, а также *Conchoderma auritum*, которая оказалась способной существовать и в обрастании судов в качестве эпибионта. Расселение эпибионтов нектонными организмами имеет ограничения, соответствующие ареалу хозяев. И наконец, в течение последних 2–3 столетий, а в особенности в настоящее время, произошел «взрыв» числа интродуцентов из-за роста количества судов. Результаты исследования распространения обрастателей свидетельствуют о большой роли морского транспорта как фактора изменения зонально-географической характеристики видов.

Обрастание морских судов может быть прекрасным объектом островной биогеографии. Согласно равновесной теории Р. Мак-Артура и И. Уилсона (MacArthur, Wilson, 1967), судно может соответствовать небольшому и удаленному острову, число видов во время его колонизации в конечном итоге должно стабилизироваться. Однако этой стабилизации препятствуют окончание рейса и докование судна, и число видов не достигает точки динамического равновесия, т.е. потенциального видового богатства такого острова.

Проблема сохранения исчезающих видов может быть решена путем искусственного создания изолированных «резервных» популяций на островах. Проведению любых мероприятий по интродукции биогеографически чужеродных видов биоты в природные экосистемы должны предшествовать экологическая экспертиза и поиск альтернативных вариантов. В ряде случаев при ноотрансплантации экзотов с целью их сохранения не наблюдается желаемый эффект, сопровождаемый экологическим взрывом численности интродуцента.

При первичном заселении судна или ГТС обрастателями имеет место наличие свободных экологических ниш, прежде всего пригодного для оседания личинок (спор) субстрата. Сформировавшееся сообщество обрастания представлено очень молодой биотой, не прошедшей собственного пути эколого-эволюционного «уравновешивания», – коадапционного развития. Именно в случае молодых неравновесных биот антропогенных «островов»-судов успех интродукции биогеографически чужеродных видов теоретически должен быть выше, чем в устоявшихся сообществах бентоса. Чаще всего биота такого «острова» с позиций исторической биогеографии идентична естественной биоте населяющих его видов и полностью состоит из обычных, легко расселяющихся видов животных и водорослей. Однако в отдельных случаях на судах дальнего плавания существует «зоопарк в природе», последствия натурализации «экспонатов» которого в бентосе могут вызвать глобальные изменения сообществ (Bagaveeva, Zvyagintsev, 2000).

Анализ теоретических аспектов акклиматизации был бы незавершенным, если не затронуть соотношение этого процесса и эволюции. В своей монографии А.И. Раилкин (1998 б) выделяет четыре этапа эволюции обрастания (этот автор к данному явлению относит и сессильный бентос твердых грунтов). Он считает, что на первом этапе жизнь на морском дне была представлена обрастанием; на втором – появился бентос, вытесняющий его со дна; на третьем – с развитием крупных многоклеточных форм – возникли эпибиозы; на четвертом – основополагающим фактором эволюции обрастания становятся антропогенные субстраты.

На наш взгляд, теория акклиматизации имеет определенное значение для теоретической биологии, так как дает возможность лучше понять механизмы эволюции: оба эти процесса связаны с адаптивным формообразованием. Однако до сих пор не известны достоверные случаи образования нового вида (подвида) в результате натурализации, поэтому все последующие рассуждения носят в какой-то степени гипотетический характер. Многие авторы используют факты быстрого формообразования у интродуцентов в качестве примеров микроэволюции. При акклиматизации, как и при эволюции, присутствуют общие формообразовательные факторы: изоляция, мутагенез, резкие колебания численности (популяционные волны), естественный отбор (Чесноков, 1989). И тот, и другой процессы начинаются с обособления группы особей от родительской популяции и образования географического изолята.

Микроэволюция (в случае аллопатрического формообразования) начинается с естественного расселения группы особей за границы ареала вида, вследствие чего образуется краевой изолят. Для этого может потребоваться смена многих поколений, так как вероятность выживания особей за пределами ареала очень мала.

Акклиматизационный процесс начинается в результате ноо- или автотрансплантации на территорию вне видového ареала. При благоприятных для данного вида условиях натурализация проходит в минимальный промежуток времени. Различие между процессами микроэволюции и акклиматизации заключается в том, что первый вызывается естественными причинами, а второй – человеком. Это различие не имеет принципиального значения, так как в обоих случаях формообразование начинается после появления изолятов. Акклиматизационные процессы происходят с очень высокой скоростью и могут быть обозримыми в течение жизни наблюдателя.

Аналогичный «эксперимент» проводится в гигантском масштабе при вводе в эксплуатацию нового судна или иного объекта искусственного происхождения, на незанятую поверхность которого происходит массовое оседание личинок обрастателей. Интерпретация процесса акклиматизации как формирования сообщества обрастания имеет важное теоретическое значение, так как акклиматизация и выживаемость организмов в обрастании может быть использована для познания процесса микроэволюции. Теория и практика акклиматизации, способствуя изучению микроэволюции, приближает решение кардинальной проблемы прикладной биологии – управляемой эволюции, позволяющей «конструировать» по желанию человека сообщества с высокими количественными показателями, организмы с заданными признаками и свойствами, марикультуру с большой продуктивностью. Таким образом, акклиматизационный процесс, несмотря на его антропогенное начало, – экологический процесс со всеми его закономерностями.

Итак, когда обрастатель-экзот найден лишь на судах дальнего плавания, то о нем можно говорить как об автотрансплантанте, реже – как об интродуcente (когда показано нахождение на гидротехнических сооружениях и местных судах именно вселившихся особей). Если доказано, что вселенец живет в порту, в районе с нарушенными естественными сообществами, когда ясно, что местная популяция поддерживается за счет подтока трансплантантов, то можно также говорить об интродуcente. Если экзот размножается, найден в различных донных сообществах, численность его растет, то его с уверенностью можно рассматривать как акклиматизанта. Для него, в частности, будет заметна явная корреляция численности, биомассы и других показателей обилия от межгодовых климатических флуктуаций. Наконец, регулярное выявление данного вида в донных сообществах при многолетних наблюдениях, нахождение в течение многих лет всех стадий его развития будут свидетельствовать в пользу того, что наступила натурализация и вид следует считать аллохтоном.

Известно, что при автотрансплантации образуются новые биполярные и амфибореальные ареалы наряду с такими глобальными процессами, как обмен фаунами при изменении температурного режима и трансгрессиях Мирового океана. При этом антропогенная трансплантация в несравнимое число раз ускоряет этот процесс. При биогеографических построениях не следует упускать из виду роль авто- и ноотрансплантации в образовании современных дизъюнктивных ареалов. Наши данные полностью подтверждают мнение Г.Б. Зевинной (1994) о том, что развитие судоходства, увеличение числа судов различного режима эксплуатации, связь морей с помощью каналов неизбежно приводят к образованию единых фаун обрастания для все более и более крупных участков Мирового океана в пределах различных биогеографических регионов.

*Принято думать, что между крайними точками зрения лежит истина. Ниоим образом: между ними лежит проблема.*

И. Г е т е

## **ГЛАВА 8. АНТРОПАЛЬ – ЗОНА ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ**

**Р**ассматривая природу исключительно как среду обитания «венца ее творения», мы становимся на антропоцентрическую позицию, которую полностью можно отнести к аутоэкологии. В сферу синэкологии мы перемещаемся лишь в том случае, если человек выступает в роли одного из компонентов эколого-технологических систем. В идеале эти подходы должны быть не исключающими друг друга, но взаимодополняемыми. Система «человек–среда» может рассматриваться в синэкологическом плане с соответствующей расстановкой приоритетов. Как правило, имеет место дуалистический подход к природе самого человека и его окружения: жесткое разделение природного и социального, природного и духовного начал (Красилов, 1992). Даже видные специалисты по изучению обрастания рассматривают его с антропоцентрической позиции, именуя болезнью (вспомним, что говорил А.Д. Бакиюкко: «Когда понятны природа и развитие болезни, стоимость и сложность лечения часто сокращаются»). Обсуждаемая в данной работе проблема морского обрастания обычно изначально истолковывается исключительно с этой позиции. При этом не учитывается тот факт, что данное явление – полноправный компонент среды обитания человека, а вид, разрушающий среду и подрывающий основы существования последующих поколений, обречен на вымирание. Попытаемся рассмотреть природу морского обрастания в свете эколого-технологической концепции биоповреждений без смещения акцента в сторону «технической гидробиологии» и разработки защитных мер.

Создаваемые человеком предметы и материалы, вовлекаемые в естественные процессы биосферы и не свойственные окружающей среде, включаются в естественные сообщества. Во всех случаях проявления биоповреждений наблюдается взаимодействие двух сторон: организмы и окружающая среда (предметы искусственного происхождения). Изучение этих двух компонентов предусматривает комплексные эколого-технологические подходы, учитывающие взаимодействие живых организмов (биоповреждающих агентов) между собой. В случае морского обрастания это приобретает особую актуальность, так как слагающие его организмы принадлежат к разным систематическим группам и экологически далеки друг от друга. Большое значение имеют и зонально-географические факторы. Эколого-технологические комплексные подходы к изучению обрастания предусматривают прогнозирование его биоповреждающего действия в определенных географических регионах.

Как и в любой области науки, при выполнении задач по проблеме биоповреждений требуется конкретизация предмета исследований. История проблемы слишком непродолжительна, кроме того, она включает в себя большое число частных задач, что послужило причиной разночтений в терминологии и основных понятиях.

Появление термина «биоповреждения» приурочено к созданию и официальному оформлению Научного совета АН СССР, возглавившего исследовательские работы в этом направлении. Термин соответствовал английскому слову «biodeterioration», используемому для обозначения международных координирующих организаций («Biodeterioration Society»), в названиях тематических монографий («Marine biodeterioration») и т. д. Первоначально он использовался для обозначения отрицательного влияния организмов на изделия либо техническое сырье, впоследствии стали учитывать и полезную деятельность организмов при утилизации использованных материалов. Морское обрастание представляет собой одну из наиболее серьезных проявлений биоповреждений, оно возникает в водной среде и тесно связано с ее особенностями. При этом непременно происходят специфические контакты между объектом (поверхностью корпуса судна), сообществом организмов-обрастателей и водной средой. Такие контакты могут усилить, ослабить и даже полностью заблокировать действие организма на объект, что следует учитывать при разработке методов защиты от обрастания. На основании этого следует, что биоповреждения – это биоценотическое, зонально-географическое и в широком смысле биосферное явление, основанное на взаимодействии экологических и антропогенно-технологических факторов. Результатом биоповреждений являются изменения (нарушения) структурных и функциональных характеристик антропогенного происхождения. Биоповреждающие воздействия развиваются во времени и пространстве в виде сложного процесса, включающего в себя различные этапы (стадии сукцессии), периоды замедления и ускорения и даже обратные процессы, проявляющиеся во влиянии объекта на организм. Таким образом, биоповреждающий процесс двусторонне направлен и характеризуется активным взаимодействием организма и объекта.

Биоповреждающая ситуация – одно из наиболее важных понятий проблемы биоповреждений. Она возникает вследствие одновременного присутствия всех необходимых компонентов и факторов среды. Источником (агентом) биоповреждений называется организм, оседающий на изделие (сырье) и вызывающий нежелательные изменения его свойств. Объектами биоповреждений называются соответственно сооружения, изделия, материалы, сырье, повреждаемые организмами и теряющие полностью или частично полезные свойства. В понятие объектов биоповреждений входят средства защиты, также подвергаемые воздействию агентов биоповреждений.

Таким образом, морское обрастание представляет собой одновременно и экологическое, и антропогенно-технологическое явление. Это определение составляет основу эколого-технологической концепции биоповреждений (Ильичев и др., 1987). Главные положения концепции относительно морского обрастания сводятся к следующему. Обрастание в качестве частного случая биоповреждения возникает как следствие конфликта человека с биосферой, в результате чего имеет место экологическое нарушение – отклонение от обычного состояния (нормы) экосистемы. Любое воздействие на природную среду вызывает ответную реакцию, которая в большинстве случаев оказывается неблагоприятной для человека. Причиной биоповреждающей ситуации при этом служит заполнение галосферы колоссальным количеством не свойственных ей объектов антропогенного происхождения (идет преобразование части биосферы в техносферу), и, как следствие, возникает ответ в виде «самоочищения». При этом экологический и антропогенно-технологический компоненты тесно взаимодействуют друг с другом, составляя, по сути, единое целое и создавая причину возникновения биоповреждений. Биоповреждение как явление характеризуется

сложным взаимодействием этих компонентов в динамике, ход и направление которой определяются их взаимодействием.

Техногенное развитие биосферы в результате трудовой деятельности людей обусловило неупорядоченность естественно протекающих процессов во всех составляющих биосферы. Такие процессы изучает инженерная экология. Глобальный техногенез с его дестабилизирующими факторами дал основание для введения понятия техносферы как некой интегральной совокупности определяющих воздействий (актов трудовой деятельности человека), в рамках которых происходит развитие всех реальных процессов в биосфере (Мазур, Молдаванов, 1989). В ходе технической эволюции возобладала тенденция к преобразованию природной среды, ее приспособлению к потребностям общества. Однако человек, как один из множества биологических видов, может сохраниться лишь в системе биосферы, тогда как техносфера предназначена для роботов. Решение любого типа социального механизма, ответственного за изменение и охрану окружающей среды, должно базироваться на объективных оценках последствий экономического роста, в т. ч. – увеличения числа искусственных субстратов в галосфере. Очень часто эти оценки должны получаться в реальном масштабе времени, т.е. в темпе формирования экономического решения. В результате экологическая экспертиза того или иного проекта, как правило, находится в условиях дефицита времени.

Для решения поставленной задачи существует два основных пути. Первый является собственно экологическим и связан с разработкой экспресс-методов экологического мониторинга и биологической индикации, позволяющих оценивать состояние экосистем и тенденции их развития на основе ограниченного числа параметров. Развитие таких методов может существенно снизить трудоемкость биологического этапа оценки состояния экосистемы. Второй путь состоит в разработке специальных программных и аппаратных средств, позволяющих в требуемом темпе решать задачу опережающего анализа, т.е. моделирования исследуемой экосистемы или объекта (корпуса судна, ГТС, опор МСП) в условиях внешнего воздействия. Оба пути решения проблемы относятся к новой научной дисциплине, за которой в последние годы закрепился термин «инженерная экология». Инженерная, или прикладная, экология – наука, определяющая меру разумности трудовой деятельности человека, – один из необходимых элементов в закономерном диалектическом переходе биосферы в ноосферу, которую В.И. Вернадский (1988) рассматривал как качественно новый феномен, объединяющий природу и общечеловеческую культуру и разум. Выживание человечества обеспечивается разумным управлением глобальным техногенезом в жестко регламентированных доверительных границах. Концептуальный аспект инженерной экологии связан с необходимостью формирования научно-методического базиса, отвечающего интегральным критериям экологической безопасности в региональном, континентальном и планетарном смысле. В настоящее время рассматривается энвайронменталистский аспект экологической проблемы, обусловленный закономерным техногенным воздействием на окружающую среду. В рамках обоих основополагающих аспектов проблемы формируются методологические принципы инженерной экологии как самостоятельной научно-технической дисциплины.

По времени создания и функционирования антропогенного субстрата следует выделить в самостоятельные группы факторы, сопровождающие собственно процесс сооружения, и таковые экологического воздействия в процессе эксплуатации объекта. Значительные количественные диспропорции, вносимые первой группой факторов, приводят к закономерному качественному изменению окружающей среды, причем это изменение будет тем существеннее, чем длительнее воздействие второй группы. Поэтому регламентация антропогенных факторов окружающей среды при сооружении промышленных объектов, в т. ч. всех видов морских антропогенных субстратов, – необходимое условие обеспечения и сохранности экологического равновесия в регионе.

Человек в результате заполнения водной среды изделиями своих рук, независимо от своей воли, провоцирует биоповреждения этих предметов морским обрастанием. В одних случаях он допускает стихийное протекание этого процесса, в других – оказывает на него более или менее эффективное воздействие с целью сократить экономические потери.

К настоящему моменту наступил последний этап преобразования природы человеком – глобальное изменение всех экологических компонентов биосферы в связи с интенсификацией хозяйства, в частности строительства судов и ГТС. Этот этап начался сравнительно недавно, не более 300 лет назад с особой активизацией в XX в., и достигнет наибольшей остроты в начале XXI в. Если в дальнейшем не произойдет глобальной катастрофы типа ядерной войны или тотального разрушения озонового экрана планеты, следует ожидать постепенного смягчения антропогенного пресса как следствия «внедрения» принципов жюэтики (Кинне, 1999) и перехода природной среды к восстановлению до фазы целесообразного экологического равновесия. *Мы не можем ждать милости от природы после того, что мы с ней сделали.* Проводя параллель между эволюцией антропала и наземной цивилизации (собирачество–охота–земледелие–урбанизация–переход к устойчивому развитию), следует отметить, что, в отличие от цивилизации, антропаль уже достигла устойчивого развития. В настоящее время наблюдается один из тех редких случаев, когда природа дает достойный ответ на антропогенное вмешательство и оказывается победителем – морское обрастание было, есть и будет прогрессировать вследствие постоянного роста числа искусственных субстратов в галосфере.

### 8.1. Экологические аналоги биоповреждений, их жизненные формы

Биоповреждающий процесс в случае морского обрастания начинается при целенаправленном контакте одного из компонентов (готовых к оседанию личинок животных или спор водорослей) со вторым компонентом – поверхностью субстрата (подводной частью корпуса судна, ГТС и т. п.). При этом имеет место и элемент

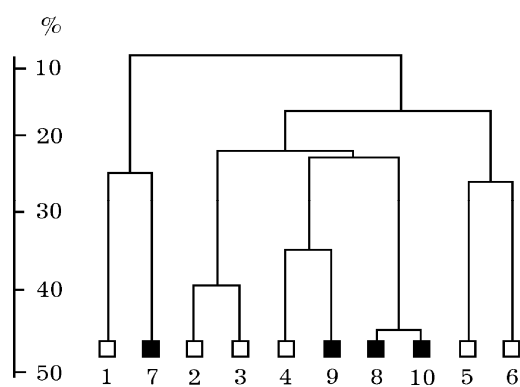


Рис. 114. Дендрограмма сходства видового состава альгофлоры сообществ обрастания (светлые квадраты) и эпифитона (черные квадраты). Обрастание: 1 – затонувшее судно, о-в Фаркуар; 2 – буй с цепью, о-в Альдабра; 3 – буй, о-в Дерош; 4 – пирс, о-в Праслен; 5 – ГТС порта Виктория; 6 – ПЧ НИС «Академик Александр Несмеянов». Эпифитон: 7 – о-в Фаркуар; 8 – о-в Альдабра; 9 – о-в Дерош, 10 – о-в Козиви. Шкала – уровень сходства, %

случайности нахождения или появления объекта на данном участке акватории. Способность личинок обрастателей воспринимать объекты и аттрактивно реагировать на них является основополагающим фактором в возникновении биоповреждения. Большинство субстратов антропогенного происхождения становятся объектом биоповреждающего воздействия лишь в том случае, если они экологически подобны и напоминают полезные для организма природные ориентиры. Если при избирательном контакте агента и объекта (личинки и субстрата) эти полезные свойства подтверждаются, то связи между ними приобретают характер постоянных – происходят оседание и прикрепление личинки к субстрату.



Видов, живущих исключительно на антропогенных субстратах, не существует – это те же виды сессильного эпибентоса твердых грунтов, приспособившихся к специфическим условиям жизни на искусственном субстрате. Изучение эпибентосных сообществ, в частности эпibiозов, – тема отдельного исследования, и в настоящей работе мы коснулись лишь некоторых аспектов этой проблемы. Наибольшее сходство состава и закономерностей формирования сообществ отмечено нами для обрастания в Амурском заливе Японского моря и эпibiоза устричных банок в кутовой части этого залива. Так, эпibiоз устриц представлен практически тем же набором видов, что и сообщества обрастания судов и ГТС Амурского залива (табл. 78). Исключение составляют 3 вида зарывающихся двустворчатых моллюсков: *Ruditapes philippinarum*, *Mya japonica* и *Potamocorbula amurensis*, найденные только на устричных банках и отсутствующие в обрастании (Звягинцев, 1991б). Эти виды представлены всего несколькими ювенильными особями, живущими в убежище среди отложений детрита между створками устриц. Нахождение крупного брюхоногого моллюска *Rapana thomasi* на устричных банках, питающегося устрицами, теоретически возможно и в сообществе *S. gigas* обрастания ГТС южной части Амурского залива (в обрастании опор МСП в Южно-Китайском море встречен близкий в систематическом и экологическом аспектах родственник рапаны – крупный брюхоногий моллюск *Murex ramosus*). Из вышесказанного следует, что устричная банка, выбранная в качестве объекта исследования основоположателем биоценологии К. Мебиусом, представляет собой прямой природный аналог обрастания искусственных субстратов.

Не отмечено четких закономерностей сходства качественного состава обрастания ГТС и эпифитона талассодендрона *T. ciliatum* Сейшельских островов (Звягинцев, Ивин, 1993; Zvyagintsev, Ivin, 1992; Ivin et al., 2000) при их сравнении с использованием кластерного анализа (рис. 114). Таким образом, *взятые отдельно эпibiозы сессильного бентоса наиболее близки по качественному составу обрастанию искусственных субстратов*

На опорах нефтедобывающей платформы в Южно-Китайском море после четырех лет эксплуатации внешняя поверхность на протяжении 30 м покрыта на 30–40% склерактиниями родов *Pocillopora*, *Porites* и *Millepora*. Все эти виды склерактиний селятся эпibiонтно на устрицах, реже на домиках баланусов, створках хамы, птерии (табл. 62). Склерактинии, представляющие собой типичные эпibiонтные сессильные формы бентоса (Schuhmacher, 1977), поселяются исключительно на биогенном известковом субстрате, созданном кораллиновыми водорослями, моллюсками, полихетами. Лишь после формирования такого субстрата кораллы начинают его заселение, предпочитая его свободным от обрастания граниту и бетону. Таким образом, коралловый риф, как устричная банка в умеренной зоне, представляет собой экологический аналог обрастания в тропиках.

На таком, казалось бы, абсолютно не пригодном для поселения сессильного бентоса подвижном живом субстрате, как рыбы, встречаются эпibiонтные поселения гидроидов (см. гл. 6). В частности, на некоторых видах рыб из зал. Петра Великого отмечены *Obelia longissima*, являющиеся одним из основных компонентов обрастания судов и ГТС этого залива.

Иная картина наблюдается в эпibiозах морских млекопитающих. На самых крупных их представителях (усатых китах) обитает целый ряд узко специализированных видов, не встреченных в обрастании (см. гл. 6). Исключение представляет морская утка *Conchoderma auritum*, встреченная как в эпibiозах морских млекопитающих и рыб, так и в обрастании судов дальнего плавания (см. гл. 3). В эпibiозах китов конкодерма является вторичным комменсалом, так как поселяется не непосредственно на коже, а образует сростки на усюногих ракообразных рода *Coronula*. По данным Г.Б.

Зевиной (1982), представители рода *Conchoderma* встречаются на плавающих в воде предметах (плавнике, судах, океанических буях), иногда на китах и других морских позвоночных (рыбах, черепахах, змеях) и беспозвоночных (крабах). В эпибиозах рыб (голубой акулы, меч-рыбы, марлина) конходерма также поселяется не на коже, а на паразитирующих веслоногих рода *Tenella*.

Жизненные формы *Lepadomorpha* проанализированы Г.Б. Зевиной (1982). По мнению этого автора, лепадоморфа, в отличие от других циррипедий, благодаря наличию стебелька смогла заселить не освоенные другими усоногими раками биотопы. Г.Б. Зевиной выделено 9 жизненных форм *Lepadomorpha*, связанных прежде всего с местом обитания (с. 161). Специализация этой группы идет по одному плану: неживой субстрат → живой субстрат → паразитизм. По мнению автора, представители рода *Conchoderma*, в частности встреченный нами на СДП *C. auritum*, представляют собой переход от VI (пассивноподвижные на неживом субстрате) к VIII форме (комменсалы нектонных видов). Таким образом, количество и разнообразие жизненных форм *Lepadomorpha* больше, чем у других усоногих раков, – *Balanomorpha* и *Verrucomorpha*. Согласно классификации Г.Б. Зевиной, представителей исследованного нами обрастания судов следует отнести также к переходной форме, но между I (формы бентосные) и VI (пассивноподвижные на неживом субстрате).

Биоповреждения, прямо или косвенно связанные с окружающей средой, содержат в ней свои аналоги – экологические прототипы. Так, обрастание судна имеет природные экологические прототипы: обросшие теми же видами водорослей и животных предметы естественного происхождения – упавшие в воду деревья, скапившиеся с берега валуны и т.п. В результате таких стихийных процессов, как денудация, волновая абразия, тектонические перемещения и извержения вулканов, на побережьях в морскую среду поступает огромное количество твердого обломочного материала, на котором в зависимости от времени пребывания в морской среде формируются те или иные сукцессионные серии (группировки и сообщества) эпибентоса (Ошурков, 1994, 2000). Свообразные природные аналоги обрастания представляют собой эпибионтные поселения организмов на живом субстрате – талломах водорослей, карапаксах крабов, створках моллюсков. Реакция потенциальных обрастателей на попавший в водную среду предмет искусственного происхождения обычно такая же, как и на экологически им хорошо знакомый.

Благодаря колоссальному количеству морских антропогенных субстратов и постоянству их появления в водной среде они становятся объектом регулярного «нападения» обрастателей, при этом природные аналоги биоповреждений могут резко сокращаться вплоть до полного исчезновения. Так, в эпибентосных сообществах зал. Петра Великого Японского моря практически невозможно обнаружить балануса *B. crenatus* – основного обрастателя судов Дальневосточного морского бассейна. Однако для морского обрастания такие случаи достаточно редки. Происходит «преадаптация» обрастателей к объектам биоповреждений, при этом в экологическом освоении данного объекта организм использует те же адаптивные приемы, что и в отношении его экологического прототипа, к которому он уже адаптирован. Существование природного прототипа может подсказать не только отдельные приемы, но и стратегию защиты от биоповреждений.

Эколого-географические факторы могут препятствовать началу биоповреждающего процесса морского обрастания. Так, для контакта обрастателя с объектом необходимы достаточное количество и равномерность распределения готовых к оседанию личинок; организм должен принадлежать к биоповреждающей популяции, способной иметь контакт с данным объектом; время осуществления контакта должно

соответствовать периоду размножения организма обрастания. Например, в зал. Петра Великого безопасным периодом для заходящих туда судов являются зимние месяцы с отрицательной температурой воды, когда оседание макрообрастания отсутствует.

Минимальной единицей биоповреждающего воздействия принято считать популяцию (Ильичев и др., 1987). Обрастание крайне редко представлено одним видом, обычно это моно-, реже би- и полидоминантное сообщество из нескольких десятков видов. Популяция вида-первопоселенца в ходе смены сукцессионных стадий «приобщает» следующие по сроку оседания виды к сообществу.

Таким образом, морское обрастание – это сложное биоповреждающее явление двойственной природы, актуальность и необходимость изучения которого не вызывает сомнений. В первую очередь нужны знание систематики, биогеографии и экологии организмов, изучение их адаптивных возможностей, обеспечивающих освоение новых (в т. ч. антропогенных) биотопов, расселение в другие регионы, выявление экологических аналогов. Фундаментальные науки, имеющие дело с источниками биоповреждений, относятся к первой и наиболее важной категории участников и партнеров в решении проблемы, ко второй – относятся прикладные науки и сферы человеческой деятельности. Особая роль «мозгового центра» в оценке взаимодействия между организмом и объектом на уровне сообществ в широком зонально-географическом и даже биосферном масштабе, возможности регулировать морское обрастание в интересах человека принадлежит экологии.

## **8.2. Обрастание, эпибиозы и бентос: вопросы терминологии**

Дискуссия о целесообразности использования термина «обрастание» для обозначения сообществ организмов на твердых субстратах различного происхождения продолжается на протяжении всего прошлого столетия. Как правило, речь идет о твердых неживых субстратах, главным обоснованием разграничения которых служит их естественное или искусственное происхождение. До настоящего времени большую сложность представляет сопоставление данных разных авторов, занимающихся исследованием седентарных организмов на различных субстратах. Понятие «обрастание» независимо от бентоса впервые введено в 1905 г. Селиго (Seligo), цит. по: Зевина, 1972. Этот автор выделил из бентоса группу микроскопических организмов, обитающих на твердом субстрате, и назвал их «aufwuchs». Е. Гентшель (Hentschel, 1923) для обозначения микро- и макроорганизмов на твердом субстрате использовал термин «bewuchs». Конкретизация типа субстрата для оседания прикрепленных организмов впервые проведена Л.А. Бенингом в 1924 г. (цит. по: Зевина, 1972). Им введен термин «перифитон» (от греческого слова обрастать, приращивать) для обозначения организмов, «обрастающих» введенные в воду человеком предметы, т.е. антропогенные субстраты. Л.А. Бенинг считал экологическим признаком перифитона в отличие от донного населения жизнь на субстрате в условиях более подвижной воды и вдали от берегов.

Термин «перифитон» встречается во многих отечественных работах, однако в основном он используется применительно к пресным водоемам. Большинство исследователей населения морей предпочитают термин «обрастание», при этом существуют разночтения даже в работах одних и тех же авторов. Так, даже основатель изучения обрастания дальневосточных морей Н.И. Тарасов в одних случаях к обрастанию относит поселения прикрепленных организмов на искусственной поверхности, в других и сообщества эпибентоса на природных твердых субстратах. Виднейший отечественный специалист по обрастанию Г.Б. Зевина (1972) считает, что «с

нет существенной разницы в обрастаниях между естественными и искусственными предметами». В фундаментальной американской сводке «Marine fouling ...» (1952) проводится четкое разграничение сообществ животных и растений, поселяющихся на искусственных сооружениях («fouling» = «обрастание») в отличие от природных аналогов этих сообществ. Аналогичной точки зрения придерживаются О.Г. Резниченко с соавторами (1976), выделяя зону искусственных субстратов «антропаль». В пользу этой точки зрения свидетельствует также мнение автора одного из последних учебников экологии для вузов Н.К. Христофорова (1999). В своих опубликованных работах А.И. Раилкин (1998а, б) рассматривает совокупность организмов всех жизненных форм, обитающих в воде на твердых субстратах, независимо от их природы и положения, как единую экологическую группировку – перифитон, или биообрастание.

Дискуссия о целесообразности использования термина «обрастание» для обозначения сообществ организмов на твердых субстратах различного происхождения продолжается на протяжении последних десятилетий отечественными авторами (Резниченко и др., 1976; Протасов, 1982; Брайко, 1985; Гальцова и др., 1985; Серавин и др., 1985; Звягинцев и др., 1990, 1993; Масленников, 1997; Ивин, 1998; и др.). Как правило, речь идет о твердых неживых субстратах, главным обоснованием разграничения которых служит их естественное или искусственное происхождение. При этом чаще всего вопрос об идентификации сообществ прикрепленных организмов на живом субстрате (створки и раковины моллюсков, карапаксы крабов, талломы водорослей) тактично не обсуждается, хотя представляется не менее актуальным. Лишь С.А. Зернов (1934) предложил термин «нарос» (для животных) и «оброс» для неживых субстратов, но эти термины не прижились. Существуют разночтения даже в двух близких изданиях словарей одного и того же автора (Реймерс, 1990; 1991). В первом из них термин «обрастание» трактуется как «покрытие тел, сооружений и предметов, находящихся в водной среде (поверхностей тел китов, корпусов кораблей, портовых сооружений, труб и т. п.), растительными, животными и микроскопическими организмами», т.е. имеется в виду *процесс*, при этом без разграничения живых и искусственных субстратов. Во втором словаре под этим же термином, но уже во множественном числе подразумевается *явление*: «обрастания, перифитон – поселения живых организмов на погруженных в воду или часто увлажняемых подножиях скал, камнях, подводных частях судов, буев, бакенов, портовых сооружений, плотин, на коже китов и т.п.» В этом случае автор добавляет к указанным выше субстратам сообщества бентоса твердых грунтов. При этом, по мнению Н.Ф. Реймерса, «их [обрастания] изучает биология инженерная, или прикладная». Грамматическая принадлежность термина «обрастание» варьирует и у других у авторов. Так, в обзоре А.А. Протасова (1982) термин выступает в роли имени существительного и используется как а) собирательное название прикрепленных организмов на твердом субстрате; б) экологическая группировка, совокупность организмов различных жизненных форм, жизнедеятельность которых тесно связана с разделом твердого субстрата и воды; в) сообщество, развивающееся на антропогенном субстрате. В своей монографии (1994) этот автор предлагает сохранить название «бентос» только за населением мягких грунтов (!). Что же тогда остается делать исследователям бентоса, специализирующимся на изучении твердых грунтов? У других авторов обрастание истолковывается как *процесс* заселения гидробионтами а) антропогенного субстрата (Evans, Hoagland, 1986); б) любой твердой поверхности, живой или мертвой (Wahl, 1989).

В большинстве работ, посвященных исследованию сообществ седентарных животных и перфораторов створок моллюсков из бентоса, с уверенностью применяется термин «обрастание» = «fouling» (Igic, 1981; Раков, 1984; Наумов, 1980; и др.) Необоснованно вводятся новые понятия «седвазия» (по аналогии с паразитологическим

термином «инвазия») для обозначения использования тела другого животного в качестве субстрата и «седвазионты» для определения организмов, поселяющихся на теле других животных (Наумов, Федяков, 1985а,б).

При изучении сообществ морских трав описывается «эпифитное обрастание» = «epiphytic fouling» (Orth, Van Montfrans, 1984). Специалисты марикультуры иногда приравнивают животных и растения, поселяющихся на культивируемых объектах и субстратах для их выращивания, к «вредителям» = «pests» и «сорнякам» = «weeds», заимствуя эти термины в сельском хозяйстве (Пржеменецкая, Климова, 1983; Tseng, 1993).

Более последовательны в данном случае специалисты по изучению поселений организмов на макрофитах. Так, для обозначения ассоциаций мшанок с макрофитами еще К. Линней (Linnaeus, 1767, цит. по: Hayward, 1980) использовал термин «fisci». Эти же ассоциации выделял Ч. Дарвин (1935) во время путешествия на «Бигле». Современные ученые обычно избегают термина «обрастание», применяя такие нейтральные понятия, как «сообщество» = «community» (Zavodnik, Iqic, 1967) или просто «население» = «peoplement» (Bellan-Santini, 1970a,b). Чаще ими используются термины с приставкой «эпи-»: «эпифитон» (Маккавеева, 1979), «invertebrate epiphytes» (Hayard, 1980), «algal epifauna» (Seed, O'Connor, 1981). К.Л. Виноградовой (1979) предложено называть «эпифитами» организмы, живущие на растениях, и «эпизоидами» – на животных.

Таким образом, терминологическая дискуссия продолжается и в настоящее время, и каждый специалист имеет право на собственную точку зрения. Я считаю применение термина «обрастание» в отношении живого субстрата нецелесообразным. Подобные сообщества существовали миллионы лет со времени возникновения макробентоса, в то время как «истинное» обрастание (в понимании большинства современных исследователей) возникло лишь с появлением антропогенных субстратов. Кроме того, к отличительным особенностям живых субстратов относится постоянное увеличение пригодной для заселения площади раковины (каракакса, таллома и т.п.) по мере их роста. Исходя из своеобразия условий существования прикрепленных организмов на живом субстрате было бы логично вслед за фитоценологами называть сообщества сессильных организмов на растениях и животных эпифитами (для животных, соответственно, сообществами эпизоидов, для растений – эпифитов, или вслед за Е.Б. Маккавеевой (1979) эпифитоном) в отличие от обрастания. Подобное деление позволило бы более четко разграничить понятия «бентос» и «обрастание» и исключить их синонимии. В определении границ понятия «обрастание» автор придерживается точки зрения американских исследователей (Marine fouling ..., 1952), а также В.Д. Брайко (1985) и О.Г. Резниченко (1978), понимая под ним совокупность прикрепленных и подвижных форм организмов, населяющих антропогенные субстраты, расположенные в толще воды.

### **8.3. К вопросу о самостоятельном статусе антропали**

Существует мнение, что «обрастание», понимаемое как «эпибентос антропогенных субстратов», имеет некоторые структурные особенности по сравнению с расположенными поблизости эпибентосными сообществами естественных твердых грунтов (Ошурков, 2000). Этим автором ставится вопрос, возможна ли экстраполяция данных о сукцессиях обрастания на эпибентос в целом? Им отмечено, что видовой состав и количественные характеристики сообществ обрастания и бентали близки либо тождественны и различия в формировании и структуре эпибентоса и обрастания только кажущиеся (см. выше: «сукцессия сообществ обрастания»). Однако в этой же работе автором показано, что, например, по обилию массовых видов зообентос сообществ

обрастания пирса существенно не отличался от населения бентали, но обычные в приэстуарных районах мидии, баланусы *B. crenatus* и мшанки *Alcyonidium mytili* в обрастании пирса и буйрепа отсутствовали. Таким образом, приведенная В.В. Ошурковым информация свидетельствует в пользу самостоятельного статуса зоны искусственных субстратов.

По мнению О.Г. Резниченко с соавторами (1976), все существующие субстраты, погруженные в море, представляют собой совершенно своеобразную зону, отличающуюся от бентали и пелагиали и в то же время объединяющую их свойства. Эту зону в связи с двойственностью ее облика они назвали *мезалью*, а в будущем по мере наступления технического прогресса – возможно именовать ее *антропалью*. На мой взгляд, будущее наступило, и антропаль вступила в свои права. В чем же отличия этой новой для галосферы зоны, и есть ли они вообще?

### **Отличительные характеристики антропали**

1. Молодость явления. Население антропали (обрастание) – ровесник цивилизации. Длительность мимолетного в масштабе истории планеты четвертичного периода, или *антропогена*, всего около 700 тыс. лет. Основная часть антропогенных субстратов возникла в результате технической революции в последние три столетия, т.е. за одно мгновение истории Земли.

2. Гигантские масштабы явления. Общая площадь погруженных в море искусственных субстратов составляет около 200 тыс. км<sup>2</sup>, т.е. не менее 20% от площади поверхности верхних отделов шельфа (Синицын, Резниченко, 1981).

3. Несвойственность для искусственных субстратов быть местом обитания на них гидробионтов.

4. Постоянная возобновляемость искусственных субстратов с образованием свободных экологических ниш.

5. Эксплуатационный фактор, определяющий экстремальные условия выживания гидробионтов: повышенная гидродинамическая активность, постоянная смена температуры, солености, сапробности воды.

6. Специфичность таксономического состава и набора сообществ, не встречающихся в бентосе.

7. Высокое количественное обилие обрастания – его биомасса превышает соответствующий показатель для сообществ бентоса в 50–100 раз, что объясняется взаимодействием антропали с наиболее продуктивной зоной фитали.

8. Резкое ослабление пресса хищников или изменение их видового состава.

9. Изменение морфо-физиологических характеристик обрастателей: увеличение скорости роста и полового созревания в 1,5–4 раза.

10. Воздействие антропали на жизнь галосферы как мощный эволюционный фактор: неконтролируемый поток интродуцентов, включая паразитофауну, с последующими глобальными изменениями сообществ бентоса; влияние установок марикультуры и нефтедобывающих платформ на экологическую ситуацию акватории и т.д.

Термин «антропаль» фигурирует и в последнем издании словаря-справочника «Природопользование» Н.Ф. Реймерса (1990), однако здесь он трактуется менее категорично, как «сфера влияния на жизнь гидробионтов жестких границ, возведенных человеком в океане (водной среде). Ими могут быть поверхности любых сооружений, искусственные биологические рифы и т. д.» В одной из работ (Солдатов и др., 1985) анализируются сходство и отличие обрастания установок марикультуры с литературными данными по бентосу этого же района с использованием коэффициента Серенсена–Чекановского. Разделяя взгляды О.Г. Резниченко с соавторами, на

имеющемся материале мы попытались более четко обосновать самостоятельный статус антропоали.

Проведено сравнение качественного состава сообществ обрастания и бентоса литорали с верхнесублиторальной каймой в одних и тех же районах Южного Вьетнама на материале 3-го рейса НИС «Академик Александр Несмеянов». Поскольку материал собран в одно и то же время по сходной методике и определен одними и теми же специалистами, мы решили считать его достоверно сравнимым. Анализировали полные видовые списки и списки фонообразующих видов. На основании полученных данных построены дендрограммы сходства и ориентированные графы мер включения.

На рис. 115 показано, что списки видов, как общий, так и по доминантам, разбились на две группы по приуроченности к естественным или к антропогенным субстратам независимо от географического положения места взятия проб. При этом уровень объединения очень низок – около 10%. На ориентированном графе связи между этими типами субстратов не превышают 15%. При сравнении списков фонообразующих видов как исключение выделился объект № 6 – пирс о-ва Антхой. Причина этому, видимо, его контакт с твердым грунтом бентали, населенным аналогичным сообществом. Используемый нами метод выявления статистически значимых ветвей на дендрограмме видовых списков (Суханов, 1983) с доверительной вероятностью  $p = 0,99$  свидетельствует о том, что выделенные кластеры достоверно различны и представляют собой выборки из разных генеральных совокупностей.

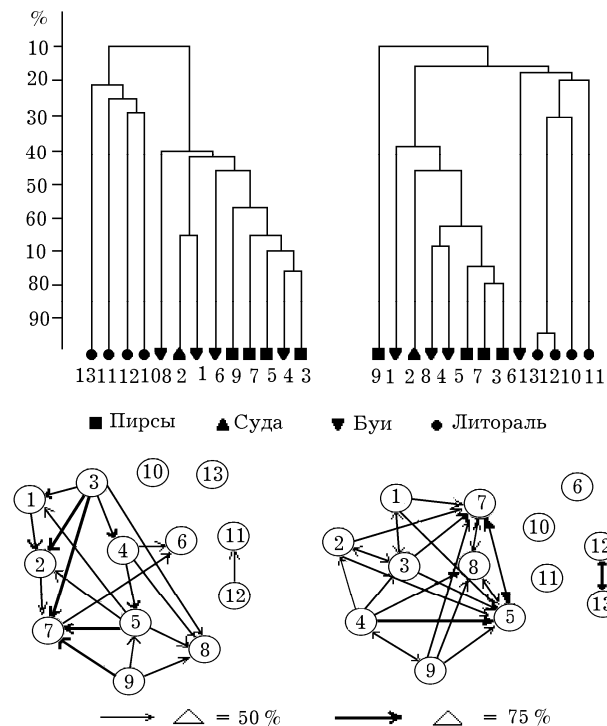


Рис. 115. Дендрограммы сходства (вверху) и ориентированные графы мер включения качественного состава обрастания (внизу) сравниваемых объектов и бентоса литорали Южного Вьетнама (слева – по полным спискам, справа – по фонообразующим видам): 1 – пирс, 2 – буй, 3 – суда, п. Вунгтау; 4 – пирс, 5 – суда, о-в Кондао; 6 – пирс, острова Антхой; 8 – пирс, 9 – суда, о-в Тхотю; 10 – литораль, п. Вунгтау; 11 – литораль, о-в Кондао; 12 – литораль, острова Антхой; 13 – литораль, о-в Тхотю. По шкале – уровень сходства, %

Аналогичное сравнение качественного состава обрастания и бентоса с использованием кластерного анализа проведено нами в районе Дальневосточного испытательного стенда в б. Рында Амурского залива (Звягинцев и др., 1990).

Построены дендрограммы сходства на множествах полных видовых списков и списков фонообразующих видов (рис. 116). На дендрограмме сходства полных видовых списков четко выделены 2 кластера, имеющие низкое видовое сходство (21%), для фонообразующих видов этот показатель ненамного выше. Метод выявления статистически значимых ветвей на дендрограмме видовых списков с доверительной вероятностью  $p = 0,95$  также свидетельствует о том, что выделенные кластеры достоверно различны и представляют собой выборки из разных генеральных совокупностей. Уровень сходства качественного состава обрастания и бентоса в исследованной нами бухте аналогичен уровню сходства таковых групп сообществ мягких и твердых грунтов в одном районе (Фадеев, 1985). В обрастании и эпибентосе бухты нами зарегистрировано сравнимое число видов (30 и 41 соответственно), однако в сообществах доминируют разные виды. На пластинах годового срока экспозиции, в многолетнем обрастании корпуса стенда и буйях с цепями в сообществах обрастания отмечены виды-эдификаторы *M. trossulus* и *B. improvisus*. В бентосе же доминантами сообществ оказались мидии Грея, модиолусы и усоногие раки *B. rostratus*.

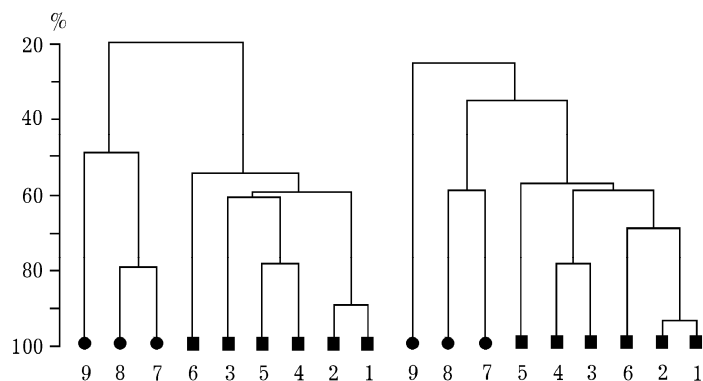


Рис. 116. Дендрограммы сходства качественного состава сообществ обрастания (квадраты) и бентоса (кружки) в б. Рында (зал. Петра Великого) на множествах полных видовых списков (слева) и списков фонообразующих видов (справа): 1 – стенд, 2 – пластины, 3 – кормовой буй, 4 – носовой буй, 5 – цепь, 6 – пирс, 7 – мыс у стенда, 8 – северный мыс, 9 – сообщество зоостеры. Шкала – уровень сходства, %

Позднее сделанные нами выводы были подтверждены В.В. Ивиным (1998). На основании сравнительных исследований структуры бентосного сообщества *Laminaria japonica*, многолетнего обрастания установок для культивирования и эпифитона данного вида ламинарии на выросных субстратах в южном Приморье этим автором также отмечен низкий уровень сходства (25%) видовых списков сообществ антропогенных субстратов и бентоса. Таким образом, достоверное различие качественного состава сообществ обрастания и бентоса, находящихся в непосредственной близости друг от друга, свидетельствует в пользу выделения морских антропогенных субстратов в зону самостоятельным статусом как в бореальной, так и в тропической зонах.



*То, что мы знаем, – ограничено; то, чего не знаем,  
– бесконечно.*

П. Лапла с

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**П**редставленная на суд читателя книга, на мой взгляд, дает определенную информацию о морском обрастании в северо-западной части Тихого океана, и целый ряд «белых пятен» оказался закрытым. В то же время различные районы исследованы неравномерно, где-то материал собран даже в избытке, а местами его явно недостаточно. Однако все исследованные в разной степени регионы пересекаются маршрутами судов дальнего плавания, обрастание которых в какой-то мере позволяет охарактеризовать особенности его состава и количественных показателей в этих регионах.

Лишь небольшая часть информации получена из литературных данных. Я убежден, что гидробиологические исследования обрастания в пределах верхнего 20-метрового диапазона глубин должны быть проведены самостоятельно, с использованием одной методики сбора материала. Только в этом случае могут быть получены репрезентативные данные, сравнимые с результатами проведенных исследований в других регионах. Литературные сведения могут дать лишь дополнительную информацию, проводить корректный сравнительный анализ с ними весьма проблематично (см. также разд. 2. 1).

Одним из основных достоинств проделанной работы считаю использование разработанной нами методики исследования обрастания с применением легководолазного снаряжения. Несмотря на то что эта методика достаточно проста и принципиально не отличается от известной ранее схемы доковых осмотров судов после их осушки, подобные исследования нам неизвестны. Хотя вполне вероятно, что в развитых странах результаты изучения обрастания судов публикуются под грифом секретности и остаются нам не доступными. Особое место в ряду подводных осмотров корпусов судов занимают проведенные нами исследования ранних стадий сукцессии сообществ обрастания судов прибрежного и дальнего плавания. Результаты подобных работ максимально достоверны и могут быть внедрены непосредственно в практику. Такие гидротехнические сооружения, как пирсы, причалы, опоры нефтедобывающих платформ, можно изучать исключительно с применением водолазного снаряжения.

Первой и важнейшей задачей любого гидробиологического исследования является установление таксономического состава исследуемых объектов. Без этого этапа нельзя проводить дальнейшие работы. В книге приведены как тотальный список видов, так и качественный состав основных сообществ обрастания разных субстратов. Основным недостатком выборочного метода является неполнота информации. Конечно же, идеальным вариантом было бы изучение генеральной совокупности, что, как известно, нереально. Даже такая большая выборка, как суда из 11 промысловых районов, на основании анализа эмпирических кривых тренда «виды–площадь» дает лишь около половины теоретически возможного числа видов. Остается надеяться, что теоретический прогноз для биологических объектов не всегда может соответствовать реальности и в действительности все же основная часть видов выявляется.

В отличие от бентоса, сообщества обрастания как судов, так и ГТС выделяются достаточно легко, поскольку в подавляющем большинстве они монодоминантны. Количественные показатели выделенных сообществ мы старались приводить по усредненным результатам, обычно вычисленным по пробам в трех и более повторностях. Иногда по техническим причинам брать дубли проб не удавалось, но и в этом случае данные оказывались достаточно репрезентативными: многолетняя практика показала, что, как правило, ошибка средней для всех сообществ обрастания редко превышала 20%.

Особый интерес представляют исследованные нами опоры нефтедобывающих платформ СП «Вьегсовпетро». К сожалению, эти работы не всегда входили в рейсовое задание и выполнялись за минимальный промежуток времени. Но даже такие эпизодические сборы позволили выявить таксономический состав, количественные показатели и определенные закономерности формирования сообществ обрастания разных платформ с заведомо известным сроком экспозиции. Нефтедобывающие платформы в районе восточного Сахалина по ряду причин оказались недоступными для исследования, и мы ограничились лишь прогностическими заключениями.

Почти неизученными объектами в дальневосточных морях России до наших работ оказались системы охлаждения теплоэлектростанций. Проведенные нами исследования Владивостокской ТЭЦ-2 можно назвать комплексными: проанализированы не только таксономический состав и закономерности количественного распределения макро- и мейообрастания, но и влияние гидродинамических характеристик на его распределение. Наряду с исследованием динамики оседания и формирования обрастания пластин в местах водозабора и сброса отработанных вод изучены динамические процессы фито- и меропланктона, прикрепленных форм диатомовых водорослей, получены разноплановые гидрологические данные. Материал находится на разных стадиях обработки.

В эпоху торжества рыночной экономики научная информация, к моему глубокому сожалению, тоже стала товаром. Исследователь не может просто так начать изучение интересующего его объекта, не заручившись финансовой поддержкой спонсора, в идеале – иностранного. Практически стали невозможными рейсы на научно-исследовательских судах, тем более дорогостоящие водолазные работы. Выигранный грант РФФИ не может обеспечить водолазное исследование обрастания даже в соседнем Охотском море. По этой причине в период нынешнего «научного застоя» в России особое значение приобрели стационарные исследования динамических аспектов с использованием экспериментальных пластин. Нами получены весьма интересные результаты таких экспериментов непосредственно в районе Владивостока. Так, совместно с ЦНИИ «Прометей» выявлены закономерности формирования обрастания на противообрастающей краске ЭКЖС-40, показано, что такое покрытие даже усиливает обрастание. Серия работ с Институтом химии ДВО РАН позволила изучить влияние загрязнения на биокоррозию высоколегированной стали X18H10T, впервые проведено параллельное исследование микро-, мейо- и макрообрастания. В качестве биомонитора загрязнения портовых вод тяжелыми металлами исследовано сообщество обрастания матированного стекла на стадии первичной сукцессии. На основании полученных результатов подана совместная с ИХ ДВО РАН заявка на патент.

Интересные результаты получены при сравнительном анализе сообществ обрастания и их природных аналогов – эпибиозов. Так, показано, что устричная банка, выбранная в качестве объекта исследования основоположником биоценологии К. Мебиусом, представляет собой прямой природный аналог обрастания искусственных субстратов. В то же время в эпибиозах морских млекопитающих наблюдается иная картина: на самых крупных их представителях (усатых китах) обитает целый ряд узкоспециализированных видов, не встречающихся в обрастании. Это, безусловно, требует дальнейшего исследования.

## ЛИТЕРАТУРА

Один из актуальнейших аспектов проблемы морского обрастания – расселение видов как причина глобальных изменений в сообществах бентоса. Идеальным примером этого может служить 20-летнее наблюдение нами процесса натурализации полихет *P. ocellata* в зал. Петра Великого. Настоящую радость открытия мы испытали в 1999 г., когда на экспериментальных пластинах в загрязненной б. Золотой Рог совершенно неожиданно вместо привычной тихоокеанской мидии оказались крупные прозрачные асцидии *M. manhattensis*, которых никто никогда здесь не встречал. Результаты наших исследований соответствуют по тематике Международной программе «Глобалласт», посвященной вопросу расселения экзотов с балластными водами судов.

И наконец, о выделении антрополи в зону, имеющую самостоятельный статус. Здесь я с удовольствием приму любые обоснованные возражения и буду рад любой критике в свой адрес по всем затронутым в книге вопросам. Столь разноплановая работа, несомненно, не может быть лишена недостатков.

Какими я вижу перспективы дальнейших исследований? На мой взгляд, все затронутые аспекты проблемы морского обрастания заслуживают дальнейшего внимания. В ближайшие несколько лет это будут, несомненно, экспериментальные работы. Одной из последующих задач считаю исследование обрастания опор нефтедобывающих платформ на шельфе восточного Сахалина. К настоящему времени слабо изученными остаются ГТС в Беринговом и Охотском морях, конечно же, этот пробел надо ликвидировать.

Накопился большой материал по влиянию гидродинамики на распределение обрастания по корпусам судов дальнего плавания, внутренней поверхности систем охлаждения тепловых электростанций. В этой книге лишь обозначена проблема, приведен минимум фактического материала. В перспективе – монография на данную тему совместно с соавтором ряда статей доктором биол. наук А.В. Моценко.

На протяжении более чем 20 лет нами собран огромный материал по макрообрастанию разных субстратов. К сожалению, при этом не обрабатывалась мейофауна обрастания, пробы которой могли бы быть получены при соответствующей промывке собранного материала. По непонятной мне причине специалисты не заинтересовались нашим материалом, а ведь его бы хватило не на одну диссертацию. В работах последних лет одновременно с макрообрастанием мы исследуем и мейофауну, появились первые публикации совместно с канд. биол. наук Л.С. Белогуровой. В дальнейшем это направление будет продолжено.

В 2003 г. случилось событие, внушающее определенный оптимизм. В этом году состоялся рейс НИС «Академик Опарин» в район Шантарских островов. Впервые за 12 лет он был не коммерческим, а просто научным, с обычной программой фундаментальных исследований. Финансирование экспедиции было проведено исключительно институтами ДВО РАН без участия каких-либо спонсоров. Хотелось бы надеяться, что это начало возрождения морской гидробиологической науки на Дальнем Востоке России в XXI в.

*Адрианов А.В., Кусакин О.Г.* Таксономический каталог биоты залива Петра Великого Японского моря. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 349 с.

*Айрес Д.К., Тернер Х.Д.* Главные организмы обрастания // Морское обрастание и борьба с ним: пер. с англ. – М.: Воениздат, 1957. С. 168-211.

- Александров Б.Г. Гидробиологические основы управления состоянием прибрежных экосистем Черного моря : автореф. дис. с д-ра. биол. наук. – Севастополь : ИнБЮМ, 2002. 36 с.
- Андреев В.Л. Классификационные построения в экологии и систематике. – М. : Наука, 1980. – 142 с.
- Андреев В.Л., Рещетников Ю.С. Анализ состава пресноводной икhtiофауны северо-восточной части СССР на основании методов теории множеств // Зоол. журн. 1978. Т. 7, вып. 2. С. 165-175.
- Анциулевич А.Е., Максимович Н.В. Оценка влияния на распределение гидробионтов и продуктивность акватории комплекса из подводных садков и искусственных рифов // Опыт и перспективы использования морских стационарных платформ Каспийского бассейна в целях марикультуры. М. : ВНИРО, 1990. – С. 80-88.
- Атлас Сахалинской области – М. : Гидрометеиздат, 1967. – 135 с.
- Багаева Э.В. Многочетинковые черви *Hydroides elegans* и *Polydora limicola* в сообществах обрастания Японского моря // Обрастание и биокоррозия в водной среде. – М. : Наука, 1981. – С. 13-17.
- Багаева Э.В. Дополнение к фауне многочетинковых червей-обрастателей северо-западной части Японского моря // Биологические исследования бентоса и обрастания в Японском море. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1991. – С. 137-148.
- Багаева Э.В., Кубанин А.А., Чаплыгина С.Ф. Роль судов во вселении гидроридов, полихет и мшанок в Японское море // Биол. моря. 1984. № 2. С. 19-26.
- Багиров Р.М. Количественное распределение морского обрастания на западном побережье Среднего и Южного Каспия // Изв. АзССР. 1968. Сер. биол. Вып. 6. С. 3-8.
- Базилевская Н.А. Теория и методы интродукции растений. – М. : Изд-во МГУ, 1964. – 131 с.
- Белов В.В., Хундер И.А., Симаков Г.В. Воздействие волн на заглубленные цилиндрические корпуса специальных морских гидротехнических сооружений // Исследования морских гидротехнических сооружений для освоения шельфа. – Л. : ЛПИ, 1980. С. 12-19.
- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд Л. Экология. Особи, популяции и сообщества. – М. : Мир, 1989. Т. 2. – 477 с.
- Блажек Б., Гадач Э., Голубичкова Б. Гносеологические предпосылки сбора данных в фитоекологии // Журн. общ. биол. 1977. Т. 38, № 5. С. 724-734.
- Блинов С.В. Распространение, вертикальное распределение, структура поселения съедобной мидии в обрастании навигационного ограждения в прибрежных водах залива Петра Великого // Тез. докл. III регион. конф. молодых ученых и специалистов Дальнего Востока. – Южно-Сахалинск, 1986. – С. 8.
- Боровиков П.А., Самарский В.Н. Подводная технология морских нефтепромыслов. – Л. : Судостроение, 1980. – 174 с.
- Бочаров Б.В., Зевина Г.Б., Ильин И.Н., Колбасов Г.А., Крючков Г.И., Негашев С.Э. Обрастание в южной части Вьетнама // Биоповреждения. Обрастания и защита от него. – М. : Наука, 1996. С. 37-39.
- Брайко В.Д. Обрастание в Черном море. – Киев : Наук. думка, 1985. – 123 с.
- Брайко В.Д., Долгопольская М.А. Основные черты формирования ценоза обрастания // Гидробиол. журн. 1974. Вып. 1, № 10. С. 11-18.
- Брыков В.А., Блинов С.В., Черняев М.Ж. Экспериментальное культивирование съедобной мидии в заливе Восток Японского моря // Биол. моря. 1986а. № 4. С. 7-14.
- Брыков В.А., Левин В.С., Осянникова И.И., Селин Н.И. Вертикальное распределение массовых видов организмов в обрастании якорной цепи буя в бухте Витязь // Биол. моря. 1980. № 6. С. 27-33.
- Брыков В.А., Семенихина О.Я., Колотухина Н.К. Выращивание мидии *Mytilus trossulus* в бухте Соколовская Японского моря // Биол. моря. 1996. № 3. С. 195-202.
- Брыков В.А., Семенихина О.Я., Колотухина Н.К. Динамика численности личинок мидии *Mytilus trossulus* в планктоне и их оседание на коллекторы в заливе Восток Японского моря // Биол. моря. 2000. Т. 26, № 4. С. 248-253.
- Брыков В.А., Черняев М.Ж., Блинов С.В. Съедобная мидия в обрастании стационарных якорных цепей в зал. Восток Японского моря // Биол. моря. 1986б. № 4. С. 29-35.
- Будникова Л.Л. Бентосные амфиподы (Crustacea: Amphipoda) в юго-западной части залива Петра Великого // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. – Владивосток : Дальнаука, 2001. Т. 2. С. 98-109.
- Будникова Л.Л., Савко Т.Ю. Состав и распределение амфипод (Amphipoda-Gammaridea) на мягких грунтах возле острова Фуругельма (Японское море, залив Петра Великого) // Изв. ТИНРО. 2002. Т. 130. С. 481-494.
- Бывалкина Т.П., Ключкова Н.Г., Фадеев В.И. Макрофитобентос сублиторали Западного Сахалина // Бентос и условия его существования на шельфовых зонах Сахалина. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. – С. 27-41.
- Вдовин А.Н., Гагаренков Ю.И. Оценка и состояние запасов дальневосточных красноперок залива Петра Великого // Вопр. икhtiол. 1995. Т. 35, № 5. С. 714-717.
- Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. – М. : Наука, 1988. – 520 с.
- Виноградова К.Л. Определитель водорослей дальневосточных морей. – Л. : Наука, 1979. – 146 с.
- Возжисская В.Б., Цапко А.С., Блинова Е.И., Калугина А.А., Петров Ю.Е. Промысловые водоросли СССР, (справ.). – М. : Пищ. пром-сть, 1971. – 269 с.

- Войткунский Я.И., Фаддеев Ю.И., Федяевский К.К.* Гидромеханика. – Л.: Судостроение, 1982. – 456 с.
- Волвенко И.В., Масленников С.И.* Вертикальная стратификация верхнего слоя прибрежных вод залива Петра Великого по основным биологически значимым характеристикам // Изв. ТИНРО. 1997. Т. 122. С. 510-523.
- Воробьев А.П.* Бенгос Азовского моря // Тр. АзЧерНИРО. 1949. Вып. 13. 143 с.
- Вышковарцев Д.И., Лебедев Е.Б.* Экспериментальный риф из изношенных шин в бухте Новгородская залива Посьета (Японское море) // Искусственные рифы для рыбного хозяйства. – М.: ВНИРО, 1990. – С. 27-31.
- Гальцова В.В.* Количественный учет мейобентоса // Гидробиол. журн. 1971. Т. 7, № 2. С. 132-136.
- Гальцова В.В., Галкина В.Н., Кулаковский Э.Е., Кунин Б.Л., Лайус Ю.А., Лукина Н.Г.* Исследование биоценоза мидий на искусственных субстратах в условиях марикультуры на Белом море // Экология обрастания в Белом море. – Л.: ЗИН АН СССР, 1985. С. 76-88.
- Гальцова В.В., Павлок О.Н.* Мейобентос бухты Алексеева (залив Петра Великого, Японское море) в условиях марикультуры приморского гребешка. – Владивосток: ИБМ ДВО РАН. 1987. – 49 с.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А.* Моллюски залива Посьета (Японское море) и некоторые данные по их экологии // Биоценозы залива Посьета Японского моря. – Л.: Наука, 1967. С. 5-145.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А.* Обрастания искусственных субстратов как основа продуктивности природных морских экосистем // Экология сообществ обрастателей. СССР-США. – Бофорт: ДЮК Университет, 1975а. С. 181-194.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А.* Формирование и развитие эпифитов на верхних отделах шельфа северо-западной части Тихого океана и Полярного бассейна // Экология сообществ-обрастателей. СССР-США. – Бофорт: ДЮК Университет, 1975б. С. 49-63.
- Гомелюк В.Е., Маркевич А.И.* Колония гидроида на теле восточного морского окуня // Биол. моря. 1987. № 4. С. 77-78.
- Горбенко Ю.А.* Формирование первичной слизистой пленки на предметах, погруженных в море, в районе литорали Мексиканского залива // Исслед. центрально-американских морей. – Киев: Наук. думка, 1968. Вып. 2. С. 112-125.
- Горбенко Ю.А.* Экология морских микроорганизмов перифигона. – Киев: Наук. думка, 1977. – 250 с.
- Горбенко Ю.А.* О степени биологического повреждения канфоли, парафина и противообрастающих красок // Обрастание и биокоррозия в водной среде. – М.: Наука, 1981. – С. 257-262.
- Горин А.Н.* Обрастания гидротехнических сооружений портов северо-западной части Японского моря // Обрастания в Японском и Охотском морях. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975а. С. 14-20.
- Горин А.Н.* Сезонная динамика оседания организмов-обрастателей в северо-западной части Японского моря // Обрастание в Японском и Охотском морях. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975б. С. 45-70.
- Горин А.Н.* Зависимость распределения основных организмов-обрастателей Японского моря от некоторых факторов среды обитания // Обрастание в Японском и Охотском морях. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975в. С. 21-44.
- Горин А.Н.* Типы обрастания плавучего навигационного ограждения северо-западной части Японского моря // Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 26-31.
- Горин А.Н., Звягинцев А.Ю., Кубанин А.А., Михайлов С.Р.* Некоторые аспекты изучения обрастания дальневосточных морей // Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 5-16.
- Горин А.Н., Кашии И.А., Звягинцев А.Ю., Мурахверы А.М.* К методике изучения обрастания с помощью экспериментальных пластин // Обрастания в Японском и Охотском морях. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 7-13.
- Горин А.Н., Мурахверы А.М.* Сезонная динамика оседания и рост баянусов в заливе Петра Великого // Экология. 1973. № 2. С. 86-89.
- Гринвальд Д.И., Никора В.И.* Речная турбулентность. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 152 с.
- Грейг-Смит П.* Количественная экология растений. – М.: Мир, 1967. – 459 с.
- Гульбин В.В., Виноградова К.Л., Нгуен Ван Чунг.* Количественное распределение макробентоса на литорали островов Южного Вьетнама // Биол. моря. 1987. № 3. С. 59-65.
- Гурьянова Е.Ф.* Фауна Тонкинского залива и условия ее обитания // Фауна Тонкинского залива. – Л.: Наука, 1972. С. 22-147.
- Дарвин Ч.* Дневник изысканий по естественной истории и геологии стран, посещенных во время кругосветного плавания корабля «Бигль» под командой капитана королевского флота Фиц Роя // Сочинения. М.: Госбиомедгиз, 1935. Т. 1. 422 с.
- Денисенко С.Г., Савинов В.М.* Обрастания исландского гребешка в районе Семи Островов Восточного Мурмана // Бенгос Баренцева моря. Апатиты: Кольск. фил. АН СССР, 1984. С. 102-112.
- Денисов Н.Е.* Некоторые вопросы методики водоплажных исследований // Океанология. 1972. Т. 2, вып. 5. С. 884-891.
- Джиллер П.* Структура сообществ и экологическая ниша. – М.: Мир, 1988. – 184 с.

- До Конг Тхунг. Морское обрастание у побережья Вьетнама : дис. канд. биол. наук. – Владивосток, 1994. – 137 с.
- Долгачев Ф.М., Лейко В.С. Основы гидравлики и гидропривод. – М. : Стройиздат, 1981. – 183 с.
- Долгопольская М.А. Экспериментальное изучение процесса обрастания в море // Тр. Севастопольской биол. станции 1954. Т. 8. С. 157-173.
- Еляков Г.Б., Столик В.А. Стероиды морских организмов. – М. : Наука, 1988. – 208 с.
- Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. – М. : Высш. школа, 1969. – 191 с.
- Животные и растения залива Петра Великого – Л. : Наука, 1976 – 363 с.
- Жирмунский А.В., Левин В.С. Перспективы развития мариккультуры в Приморье. Препр. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1986. – 20 с.
- Жирмунский А.В., Багаевева Э.В., Звягинцев А.Ю., Кашин И.А., Кубанин А.А., Михайлов С.Р., Фадеев В.И., Чаплыгина С.Ф. Исследования Института биологии моря по изучению биологических аспектов обрастания в дальневосточных морях СССР // Изучение процессов морского биообрастания и разработка методов борьбы с ним. – Л. : ЗИН АН СССР, 1987. С. 18-23.
- Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М. : Наука, 1984. – 424 с.
- Защита от обрастания. – М. : Наука, 1989. – 271 с.
- Звягинцев А.Ю. Особенности обрастания судов торгового флота в Зарубинской гавани зал. Посыета Японского моря // Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 32-37.
- Звягинцев А.Ю. Обрастание судов вспомогательного флота в заливе Анива (о-в Сахалин) // Организмы обрастания дальневосточных морей. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. – С. 16-27.
- Звягинцев А.Ю. Сукцессии сообществ обрастания действующего судна в пределах одной навигации в заливе Петра Великого // Биол. моря. 1984а. № 3. С. 22-29.
- Звягинцев А.Ю. К акклиматизации *Balanus improvisus* в заливе Петра Великого Японского моря // Морская коррозия и обрастание: тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. по морской коррозии и обрастанию. – Батуми : ИМЕТ АН ГССР, 1984б. С. 39-40.
- Звягинцев А.Ю. Сообщества обрастания судов в северо-западной части Японского моря // Тез. докл. науч.-техн. конф. по морской коррозии и обрастанию. – Батуми : ИМЕТ АН ГССР, 1984в. – С. 34-35.
- Звягинцев А.Ю. Обрастание судов прибрежного и портового плавания в районе острова Сахалин // Бенгос и условия его существования на шельфовых зонах Сахалина. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985а. С. 102-116.
- Звягинцев А.Ю. Всесоюзная научно-техническая конференция по биокоррозии и обрастанию // Биол. моря. 1985б. № 3. С. 77-78.
- Звягинцев А.Ю. Обрастание судов прибрежного и портового плавания в районе Приморья и острова Сахалин : дис. с канд. биол. наук. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985в. – 225 с.
- Звягинцев А.Ю. Обрастание и коррозионные повреждения опор нефтедобывающих платформ в Южно-Китайском море // Биол. моря. 1989. № 6. С. 46-50.
- Звягинцев А.Ю. Морская болезнь буровых // Химия и жизнь. 1990а. № 7. С. 48-49.
- Звягинцев А.Ю. Всесоюзное совещание по морскому обрастанию и биокоррозии // Биол. моря. 1990б. № 3. С. 67-68.
- Звягинцев А.Ю. Обрастание судов прибрежного и портового плавания в северо-западной части Японского моря // Биологические исследования бентоса и обрастания в Японском море. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1991а. С. 149-168.
- Звягинцев А.Ю. Сезонные изменения эпифауны на створках гигантской устрицы в Амурском заливе Японского моря // Биол. моря. 1991б. № 2. С. 71-76.
- Звягинцев А.Ю. Исследование обрастания системы охлаждения Владивостокской ТЭЦ-2 // Современные проблемы биологических повреждений материалов: сб. материалов VI Всероссийск. науч.-практ. конф. – Пенза : Приволж. дом знаний, 2002. С. 69-71.
- Звягинцев А.Ю. Вселение видов в северо-западную часть Японского моря и проблема морского обрастания // Биол. моря. 2003. Т. 29, № 6. С. 377-387.
- Звягинцев А.Ю. Обрастание системы охлаждения Владивостокской ТЭЦ-2 // Проблемы экологии в современном мире. Материалы Всерос. Internet-конф. (с международным участием). 20-22 апреля 2004 г. / отв. ред. А.П. Поздняков. Министерство образования и науки РФ. Тамб. гос. ун-т им. Г.Р. Державина. Тамбов: Изд-во ТГУ им Г.Р. Державина, 2004. – С. 89-93.
- Звягинцев А.Ю., Багаевева Э.В. Натурализация полихеты-сабеллиды *Pseudopotamilla ocellata* Мооге в заливе Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 1998. № 3. С. 189-191.
- Звягинцев А.Ю., Будникова Л.Л. Разноogie раки (*Amphipoda*, Crustacea) в обрастании системы охлаждения Владивостокской ТЭЦ-2 // Изв. ТИНРО. 2003. Т. 132. С. 280-298.
- Звягинцев А.Ю., До Конг Тхунг. К биологии балануса *Balanus amphitrite* – основного обрастателя в Тонкинском заливе // Биоповреждения в промышленности: тез. докл. Всероссийской конф. по биообрастанию 25-26 окт. 1994 г. Пенза, 1994. С. 61-62.

- Звягинцев А.Ю., Ившин В.В. Морское обрастание Сейшельских островов // Биол. моря. 1993. № 3. С. 25-30.
- Звягинцев А.Ю., Кашин И.А. Сообщества обрастания гидротехнических сооружений у побережья Вьетнама. Деп. ВИНТИ от 25.11.1991. № 4391-891. – 54 с.
- Звягинцев А.Ю., Кашин И.А. До Конг Тхунг. Обрастание гидротехнических сооружений у побережья Вьетнама // Биол. моря. 1993. № 5-6. С. 54-63.
- Звягинцев А.Ю., Кашин И.А., Фадеев В.И. Морское обрастание в прибрежных водах Вьетнама // Защита судов и технических средств от обрастания. Докл. научн.- техн. конф. Л.: Судостроение. 1990. С. 37-50.
- Звягинцев А.Ю., Козьменко В.Б. Обрастание установок марикультуры и эпифитон грацилярии в заливе Посёта Японского моря // Биол. моря. 1995. № 1. С. 16-20.
- Звягинцев А.Ю., Корн О.М. Усоногий рак *Balanus amphitrite* Darwin в заливе Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 2003. Т. 29, № 1. С. 50-58.
- Звягинцев А.Ю., Корн О.М., Куликова В.А. Сезонная динамика пелагических личинок и оседание организмов обрастания в условиях гидротермального загрязнения // Биол. моря. 2004. № 4. С. 296-307.
- Звягинцев А.Ю., Курдин А.В., Метельская Р.Н., Михайлов С.Р., Остриков В.В. К методике испытаний антиобрастающих покрытий в условиях эксплуатации судна : тез. докл. конф. по защите судов от обрастания и коррозии. – Тольятти, 1986. С. 226.
- Звягинцев А.Ю., Курдин А.В., Метельская Р.Н., Пукас Г.П. Сезонная динамика оседания и сукцессия сообществ обрастания в условиях испытательного стенда // Систематика и хорология морских организмов. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1990. С. 101-109.
- Звягинцев А.Ю., Метельская Р.Н., Пукас Г.П. Формирование обрастания в условиях испытательного стенда (Амурский залив Японского моря) : тез. докл. III Всесоюз. конф. по биоповреждениям. – Донецк, 1987. Ч. 2. С. 247-248.
- Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р. Обрастание на корпусах судов, доковавшихся в портах Японского моря // Биол. моря. 1978. № 5. С. 63-71.
- Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р. К методике изучения обрастания морских судов с помощью леководолазной техники // Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 17-25.
- Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р. Формирование обрастания судна дальнего плавания в тропических водах // Биол. моря. 1985. № 4. С. 16-20.
- Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р. Сообщества обрастания судов и гидротехнических сооружений Южного Вьетнама : тез. докл. Междунар. науч. конф. по морской биол. в Нячанге, СРВ. 1986а. С. 20.
- Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р. Обрастание судов в северо-западной части Тихого океана // V съезд Всесоюз. гидробиол. о-ва : тез. докл. Тольятти, 1986б. Ч. 1. С. 10.
- Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р. К изучению морского обрастания Южного Вьетнама : тез. докл. конф. по защите судов от обрастания и коррозии. – Тольятти, 1986в. С. 181-182.
- Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р. Обрастание судов и гидротехнических сооружений в Южном Вьетнаме // Биология прибрежных вод Вьетнама. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1988. С. 137-147.
- Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р., Блинов С.В. Мидия *Mytilus edulis* в обрастании судов Дальневосточного морского бассейна // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана: тез. докл. Всесоз. конф. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 47-49.
- Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р., Кашин И.А., Блинов С.В. О роли некоторых промысловых видов в обрастании судов Дальневосточного морского бассейна // Биол. моря. 1982а. № 2. С. 64-69.
- Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р., Блинов С.В., Кашин И.А. Антропогенные субстраты Японского моря - концентраторы промысловых видов // Биология шельфовых зон Мирового океана: тез. докл. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1982б. С. 23.
- Звягинцев А.Ю., Моценко А.В. Роль микромасштабной турбулентности в распределении организмов макрообрастателей на корпусах судов дальнего плавания // Биол. моря. 2002. № 6. С. 449-453.
- Зевина Г.Б. Усоногие раки (*Balanus improvisus* и *B. eburneus*) в обрастании судов и гидротехнических сооружений Каспийского моря // ДАН СССР. 1957а. Т. 113. С. 450-454.
- Зевина Г.Б. К вопросу об обрастании судов Каспийского моря // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1957б. Т. 3. С. 305-320.
- Зевина Г.Б. Новые организмы в Каспийском море // Природа. 1959. № 7. С. 79-80.
- Зевина Г.Б. Обрастание гидротехнических сооружений на Каспийском море // Тр. Ин-та океанол. АН СССР, 1961. Т. 49. С. 65-96.
- Зевина Г.Б. Обрастания судов, докующихся в Кольском заливе (Баренцево море) // Океанология. 1962. Т. 2, вып. 1. С. 126-133.
- Зевина Г.Б. Обрастания в морях СССР. – М. : Изд-во МГУ, 1972. – 265 с.
- Зевина Г.Б. Усоногие раки подотряда Lepadomorpha Мирового океана. – Л. : Наука, 1982. Ч. II. – 222 с.
- Зевина Г.Б. О необходимости новых подходов борьбы с обрастанием // Изучение процессов морского биообрастания и разработка методов борьбы с ним. – Л., 1987. С. 5-7.
- Зевина Г.Б. Биология морского обрастания. – М. : Изд-во МГУ, 1994. – 133 с.

- Зевина Г.Б., Горин А.Н.* Вселение *Balanus improvisus* и *B. eburneus* в Японское море // Зоол. журн. 1971. Т. 50. С. 771-773.
- Зевина Г.Б., Горин А.Н.* Флюктуация усонюгих раков в обрастаниях буев залива Петра Великого // Обрастания в Японском и Охотском морях. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 71-78.
- Зевина Г.Б., Звягинцев А.Ю., Негашев С.Э.* Усонюгие раки побережья Вьетнама их роль в обрастании – Владивосток : ДВО РАН, 1992. – 143 с.
- Зевина Г.Б., Каменская О.Е., Кубанин А.А.* Вселенцы в обрастаниях Японского моря // Комплексные исследования природы Океана. – М. : Изд-во МГУ, 1975. Т. 5. – С. 240-249.
- Зевина Г.Б., Кузнецова И.А., Старостин И.В.* Состав обрастания в Каспийском море // Тр. Ин-та океанол. АН СССР, 1963. Т. 70. С. 3-25.
- Зевина Г.Б., Лебедев Е.М.* Морское обрастание // Биоповреждения материалов и изделий. – М. : Изд-во МГУ, 1971. С. 88-158.
- Зевина Г.Б., Пельмский А.Г., Колбасов Г.А., Ястребов Е.Б., Максакова М.В.* Обрастание буев шельфа Восточной Камчатки // Геология континентальной террасы окраинных и внутренних морей. – М. : Изд-во МГУ, 1989. Вып. 6. С. 185-194.
- Зевина Г.Б., Мэлли М.* Распределение пелагических усонюгих ракообразных в Атлантическом океане в связи с антропогенными факторами // Обрастание и биокоррозия в водной среде. – М.: Наука, 1981. С. 99-109.
- Зевина Г.Б., Стрелков В.И.* Морфологические изменения табличек *Balanus improvisus* в разных районах ареала // Биологические ресурсы Каспийского моря. – М. : Изд-во МГУ, 1983. С. 136-146.
- Зенкевич Л.А.* Об акклиматизации в Каспийском море новых кормовых для рыб беспозвоночных и теоретические к ней предпосылки // Бюл. МОИП. 1940. Т. 49, № 1. С. 19-22.
- Зернов С.А.* Общая гидробиология. – М.; Л. : Госиздат, 1934. – 503 с.
- Ивин В.В.* К изучению эпифитов ламинарии японской в условиях промышленного выращивания // Систематика и хронология морских организмов. Владивосток : ДВО АН СССР, 1990. С. 81-86.
- Ивин В.В.* Обрастание установок марикультуры и эпифитов ламинарии японской в условиях культивирования : дис. с канд. биол. наук. – Владивосток : ДВО РАН, 1998. – 176 с.
- Ивин В.В., Радашевский В.И., Темных А.А.* Рекомендации по профилактике обрастания спирорбисом ламинарии, культивируемой на севере Приморья. – Владивосток : ТИНРО. (Препр.), 1990. – 20 с.
- Ильин И.Н.* Океаническое обрастание в Атлантическом и Индийском океанах: автореф. дис. с канд. биол. наук. – М. : ИО АН СССР, 1983. – 21 с.
- Ильин И.Н.* Экология океанического обрастания: автореф. дис. с докт. биол. наук. – М. : ИО АН СССР, 2003. – 53 с.
- Ильин И.Н., Кузнецова И.А., Егорихин В.Д.* Гидрологическая обусловленность обрастания на буйковых станциях океанографического полигона в экваториальной Атлантике // Океанология. 1980. Т. 80, вып. 4. С. 688-693.
- Ильичев В.Д., Бочаров Б.В., Анисимов А.А., Наумов Н.П., Зевина Г.Б., Емельянова И.А., Злочевская И.В., Жужиков Д.П., Жантиев Р.Д., Крючков А.А., Смирнов В.Ф., Семичева А.С.* Биоповреждения. – М.: Высшая школа. 1987. – 352 с.
- Иоганзен Б.Г.* Экологические принципы акклиматизации // Тр. Томского ун-та. 1975. Т. 5. С. 3-10.
- Ито Такэо.* Животные, обитающие на подводных скалах и подводных бетонных сооружениях в Японском Внутреннем море // «Добуцу то сидзэн, Nature and Anim.» 1976. Т. 6, № 1. С. 13-20. На япон. яз.
- Кавун В.Я., Христофорова Н.К.* О влиянии природы субстрата на содержание тяжелых металлов в мякоти тканей съедобной мидии // Биол. моря. 1987. № 3. С. 5-8.
- Каменская О.Е.* Бокоплавыв обрастаниях гидротехнических сооружений Японского моря // Биол. моря. 1977. № 5. С. 70-75.
- Карпевич А.Ф.* Теория и практика акклиматизации водных организмов. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 432 с.
- Кафанов А.И.* Влияние видового богатства и обилия на меры включения при теоретико-графовом анализе // Изв. РАН. Сер. биол. 1994. № 3. С. 428-434.
- Кафанов А.И., Жуков В.Е.* Прибрежное сообщество водорослей-макрофитов залива Посьета. – Владивосток : Дальнаука, 1993. – 154 с.
- Кашин И.А.* Методика изучения обрастания гидротехнических сооружений с помощью леководолазной техники // Подводные гидробиологические исследования. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 42-47.
- Кашин И.А., Багажеева Э.В., Чаплыгина С.Ф.* Сообщества обрастания гидротехнических сооружений в заливе Находка (Японское море) // Биол. моря. 2003. Т. 29, № 5. С. 307-319.
- Кашин И.А., Звягинцев А.Ю., Масленников С.И.* Обрастание причальных сооружений в западной части залива Петра Великого (Японское море) // Биол. моря. 2000. Т. 26, № 2. С. 86-94.
- Кашин И.А., Масленников С.И.* Поясообразующие группировки обрастания причальных сооружений Авачинской губы // Морская коррозия и обрастание : тез. докл. Всесоюз. науч.- техн. конф. по морской коррозии и обрастанию. Батуми : ИМЕТ АН ГССР, 1984. С. 28-29.



- Кашин И.А., Масленников С.И.* Обрастание разноглубинных гидробиотехнических сооружений для выращивания приморского гребешка // Биол. моря. 1993. № 4. С. 90-97.
- Кинне О.* Этика изкоэтика // Вестн. ДВО РАН. 1999. № 1. С. 3-7.
- Клочкова Н.Г.* Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива и особенности ее формирования. – Владивосток : Дальнаука, 1995. – 291 с.
- Клочкова Н.Г., Бьвалдина Т.П.* Водоросли-макрофиты острова Сахалин I. Зеленые водоросли // Бентос и условия его существования на шельфовых зонах Сахалина. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 42-63.
- Колесников А.Б., Козьменко В.Б., Колесникова Н.А., Романюк В.А.* Экспериментальное культивирование фрагментов *Gracilaria vermicosa* в Амурском заливе // Марикультура на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО, 1986. С. 114-121.
- Колмаков П.В., Таранкова З.А.* Определение потенциальной интенсивности фотосинтеза у морских талломных водорослей // Экологические аспекты фотосинтеза морских макроводорослей. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 21-28.
- Константинов Н.М., Петров Н.А., Высоцкий Л.И.* Гидравлика. Гидрология. Гидрометрия. Общие законы. – М. : Высш. школа, 1987. Ч. 1. – 304 с.
- Корякова М.Д., Никитин В.М., Спеишева Н.М.* Роль бактериальной пленки подбалансами в коррозии высоколегированной стали в морской воде // Защита металлов. 1998. Т. 34, № 2. С. 208-211.
- Корякова М.Д., Никитин В.М., Спеишева Н.М.* Локальная коррозия высоколегированных сталей под биоотложениями // Защита металлов. 1999. Т. 35, № 1. С. 72-75.
- Корякова М.Д.* Гидрохимическая и гидрологическая характеристики морской воды одной из бухт зал. Петра Великого // Вопросы океанографии дальневосточных морей – Л. : Гидрометиздат, 1987. С. 59-66.
- Корякова М.Д., Никитин В.М., Спеишева Н.А., Супонина А.П.* Обрастание и коррозия высоколегированной стали в портовой морской воде // Защита металлов. 2001. Т. 37. № 3. С. 279-283.
- Корякова М.Д., Никитин В.М., Звягинцев А.Ю., Белогурова Л.С.* Влияние загрязненных портовых вод на обрастание и биокоррозию стали // Биол. моря. 2002а. № 2. С. 138-142.
- Корякова М.Д., Никитин В.М., Супонина А.П., Звягинцев А.Ю., Харченко У.В.* Обрастание и биокоррозия высоколегированной стали в бухте Золотой Рог // Защита металлов. 2002б. Т. 38, № 5. С. 544-548.
- Корякова М.Д., Супонина А.П., Звягинцев А.Ю.* О возможности использования сообщества обрастания для оценки загрязнения портовых вод тяжелыми металлами // Океанология. 2003а. Т. 43, № 2. С. 203-208.
- Корякова М.Д., Супонина А.П., Звягинцев А.Ю.* Способ биомониторинга загрязнения морской воды. Заявка на выдачу патента на изобретение. Регистр. № 025101, дата регистрации 06 августа 2003б.
- Красильов В.А.* Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. – М. : Изд-во Ин-та охраны природы и заповедного дела, 1992 – 173 с.
- Кубанин А.А.* Мшанки – вселенцы в залив Петра Великого // Биология шельфа: тез. докл. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 89-90.
- Кубанин А.А.* Географическое распространение мшанок, встречающихся в морском обрастании // Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 109-140.
- Кудряшов В.А., Звягинцев А.Ю.* Состав и распределение фауны разноногих раков в обрастании естественных субстратов на литорали Тауйской губы Охотского моря. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1975. – С. 137-166.
- Кудряшов В.А., Звягинцев А.Ю.* Разноногие раки (Crustacea, Amphipoda) в обрастании судов Дальневосточного морского бассейна // Организмы обрастания дальневосточных морей. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981а. С. 56-72.
- Кудряшов В.А., Звягинцев А.Ю.* Предварительный список видов животных обрастания судов портового, прибрежного и дальнего плавания Дальневосточного морского бассейна (Amphipoda, Crustacea) // Организмы обрастания дальневосточных морей. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981б. С. 132-153.
- Кудряшов В.А., Кусакин О.Г., Лукин В.И., Ромейко Л.В., Фадеев В.И., Щербakov Г.А.* Состав и распределение шельфовых сообществ в Татарском проливе // Закономерности распределения и экология прибрежных биоценозов : тез. сов.-амер. симпоз. – Ленинград, 1976. Л., 1978. С. 59-60.
- Кузнецов А.П.* Фауна донных беспозвоночных прикамчатских вод Тихого океана и северных Курильских островов. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 271 с.
- Кузнецов С.И., Романенко В.И.* Микробиологическое изучение внутренних водоемов. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 129 с.
- Кузнецова И.А.* Обрастание в губе Дальне-Зеленецкой и испытания противообрастающих покрытий // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. 1967. Т. 85. С. 18-28.
- Кузнецова И.А., Зевина Г.Б.* Обрастание в районах строительства приливных электростанций на Баренцевом и Белом морях // Тр. Ин-та океанол. АН СССР, 1967. Т. 85. С. 18-28.
- Кулаковский Э.Е., Сухотин А.А., Кулин Б.Л.* Характеристика съедобной мидии в условиях опытно-промышленного хозяйства на Белом море // Биол. моря. 1986. № 4. С. 35-40.
- Кусакин О.Г.* Биогеографическая структура фауны осушной зоны Курильских островов и роль летней температуры воды в ее формировании // Биол. моря. 1976. № 2. С. 31-34.

- Кусакин О.Г. Литоральные сообщества // Океанология. Биология океана. – М. : Наука, 1977. Т. 2. С. 111-133.
- Кусакин О.Г. Бионмия и филогения литорали бухты Крабовой острова Шикотан Курильской гряды // Животный и растительный мир шельфовых зон Курильских островов. – М. : Наука, 1978. С. 5-46.
- Кусакин О.Г. Морские и солоноватоводные равноногие ракообразные (*Isopoda*) холодных и умеренных вод Северного полушария. Подотряд Flabellifera. – Л. : Наука, 1979. Т. 1. – 471 с.
- Кусакин О.Г. Пояс жизни. – Хабаровск, 1989. – 208 с.
- Кусакин О.Г., Гульбин В.В., Нгуен Ван Чунг. Литораль Юго-Восточного Вьетнама. – М. : ВИНТИ, 1988. – 69 с.
- Кусакин О.Г., Дроздов А.Л. Филема органического мира. – СПб. : Наука, 1998. – 358 с.
- Кусакин О.Г., Иванова М.Б. Беринговоморская литораль Чукотки // Литораль Берингова моря и юго-восточной Камчатки. – М. : Наука, 1978. С. 10-14.
- Кусакин О.Г., Кудряшов В.А., Тараканова Т.Ф., Шурников Е.И. Поясообразующие флоро-фаунистические группировки литорали Курильских островов // Растительный и животный мир литорали Курильских островов. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1974. С. 5-75.
- Кусакин О.Г., Лукин В.И. Подводный мир Курил – Владивосток : Дальнаука, 1995. – 180 с.
- Кусакин О.Г., Ростомов С.А. Биогеографическая структура фауны равноногих ракообразных шельфа западного Сахалина и острова Моерон // Морская биогеография. – М. : Наука, 1982. С. 176-184.
- Лапшин О.М., Муравьев В.Б., Акимов С.Е., Бугров Л.Ю., Петренко Л.А. Морские стационарные платформы: искусственные рифы подводное форелеводство // Искусственные рифы для рыбного хозяйства. – М. : ВНИРО, 1990. С. 76-85.
- Латышев Ю.Я. Пионерные поселения рифообразующих кораллов на свайных опорах нефтедобывающих платформ в Южно-Китайском море // Биол. моря. 1991. № 3. С. 94-99.
- Латышев Ю.Я. Повышение уровня Каспийского моря и его влияние на прибрежные сообщества // Биол. моря. 1995. Т. 1, № 4. С. 281-285.
- Лебедев Е.М. О способе сбора количественного материала по обрастанию судов // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1959. Т. 9. С. 367-369.
- Лебедев Е.М. Сбор материалов для оценки обрастания и средств защиты // Биоповреждения материалов и изделий. – М. : Изд-во МГУ, 1971. С. 159-173.
- Левин В.С., Звягинцев А.Ю., Нгуен Так Ан, Дроздов А.Л. Перспективы развития марикультуры во Вьетнаме // Современные проблемы марикультуры: тез. докл. междунар. симпози. Б. Утриш. 1989. С. 45.
- Левченко В.Ф., Старобогатов Я.И. Сукцессионные изменения и эволюция экосистем (некоторые вопросы эволюционной экологии) // Журн. общей биологии. 1990. Т. 51, № 5. С. 619-631.
- Леме Ж. Основы биогеографии. – М. : Прогресс, 1976. – 309 с.
- Литвин А.Б., Бирюков С.М., Кораблев И.А., Лисевич В.И., Русин В.П. Совершенствование технического обслуживания подводной части промысловых судов. – М. : Пищ. пром-сть, 1979. – 151 с.
- Логвиненко Б.М. Об изменениях в фауне каспийских моллюсков рода *Dreissena* после вселения *Mutaster lineatus* // Науч. докл. высшей школы. Биол. науки. 1965. С. 14-19.
- Лоща северозападного побережья Японского моря от реки Туманная до мыса Белкина. ГУНиО МО. М., 1984. – 319 с.
- Лукашова Т.А., Леднев А.В., Коровин Ю.М. Обрастание и коррозия некоторых металлов в прибрежной зоне Черного моря // Деп. ВИНТИ 01.07.86. № 4758-В. 1986. 16 с.
- Лукин В.И. Сообщества макрофитобентоса верхней сублиторали острова Симушир // Биология шельфа Курильских островов. – М. : Наука, 1979. С. 11-60.
- Лукин В.И. Сообщества макробентоса сублиторали острова Симушир (Большая Курильская гряда) : автореф. дис. с канд. биол. наук. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1980. – 24 с.
- Лукин В.И., Фадеев В.И. Особенности планирования гидробиологических работ на акваториях большой протяженности // Подводные гидробиологические исследования. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 13-20.
- Лоблинский Е.Я. Протекторная защита морских судов и сооружений от коррозии. – Л. : Судостроение, 1979. – 184 с.
- Мазур И.И., Молдавнов О.И. Введение в инженерную экологию. – М. : Наука, 1989. – 374 с.
- Маккаева Е.Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1979. – 227 с.
- Максимович Н.В., Погребов В.Б. Анализ количественных гидробиологических материалов. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1986. – 97 с.
- Макфедьен Э. Экология животных. – М. : Мир, 1965. – 375 с.
- Малахов В.В., Яковлев Ю.М., Блинов С.В. Исследование биологии промысловых видов двустворчатых моллюсков в IX рейсе НИС «Берилл» в прибрежных водах Южного Вьетнама // Биол. моря. 1985. № 3. С. 71-74.
- Малахов В.В., Блинов С.В. Перспективы культивирования двустворчатого моллюска *Perna viridis* в Социалистической Республике Вьетнам // Биология океана. – М. : МОИП, 1988. С. 97-100.
- Малеев В.П. Теоретические основы акклиматизации. – Л. : Сельхозиздат, 1933. – 160 с.

- Мамонтова С.А.* Роль планктона в миграции токсических металлов в техногенно-измененной зоне моря // Тез. докл. 2-го Междунар. симпоз. по геохимии природных вод СССР. – Ростов н/Д, 1982. С. 146-147.
- Масленников С.И.* Обрастание усановок марикультуры приморского гребешка в заливе Петра Великого (Японское море) : дис. с канд. биол. наук. – Владивосток, 1997. – 220 с.
- Масленников С.И., Кашин И.А.* Обрастание разноглубинных гидробиотехнических сооружений для выращивания приморского гребешка // Биол. моря. 1993. № 4. С. 90-97.
- Меренов И.В.* Подводная очистка и окраска судна. – Л. : Судостроение. 1978. – 112 с.
- Методы гидрохимических исследований океана. – М. : Наука, 1978. – 270 с.
- Милейковский С.А.* Антропогенное термическое воздействие на население моря // Океанология. Биология океана. – М.: Наука, 1977. Т. 2. С. 332-339.
- Милейковский С.А.* Влияние прохождения через системы водяного охлаждения прибрежных электростанций и промышленных предприятий на воспроизводство и продуктивность морского и эстуарного планктона, бентоса и nekтона // Обрастание и биокоррозия в водной среде. – М. : Наука, 1981. С. 131-137.
- Милотина И.А., Петров Н.Б.* Межпопуляционная дивергенция уникальных последовательностей ДНК мидии *Mytilus edulis* // Биол. моря. 1997. № 5. С. 319-324.
- Миркин Б.М.* Теоретические основы современной фитоценологии. – М.: Наука. 1985. – 136 с.
- Михайлов С.Р.* Обрастание судов промыслового флота в районе острова Сахалин // Бентоси условия его существования на шельфовых зонах Сахалина. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985а. С. 92-101.
- Михайлов С.Р.* Обрастание судов промыслового и транспортного флотов, базирующихся в основных портах Дальневосточного морского бассейна. : дис. с канд. биол. наук. Владивосток, 1985б. – 279 с.
- Михайлов С.Р.* Значение Авачинской губы в формировании обрастания судов промыслового и транспортного флота // Гидробиологические исследования в Авачинской губе. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. С. 83-90.
- Михайлов С.Р.* Обрастание судов неограниченного района плавания в Японском море // Биологические исследования бентоса и обрастания в Японском море. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1991. С. 169-188.
- Михайлов С.Р., Блинов С.В.* К изучению обрастания промысловых и транспортных судов в районе Курильских островов и острова Сахалин // Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 50-55.
- Михайлов С.Р., Блинов С.В.* Обрастание судов промыслового флота в Дальневосточном морском бассейне // Организмы обрастания дальневосточных морей. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 28-41.
- Михайлов С.Р., Звягинцев А.Ю., Кашин И.А.* Сообщества обрастания судов ограниченного района плавания у побережья Вьетнама // Систематика и хоровология морских организмов. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1990. С. 110-116.
- Михайлов С.Р., Кашин И.А.* Обрастание пирсов и затонувших судов в бухтах Рассвет и Нагаева Тауйской губы Охотского моря // Организмы обрастания дальневосточных морей. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 3-15.
- Моисеев П.А.* Промысловая продукция Мирового океана и ее использование // Океанология. Биология океана. – М. : Наука, 1977. Т. 2. С. 289-313.
- Мокиевский О.Б.* Фауна литорали северо-западного побережья Японского моря // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. 1960. Т. 34. С. 242-328.
- Моценко А.В.* Изменчивость порового аппарата гидродных полипов миллепор Вьетнама // Биол. моря. 1996. № 1. С. 31-39.
- Моценко А.В.* Роль движения воды в распределении и изменчивости донных животных // Экологические, гуманитарные и спортивные аспекты подводной деятельности. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 1999. С. 113-121.
- Моценко А.В., Звягинцев А.Ю.* Распределение организмов-обрастателей в водозаборном туннеле ТЭЦ-2 г. Владивостока // Проблемы экологии в современном мире: материалы Всерос. Internet-конф. (с международным участием) 20-22 апреля 2004 г. / отв. ред. А.П. Поздняков. Министерство образования и науки РФ, Тамб. Гос. ун-т им. Г.Р. Державина. Тамбов: Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина, 2004а. С. 104-106.
- Моценко А.В., Звягинцев А.Ю.* Состав, структура и распределение обрастателей в водозаборных туннелях ТЭЦ г. Владивостока // Актуальные проблемы современной биологии, медицины, химии и экологии. Изд-во Томского ун-та. 2004б. С. 123-128.
- Моценко А.В., Звягинцев А.Ю.* Роль гидродинамического «искажения» погода в распределении массовых видов обрастателей в условиях водозаборного туннеля // Гидробиологический журнал. 2005.
- Надточий Г.Л.* География морских путей. – М.: Транспорт, 1972. – 320 с.
- Наумов Д.В.* Тип кишечнополостные – Coelelnterata // Животные и растения залива Петра Великого. – Л. : Наука, 1976. С. 20-26.
- Наумов А.Д.* Обрастание раковин на Белом море // Вид в ареале : биология, экология и продуктивность водных беспозвоночных – Л. : Наука, 1980. С. 184-188.
- Наумов А.Д., Федяков В.В.* Макрообрастания раковин некоторых видов двусторчатых моллюсков в сублиторали Онежского залива Белого моря // Экология обрастания в Белом море. – Л. : ЗИН АН СССР, 1985а. С. 35-43.

- Наумов А.Д., Федяков В.В.* Макрообрастания раковин мидий в Белом море // Исследование мидии Белого моря. – Л.: ЗИН АН СССР, 1985б. С. 70-77.
- Небел Б.* Наука об окружающей среде: как устроен мир. – М.: Мир, 1993. Т. 2. – 336 с.
- Несис К.Н.* Биоценозы и биомасса бентоса Ньюфаундлендско-Лабрадорского района // Тр. ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океаногр. 1965. Т. 57. С. 453-489.
- Несис К.Н.* Общие экологические понятия в приложении к морским сообществам. Сообщества как конгинуум // Океанология. Биология океана. – М.: Наука, 1977. Т. 2. С. 5-13.
- Никитин В.Н.* Биология обрастания судов в Черном море // ДАН СССР. 1947. Т. 58, № 5. С. 1183-1185.
- Обрастания в Японском и Охотском морях. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. – 220 с.
- Овсянникова И.И., Левин В.С.* Динамика роста балануса *Solidobalanus hesperius* на створках приморского гребешка в условиях донного выращивания // Биол. моря. 1982. № 4. С. 44-51.
- Огородникова А.А.* Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого. – Владивосток: Изд-во ТИНРО, 2001. – 193 с.
- Огородникова А.А., Вейдеман Е.Л., Сипина Э.И., Нигматулина Л.В.* Воздействие береговых источников загрязнения на биоресурсы залива Петра Великого (Японского моря) // Изв. ТИНРО. 1997. Т. 122. С. 430-450.
- Одум Ю.* Экология. – М.: Мир, 1986. Т. 2. – 376 с.
- Организмы обрастания дальневосточных морей. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. – 158 с.
- Ошурков В.В.* Сукцессия сообществ обрастания в Кандалякшском заливе Белого моря // Повышение продуктивности и рациональное использование биологических ресурсов Белого моря. – Л.: ЗИН АН СССР, 1982. С. 67-69.
- Ошурков В.В.* Динамика и структура сообществ обрастания и бентоса Белого моря // Экология обрастания в Белом море. Л.: ЗИН АН СССР, 1985. С. 44-59.
- Ошурков В.В.* Развитие и структура некоторых сообществ обрастания в Авачинском заливе // Биол. моря. 1986. № 5. С. 20-27.
- Ошурков В.В.* Сукцессия и структура мелководных сообществ обрастания // Изучение процессов морского обрастания и разработка методов борьбы с ним. – Л.: ЗИН АН СССР, 1987. С. 28-36.
- Ошурков В.В.* Сукцессии сообществ эпибентоса при возникновении новых субстратов // Биол. моря. 1994. № 4. С. 247-251.
- Ошурков В.В.* Сукцессии и динамика эпибентосных сообществ верхней сублиторали boreальных вод – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 205 с.
- Перестенко Л.П.* Водоросли залива Петра Великого. – Л.: Наука, 1980. – 232 с.
- Песенко Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 282 с.
- Подводные гидробиологические исследования. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. – 156 с.
- Подоранова Н.Ф., Иващенко Т.С., Петренко В.С., Хомичук Л.С.* Основные черты гидрохимии залива Петра Великого. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 201 с.
- Предварительный список животных обрастания судов портового, прибрежного и дальнего плавания Дальневосточного морского бассейна // Организмы обрастания дальневосточных морей. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 132-153.
- Пржеменецкая В.Ф., Климова В.Л.* Эпифиты ламинарии (*Laminaria japonica*, Phaeophyta) в культуре // Марикультура на Дальнем Востоке. – Владивосток: ТИНРО, 1983. С. 110-119.
- Пронкин Б.И.* Методика определения нагрузок от живых организмов на гидробиотехнические сооружения // Технические средства марикультуры. – М., 1986. С. 16-19.
- Пропп М.В.* Экология прибрежных донных сообществ Мурманского побережья Баренцева моря. – М.: Наука, 1971. – 128 с.
- Протасов А.А.* Перифитон: терминология и основные определения // Гидробиол. журн. 1982. Т. 18, № 1. С. 9-13.
- Протасов А.А.* Пресноводный перифитон. – Киев, 1994. – 307 с.
- Раилкин А.И.* Бентос, перифитон и классификация экологических группировок // Вестн. СПбГУ. – Л.: СПбГУ, 1998а. Сер. 3, вып. 3., № 17. С. 10-12.
- Раилкин А.И.* Процессы колонизации и защита от биообрастания. – Л.: СПбГУ, 1998б. – 271 с.
- Раков В.А.* Биологические основы культивирования тихоокеанской устрицы *Cassostrea gigas* в заливе Петра Великого Японского моря: автореф. дис. с канд. биол. наук – Владивосток: ТИНРО, 1984. – 24 с.
- Раков В.А.* Биология и культивирование устриц // Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. – М.: Агропромиздат, 1987. С. 72-84.
- Раков В.А., Мануйлов В.А., Петренко В.С., Чижов С.Л.* Результаты изучения функционирования рифовых конструкций в прибрежных водах Японского моря // Искусственные рифы для рыбного хозяйства. – М.: ВНИРО, 1990. С. 31-40.
- Рапичук С.Ф., Герман Р.И.* Гидравлика и гидрология. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 224 с.
- Расс Т.С., Резниченко О.Г.* Интродукция и акклиматизация морских организмов // Биология океана. Океанология. – М.: Наука, 1977. Т. 2. С. 314-321.

- Ревин В.В. О системном исследовании обрастания и защитных покрытий корпуса судов // Организмы обрастания дальневосточных морей. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 99-106.
- Редфильд А.Л., Диви Э.С. Изменения во времени и биотические сукцессии // Морское обрастание и борьба с ним. – М. : Воениздат, 1957. С. 68-75.
- Редфильд А.К., Хатчинс Л.У. Действие обрастания // Морское обрастание и борьба с ним. – М. : Воениздат, 1957. С. 11-33.
- Резниченко О.Г. Трансокеаническая аутоакклиматизация ритропанопеуса (*Rhithropanopeus hassisi* tridentatus: Crustacea, Branchiura) // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. 1967. Т. 87. С. 136-177.
- Резниченко О.Г. Общая характеристика субстратов и таксонов макрозооцена плавника северо-западной части Тихого океана // I съезд советских океанологов: тез. докл. – М. : Наука, 1977. Вып. 2. С. 113-114.
- Резниченко О.Г. Классификация и пространственно-масштабная характеристика биотопов обрастания // Биол. моря. 1978. № 4. С. 3-15.
- Резниченко О.Г. Комплексное исследование плавучего биохора обрастания в северо-западной части Тихого океана // Обрастание и биокоррозия в водной среде. – М. : Наука, 1981а. С. 109-126.
- Резниченко О.Г. Долговременное обрастание в нижнем слое эпипелагиали восточно-камчатских вод Тихого океана // Экология массовых видов океанического обрастания. – М. : Изд-во ИОАН СССР, 1981б. С. 76-93.
- Резниченко О.Г. Структурно-функциональная характеристика обрастания марикультуры гребешка в бухте Алексева (зал. Петра Великого) // Всесоюз. совещ. по науч.-техн. проблемам марикультуры: тез. докл. – Владивосток, 1983. С. 192-193.
- Резниченко О.Г., Солдатова И.Н., Цихон-Луканина Е.А. Обрастание в Мировом океане. – М. : ВНИИП, 1976. – 120 с.
- Резниченко О.Г., Цихон-Луканина Е.А., Солдатова И.Н. Макрозооцен обрастания южно-европейских морских вод. – М. : Изд-во Ин-та океанол. АН СССР, 1980. С. 19-43.
- Резниченко О.Г., Цихон-Луканина Е.А., Солдатова И.Н. Тихоокеанский макрозооцен обрастания // Обрастание и биокоррозия в водной среде. – М. : Наука, 1981. С. 40-70.
- Реймерс Н.Ф. Природопользование. – М. : Мысль, 1990. – 639 с.
- Реймерс Н.Ф. Популярный биологический словарь. – М. : Наука, 1991. – 544 с.
- Ржавский А. В., Солохина Е.В. Полихеты Авачинской губы: бентос, обрастание, планктон // Гидробиологические исследования в Авачинской губе. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. С. 39-49.
- Ростомов С.А. Равноногие ракообразные (*Crustacea, Isopoda*) в обрастании судов портового, каботажного и дальнего плавания Дальневосточного морского бассейна // Организмы обрастания дальневосточных морей – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 73-78.
- Рудякова Н.А. Обрастание морских судов на советском Дальнем Востоке // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. 1958. Т. 1. С. 101-111.
- Рудякова Н.А. Обрастание судов, плавающих в дальневосточных морях севернее Японского моря // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. 1967а. Т. 85. С. 3-17.
- Рудякова Н.А. Об оседании и распределении баланусов на корпусах плавающих судов // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. 1967б. Т. 85. С. 77-90.
- Рудякова Н.А. Обрастание в северо-западной части Тихого океана. – М. : Наука, 1981. – 67 с.
- Саенко Г.Н. Металлы и галогены в морских организмах. – М. : Наука, 1992. – 200 с.
- Сатерленд Д.П. Становление и динамика сообществ обрастателей // Экология сообществ-обрастателей. СССР-США. Совместная программа. – Бофорт (Северная Каролина) : ДЮКУниверситет, 1975. С. 135-152.
- Сатерленд Д.П. Образ жизни и динамика сообществ обрастателей // Закономерности распределения и экология прибрежных биоценозов. – Л. : Наука, 1978. С. 16-17.
- Свешников В.А. Личинки архианнелид и полихет залива Посыет Японского моря. – Ленинград : Наука, 1967. С. 125-159 (Исслед. фауны морей. № 5(13)).
- Селин Н.И. Роль моллюсков в формировании сообщества обрастания опор нефтедобывающих платформ в Южно-Китайском море // Биол. моря. 1991. № 4. С. 90-94.
- Семкин Б.И., Куликова Л.С. Методика математического анализа списков видов насекомых в естественных и культурных биоценозах. Препр. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. – 73 с.
- Серавин Л.Н., Миничев Ю.С., Раишкин А.И. Изучение обрастания и биоповреждений морских антропогенных объектов // Экология обрастания в Белом море. – Л. : ЗИН АН СССР, 1985. С. 5-28.
- Синицын В.О., Резниченко О.Г. Обрастание малоразмерного плавника северо-западной части Тихого океана // Экология массовых видов океанического обрастания. – М. : ИО АН СССР, 1981. С. 18-69.
- Сиренко Б.И., Кунин Б.Л., Ошурков В.В. Сукцессия биоценозов обрастания на искусственном субстрате в Белом море // Закономерности распределения и экология прибрежных биоценозов. – Л. : Наука, 1978. С. 10-13.
- Скарлато О.А. Класс двустворчатые моллюски - Bivalvia // Животные и растения залива Петра Великого. – Л. : Наука, 1976. С. 95-106.
- Смелянский И.Э. Механизмы сукцессии // Успехи современной биологии. – М. : Наука, 1993. Т. 113, вып. 1. С. 36-45.

- Сокол Р.Р. Кластер-анализ и классификация: предпосылки и основные направления // Классификация и кластер. – М.: Мир, 1980. С. 7-19.
- Соколов В.Е., Арсеньев В.А. Млекопитающие России и сопредельных регионов. Усатые киты. – М.: Наука, 1994. – 208 с.
- Солдатова И.Н., Резниченко О.Г., Цихон-Луканина Е.А. Особенности обрастания установки марикультуры приморского гребешка // Океанология. 1985. Т. 25, вып. 3. С. 513-518.
- Справочник по теории корабля. Гидромеханика, сопротивление движению судов, судовые движители – Ленинград: Судостроение, 1985. Т. 1. – 768 с.
- Судовое устройство для биологических и коррозионных испытаний / Остриков В.В., Звягинцев А.Ю., Михайлов С.Р., Метельская Р.Н., Пукас Г.П.: свид-во № 1415626, – М.: ВНИИПИ Гос. ком. СССР по делам изобрет. и откр. – 3 с.
- Суханов В.В. Модель распределения видового обилия на литорали островной гряды // Морская биогеография. – М.: Наука, 1982. С. 52-75.
- Суханов В.В. Метод выявления статистически значимых ветвей на дендрограмме сходства видовых списков // Теоретико-графовые методы в биогеографических исследованиях – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. С. 13-19.
- Суханов В.В., Петропавловский Б.С., Чавтур Н.А. Структура растительных сообществ Сихотэ-Алинского заповедника. – Владивосток: Дальнаука, 1994. – 220 с.
- Тарасов Н.И. Обрастания судов и гидротехнических сооружений у морских берегов СССР // Зоол. журн. 1959. Т. 38, № 12. С. 1886-1889.
- Тарасов Н.И. Обрастания в советских водах Японского моря // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. 1961. Т. 49. С. 3-59.
- Тарасов Н.И. Об испытании средств борьбы с обрастанием // Защита от морского обрастания. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 26-34.
- Тарасов Н.И., Зевина Г.Б. Усоногие раки морей СССР. Фауна СССР. М.; Л., 1957. Т. 6, ч. 1. – 267 с.
- Тарасов Н.И., Рудякова Н.А. К методике изучения обрастания морских судов и гидротехнических сооружений // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. 1961. С. 60-64.
- Таубе П.В., Баранова А.Г. Химия и микробиология воды. – М.: Высш. школа. 1983. – 277 с.
- Турнаева Е.П. Биологическая модель сообщества обрастания. – М.: Изд-во Ин-та океанол. АН СССР, 1987. – 126 с.
- Турнаева Е.П., Арсеньев В.С., Морозова Т.В. Обрастание в северо-западной части Тихого океана (по материалам 56 рейса НИС «Витязь») // Экология массовых видов океанического обрастания. – М.: ИО АН СССР, 1981. С. 7-17.
- Турнаева Е.П., Ямольский А.Д. О возможности обнаружения подъема вод по океаническому обрастанию // Океанология. 1979. Т. 19, вып. 6. С. 1116-1124.
- Ушаков П.В. Многощетинковые черви – *Polychaeta* // Животные и растения залива Петра Великого. – Л.: Наука, 1976. С. 31-39.
- Фадеев В.И. Сообщества макробентоса верхней сублиторали острова Монерон // Бентос шельфа острова Монерон. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 18-40.
- Финни Д. Введение в теорию планирования экспериментов. – М.: Наука, 1970. – 287 с.
- Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. – М.: Мир, 1991. Т. 2. – 552 с.
- Хайлов К.М., Парчевский В.П. Иерархическая регуляция структуры и функции морских растений. – Киев: Наук. думка, 1983. – 253 с.
- Хатчис Л.У. Виды организмов, отмеченных в обрастаниях // Морское обрастание и борьба с ним: пер. с англ. – М.: Воениздат, 1957. С. 212-232.
- Христофорова Н.К. Основы экологии. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – 515 с.
- Христофорова Н.К., Журавель Е.В., Недоросткова И.Г. Содержание детергентов и фенолов в поверхностных водах приустьевой зоны реки Гуманган и сопредельных морских водах (залив Петра Великого Японского моря) // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого. – Владивосток: Дальнаука, 2001. Т. 2. С. 27-40.
- Цветкова Н.Л. Прибрежные гаммариды северных и дальневосточных морей СССР и сопредельных вод – Л.: Наука, 1975. – 256 с.
- Чаплыгина С.Ф. Гидриды в обрастании северо-западной части Японского моря // Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 56-71.
- Чаплыгина С.Ф. О вселении двух видов гидридов *Laomedea flexuosa* и *L. calceolifera* (Cnidaria, Hydrozoa, Campanulagidae) в Японское море // Зоол. журн. 1992. Т. 71, вып. 9. С. 5-10.
- Чернов Ю.И. Эволюционный процесс и историческое развитие сообществ // Фауногенез и филогенез – М.: Наука, 1984. С. 5-23.
- Чесноков Н.И. Дикие животные меняют адреса. – М.: Мысль, 1989. – 221 с.
- Шлихтинг Х. Теория пограничного слоя. – М.: Наука, 1969. – 817 с.
- Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. – 149 с.
- Экология обрастания и бентоса в бассейне Атлантического океана. – М.: Изд-во Ин-та океанол. АН СССР, 1980. – 151 с.

- Экология массовых видов океанического обрастания. – М.: Изд-во Ин-та океанол. АН СССР. 1981. – 160 с.
- Янов С.В. Монтаж и постановка искусственных рифов в прибрежных водах залива Петра Великого // Искусственные рифы для рыбного хозяйства. – М.: ВНИРО, 1990. С. 40-56.
- Яковлев Ю.М., Васильковский В.Е. Ядовитая медуза-крестовик // Биол. моря. 1993. № 5. С. 3-16.
- Abbott D.P., Newberry A.T. Urochordata: the Tunicates. In: Intertidal invertebrates of California, eds. R.H. Morris, D.P. Abbott and E.C. Haderlie. Stanford, 1980. Stanford University press P. 127-226.
- Allem A.A. Succession of marine fouling organisms on test panels immersed in deep-water atoll Jolla, California // Hydrobiology. 1957. V. 11, N 1. P. 35-61.
- Anil A.C., Chiba K., Okamoto K. Macrofouling community structure and ecology of barnacles in Hamana Bay (Japan) // Biofouling. 1990. N 2. P. 137-150.
- Baciccio A.J. Keynote Address // Marine biodeterioration: an interdisciplinary study. Naval Institute Press: Annapolis, Maryland. 1984. – 384 p.
- Bagaveeva E.V., Zvyagintsev A.Yu. The introduction of polychaetes *Hydroides elegans* (Haswell), *Polydora limicola* Annenkova, *Pseudopotamilla ocellata* Moore to the north-western part of the Sea of Japan // Ocean Research 2000. V. 22, N 1. P. 25-36.
- Bagaveeva E.V., Zvyagintsev A.Yu. Polychaete worms (Polychaeta) in the fouling of hydrotechnical structures in Amursky and Ussurijsky Bays (East Sea) // The Yellow Sea. 2001. V. 7, N 1. P. 45-54.
- Barnett P.R.O. Effects of warm water effluents from power stations on marine life // Proc. Roy. Soc. London B. 1972. V. 180, N 1061. P. 495-509.
- Bastida R. Studies of the fouling communities along Argentina // Coast in « Proc. Third Intern. Cong. Marine Corrosion and fouling ». Gaitersburg National Bureau of Standards. Maryland. U.S.A. 1973. P. 847-864.
- Bastida R., Adabbo H. Fijacion de fouling en el puerto de Mar del Plata (periodo 1969/70) // LEMIT. An. 1975. N 3. P. 1-39.
- Bastida R., Torti M. Estudio preliminar sobre la incrustaciones biologicas de Puerto Belgrano // Ibid. 1971. V. 3. P. 45-47.
- Bastida R., L'Hoste S., Spivak E., Adabbo H. Las incrustaciones biologicas de Puerto Belgrano. 2. Estudio de los procesos de epibiosis registrados sobre paneles piensos // « Lemit ». 1974. V. 3. P. 167-197.
- Bastrop R., Röhrner M., Sturmbauer C. and Jürss K. Where did *Marenzelleria* spp. (Polychaeta, Spionidae) in Europe come from? // Aquatic Ecology. 1998. V. 31, N 2. P. 119-136.
- Bellan J. Etude du peuplement annelidien d'une structure sousmarine artificielle immergée dans le golfe de Marseille // Tethys. 1970. V. 2, N 2. P. 365-372.
- Bellan J. Etude qualitative et quantitative des salissures biologiques de plaques experimentales immergées en pleine eau. 4. Annelides Polychaetes (Serpulidae exclues) // Tethys. 1973. V. 5, N 1. P. 129-136.
- Bellan-Santini D. Salissures biologiques de substrats vierges artificiels immergés en eau pure, durant 26 mois, dans la region de Marseille (Mediterranee nord-occidentale). 1. Etude qualitative // Tethys. 1970a. V. 2, N 2. P. 335-356.
- Bellan-Santini D. Salissures biologiques de substrats vierges artificiels immergés en eau pure, durant 26 mois, dans la region de Marseille. 2. Resultats quantitatifs // Tethys. 1970b. V. 2, N 2. P. 357-364.
- Benedict C.P., Alkanach N.I., Hammer A.C.H. Offshore evacuation - past and future // 14-th Ann. Offshore Technol. Conf., Houston, Tex. 1982. V. 4. P. 25-32.
- Berkeley E., Berkeley C. Annelida. Polychaeta Sedentaria // Canad. Pacific. Fauna. – Toronto, 1952. 9b (2). – 139 p.
- Bertelsen E. Marine tropical animals carried to the Copenhagen Sydhavn on a ship from the Bermudes // Vidher. Medl. Dansk Natur Roren Kb. 1936. V. 100. P. 237-245.
- Boudouresque C.F. Recherches sur les concepts biocoenose et de continuum au niveau de peuplements benthiques sciaphiles // Vie Milleau (B). 1970. V. 21. P. 36-103.
- Boudouresque C.F. Le concept de nodum en bionomic et sa generalisation // C. R. Acad. Sci. – Paris, 1971. V. 272, N 9. P. 3-126.
- Brankevich G., Bastida R., Martinez D. Estudios ecologicos sobre las comunidades de crustaceos de la central electrica necochea (Puerto Quequen, Argentina) // An. Cidepint. 1985. P. 173-239.
- Brawley S.H. Studies of mesoherbivory in aquaria and in unbaricaded mariculture farm on the Chinese coast // J. Phycol. 1987. V. 23, N 4. P. 614-623.
- Broch H. Cirripeds from Indochinese shallow-waters // Det Norske Videnskaps - Academi in Oslo. 1947. N 7. P. 1-32.
- Brooks W.K. Development of the American Oyster // Studies from the Biol. Lab., John Hopkins Univ. 1880. N 4. – 106 p.
- Bulletin of Marine Science. Univ. of Miami. 1989. V. 44, N 2. P. 527-1081.
- Butman C.A. Larval settlement of soft-sediment invertebrates: some predictions based on an analysis of near-bottom velocity profiles // Marine Interfaces Eohydrodynamics, ed. by J.C.J. Nihoul. Elsevier Oceanography Series – Amsterdam, 1986. V. 42. P. 487-513.
- Cancino J.M., Munoz M.I., Orellana M.C. Effect of epifauna on algal growth and quality of the agar produced by *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss // Hydrobiologia. 151/152. 1987. P. 233-237.

- Carlton J.T.* Patterns of transoceanic marine biological invasion in the Pacific Ocean // *Bull. Mar. Sci.* 1987. V. 41, N 2. P. 452-465.
- Carlton J.T., Geller J.B.* Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms // *Science*. New-York, 1993. N 261. P. 78-82.
- Caspers R.* Der tierische Bewuchs und Helgolander Seetonnen // *Helgoland. Wiss. Meeruntersuch.* 1952. Bd 4, N 2. P. 138-160.
- Chael J.* Occupation of patches in the epifaunal communities on pier pilings and bivalve *Pinna bicolor* at Edithburgh, South Australia // *Oceanologia.* 1981. V. 48, N 1. P. 123-130.
- Chamberlain J.A., Graus R.R.* Water flow and hydromechanical adaptations of branched reef corals // *Bul. Mar. Sci.* 1975. V. 25, N 1. P. 112-125.
- Cheong L., Lee H.B.* Improvement to the rope design for the raft culture of green mussels, *Perna viridis* (L.), in Singapore // *Singapore Journ. Pri. Ind.* 1981. V. 9, N 1. P. 38-53.
- Clements F., Shelford A.* *Bio-Ecology.* – New-York 1939. John Wiley, Sons. – 425 p.
- Clokje A., Boney H.* The assessment of change in intertidal ecosystems following reclamation work: from work for interpretation of algae dominated biota and misuse of data // *Shore Environ., Proc. Int. Symp., Portsmouth.* 1980. V. 2. P. 609-675.
- Cohen A.N., Carlton J.T., Fountain M.C.* Introduction, dispersal and potential impacts of the green crab *Carcinus maenas* in the San Francisco Bay, California // *Marine biology.* 1995. V. 122, N 2. P. 225-237.
- Connell J., Stayer R.O.* Mechanism of succession in natural communities and their role in community stability and organization // *Am. Nat.* 1977. V. 111. P. 1119-1144.
- Crisp D.J.* The ecology of marine fouling // *Ecol. and industr. soc.* Oxford, blackwell sci. publs 1965. P. 99-117.
- Daniel J.J.S.* Stand-by rescue ships - their roles and the factors involved in performing them // 14-th Annu. Offshore Technol. Conf. Houston, Tex. 1982. V. 4. P. 33-39.
- Davydoff C.N.* Contribution a l'étude des invertébrés de la faune marine benthique de l'Indochine // *Bull. Biol. France - Belgique.* 1952. Suppl. 37. P. 128-129.
- De Palma J.R.* Final report on marine biofouling studies at admiralty, Washington // *Nowal oceanogr. office refrence publ.* 1976. V. 12. P. 1-14.
- De Palma J.R.* Marine biofouling studies in the gulf of Siam // *U.S. Naval Oceanogr. off.* 1977. V. 15. P. 1-12.
- De Palma J.R.* Red Sea platforms design call for prediction of bio-fouling // *J. Offshore.* 1984. V. 4, N 4. P. 66-68.
- Deshmukh M.B.* Corrosivity of harbor waters // *B. Electrochem* 3(5) Sept-Oct, 1987. P. 379-384.
- Driscoll E.G.* Sublittoral attached epifaunal development in Buzzards Bay, Massachusetts // *Hydrobiologia.* 1968. V. 1, N 2. P. 27-32.
- Ecology of Fouling Communities U.S.-U.S.S.R. Cooperative Program. – Beaufort, North Carolina, U.S.A. 1975. – 212 p.
- Effler S.W., Broocks C.M., Whitehead K., Wagner B., Doer S.M., Perkins M.-G., Siegfried C.F., Walrath L. and Canale R.P.* Impact of zebra mussel invasion on river water quality // *Water Environ. Res.* 1996. V. 68. P. 205-214.
- El-Komi M., Kajihara T.* Observation on the settlement and growth of barnacles in Tokyo Bay, Japan. 1990. V. 8, N 1/2. P. 1-8.
- Elliott J.M.* Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates // *Publ. Freshwater Biol. Assoc. Sci.* 1977. N 25. 156 p.
- Essink K., Kleef H.F.* Distribution and life cycle of the North American spionid polychaeta *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873) in the Ems Estuary // *Neth J. Aquat Ecol.* 1993. 27. P. 237-246.
- Evans L.V., Hoagland K.D.* Preface // *Algal biofouling.* Elsevier, Amsterdam et al. 1986. P. 7-9.
- Fadeeva N.P., Fadeev V.I.* 1997. The response of small-sized benthic organisms to chronic oil pollution from marine sediments // *Abstr. Second english language international nematology simposium of the Russian society of nematologists.* 23-30 August, 1997. – Moscow, Russia. P. 8.
- Field B.* Marine biofouling and its control: history and state to art review // *Oceans 81: Proc. Conf. Res. Boston, Mass., 1981.* New York, 1982. V. 1. P. 542-544.
- Forteah G.N., Picken G.B., Ralph P., Williams J.* Marine growth studies on the North Sea oil platform Monstose Alpha // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 1982. V. 8, N 1. P. 61-68.
- Furuse K., Furota T.* An ecological study on the distribution of intertidal sessil animals in Inner Tokyo Bay // *Marine fouling.* 1985. V. 5, N 2. P. 1-6.
- Gallacher E.D., Jumars P.A., Trueblood D.D.* Facilitation of soft-bottom benthic succession by tube builders // *Ecology.* 1983. V. 64, N 5. P. 1200-1216.
- Galloway B.J., Lewbel G.S.* The ecology of petroleum platforms in the northwestern Gulf of Mexico: a community profile // *U.S. Fish Wildl. Serv., Off. Bio. Serv., FWS/OBS-82-87. Bur. Land Manage., Gulf of Mexico OCS Reg. Off., Open-File Rep.* 1982. 92 p.
- Georg Robert Y., Thomas Philipp J.* Biofouling community dynamics in Louisiana shelf oil platforms in the gulf of Mexico // *J. Rice Univ. Stud.* 1979. V. 65, N 4-5. P. 553-574.



- Geraci S., Romairone V., Montanari M., Rossi G.G., Relini G. Fouling di alcune piattaforme off shore dei mari Italiani, II. Variazioni stagionali dell'insediamento al largo di Ravenna // J. Met. biol. mar. e oceanogr. 1976. V. 6, N 6. P. 37-38.
- Gislen T. The epibiosis of Gulmar fiord. Pt. II // Kristianbergs Zool. st., Uppsala. 1930. N 4. 380 p.
- Gleason N.A. The individualistic concept of plant association // Bull. Torrey Bot. Club. 1926. V. 53. P. 7-26.
- Glosberg R. Comparative ability influence habitat choice in marine invertebrates // Nature. 1981. V. 290, N 5808. P. 700-702.
- Gomoiu M.-T., Tiganus V. Structure qualitative et quantitative des salissures formées dans les eaux du large de la Mer noire // « Rapp. et proc.- verb. reun. Commis. int. explor. sci. Mer. mediterr. Monaco ». 1981a. V. 27, N 2. P. 183-184.
- Gomoiu M.-T., Tiganus V. Dannees sur la formation des salissures en conditions portuaries // Rapp. et proc.- verb. reun. Commis. int. explor. sci. Mer. mediterr. Monaco. 1981b. V. 27, N 2. P. 181-182.
- Goodman K., Ralph R. Fouling – the marine growth industry // « Offshore Eng ». 1979. Sept., P. 113-117.
- Gosliner T.M. Introduction and spread of *Philine auriformis* (Gastropoda: Opisthobranchia) from New Zealand to San Francisco Bay and Bodega Harbor // Marine biology. 1995. V. 122, N 2. P. 249-255.
- Haderlie E.C. Marine fouling and boring organisms in Monterey Harbour // Veliger. 1968. V. 10, N 4. P. 327-341.
- Haderlie E.C. Marine fouling and boring organisms in Monterey Harbour. 2. Second year of investigation // Veliger. 1969. V. 12, N 2. P. 182-192.
- Hardy F.G. Fouling on North Sea platforms // J. Bot. Mar. 1981. V. 24, N 4. P. 173-176.
- Hartman O. Atlas of the sedentary polychaetous annelids from California // Los Angeles: Allan Hancock Found, 1969. 812 p.
- Hay C.H. The dispersal of sporophytes of *Undaria pinnatifida* by coastal shipping in New Zealand, and implications for further dispersal of *Undaria* in France // Br. Phycol. J. 1990. V. 25. P. 301-313.
- Hayward P.J. Invertebrate epiphytes of coastal marine algae // Shore. Environ. Proc. Int. Symp., Portsmouth. 1980. V. 2. London et al., 1980. P. 716-787.
- Heideman J.C., Georg Robert Y. Biological and engineering parameters for macrofouling growth on platforms offshore Louisiana // Oceans 81: Conf. Rec. Boston, mass., Sept. 16-17, New York 1981. V. 1. P. 550-557.
- Henry D.P., Mc Laughlin P.A. The barnacles of the *Balanus amphitrite* complex (Cirripedia, Thoracica) // Zool Verhandelingen. Leiden. 1975. N 141. 254 p.
- Hentschel E. Der Bewuchs a Seescheffeln // Int. Rev. Hydrobiol., Hydrogr. 1923. Bd 11, N 3/4. S. 238-264.
- Hershkovitsh P. Catalog of living whales // Smithsonian Inst. Bull. 1966. 259 p.
- Hewatt W.G. Ecological succession in the *Mytilus californianus* habitat as Observed in Monterey Bay // Cal. Ecol. 1935. V. 16. P. 244-251.
- Hick D.W., Tunnel J.W. Invasion of the south Texas coast by the edible brown mussel, *Perna perna* (Linnaeus, 1758) // Veliger. 1993. V. 36. P. 92-94.
- Hirata T. Succession of sessile organisms on experimental plates immersed in Nabeta Bay, Izu Peninsula, Japan. I. Algal succession // Mar. Ecol. Progr. Ser. 1986. V. 34. P. 51-61.
- Hirata T. Succession of sessile organisms on experimental plates immersed in Nabeta Bay, Izu Peninsula, Japan. II. Succession of invertebrates // Mar. Ecol. Progr. Ser. 1987. V. 38. P. 25-35.
- Hirata T. Succession of sessile organisms on experimental plates immersed in Nabeta Bay, Izu Peninsula, Japan. III. Temporal changes in community // Ecol. Res. 1991. V. 6. P. 101-111.
- Hirata T. Succession of sessile organisms on experimental plates immersed in Nabeta Bay, Izu Peninsula, Japan. V. An integrated consideration on the definition and prediction of succession // Ecol. Res. 1992. V. 7. P. 31-42.
- Hong J.-S. Amphipod Crustaceans as fouling organisms in Tungnyang Bay, Korea // Marine fouling. 1988. V. 7, N 1/2. P. 1-7.
- Hong S.Y. Notes on the early development of *Hydroides ezoensis* Okuda // Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan. 1980. V. 12. P. 55-58.
- Houghton D. Foul play on the ship's bottom // New Scientist. 1970. N 3. P. 62-64.
- Huang Z. Ecological and biological studies of fouling organisms along the coast of China // VI international congress of marine corrosion and fouling. Marine biology. Greece. 1984. P. 23-37.
- Huang Z., Cai R. Studies on the ecology of fouling organisms of Amoy Harbour // Acta Scientiarum Naturalium, Universitatis Amoiensis. 1961. V. 7, N 3. P. 74-95 (In Chinese with English abstract).
- Huang Z., Cai R. On the fouling organisms of ships other underwater constructions in Amoy Harbour // Ibid. 1962. V. 9, N 3. P. 163-175 (In Chinese with English abstract).
- Huang Z., Cai R. Marine fouling and its prevention. 1984. – 352 p. (In Chinese with English tabl and contents).
- Huang Z., Cai R. The biofouling communities on the pier pilling at Xiamen, China // Proc. 7<sup>th</sup> Int. Congr. Mar. Cor. and Foul., Valencia (Spain), 1988. P. 1-11.
- Huang Z., Cai E., Cai R. Studies on the ecology of fouling organisms of Qinglan Harbour // Ibid. 1982a. V. 4, N 2. P. 215-222 (In Chinese with English abstract).

- Huang Z., Cai R., Jiang Y., Cai E., Wu Q. Biofouling on the buoys of the Qiongzhou channel and Leizhou peninsula coast, South China Sea // *Oceanologia et Limnologia Sinica*. 1982b. V. 13, N 3. P. 259-266 (In Chinese with English abstract).
- Huang Z.G., Cai R., Xu Y. On the distributional characteristics of fouling organisms in Dongshan Bay // *Ibid*. 1981. V. 3, N 2. P. 291-299 (In Chinese with English abstract).
- Huang Z., Li C., Zhang L., Li F. Studies on the ecology of fouling and boring organisms in Zhoushan waters, China // *Acta Oceanologica Sinica*. 1979. V. 1, N 2. P. 299-310 (In Chinese with English abstract).
- Huang Z., Lin S. Biofouling of Deep Bay buoys // *The marine biology of the South China Sea*. 1993. V. 1. P. 153-161.
- Huang Z., Mak M. Studies on biofouling in Tolo Harbour, Hong Kong // *Proceedings of the First International Marine Biological Workshop: The marine flora and fauna of Hong Kong and Southern China*, Hong Kong. 1980. P. 767-787.
- Huang Z., Ni W., Lu H., Cui K. A study on the interrelation between service condition of ships and fouling organisms // *Oceanologia et Limnologia Sinica*. 1979. V. 10, N 1. P. 82-89 (In Chinese with English abstract).
- Huang Z., Zheng C., Lin S., Wang J., Yan S.K. Fouling organisms at Daya Bay Nuclear Power Station, China // *The marine biology of the South China Sea*. 1993. V. 1. P. 121-130.
- Hylleberg J., Nakewathana A., Bussarawit S. Polychaetes of Thailand. Nereidae (Part 1); Pernereis and Pseudonereis, with notes on species of commercial value // *Research Bull. N 43 of Phuket Marine Biol. Center. Publ. by the Center*. 1986. P. 1-21.
- Igic L. The fouling on ships at the consequence of their navigation in the Adriatic and other seas // *II Congr. Marine Corrosion and fouling*, Athens. 1968a. P. 545-548.
- Igic L. Les balanes composant de la salissure dans l'Adriatique // *Rapp. etproc. verb. reun. Commiss. intern. explorat. sci. Mer mediterr. Monaco*. 1968b. V. 19, N 2. P. 159-161.
- Igic L. The development of fouling communities on glass plates in the Northern Adriatic // *Thalassia, Jugoslavia*. 1972. V. 8 (2). P. 231-252.
- Igic L. The biomass of fouling communities on edible shell-fish: oyster (*Ostrea edulis*) and mussel (*Mytilus galloprovincialis*) in the Northern Adriatic // *Thalassia, Jugoslavia*. 1981. V. 17 (1). P. 17-19.
- Imajima M., Hartman O. The polychaetous annelids of Japan. Pt. II // *Los Angeles: Allan Hancock Found.* 1964. 452 p.
- Ivin V.V., Zvyaginsev A.Yu., Tityanova T.V. The communities of thicket macrophytes of Seychelles Islands // *Ocean Research*. 2000. V. 22, N 1. P. 37-43.
- Ivin V.V., Zvyaginsev A.Yu. The fouling of the structures for a gal mariculture // *The Yellow Sea*. 2001. V. 7, N 1. P. 61-69.
- Jones J.A. Primary productivity by the tropical marine turtle grass, *Thalassia testudinum* König, and its epiphytes. Botany. 1968. 3637-B (3638-B). P. 105-112.
- Kado R., Okuyama S., Kurita T. Diel fluctuation in settlement of subtidal barnacles in relation to environmental factors // *Sessile organisms*. 1997. V. 14, N 1. P. 1-8.
- Kajichara T. Ecological studies on marine fouling animals // *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ.* 1964. N 16. P. 1-106.
- Kajichara T. Fouling organisms around the port of Yokohama // *Marine fouling*. 1994. V. 11, N 1. P. 1-9.
- Kajichara T. Foreign sessile animals immigrated into Tokyo Bay // *Marine fouling*. 1996. V. 12, N 2. P. 25-26.
- Kajichara T., Hirano R., Chiba K. Marine fouling animals in the Bay of Hamanji-Ko, Japan // *Veliger*. 1976. V. 18, N 4. P. 361-366.
- Kashin I.A. Biofouling of hydrotechnical structures in North-West part of the Sea of Japan. Proc. Symp. Earth-Water-Humans, May 30–June 1, 1999. Kanazawa, Japan, 1999. P. 160-165.
- Katsuyama I., Kitamura H. Attaching Organisms on Rope Collector // *Marine Fouling*. 1990. V. 8, N 1/2. P. 29-34.
- Katsuyama I. Weight of fouling organisms in air and seawater // *Marine Fouling*. 1994. V. 10, N 2. P. 27-30.
- Kawahara T. Regional differences in composition of fouling communities in Ago Bay // *Rep. Fac. Fish. Univ. Mar.* 1961. N 4. P. 65-80.
- Kawahara T. Studies on the marine fouling communities. 1. Development of a fouling community // *Ibid*. 1962. N 4. P. 27-41.
- Kawahara T. Studies on the marine fouling communities. 2. Differences in the development of the test block communities with reference to chronological differences of their initiation // *Rep. Fac. Fish. Prefect Univ. Mar.* 1963. V. 4, N 3. P. 391-418.
- Kawahara T., Iwaki T., Hirano K., Sugimura Y. Fouling communities in Jokkaichi Harbour // *Publ. Amakusa Mar. Biol. Kyushu Univ.* 1979. V. 5, N 7. P. 19-30.
- Kay A.M., Bulter A.J. Stability of the Fouling Communities on the Pilings of Two Piers in South Australia // *Oceanologia*. 1983. V. 56, N 1. P. 70-78.
- Keough M.J. Dispersal of the bryozoan *Bugula neritina* and effects of adults on newly metamorphosed juveniles // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 1989. V. 57, N 2. P. 163-171.

- Kitamura H., Takahashi K., Kanamaru D.* Inhibitory of the larval settlement of the barnacle, *Balanus amphitrite* in the laboratory // *Marine fouling*. 1995. V. 12, N 1. P. 9-13.
- Kiyono M.* Control of biofouling in power plant cooling water systems – Discussion of practical research targets from a user's view // *Sessile Organisms*. 2003. V. 20, N 1. P. 11-13.
- Kölmel R.* Zwischen Universalismus und Empirie - die Begründung der modernen Ökologie - und Biozönose-Konzeption durch Karl Möbius // *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum der Universität Kiel*. 1981. V. 1, Heft 7. P. 17-34.
- Kondo H., Shimizu G., Konya K., Shimizu M.* Tolerance of barnacle larvae to organotic antifoulants // *Marine fouling*. 1983. V. 4, N 2. P. 1-4.
- Kott, P.* Introduction of the North Atlantic Ascidian *Molgula manhattensis* (De Kay), to two Australian river estuaries. 1976. *Mem. Qd. Mus.* V. 17, N 3. P. 449-455.
- Kühl H.* Schiffsbewuchs and Hafengewuchs // *Ibid.* 1962. Bd. 14, N 5. S. 347-352.
- Kühl H.* Schiffsbewuchs and Hafengewuchs. Deutsche Hafen 2 // *Ibid.* 1968. Bd. 20, N 8. S. 544-547.
- Kuriacose P.S.* Open sea raft culture of green mussels at Calcut // *GMERI Bull.* 1980. N 29. P. 33-38.
- Lambert W.J., Levin D., Berman J.* Changes in the structure of a New England (USA) kelp bed: the effect of an introduced species // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1992. V. 88. P. 303-307.
- Lambhead P.J.D., Platt H.M., Shaw K.M.* The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity // *J. Nat. Hist.* 1983. V. 17. P. 859-874.
- Lauckner G.* Diseases caused by Metazoans: Cnidarians // *Diseases of marine animals*. Hamburg: Biol. Anst. Helgoland. 1984. V. IV, part 1. P. 180-192.
- Lee S., Trott L.* Marine succession of fouling organisms in Hong Kong with a comparison of woody substrates and common, locally available antifouling paints // *Mar. Biol.* 1973. N 20. P. 101-108.
- Leversee G.J.* Flow and feeding in fan-shaped colonies of the gorgonian coral *Leptogorgia* // *Biol. Bul.* 1976. V. 151. P. 344-356.
- Li C., Huang Z., Zhang L., Li F., Zheng C.* On the marine fouling and boring organisms of Zhejiang Southern Coast, II // *Acta Oceanologica Sinica*. 1982. V. 4, N 1. P. 93-102 (In Chinese with English abstract).
- Li C., Huang Z., Wang J., Zheng C., Lin S.* An ecological study on the fouling organisms in Yantai Harbour // *Acta Oceanologica Sinica*. 1991. V. 10, N 4. P. 629-633.
- Li C., Huang Z., Zheng C., Lin S., Wang J., Yan S., Lin N.* Biofouling communities on test rafts in Xiamen Harbour // *J. of Oceanography*. 1992. V. 11, N 2. P. 167-173.
- Lin Guanghen, Tian Maoxin, Wu Chaoyan.* Удаление прикрепленных организмов при культивировании грацилярии // «Шуичань сюэбао, J. Fish. Chin». 1988. V. 12, N 1. P. 67-69 (кит).
- Long E.R.* Studies of marine fouling and boring of Kodiak Island, Alaska // *Biol. Berlin*. 1972a. V. 14, N 1. P. 52-57.
- Long E.R.* Marine fouling studies off Oahu, Hawaii // *Veliger*. 1972b. V. 17, N 1. P. 3-36.
- Luckens P.A.* Settlement and succession on rocky shores of Auckland North Island, New Zealand // *New Zealand Oceanogr. Inst. Met.* N 70. 1975. 64 p.
- MacArthur R.H., Wilson E.O.* The theory of island biogeography. Princeton: Princeton Univ. Press. 1967. – 203 p.
- Margalef R.* Succession of population // *Adv. Frontiers Plant. Sci.* (Institute Adv. Sci. and Culture, New Delhi, India). 1963. V. 2. P. 137-188.
- Marine biodeterioration: An interdisciplinary study. Annapolis Maryland: Naval Institute Press. 1984. – 384 p.
- Marine fouling and its prevention. US Naval Inst. (Woods Hole Oceanogr. Inst.). 1952. – 388 p.
- Marine life of the North Sea oil platforms. «*Progr. Underwater Sci. Proc.* 13-th Symp. Underwater Assoc., London». London; Plymouth, 1980. P. 163-253.
- McIntosh R.P.* The relationship between succession and the recovery process in ecosystems // *The recovery Process in Damaged Ecosystems*. John Cairns, ed. Ann Arbor, Mich. Ann Arbor Sciences. 1980. P. 11-62.
- Meadows P.S.* Sublittoral fouling communities on northern coasts of Britain // *Hydrobiologia*. 1969. V. 34, N 3-4. P. 273-295.
- Meason J.* Cultivation // *Marine mussels: their ecology and physiology* (ed. B.L. Bayne). London, New-York, Melbourne, 1976. P. 386-410.
- Menon N.R., Katti R.J., Shetti H.P.C.* Biology of marine fouling in Mangalore waters // *Mar. Biol.* 1977. V. 41, N 2. P. 127-140.
- Millard N.* Observations and experiments of fouling organisms in Table Bay Harbour, South Africa // *Trans. Roy Soc. S. Afr.* 1952. V. 33 (4). P. 415-445.
- Mills C.E., Sommer F.* Invertebrate introductions in marine habitats: two species of hydromedusae (Cnidaria) native to the Black Sea, *Maeotias inexpectata* and *Blackfordia virginica*, invade San Francisco Bay // *Mar. Biol.* 1995. V. 122, N 2. P. 279-288.
- Miura T., Kajihara T.* The development of a serpulid worm, *Hydroides ezoensis* (Annelida, Polydactyla) // *Proc. Jap. Soc. Syst. Zool.* 1981. N 20. P. 7-12.
- Miyauti T.* Relation between the settlement of barnacles and the colored plates // *Sessile organisms*. 1996. V. 13, N 1. P. 11-16.

- Miyazaki I.* On fouling organisms in the oyster farm // *Bull. sci. fish.* 1938. V. 6, N 5. P. 223-232.
- Möbius K.* Die Auster und die Austernwirtschaft // *Wiegand, Hempel and Parey, Berlin, 1877.* – 126 s.
- Morton B.S.* *Mytilopsis salleri* (Recluz) (Bivalvia: Dreysenacea), recorded from Hong Kong: an introduction by Vietnamese refugees? // *Malacological Review.* 1981. V. 13. P. 90-92.
- Moshchenko A.V., Zvyagintsev A.Yu.* Composition and Structure of Macrofouling Communities of Ocean-going Ships of Far East Sea Basin // *Ocean and Polar Research.* 2001a. V. 23, N 2. P. 63-75.
- Moshchenko A.V., Zvyagintsev A.Yu.* Distributional Characteristics of Macrofouling Organisms on Ocean-going Ships of the Far East Sea Basin // *Ocean and Polar Research.* 2001b. V. 23, N 4. P. 323-335
- Moshchenko A.V., Zvyagintsev A.Yu.* Composition, Structure and Some Features of Distribution of Fouling Community in the Water Intake Tunnel of Vladivostok Heat and Power Plant // *Ocean and Polar Research.* 2004. N. 4. P. 619-633.
- Mullineaux L.S., Butman C.A.* Recruitment of encrusting benthic invertebrates in boundary-layer flows: a deep-water experiment on Cross Seamount // *Limnol Oceanogr.* 1990. V. 35, N. 2. P. 409-423.
- Muzik K., Wainwright S.* Morphology and habitat of five fijian sea fans // *Bul. Mar. Sci.* 1977. V. 27, N 2. P. 308-337.
- Miyauti T.* Relation between the settlement of barnacles and the coloured plates // *Sessile organisms.* 1996. V. 13, N 1. P. 11-16.
- Narasimhan K.A.* Fishery and biology of green mussel, *Perna viridis* (Linnaeus) // *GMERI Bull.* 1980. N 29. P. 10-17.
- Nauman J.W., Cory R.L.* Thermal additions and epifaunal organisms at Chalk Point, Maryland // *Chesapeake Sci.* 1969. V. 10, N 3/4. P. 218-226.
- Niwa S.* Thermal discharges affect on marine biology. Kodaiy taiku // *J. Environ. Plann. And Pollut. Contr.* 1973. V. 9, N 6. P. 573-579.
- Obusan R.A., Urbano E.E.* Tahong-food for the millions // *Technical Papers Indo-Pacific Fishery Council.* 1968. N 20. P. 1-25.
- Ohba T., Wusui H., Kajiyama T., Iwata S., Kuwa M.* Relationship between corrosion and attachment of marine organisms to metal plates // *Sessile Organisms.* 2001. V. 18, N 2. P. 105-112.
- Ohgai M., Takesue K.* Effect of epiphytic diatoms on the quality of nori fronds // *Nippon Suisan Gakkaishi.* 1987. V. 53, N 2. P. 173-175.
- Okamoto K.* Changes in macrofouling community in Shonai inlet, the Hamana Bay during recent 15 years // *Marine fouling.* 1995. V. 12, N 2. P. 1-7.
- Orth R.S., Van Montfrans J.* Epiphyte seagrass relationships with an emphasis on the role of micrograzing a review // *Aquatic Botany.* 1984. V. 18. P. 43-69.
- Oshurkov V.V.* Succession and climax in some fouling communities // *Biofouling.* 1992. V. 6. P. 1-12.
- Oshurkov V.V., Ivanjushina E.A.* Structure and distribution of some fouling communities of Bering Island (Commandor Islands) // *Biofouling.* 1994. V. 8. P. 35-45.
- Otani M.* Appearance and latest trends of introduced marine sessile animals in Japanese waters // *Sessile organisms.* 2002. V. 19, N 2. P. 69-92.
- Page H.M.* Differences in population structure and growth rate of the stalked barnacle *Pollicipes polymerus* between a rocky head-land and offshore oil platform // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 1986. V. 29, N 2. P. 157-164.
- Panchal C.B., Stevens H.S., Genens L.E.* et al. Biofouling and corrosion studies at the sea coast test facility in Hawaii // *Ocean's 84: Conf. Rec. Washington. N.Y., 1984.* V. 1. P. 364-369.
- Pequegnat W.E.* Epifauna of a California silstone reef // *Ecology.* 1964. V. 45, N 2. P. 272-283.
- Perry E.* The fouling of ships bottoms // *Pacific Marine Review.* 1931. V. 28. P. 202-203.
- Petersen C.G.J.* On the animal communities of the sea bottom in the Skagerak, the Christiania fjord, and the Danish waters // *Rept. Danish Biol. Stat.* 1915. V. 23. P. 3-28.
- Phelps H.L.* The asiatic clam (*Corbicula fluminea*) invasion and system-level ecological change in the Potomac River estuary near Washington // *Estuaries.* 1994. V. 17, N 3. P. 614-621.
- Picken G.B.* Marine fouling and structural loading // *Underwater Technol.* 1986. V. 12, N 2. P. 18-21.
- Pipe A.* Describes the results of an investigation into fouling on two northern North Sea structures // *Petrol Rev.* 1980. V. 34, N 389. P. 30-31.
- Pyefinch K.A.* The biology of ship fouling // *New Biol.* 1947. V. 3. P. 128-148.
- Pyefinch K.A.* Notes on the ecology of shipfouling organisms // *Journ. Animal Ecol.* 1950. V. 19, N 1. P. 25-29.
- Propp M.V., Swyaginzev A.Y.* Zwischen Bohrinseeln und Korallenriffen // *Poseidon.* 1989. N 3. S. 20-21.
- Rainbow P.S.* Heavy metals of barnacles // *Barnacle biology. Crustacean. Issues 5. Rotterdam: Balkema,* 1987. P. 405-417.
- Rangrajan K., Narasimhan K.A.* Mussel farming of the east coast of India. *GMERI Bull.* 1980. N 29. P. 39-41.
- Reish D.J.* Seasonal settlement of polychaetous annelides on test panels in Los-Angeles. Long-Beach harbours 1950-1951 // *J. Fish. Res. Board Can.* 1971. V. 28, N 10. P. 1459-1467.
- Relini G.* Ricerch sur « fouling » nel porto di Genova // *Boll. Zool.* 1966. V. 33, N 1. P. 178-179.
- Relini G.* Fouling e natura del substrato: alcune osservazioni sperimentali nel porto di Genova // *Boll. zool.* 1968. V. 35, N 4. P. 349-350.

- Relini G.* Macrofouling in the marine conduits of the thermoelectric power stations of Liguria // Rapp. et proc. verb. reun. Commis. Int. explor. sci. Mer. méditerran. Monaco. 1977. V. 24, N 4. P. 175-176.
- Relini G., Dabini-Oliva G.* Biological studies on fouling problems in Italy // Proc. Third Int. Cong. Marine Corros. and Fouling. Maryland. 1973. P. 757-766.
- Relini G., Geraci S., Montanari M., Romairone V.* Variazioni stagionali del fouling sulle piattaforme off-shore di Ravenna e Grotone // Boll. pesco, piscicoltura e idrobiol. 1976a. V. 31, N 1-2. P. 227-256.
- Relini G., Montanari M., Romairone V., Geraci S., Rossi G.G.* Fouling di alcune piattaforme off shore dei mari Italiani, I. Caratteristiche generali. // J. Mem. biol. mar. oceanogr. 1976b. V. 6. P. 35-36.
- Riedl R.* Water movement. Animals // Marine Ecology / ed. O. Kinne. London, Wiley, 1971. V. 1. Pt 2. P. 1123-1156.
- Riedl R., Förstner H.* Wasserbewegung im Mikrobereich des Benthos // Sarsia. 1968. V. 34. P. 163-188.
- Riggio S.* The fouling settlements on artificial substrats in the harbour di Palermo (Sicily) in the years 1973-1975 // Quad. Lab. Technol. Pesca. 1979. V. 2, N 4. P. 207-253.
- Riggio S., Mazzola A.* Lo sviluppo di fouling su substrati artificiali immersi nel porto di Palermo secondo ciclo di ricerche // Boll. pesco, piscicoltura e idrobiol. 1976a. V. 31, N 1-2. P. 207-181.
- Riggio S., Mazzola A.* Preliminary data on the fouling communities in the harbour of Palermo (Sicily) // Arch. Oceanogr. Limnol. 1976b. N 3. P. 141-151.
- Riggio S., Di Pisa G.* Indagini preliminari sui patterns di insediamento dei popolamenti bentonici nel porto di Palermo // Atti. Soc. Tosc. Sci. Nat. Met. 1979. Ser. B, V. 86. P. 258-262.
- Rossel N.C.* Crustacea: Cirripedia, résultats des campagnes Musorstom 1 -Philippines // Met. Orstom. 1976. V. 91. P. 277-307.
- Rossel N.C.* Thoracic Cirripedia from the Musorstom 2 expedition // Resultats des Campagnes Musorstom. 1989. V. 5. P. 9-35.
- Rossi G.G., Romairone V., Montanari M., Relini G., Geraci S.* Fouling di alcune piattaforme off shore dei mari Italiani. III. Variazioni stagionali al largo di Crotone // J. Mem. biol. mar. e oceanogr. 1976. V. 6. P. 38-39.
- Rotschild B.J., Osborn T.R.* Small-scale turbulence and plankton contact rates // J. Plankton Research. 1988. V. 10, N 3. P. 465-474.
- Rubenstein D.I., Koehl M.A.R.* The mechanisms of filter feeding: some theoretical considerations // Am. Nat. 1977. P. 111: 981, 981-994.
- Saito Y., Sasaki Y., Watanabe K.* Succession of algal communities on the vertical substratum faces of breakwaters in Japan // Phycologia. 1976. V. 15 (1). P. 93-100.
- Sakaguchi I.* An overview of the antifouling technologies in power plant cooling water systems // Sessile Organisms. 2003. V. 20, N 1. P. 15-19.
- Sanders H.L.* Marine benthic diversity: a comparative study // Amer. Naturalist. 1968. V. 102, N 925. P. 243-282.
- Sanders H.L.* Benthic marine diversity and the stability-time hypothesis // Brookhaven Symp. Biol. 1969. N 22. P. 71-80.
- Sasscer D.S., Morgan T.O., Rivera C.* OTEC biofouling, corrosion, and materials study from a moored platform at Punta Tuna, Puerto Rico. Part III - « Macrofouling » // J. Ocean sci. and Eng. 1982. V. 7, N 2. P. 175-186.
- Scheer B.T.* The development of marine fouling communities // Biol. Bull. 1945. V. 89, N 1. P. 103-121.
- Scheibel W.* Submarine experiments on benthic colonisation of sediments in the western Baltic Sea. 2. Meiofauna // Mar. Biol. 1974. V. 28, N 3. P. 165-168.
- Schoener A.* Colonisation curves for planar marine islands // Ecology. 1974. V. 55, N 4. P. 818-827.
- Schuhmacher H.* Initial phases in reef development, student at artificial reef types off Eilat (Red Sea) // Helgol. Wiss. Meeresuntersuch. 1977. N 30. P. 400-411.
- Seed R., O'Connor R.J.* Community organisation in marine algal epifaunas // Ann. Rev. Ecol. Syst. 1981. V. 12. P. 49-74.
- Sentz-Bracconot A.* Données écologiques sur la fixation d'invertébrés sur des plaques immergées dans la rade Villefranche // Internat. Rev. Ges. Hydrobiol. 1966. V. 5. P. 249-354.
- Sergy G.A., Evans J.W.* The settlement and distribution of marine organisms fouling in a seawater pipe system // Veliger. 1975. V. 18, N 1. P. 87-92.
- Shelford V.E., Weese A.O., Rice L.A., Rasmussen D.J., A. Mac Lean.* Some marine biotic communities of the Pacific coast of North America. Part 1. General survey of the communities // Ecol. Mon. 1935. V. 5. P. 249-354.
- Shannon C.E.* A mathematical theory of communication // Bell. Syst. Techn. J. 1948. V. 27. P. 379-423, 623-656.
- Skerman T.M.* Ship-fouling in New Zealand waters: a survey of marine fouling organisms from vessels of the coastal and overseas trades // New Zealand Y. Sci. 1960. V. 3, N 4. P. 620-648.
- Smith T.J.W.* Mechanical Control of Ship-Bottom Fouling by means of Air Buffles // Quart. jour. Fla. Acad. Sci. 1946. V. 9, N 3-4. P. 153-161.
- Smayda T.J.* Succession of phytoplankton, and the ocean as a holoclenotic environment // Sym. Mar. Microbiol. (C.H. Oppenheimer, ed.). 1963. Chapter 27. P. 260-274.
- Sonu C.J., Grove R.S.* Typical Japanese Reef Modules // Bull. Mar. Sci. 1985. V. 37. P. 348-355.

- Sousa W.P.* Experimental investigation of disturbance and ecological succession in a rocky intertidal algal community, *Ecological Monographs* 1979. V. 49. P. 227-254.
- Southgate T., Myers A.A.* Mussel fouling on the Celtic Sea Kinsale field gas platforms // *Estuarine, Coast. and Shelf Sci.* 1985. V. 20, N 6. P. 651-659.
- STATISTICA for Windows (Computer program manual). StatSoft, Inc., Tulsa. 1996. – 608 p.
- Stephens A.R.W.* Marine growth on offshore structures // «Doc. And Harbour Auth». 1977. V. 58, N 681. P. 158-159.
- Stephenson W.* The validity of the community concept in marine biology // *Proc. Roy. Soc. Queensl.* 1973. V. 84, N 7. P. 73-86.
- Stern I.L., Alia B.L.* Fabrication and serviceability of offshore structures // 13-th Annu. Offshore Technol. Conf. Houston, Tex. 1981. V. 2. P. 267-280.
- Stoner D.S.* Recruitment of a tropical colonial ascidian: relative importance of pre-settlement vs. post-settlement processes // *Ecology*. 1990. V. 71, N 5. P. 1682-1690.
- Stubbings H.G.* Cirripedia from South Vietnam // *Vidansk Medd. Dansk Nat. Kobenhavn*. 1963. V. 125. P. 327-335.
- Tansley A.G.* The use and abuse of vegetational concepts and terms // *Ecology*. 1935. V. 16. P. 284-307.
- Taramelli E., Chimens C.* Studi sperimentali e sistematici sue «fouling» nel porto di Civitavecchia // *Rend. Accad. Naz.* XL. 1966. V. 16. P. 151-187.
- Taramelli E., Corli C., Claudio B.* Popolamento Molluschi di una piattaforma al largo di Fiumicino (Roma) // *J. Mem. biol. e mar. oceanogr.* 1980. V. 10, N 6. P. 319-325.
- Tham A.K., Yang S.W., Tan W.H.* Experiments in coastal aquaculture in Singapore // *Coastal aquaculture in the Indo Pacific region* (ed. T.V.R. Pilay). – London, 1973. P. 375-383.
- The marine biology of the South China Sea (ed. B. Morton). Chapter «Fouling». – Hong Kong: Univ. Press, 1993. P. 121-180.
- Thung D.C.* Некоторые результаты изучения биологических и экологических аспектов обрастания (Cirripedia) в северном Вьетнаме // *Научный конгресс морской биостанции. – Хайфон, 1983. С. 17-19.* (На вьет. яз).
- Thung D.C.* Биоповреждения, вызываемые обрастателями на судах и гидротехнических сооружениях в море // *Вьетнамский флот. – Ханой, 1989а. С. 17-19.* (На вьет. яз).
- Thung D.C.* Обрастание в море // *Ресурсы и среда. – Ханой, 1989б. С. 21-22.* (На вьет. яз).
- Thung D.C.* Влияние нефтяных продуктов на обрастание в заливе Кыйон // *Ресурсы и среда. – Ханой, 1989в. С. 63.* (На вьет. яз).
- Thung D.C.* Влияние некоторых химических соединений и нефти на обрастание // *Ресурсы и среда. – Ханой, 1991. С. 95-99.* (На вьет. яз).
- Thung D.C., Dat N.Z.* Способы защиты от обрастания судов и гидротехнических сооружений в море // *Вьетнамский флот. Ханой, 1989. N 2. С. 10-11.* (На вьет. яз).
- Tokioka T., Kado Y.* The occurrence of *Molgula manhattensis* (De Kay) in brackish water near Hiroshima, Japan. *Publs Seto Mar. Biol. Lab.* 1972. V. 21. P. 21-29. // *Mar. Biol.* 1995. V. 124. P. 99-109.
- Tseng C.K.* Farming of marine algae in China with special reference to the northern South China Sea // *The marine biology of the South China Sea* (ed. B. Morton). Hong Kong: Hong Kong University Press, 1993. V. 1. P. 39-61.
- Tseng C.K., Yuen K.H.* Studies of fouling organisms on mariculture nets and cages in Hong Kong // *Proc. of Aquatic Environment in Pacific Region. Taipei, 1978. P. 151-159.*
- Utinomi H.* Recent immigration of two foreign barnacles into Japanese waters // *Proc. Jap. Soc. Syst. Zool.* 1966. N 2. P. 36-39.
- Visscher J.P.* Nature and extend of fouling of ship bottoms // *Bull. US Burr. Fish.* 1928. V. 43, N 2. P. 193-252.
- Wahl M.* Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling some basic aspects // *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 1989. V. 58. P. 175-189.
- Wang J.J., Huang Z.G., Lin S., Li C.Y., Zheng C.X.* An ecological study of fouling organisms in Beihai Harbour, Beibu Bay, China // *The marine biology of the South China Sea.* 1993. V.1. P. 167-180.
- Ward R.D., Andrew J.* Population genetics of the northern Pacific seastar *Asterias amurensis* (Echinodermata: Asteroidea): allozyme differentiation among Japanese, Russian, and recently introduced Tasmanian populations // *Mar. Biol.* 1995. V. 124. P. 99-109.
- Welder E.* Okologische Untersuchungen an Felsitorials von Santa Marta (Kolumbien) // *Helgol. Wiss. Meeresuntersuch.* 1975. Bd 27. P. 324-363.
- Wendt P., Knott D., Van Dolah R.* Community structure of the sessile biota on five artificial reefs of different ages // *Marine Science.* 1989. V. 44, N 3. P. 1106-1122.
- Yasuda T., Kawashiro M., Hibino K.* Studies on the effect on marine organisms of the warm water effluent from a nuclear power plant // *Marine fouling.* 1981. V. 3, N 1. P. 71-80.
- Yamashita K.* Attachment of marine organisms on four kinds of metal plates // *Marine fouling.* 1990. V. 8 N 1/2. P. 35-34.
- Yan S.K., Huang Z.G.* Biofouling of ships in Daya Bay, China // *The marine biology of the South China Sea.* 1993. V. 1. P. 131-135.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

- Young C.-S.* Thermal discharges into the coastal waters of Southern California // Rept. S. Calif. Coastal Wat. Res. Project. 1971. V. 1. P. 1-30.
- Zavadnic D., Igc L.* Fouling organisms in the Northern Adriatic // 2 Int. Congr. Marine Corrosion and Fouling. 1968. P. 545-548.
- Zevina G.B.* New species of Lepadomorpha (Cirripedia Thoracica) from the Bay of Tonkin // Crustaceana. 1968. V. 15, N 1. P. 35-40.
- Zvyagintsev A.Yu.* Fouling of ocean-going shipping and its role in the spread of exotic species in the seas of the Far East // Sessile organisms. 2000. V. 17, N 1. P. 31-43.
- Zvyagintsev A.Y., Ivin V.V.* Fouling communities of the Seychelles Islands // Atoll Research Bull. Washington, D.C., U.S.A.: Smithsonian Inst., 1992. N 370. P. 1-18.
- Zvyagintsev A.Y., Ivin V.V.* Study of biofouling of the submerged structural surfaces of offshore oil and gas platforms // MFS Journ. 1995a. V. 29, N 2. P. 59-62.
- Zvyagintsev A.Yu., Ivin V.V.* A problem of a fouling of the oil and gas production platforms // Proc. 6<sup>th</sup> Int. Conf. on Ecological System Enhancements Technology for Aquatic Environments « ECOSET'95 ». Tokyo: Japan Int. Mar. Sci. Techn. Feder., 1995b. P. 501-506.
- Zvyagintsev A.Y., Nguen Tac An, Drozdov A.L., Levin V.S., Kashin I.A.* Specifics of functioning of continental shelf ecosystems in the tropical zone in relation to problem of seafarming // The rational use of the natural resources of the ocean: 2-nd Pacific symp. on mar. sciences. Nakhodka, 1989. P. 15-16.
- Zvyagintsev A.Y., Nguen Tac An, Drozdov A.L., Levin V.S., Kashin I.A.* Peculiarities of the function of ecosystems of the continental shelf in the tropical zone of Vietnam with regard to the problems of mariculture // Pacific annual. Vladivostok: FEBAS USSR, 1989-1990. P. 50-65.
- Zvyagintsev, A.Yu., K.E. Sanamyan and M.D. Koryakova.* The introduction of the ascidian *Molgula manhattensis* (De Kay, 1843) into Peter the Great Bay (Sea of Japan) // Sessile organisms. 2003. V. 20, N 1. P. 7-10.

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	7
Глава 1. МАТЕРИАЛ, МЕТОДЫ ЕГО СБОРА, ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА.....	21
1.1. Материал.....	21
1.2. Методы сбора материала.....	27
1.2.1. Исследование обрастания с помощью экспериментальных пластин.....	27
1.2.2. Изучение обрастания судов.....	33
1.2.3. Исследование обрастания гидротехнических сооружений.....	38
1.2.4. Изучение эпибиозов.....	39
1.3. Камеральная обработка материала.....	40
1.4. Анализ результатов.....	41
Глава 2. ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОБРАСТАНИЯ.....	45
2.1. Список видов.....	45
2.2. Фонообразующие виды.....	50
2.3. Роль подвижных форм в сообществах обрастания.....	58
2.4. Биogeографический состав обрастания судов.....	62
2.4.1. Промысловые суда.....	64
2.4.2. Транспортные суда.....	65
2.4.3. Суда прибрежного и портового плавания.....	66
Глава 3. ОБРАСТАНИЕ СУДОВ.....	68
3.1. Сообщества обрастания.....	68
3.2. Обрастание судов дальнего плавания.....	71
3.2.1. Сообщества обрастания судов промыслового флота.....	72

3.2.2. Районирование сообществ обрастания судов.....	76
3.2.3. Сообщества обрастания судов основных транспортных линий.....	78
3.2.4. Роль микромасштабной турбулентности в распределении организмов макрообрастателей на корпусах судов дальнего плавания.....	84
3.3. Обрастание судов прибрежного и портового плавания в районе Приморья и Сахалина.....	88
3.3.1. Сообщества обрастания судов прибрежного и портового плавания.....	89
3.3.2. Районирование сообществ обрастания судов прибрежного плавания.....	107
3.4. Сообщества обрастания судов у побережья Вьетнама.....	112
3.5. Обрастание судов: экологические и прикладные аспекты.....	114
3.6. О роли некоторых промысловых видов в обрастании судов Дальневосточного морского бассейна.....	119
3.7. К вопросу о защите от обрастания в тропиках.....	120
Глава 4. ОБРАСТАНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	123
4.1. Причальные сооружения.....	124
4.1.1. Сообщества обрастания причальных сооружений в зал. Петра Великого.....	124
4.1.2. Обрастание пирсов и затонувших судов в Тауйской губе Охотского моря.....	134
4.1.3. Обрастание причальных сооружений в Авачинском заливе.....	136
4.1.4. Сообщества обрастания гидротехнических сооружений Вьетнама.....	137
4.2. Гидробиотехнические установки.....	150
4.2.1. Установки для культивирования приморского гребешка в зал. Петра Великого.....	150
4.2.2. Обрастание установок для культивирования и эпифитон ламинарии на юге Приморья.....	152
4.2.3. Обрастание установок марикультуры и эпифитон грацилярии в зал. Посыета Японского моря.....	156
4.2.4. Проблема обрастания и перспективы культивирования зеленой мидии <i>Perna viridis</i> во Вьетнаме.....	159
4.3. Опоры нефтедобывающих платформ.....	163
4.3.1. Обрастание опор нефтедобывающих платформ в Южно-Китайском море.....	164
4.3.2. Прогнозирование обрастания морских стационарных платформ.....	167
4.4. Навигационное ограждение.....	170
4.4.1. Обрастание буев навигационного ограждения у побережья Приморья и в Татарском проливе.....	170
4.4.2. Обрастание буев навигационного ограждения в Авачинском заливе.....	174
4.4.3. Обрастание буев навигационного ограждения в Южно-Китайском море.....	175
4.5. Искусственные рифы как способ рационального использования морского обрастания.....	177
4.6. Системы охлаждения промышленных предприятий.....	181
4.6.1. Обрастание объектов системы охлаждения ВТЭЦ-2.....	182
Глава 5. СУКЦЕССИЯ СООБЩЕСТВ ОБРАСТАНИЯ.....	204
5.1. К изучению сукцессии сообществ обрастания.....	204
5.2. Сукцессия сообществ обрастания действующих судов.....	207
5.2.1. Формирование сообществ обрастания судна прибрежного плавания в заливе Петра Великого.....	207
5.2.2. Сукцессия сообществ обрастания судна дальнего плавания в тропических водах.....	217
5.3. Стационарные исследования динамических аспектов обрастания.....	220
5.3.1. Динамика оседания обрастателей на пластины из оргстекла.....	221



5.3.2. Динамика оседания обрастателей на противокоррозионное покрытие ЭЖЖС-40.....	222
5.3.3. Влияние загрязненных портовых вод на обрастание и коррозию высоколегированной стали.....	226
5.3.4. О возможности использования обрастания для оценки загрязнения воды тяжелыми металлами.....	230
5.3.5. Оседание организмов обрастания на экспериментальные пластины и сезонная динамика их пелагических личинок в районе ВТЭЦ-2 .....	235
5.3.6. Динамика оседания основных обрастателей в Токийском заливе .....	248
5.3.7. Динамика оседания обрастателей у побережья Китая .....	249
5.4. Сукцессия многолетних сообществ обрастания.....	252
5.5. Сукцессионные процессы сообществ обрастания.....	256
<i>Глава 6. ЭПИБИОЗЫ КАК ПРИРОДНЫЙ АНАЛОГ ОБРАСТАНИЯ.....</i>	<i>262</i>
6.1. Сезонные изменения эпифауны на створках гигантской устрицы в Амурском заливе Японского моря.....	262
6.2. Сообщества зарослеобразующих макрофитов в тропиках.....	265
6.3. Эпифауна на теле рыб.....	271
6.4. Эпифауна на теле китообразных.....	272
<i>Глава 7. РОЛЬ АНТРОПОГЕННЫХ СУБСТРАТОВ В РАССЕЛЕНИИ ВИДОВ.....</i>	<i>274</i>
7.1. О терминологии .....	277
7.2. Виды-интродуценты в обрастании судов в Японском море.....	279
7.2.1. Усоногие раки.....	280
7.2.2. Разноногие раки .....	283
7.2.3. Гидроиды .....	284
7.2.4. Многощетинковые черви.....	284
7.2.5. Мшанки .....	291
7.2.6. Асцидии.....	292
7.3. Обрастание и проблема расселения видов как причина глобальных изменений в сообществах бентоса.....	295
<i>Глава 8. АНТРОПАЛЬ – ЗОНА ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ.....</i>	<i>298</i>
8.1. Экологические аналоги биоповреждений, их жизненные формы .....	301
8.2. Обрастание, эпibiозы и бентос: вопросы терминологии .....	305
8.3. К вопросу о самостоятельном статусе антропали.....	308
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	312
ЛИТЕРАТУРА .....	315
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	338

## CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
<i>Chapter 1. MATERIALS, METHODS OF SAMPLING, TREATMENT AND ANALYSIS.....</i>	<i>21</i>
1.1. Materials.....	21
1.2. Sampling procedures.....	27
1.2.1. Investigation of fouling using experimental plates.....	27
1.2.2. Ships fouling research.....	33
1.2.3. Investigation of fouling on hydrotechnical systems.....	38
1.2.4. Epibioses research.....	39
1.3. Treatment of materials in laboratory.....	40
1.4. Analysis of the results.....	41
<i>Chapter 2. TAXONOMIC STRUCTURE OF FOULING.....</i>	<i>45</i>
2.1. List of species.....	45
2.2. Species forming a background.....	50
2.3. The role of motile species in fouling communities.....	58
2.4. Biogeographical structure of ships fouling.....	62
2.4.1. Commercial ships.....	64
2.4.2. Transport ships.....	65
2.4.3. Coastal ships.....	66
<i>Chapter 3. FOULING ON SHIPS.....</i>	<i>68</i>
3.1. Fouling communities.....	68
3.2. Fouling on long-range ships.....	71
3.2.1. Fouling communities on commercial ships.....	72
3.2.2. Zoning of ship fouling communities.....	76
3.2.3. Fouling communities on ships of main transport lines.....	78
3.2.4. The role of microscale turbulence in distribution of macrofouler organisms on long-range ship hulls.....	84
3.3. Fouling of coastal ships in the area of Primorye and Sakhalin.....	88
3.3.1. Fouling communities on coastal ships.....	89
3.3.2. Zoning of coastal ship fouling communities.....	107
3.4. Fouling communities on ships near Vietnamese coasts.....	112
3.5. Ship fouling: ecological and applied aspects.....	114
3.6. About the role of some commercial species in ship fouling in the Far-Eastern sea basin.....	119
3.7. About fouling protection in tropics.....	120
<i>Chapter 4. FOULING OF HYDROTECHNICAL STRUCTURES.....</i>	<i>123</i>
4.1. Wharfage.....	124
4.1.1. Fouling communities on wharfage in Peter the Great Bay.....	124
4.1.2. Fouling of piers and sunk ships in Taui Bay, Sea of Okhotsk.....	134
4.1.3. Fouling of wharfage in Avachinsky Bay.....	136
4.1.4. Fouling communities on hydrotechnical structures of Vietnam.....	137
4.2. Hydrobiotechnical plants.....	150

4.2.1. Plants for Japanese scallop cultivation in Peter the Great Bay .....	150
4.2.2. Fouling of cultivation plants and epiphyton of <i>Laminaria</i> in the South Primorye .....	152
4.2.3. Fouling of cultivation plants and epiphyton of <i>Gracilaria</i> in Possyet Bay, Sea of Japan .....	156
4.2.4. Fouling problem and prospects for cultivation of the green mussel <i>Perna viridis</i> in Vietnam .....	159
4.3. Bearings of foil-producing platforms .....	163
4.3.1. Fouling of foil-producing platform bearings in the South China Sea .....	164
4.3.2. Fouling forecasting for sea stationary platforms .....	167
4.4. Navigation protection .....	170
4.4.1. Fouling of navigation protection buoys near Primorye coasts and in the Gulf of Tatar .....	170
4.4.2. Fouling of navigation protection buoys in the Avachinsky Bay .....	174
4.4.3. Fouling of navigation protection buoys in the South China Sea .....	175
4.5. Artificial reefs as a way of efficient use of fouling .....	177
4.6. Cooling systems of industrial plants .....	181
4.6.1. Fouling of cooling systems of Vladivostok thermal power station .....	182
<i>Chapter 5. SUCCESSION OF FOULING COMMUNITIES</i> .....	204
5.1. About investigation of fouling communities' succession .....	204
5.2. Succession of fouling communities on operating ships .....	207
5.2.1. Formation of fouling communities on a coastal ship in Peter the Great Bay .....	207
5.2.2. Succession of fouling communities on a long-range ship in tropical waters .....	217
5.3. Stationary investigations of dynamic aspects of fouling .....	220
5.3.1. Dynamics of foulers settling on Plexiglas plates .....	221
5.3.2. Dynamics of foulers settling on rust cover EKJS-40 .....	222
5.3.3. Effect of polluted port waters on fouling and corrosion of high-alloy steel .....	226
5.3.4. About the possibility of use of fouling for estimation of heavy metal content in water .....	230
5.3.5. Settling of fouler organisms on experimental plates and seasonal dynamics of their pelagic larvae in the area of Vladivostok thermal power station .....	235
5.3.6. Dynamics of settling of key foulers in the Bay of Tokyo .....	248
5.3.7. Dynamics of foulers settling near the Chinese coasts .....	249
5.4. Succession of long-term fouling communities .....	252
5.5. Succession processes of fouling communities .....	256
<i>Chapter 6. EPIBIOSES AS NATURAL ANALOG OF FOULING</i> .....	262
6.1. Seasonal changes of epifauna on gigantic oyster shells in the Amur Bay, Sea of Japan .....	262
6.2. Communities of thick et-forming macrophytes in tropics .....	265
6.3. Epifauna on fish bodies .....	271
6.4. Epifauna on cetacean bodies .....	272
<i>Chapter 7. THE ROLE OF ANTHROPOGENIC SUBSTRATES IN SPECIES DISTRIBUTION</i> .....	274
7.1. About terminology .....	277
7.2. Introduced species in ship fouling in the Sea of Japan .....	279
7.2.1. Barnacles .....	280
7.2.2. Amphipods .....	283
7.2.3. Hydroids .....	284
7.2.4. Polychaetes .....	284
7.2.5. Bryozoans .....	291
7.2.6. Ascidians .....	292

7.3. Fouling and the problem of species distribution as a reason for global changes in benthic communities.....	295
Chapter 8. ANTHROPAL: AN AREA OF ARTIFICIAL SUBSTRATES.....	298
8.1. Ecological analogs of biological damages, their life forms .....	301
8.2. Fouling, epibioses and benthos: issues of terminology.....	305
8.3. About the independent status of anthropal.....	308
CONCLUSION .....	312
REFERENCES.....	315
SUPPLEMENT.....	338

Н а у ч н о е   и з д а н и е

*Александр Юрьевич Звягинцев*

МОРСКОЕ ОБРАСТАНИЕ  
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ  
ТИХОГО ОКЕАНА

Редактор *Л.М. Смирнова*  
Художник *Г.П. Писарева*  
Технический редактор *В.М. Мошкина*  
Оператор набора *Е.Ю. Бородин*  
Оператор верстки *О.Ю. Полянская*  
Корректор *Н.В. Давыденко*

Изд. лиц. ИД № 05497 от 01.08.2001 г. Подписано к печати 12.04.2005 г.  
Гарнитура «Ньюгон». Бумага офсетная. Формат 70×100/16. Печать офсетная.  
Усл. п.л. 35, 1. Уч.-изд.л. 33,6. Тираж 300 экз. Заказ 79

Отпечатано в типографии ФГУП Издательство «Дальнаука» ДВО РАН  
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7

Ш :

Таблица 1

## Характеристика основного собранного материала и методов, использованных в работе

Район и сроки исследования	Тип субстрата	Площадь пробы, м <sup>2</sup>	Число проб
I. Описательные исследования			
<i>Дальневосточные моря</i>			
1976–1981 гг. Порты Приморья и Сахалина	Суда прибрежного плавания	0,01–0,05	2500
1976–1981 гг. Порты дальневосточных морей	Суда дальнего плавания	0,01–0,05	2000
1981–1983 гг. Зал. Петра Великого	Причалные сооружения	0,01–0,25	292
2000 г. Зал. Петра Великого	Система охлаждения ВТЭЦ-2	0,01–0,25	180
1979–1995 гг. Зал. Петра Великого	Бентос, виды-вселенцы	0,01	35
<i>Побережье Вьетнама</i>			
1984–1988 гг. Южно-Китайское море	Суда прибрежного плавания	0,01–0,05	900
То же	Гидротехнические сооружения	0,01–0,25	116
<i>Сейшельские острова</i>			
1989 г. Острова Амиранской группы	То же	0,01–0,05	94
То же	Эпифитон талассодедрона	25	51
II. Исследования динамики и сукцессии обрастания			
<i>Дальневосточные моря</i>			
1972 г. Тауйская губа, Охотское море	Испытание буйковой установки	–	–
1979 г. Зал. Петра Великого, Японское море	НИС «Гайдар»	0,01	80
1985–1986 гг. Амурский залив, б. Рында	Экспериментальные пластины	0,09	120
1986 г. Амурский залив	Эпibiозы устриц	0,01	200
1990 г. Зал. Посыета	Обрастание установок и эпифитон грацилярии	0,01	96
2000–2001 гг. Зал. Петра Великого	Экспериментальные пластины	0,32; 0,01; 0,04	140
<i>Индийский океан, Южно-Китайское море</i>			
1984 г. 3-й рейс НИС «Академик Александр Несмеянов»	Корпус судна	0,01	36
1986 г. 8-й рейс НИС «Академик Александр Несмеянов»	Испытание установки на корпусе судна	–	–
1989 г. 15-й рейс НИС «Академик Александр Несмеянов»	Корпус судна	0,04	48
Всего проб			6888

Таблица 2

## Таксономический состав обрастания разных объектов в дальневосточных морях России

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
ALGAE						
Отдел CHLOROPHYTA						
Порядок Ulthrichales						
Семейство Ulthrichaceae						
<i>Ulothrix implexa</i> (Kutz.) Kutz.	аб. шб	+	+	+	+	-

<i>U. flacca</i> (Dillw.) Thur.	бп, АБН	-	+	-	+	-
<i>U. pseudoflacca</i> Wille	БА	+	+	-	+	-
Порядок Chaetophorales						
Семейство Chaetophoraceae						
<i>Entocladia viridis</i> Reinke	МЗ	-	-	-	+	-
Порядок Acrosiphonales						
Семейство Acrosiphonaceae						
<i>Acrosiphonia arcta</i> (Dillw.) J. Ag.	аб, шБ	+	+	-	-	-
<i>A. duriuscula</i> (Rupr.) Yendo	аз, шБ	+	+	-	+	+
<i>A. saxatilis</i> (Rupr.) Vinogr.	т, шБ	+	-	-	-	+
<i>Acrosiphonia</i> sp.		+	-	-	-	-
<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) Aresch.	БА	+	+	-	+	-
<i>U. wormskjoldii</i> (Mert.) Rosev.	аб, шБ	+	+	-	+	-
Порядок Ulvales						
Семейство Monostromataceae						
<i>Kommannia zostericola</i> (Tild.) Blid.	т, шБ	-	+	-	-	-
<i>Blidingia minima</i> (Nag. ex Kutz.) Kylin	бп, АБН	-	+	-	+	-
<i>Monostroma grevillei</i> (Thur.) Wittr	аз, шБ	+	-	-	+	-
Семейство Capsosiphonaceae						
<i>Capsosiphon groenlandicus</i> (J.Ag.) Vinogr.	аб, шБ	-	+	-	-	-
Семейство Ulvaceae						
<i>Enteromorpha ahlneriana</i> Blid.	БА	+	+	-	-	-
<i>E. clathrata</i> (Roth.) Grev.	МЗ	+	+	+	+	-
<i>E. linza</i> (L.) J.Ag.	бп, БТН	+	+	+	+	+
<i>E. prolifera</i> (O.F.Mull.) J.Ag.	МЗ	+	+	-	+	-
<i>Enteromorpha</i> sp.		+	+	-	-	-
<i>Ulva fenestrata</i> P. et R.	аз, шБ	+	+	+	+	+
<i>Ulvaria splendens</i> Rupr.	аз, шБ	+	+	+	+	+
Порядок Siphonales						
Семейство Bryopsisaceae						
<i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) Ag.	бп, нБТН	-	+	-	-	-
<i>Derbesia marina</i> (Lyngb.) Kjellm.	аз, нБ	-	-	+	-	-
Порядок Siphonocladales						
Семейство Cladophoraceae						
<i>Chaetomorpha cannabina</i> (Aresch.) Kjellm	аз, шБ	+	-	-	-	-
<i>Cladophora flexuosa</i> (Mull.) Kutz.	аз, нБ	-	-	+	-	-
<i>C. simpsonii</i> Harv.	т, шБ	+	+	+	+	-
<i>C. speciola</i> Sakai	аз, шБ	+	-	-	-	-
<i>Rhizoclonium implexum</i> (Dillw.) Kutz.	МЗ	-	-	+	-	-
<i>R. riparium</i> (Roth) Harv.	МЗ	-	-	+	-	-

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Отдел РИЗООРХИТА						
Порядок Rhizosporophyceae						
Порядок Ectocarpales						
Семейство Ectocarpaceae						
<i>Climacosorus pacificus</i> Perest.	нБ	-	+	-	-	-
<i>Ectocarpus confervoides</i> (Roth) Le Jol.	бп, АБН	+	+	+	+	+
<i>E. siliculosus</i> (Dillw.) Lyngb.	бп, АБН	+	+	-	-	-
<i>Ectocarpus</i> sp.		-	+	-	-	-
<i>Lichocarpus crinitus</i> (Gmel.) Rupr.	аз, Б	-	-	-	-	+

<i>Pykiella littoralis</i> (L.) Kjellm	бп, АБН	+	+	+	+	-
<i>P. varia</i> Kjellm		+	-	-	-	+
<i>Giffordia ovata</i> (Kjellm.) Kylin	БА	-	-	+	-	-
<i>Sorocarpus micromorus</i> (Bory) Silva	аб, БТ	-	-	-	+	-
<i>Streblonema digosporum</i> Strom f.	аб, шБ	-	-	-	+	-
Порядок Chordariales						
Семейство Chordariaceae						
<i>Chordaria flagelliformis</i> (Mull.) Ag.	БА	+	+	-	-	-
Семейство Myrionemataceae						
<i>Myrionema strangulans</i> Grev.	МЗ	-	-	-	+	-
<i>Compsomena</i> sp.		-	-	-	+	-
Порядок Scytosiphonales						
Семейство Scytosiphonaceae						
<i>Compsomenia sinuosa</i> (Roth.) Derb. et Sol.	бп, БТН	-	-	-	+	-
<i>Petalonia fascia</i> (Mull.) Kuntze	бп, АБН	+	+	-	+	-
<i>P. zosterifolia</i> (Rinke) Kuntze	аб, шБ	+	+	-	+	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngb.) Link	МЗ	+	+	+	+	-
<i>Scytosiphon</i> sp.		-	+	-	-	-
Порядок Desmarestiales						
Семейство Desmarestiaceae						
<i>Dichloria viridis</i> (Mull.) Grev.	БА	-	-	+	+	-
Порядок Dictyosiphonales						
Семейство Punctariaceae						
<i>Melanosiphon intestinalis</i> (Saund.) Wynne	т, шБ	-	-	-	+	-
<i>Punctaria plantaginea</i> (Roth) Grev.	БА	+	+	+	+	-
Порядок Laminales						
Семейство Chordaceae						
<i>Chorda filum</i> (L.) Lamour	аб, шБ	+	+	-	-	-
Семейство Laminiaceae						
<i>Laminaria cichorioides</i> Miyabe	аз, шБ	+	+	+	+	+
<i>L. gurjanovae</i> A. Zin.	аз, шБА	+	-	-	-	+
<i>L. japonica</i> Aesch.	аз, СнБ	+	+	+	+	+
<i>Costaria costata</i> (Turn.) Saund.	бп, БН	+	+	-	+	-
Семейство Alariaceae						
<i>Alaria marginata</i> P. et R.	аз, шБ	+	-	-	-	-
Порядок Fucales						
Семейство Cystoseiraceae						
<i>Cystoseira crassipes</i> (Turn.) Ag.	т, шБ	-	+	-	-	-

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Семейство Sargassaceae						
<i>Sargassum miyabei</i> Yendo	аз, СнБ	-	-	+	-	-
Отдел RHODOPHYTA						
Порядок Goniotrichales						
<i>Goniotrichum alsidii</i> (Zamard.) Howe	бп, нБТН	-	+	-	-	-
Порядок Bangiales						
Семейство Bangiaceae						
<i>Porphyra yezoensis</i> Ueda	аз, СнБ	-	+	-	-	-
<i>P. ochotensis</i> Nagai	аз, шБ	+	+	-	-	+
<i>Porphyra</i> sp.		-	+	-	-	-
Порядок Acrochaetiales						



Семейство Acrochaetiaceae						
<i>Acrochaetium humile</i> (Rosenv.) Borg	аб, шБ	-	-	-	+	-
<i>A. daviesii</i> (Dillw.) Nag.	бп, нБТН	-	-	-	+	-
Порядок Cryptonemiales						
Семейство Endocladiaaceae						
<i>Gloiopeltis furcata</i> (P. et R.) J. Ag.	т, шБ	+	+	-	-	-
Порядок Gigartinales						
Семейство Gigartinaceae						
<i>Chondrus pinnulatus</i> (Harv.) Okam.	аз, нБ	+	-	-	-	-
<i>C. armatus</i> (Harv.) Okam.	аз, нБ	-	-	-	-	+
Семейство Phyllophoraceae						
<i>Ahnfeltiopsis fabeliformis</i> (Harv.) Masuda	аз, ТБ	-	-	-	-	+
Порядок Rhodumeniales						
Семейство Rhodumeniaceae						
<i>Palmaria stenogona</i> (Perest.) Perest	аз, шБ	+	+	-	+	-
<i>Rhodymenia pertusa</i> (P. et R.) J. Ag.	т, шБ	-	-	+	+	-
Порядок Ceramiales						
Семейство Ceramiaceae						
<i>Anithamnion defectum</i> Kylin	т, нБ	-	-	+	-	-
<i>Anithamnionella spirographidis</i> (Shiffner) Woll.	т, шБ	-	-	+	+	-
<i>Campylaeophora crassa</i> (Okam.) Nakam.	аз, нБС	-	-	-	+	-
<i>Ceramium cimbricum</i> Perest.	аб, нБ	-	+	+	+	-
<i>C. kondoi</i> Yendo	т, шБ	-	-	-	-	+
<i>Neoptilota asplendioides</i> (Turn.) Kylin	т, шБ	-	+	-	-	-
<i>Platythamnion yezoense</i> Inadaki	аз, нБ	-	-	+	-	-
<i>Ptilota filicina</i> J. Ag.	т, шБ	-	+	+	-	-
<i>Tokidea corticata</i> (Tokida)	аз, нБ	-	-	+	-	-
Семейство Rhodomelaceae						
<i>Chondria dasyphylla</i> (Wood.) Ag.	ш, нБТ	-	-	+	-	-
<i>Polysiphonia japonica</i> Harv.	аз, шБ	+	+	+	+	+
<i>P. morrowii</i> Harv.	аз, шБС	+	+	+	+	-
<i>P. urceolata</i> (Lightf.) Grev.	АБ	-	+	-	-	-
<i>P. yendoi</i> Segi	аз, шБ	-	-	+	+	-
<i>Rhodomela</i> sp.		-	-	-	-	+

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Порядок Corallinales						
Семейство Corallinacea						
<i>Lithothamnion pacificum</i> (Foslie) Foslie	т, нБ	-	-	-	-	+
<b>ANIMALIA</b>						
Тип SPONGIA						
Класс Demospongiae						
Отряд Coenocypuspongia						
Семейство Halichondriidae						
<i>Halichondria panicea</i> Pallas	шБА	-	+	+	-	+
Тип CNIDARIA						
Класс Hydrozoa						
Подкласс Hydroidea						
Отряд Athecata						

Подотряд Filifera						
Семейство Bougainvillidae						
<i>Bougainvillia ramosa</i> (van Beneden)	ас, шБ	+	+	+	+	+
<i>Bougainvillia</i> sp.		+	+	-	+	-
Семейство Eudendriidae						
<i>Eudendrium capillare</i> Alder	аб, шБ	+	+	-	+	+
<i>E. annulatum</i> Norman	аб, шБ	-	-	-	+	+
Подотряд Capitata						
Семейство Tubulariidae						
<i>Tubularia larynx</i> Ellis et Solander	аб, шБ	+	+	-	+	+
Семейство Corynidae						
<i>Coryne pusilla</i> Gaetner	аб, шБ	-	-	-	-	+
<i>C. tubulosa</i> (M. Sars)	бп, АБ	-	-	-	-	+
<i>Coryne</i> sp.		-	+	-	-	-
Подотряд Thecaphora						
Семейство Campanulariidae						
Подсемейство Campanulariinae						
<i>Campanularia johnstoni</i> (Alder)	бп, БСН	+	-	-	+	-
<i>C. volubilis</i> (L.)	БА	-	+	-	-	+
<i>C. volubilis</i> var. <i>urceolata</i> (Clark)	т, шБ	-	-	-	+	+
<i>Orthopyxis integra</i> (Mac Gillivray)	БА	-	+	-	-	-
<i>O. integra</i> f. <i>caliculata</i> Hincks	БА	-	-	-	+	+
<i>O. platycarpa</i> (Bale)	шБСТ	-	-	-	+	+
Подсемейство Clytiinae						
<i>Clytia edwardsi</i> (Nutting)	аб, шБ	-	+	-	-	+
<i>C. languida</i> (A. Agassiz)	аб, шБ	+	+	+	+	+
<i>C. hemisphaerica</i> Johnstoni	аб, шБ	-	-	+	-	-
Подсемейство Obeliinae						
<i>Gonothyrea loveni</i> (Allman)	аб, С	-	+	-	-	-
<i>Laomedea flexuosa</i> Alder	аб, шБ	-	-	+	-	-
<i>L. calceolifera</i> (Hincks)	аб, шБ	+	+	-	-	+
<i>Obelia longissima</i> (Pallas)	БА	+	+	+	+	+
<i>Obelia</i> sp.		-	+	-	-	-

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Семейство Campanulinidae						
<i>Calicella syringa</i> (L.)	БА	-	+	-	-	+
Семейство Sertulariidae						
<i>Abietinaria filicina</i> (Ellis et Solander)	аб, шБ	-	-	-	-	+
<i>A. inconstans</i> (Clark)	т, шБ	-	-	-	-	+
<i>Sertularella spinosa</i> Kirchenpauer	т, аз, шБ	-	-	-	-	+
Семейство Haleciidae						
<i>Halecium labrosum</i> Alder	БА	-	-	-	-	+
<i>H. linkoi</i> Antsulevich	т, аз, шБ	-	-	-	-	+
<i>H. lucium</i> Antsulevich	т, аз, шБ	-	-	-	-	+
Класс Anthozoa						
Отряд Actiniaria						
Семейство Actiniidae						
<i>Cnidopus japonica</i> (Verrill)	аз, шБ	-	+	+	+	+

Семейство Metridiidae						
<i>Metridium senile fimbriatum</i> Verrill	т, шБ	-	-	+	+	-
Тип Plathelminthes						
Класс Turbellaria						
<i>Turbellaria</i> gen. sp.		-	-	+	-	+
Тип Nemertini						
Класс Енора						
Отряд Норбнемертини						
Семейство Emplectonemataidae						
<i>Emplectonema gracile</i> Korotkevitch	аз, шБ	-	+	+	+	+
Тип ANNELIDA						
Класс Polychaeta						
Отряд Phyllococida						
Подотряд Phyllocociformia						
Семейство Phyllococidae						
<i>Clavodoce anpenkovaе</i> (Uschakov)	т, аз, шБ	-	-	+	-	-
<i>Eteone flava</i> (Fabricius)	БА	-	+	-	-	-
<i>E. bnga</i> (Fabricius)	БА	+	-	-	-	-
<i>Eukalia bilineata</i> (Johnston)	СБА	-	-	-	-	+
<i>E. viridis</i> (L.)	МЗ	+	+	+	-	+
<i>Eumida sanguinea</i> (Oersted)	БТН	+	+	+	+	+
<i>E. tubiformis</i> (Moore)	т, шБ	-	-	+	-	-
<i>Genetyllis castanea</i> (Marenzeller)	БТН	-	-	+	-	+
<i>Phyllococe (Anaitides) groenlandica</i> Oersted	БА	+	+	+	+	+
<i>P. (Anaitides) maculata</i> (L.)	аб, шБ	+	+	-	-	-
<i>P. (Anaitides)</i> sp.		-	+	-	-	-
<i>Pterocirrus macroceros</i> (Grube)	аб, шБ	-	+	-	-	-
Подотряд Glyceriformia						
Семейство Glyceridae						
<i>Glycera onomichiensis</i> Izuka	т, шБ	-	-	-	-	+
Семейство Goniadidae						
<i>Glycindaе armigera</i> Moore	т, шБ	-	-	+	-	+

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Подотряд Aphroditiforma						
Семейство Aphroditidae						
<i>Aphroditidae</i> gen. sp. (juv.)		-	-	+	-	-
Семейство Polynoidae						
<i>Gatyanana ciliata</i> Moore	т, шБ	-	-	+	-	-
<i>Gatyanana</i> sp. (juv.)		-	-	+	-	-
<i>Habsydna brevisetosa</i> Kinberg	ап, шБ	+	+	+	+	+
<i>Hamothoe imbricata</i> L.	БА	+	+	+	+	+
<i>Hamothoe</i> sp.		-	-	+	-	-
<i>Lagisca propinqua</i> Malmgren	аб, шБ	-	-	-	-	+
<i>L. narispina</i> (Sars)	БА	-	-	-	-	+
<i>Lagisca</i> sp.		-	-	-	-	+
<i>Lepidonotus squamotus</i> (L.)	аб, шБ	+	+	+	+	+
<i>Polynoidae</i> gen. sp.		-	+	-	-	-
Семейство Sgalionidae						
<i>Pholoe tecta</i> Simpson	БА	-	-	+	-	+

Семейство Chrysopetalidae						
<i>Chrysopetalum occidentale</i> Johnson	ТнБ	+	+	+	-	+
Подотряд Nereidiformia						
Семейство Nereidae						
<i>Neanthes succinea</i> (Frey et Leuckart)	ТБ	+	-	-	-	-
<i>Nectoneanthes oxypoda</i> (Marenzeller)	ТнБ	-	-	-	-	+
<i>Nereis multignata</i> Imajima et Hartman	т, аз, нБ	+	+	-	-	+
<i>N. neoneantes</i> Hartman	ап, шБ	-	+	-	-	-
<i>N. pelagica</i> L.	МЗ	+	+	+	+	+
<i>N. vexillosa</i> Grube	т, шБ	+	+	-	+	-
<i>N. zonata</i> Malmgren	БА	+	+	+	+	+
<i>Nereis</i> sp.		+	+	+	+	+
<i>Platyeris bicanaliculata</i> Baird	ТБ	+	+	+	-	+
<i>P. dumerilii</i> (Audouin et Milne Edwards)	БТН	+	-	-	-	-
Семейство Syllidae						
<i>Aulytus kiiensis</i> Imajima	т, аз, нБ	+	-	-	-	-
<i>A. prismaticus</i> (Fabricius)	БА	-	-	-	-	+
<i>Aulytus</i> sp.		+	+	-	-	+
<i>Brania clavata</i> (Claparede)	аб, шБ	-	+	-	-	-
<i>Exogone gemmifera</i> Pagenstecher	БА	-	+	-	-	-
<i>Odontosyllis maculata</i> Uschakov	т, аз, шБ	-	-	-	-	+
<i>Sphaerosyllis</i> sp.		+	-	-	-	-
<i>Trypanosyllis</i> sp.	т, шБ	-	+	+	-	+
<i>Trypsyllis adamanteus kurilensis</i> Chëbovich	т, аз, нБ	-	-	+	-	-
<i>T. nipponica</i> Imajima	т, аз, нБ	-	+	+	-	-
<i>T. orientalis</i> Imajima et Hartman	аб, нБ	+	+	+	-	+
<i>T. pulchra occidentalis</i> Buzhinskaya	т, аз, нБ	-	+	+	-	+
<i>Trypsyllis</i> sp.		+	+	+	+	+
Отряд Eunicida						
Семейство Eunicidae						
<i>Eunice</i> sp.		+	-	-	-	-

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Семейство Lumbrineridae						
<i>Lumbrineris inflata</i> Moore	ТБ	-	-	+	-	-
<i>L. japonica</i> Mazenzeller	ТБ	-	-	+	-	+
Семейство Arabellidae						
<i>Arabella tricobr</i> (Montagu)	нБСТ	-	+	-	-	+
Семейство Dorvilleidae						
<i>Schistomeringos japonica</i> (Annenkova)	т, аз, нБ	+	+	-	-	+
<i>Dorvillea moniloceras</i> Moore	ап, нБ	-	-	+	-	+
Отряд Orbiniida						
Семейство Orbiniidae						
<i>Scoloplos armiger</i> (O.F.Muller)	БТН	-	-	+	-	-
Отряд Spionida						
Семейство Spionidae						
<i>Boccardiella hamata</i> (Webster)	ТБ	-	-	-	-	+
<i>Laonice cirrata</i> (Sars)	БА	-	-	+	-	+
<i>Polydora limicola</i> Annenkova	аб, шБ	+	+	-	-	-
<i>Prionospio cirrifera</i> Wren	БА	-	-	+	-	+
<i>Spiofilicornis</i> (O.F.Muller)	БА	-	-	+	-	+
Spionidae gen. sp.		-	-	-	-	-

Отряд Cirratulida						
Семейство Cirratulidae						
<i>Cirratulus cirratus</i> (O.F.Muller)	МЗ	-	+	+	-	+
<i>Cirriformia tentaculata</i> (Montagu)	аб, СшБ	-	+	+	-	+
<i>Tharyx pacifica</i> Annenkova	т, аз, нБ	-	-	+	-	+
Семейство Acrocirridae						
<i>Acrocirrus validus</i> Marenzeller	т, аз, нБ	-	+	+	-	+
Отряд Flabelligerida						
Семейство Flabelligeridae						
<i>Flabelligera affinis</i> (Sars)	СБА	-	-	+	-	+
<i>Pherusa plumosa</i> (O.F.Muller)	СБА	-	-	+	-	+
Отряд Orpheliida						
Семейство Scalibregmidae						
<i>Scalibregma inflata</i> Rathle	МЗ	-	-	+	-	+
<i>Hyboscolex pacificus borealis</i> Imajima et Hartman	ап, нБ	-	-	+	-	+
Отряд Capitellida						
Семейство Capitellidae						
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius)	МЗ	+	+	+	-	+
<i>Heteromastus giganteus</i> Zachs	т, аз, шБ	-	-	-	-	+
<i>Mediomastus californiensis</i> Hartman	СБА	-	-	-	-	-
Отряд Terebellida						
Семейство Terebellidae						
<i>Eupolytnia robusta</i> Annenkova	т, аз, нБ	-	-	+	-	+
<i>Neoamphitrite grayi</i> (Malmgren)	аб, шБ	-	-	-	-	+
<i>Nicolea gracilbranchis</i> (Grube)	ТБ	-	+	+	-	+
<i>Pista elongata</i> Moore	ап, нБ	-	-	+	-	+
<i>Pista incarientis</i> Annenkova	т, аз, шБ	-	-	+	-	+
<i>Terebella ehrenbergi</i> Grube	нБТ	-	-	+	-	+

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Семейство Ampharetidae						
<i>Melinna cristata</i> (Sars)	БА	-	-	+	-	-
Отряд Sabellida						
Семейство Sabellidae						
<i>Chone</i> sp.		-	-	+	-	-
<i>Demonax fullo</i> (Grube)	т, аз, нБ	-	+	+	-	+
<i>Muxicola infundibulum</i> (Renier)	аб, шБ	-	+	-	-	-
<i>Potamilla miriops</i> Marenzeller	БТН	-	-	+	-	-
<i>Potamilla</i> sp.		-	-	+	-	-
<i>Pseudopotamilla ocellata</i> Moore	аз, СБ	+	+	+	-	+
Семейство Serpulidae						
<i>Crucigera zygophora</i> (Johnson)	т, аз, шБ	-	-	-	-	+
<i>Crucigera</i> sp.		-	-	+	-	+
<i>Hydroides elegans</i> (Hanswell)	БТН	+	+	+	+	-
<i>H. ezoensis</i> Okuda	СнБ	+	+	+	+	+
<i>Hydroides</i> sp.		+	+	-	+	-
<i>Serpula vermicularis</i> L.	МЗ	-	+	+	-	-
<i>Serpula</i> sp.		+	-	-	-	-
Семейство Spiroborbidae						
<i>Circeis armoricana</i> Saint-Joseph	БА	+	+	-	-	+
<i>C. spirillum</i> (L.)	БА	+	-	-	-	-

<i>Neodexiospira nipponica</i> (Okuda)	т, аз, нБ	+	+	-	-	-
<i>Protoleodora coronata</i> (Zachs)	т, аз, нБ	-	-	+	-	+
Тип SIPUNCULA						
Семейство Phascolosomatidae						
<i>Phascolosoma japonicum</i> Grube	шБТ	-	-	-	-	+
Класс Crustacea						
Подкласс Cirripedia						
Отряд Thoracica						
Подотряд Lepadomorpha						
Семейство Lepadidae						
<i>Lepas anatifera</i> L.	шт	+	-	-	+	-
<i>L. anserifera</i> L.	цТ	+	-	-	-	-
<i>L. beringiana</i> Pilsbry	аз, СБ	+	-	-	-	-
<i>L. hillii</i> (Leach)	аз, СБ	+	-	-	-	-
<i>Conchoderma auritum</i> L.	шт	+	-	-	-	-
<i>C. virgatum</i> (Spengler)	шт	+	-	-	-	-
Семейство Scalpellidae						
<i>Miella polymeris</i> (Sowerby)	т, шБ	+	-	-	-	-
Подотряд Balanomorpha						
Семейство Balanidae						
<i>Megabalanus rosa</i> Pilsbry	ВПТС	+	-	-	-	-
<i>M. tintinnabulum</i> L.	шт	+	+	-	-	-
<i>M. volcano</i> Pilsbry	ВПТС	+	-	-	-	-
<i>Balanus albicostatus</i> Pilsbry	ВПТС	+	-	-	-	-
<i>B. amphitrite</i> Darwin	шт	+	+	-	+	+
<i>B. crenatus</i> Brugiere	БА	+	+	+	+	+

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
<i>B. eburneus</i> Gould	СТнБ	+	+	-	-	-
<i>B. improvisus</i> Darwin	шСТнБ	+	+	+	+	+
<i>B. perforatus</i> Brugiere	СнБ	+	-	-	-	-
<i>B. reticulatus</i> Utinomi	шт	+	-	-	-	-
<i>B. rostratus</i> Hoek	шБ	+	+	+	+	+
<i>B. saltonensis</i> Utinomi	СнБ	+	-	-	-	-
<i>B. trigonus</i> Darwin	шт	+	-	-	-	-
<i>Semibalanus balanoides</i> (Linnaeus)	БА	+	-	-	-	-
<i>S. cariosus</i> (Pallas)	т, шБ	+	-	-	+	-
<i>Solidobalanus hesperius</i> (Pilsbry)	т, шБ	-	+	+	-	+
<i>Tetraclita squamosa</i> (Brugiere)	ИВП	+	-	-	-	-
<i>Tetraclita</i> sp.		+	-	-	-	-
<i>Elminius modestus</i> Darwin	штСТ	+	-	-	-	-
Семейство Chthamalidae						
<i>Chthamalus challengerii</i> Hoek	СТ	+	-	-	-	+
<i>C. dalli</i> Pilsbry	т, шБ	+	+	-	+	-
<i>C. stellatus</i> (Poli)	СТ	+	-	-	-	-
Подкласс Malacostraca						
Отряд Decapoda						
Подотряд Natania						
Семейство Palaemonidae						
<i>Palaemon macrodactylus</i> Rathbun	аз, нБ	-	-	-	-	+
Семейство Pandalidae						

<i>Pandalus kessleri</i> Chernjavski	СнБ	-	+	-	+	-
Семейство Majidae						
<i>Pugettia quadridens</i> (de Haan)	СнБ	-	+	-	+	+
Семейство Porcellanidae						
<i>Pachycheles stevensii</i> Stimpson	аз, нБ	-	-	-	-	+
Семейство Canceridae						
<i>Cancer amphioetus</i> Rathbun	т, шБ	-	+	-	-	+
Семейство Grapsidae						
<i>Hemigrapsus sanguineus</i> (de Haan)	БТН	-	+	-	-	+
Семейство Paguridae						
<i>Pagurus brachiomastus</i> (Thallwitz)	аз, нБ	-	-	-	-	+
<i>P. middendorffi</i> Brandt	шБ	-	-	-	-	+
<i>Pagurus</i> sp.	-	-	-	-	-	+
Отряд Amphipoda						
Подотряд Caprellidea						
Семейство Caprellidae						
<i>Caprella cristibrachium</i> Mayer	т, шБ	-	+	-	+	-
<i>C. danilevskii</i> Chernjavski	шСТ	-	+	-	-	-
<i>C. drepanochir</i> Mayer	т, шБ	+	+	-	-	-
<i>C. eximia</i> Mayer	аз, нБ	-	+	+	+	-
<i>C. longicirrata</i> Vassilenko	т, шБ	+	-	-	-	-
<i>C. mutica</i> Schurin	аз, нБ	+	+	+	-	-
<i>C. neglecta</i> Mayer	т, аз, СнБ	-	-	+	-	-
<i>C. sugarensis</i> Utinomi	аз, нБ	-	+	-	-	-
<i>Caprella</i> sp.		+	-	-	-	+

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Подотряд Gammaridea						
Семейство Atylidae						
<i>Nototropis collingi</i> Gurjanova	т, шБ	-	+	-	-	-
Семейство Dogielinotidae						
<i>Dogielinotus</i> sp.		-	-	-	-	+
Семейство Calliopiidae						
<i>Calliopius laeviusculus</i> (Kroyer)	аб, шБ	+	+	-	-	+
<i>Paracalliopiella littoralis</i> (Gurjanova)	аз, шБ	+	+	-	-	-
Семейство Pontogeneidae						
<i>Pontogeneia andrijaschevi</i> Gurjanova	аз, нБ	-	-	-	-	+
<i>P. melanophthalma</i> Gurjanova	аз, нБ	+	+	-	-	-
<i>P. intermedia</i> Gurjanova	аз, нБ	-	+	-	-	-
<i>P. mokyevskii</i> Gurjanova	аз, вБ	-	-	-	-	+
<i>P. rostrata</i> Gurjanova	аз, шБ	-	+	-	-	+
<i>Pontogeneia</i> sp.		-	-	-	-	+
Семейство Anisogammaridae						
<i>Anisogammarus pugettensis</i> (Dana)	аз, шБ	+	+	-	-	+
<i>Eogammarus kygi</i> (Derzhavin)	аз, шБ	-	+	-	-	-
<i>Spinulogammarus ochotensis</i> (Brandt)	т, вБ	-	+	-	-	-
Семейство Melitidae						
<i>Melita</i> sp.		-	-	+	-	-
Семейство Hyalidae						
<i>Allorchestes malleolis</i> Stebbing	аз, шБ	-	+	-	+	-
<i>Parallorchestes ochotensis</i> (Brandt)	т, шБ	+	+	-	+	+

<i>Parhyale zibellina</i> Derzhavin	аз, шБ	+	-	-	-	-
Семейство Dexaminidae						
<i>Paradexamine fraudatrix</i> Tzvetkova	СнБ	-	-	-	-	-
Семейство Pleustidae						
<i>Parapleustes bechningi</i> (Gurjanova)	аз, шБ	-	-	-	-	+
<i>Parapleustes</i> sp.		+	-	-	-	-
<i>Pleustes cataphractus</i> (Simpson)	БА	+	+	-	-	-
<i>Pleusymtes</i> sp.		-	-	-	-	+
Семейство Stenothoidae						
<i>Stenothoides bassarginensis</i> (Gurjanova)	аз, нБ	+	+	-	-	-
<i>S. beringiensis</i> (Gurjanova)	вБ	+	+	-	-	-
<i>S. uenoi</i> (Gurjanova)	т, аз, шБ					
<i>Vonimetopa barnardi</i> Gurjanova	вБ	-	+	-	-	-
<i>V. shellenbergi</i> (Gurjanova)	т, аз, нБ	-	-	-	-	+
<i>V. ærnovi</i> (Gurjanova)	т, аз, нБ	-	-	-	-	+
<i>Prostenothoe sextonae</i> Gurjanova	т, аз, шБ	-	-	-	-	+
Семейство Iphimediidae						
<i>Odius kelleri</i> Brügger	т, шБ	-	-	-	-	+
Семейство Liljeborgiidae						
<i>Liljeborgia serratoides</i> Tzvetkova	аз, шБ	-	-	-	-	+
Семейство Tironidae						
<i>Tiron spiniferum</i> (Simpson)	БА	-	-	-	-	+

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Надсемейство Corophiidae						
<i>Gammaropsis</i> sp.		-	-	-	-	-
<i>Paraurystheus gurjanovae</i> Tzvetkova	т, аз, нБ	-	-	+	-	+
<i>Paraurystheus</i> sp.		-	-	+	-	-
Семейство Amphithoidae						
<i>Amphithoe annenkova</i> Gurjanova	аз, нБ	-	+	-	-	-
<i>A. cfakonovi</i> Gurjanova	т, аз, нБ	+	-	-	-	-
<i>A. eoa</i> Brügger	т, шБ	+	-	-	-	-
<i>A. japonica</i> Stebbing	аз, нБ	+	+	-	+	+
<i>A. volki</i> Gurjanova	т, аз, нБ	+	-	-	-	-
<i>Amphithoe</i> sp.		-	-	-	-	+
Семейство Corophiidae						
<i>Corophium acherusicum</i> Costa	СнБ	-	+	+	+	-
<i>C. bonneli</i> (Milne-Edwards)	БТН	-	+	-	-	-
<i>C. steinigeri</i> Gurjanova	аз, шБ	-	+	-	-	-
<i>Corophium</i> sp.		+	+	+	-	+
<i>Erichthonius toli</i> Brügger	БА	-	-	-	-	+
Семейство Ischyroceridae						
<i>Ishyrocerus anquipes</i> Kroyer	БА	+	-	-	-	-
<i>I. krascheninnikovi</i> Gurjanova	аз, шБ	+	-	-	-	-
<i>I. rhodomelae</i> Gurjanova	аз, шБ	-	+	-	-	-
<i>Ishyrocerus</i> sp.		+	+	-	-	+
<i>Jassa pulchella</i> (Leach)	ТБ	+	+	+	+	+
Отряд Isopoda						
Подотряд Fabellifera						



Семейство Limnoriidae						
<i>Phycolimnoria zinovae</i> Kussakin	т, аз, нБ	-	+	-	-	-
<i>Limnoria</i> sp.		-	-	-	-	+
Семейство Sphaeromatidae						
<i>Cymodoce acuta</i> Richardson	т, аз, нБ	+	-	-	+	+
<i>Cymodoce</i> sp.		-	+	-	-	-
<i>Dynamenella fraudatrix</i> Kussakin	т, аз, нБ	+	+	-	-	-
<i>Dynoides dentisinus</i> Shen	т, аз, нБ	+	+	-	-	-
<i>Gnorimosphaeroma noblei</i> Menzies	т, шБ	+	+	-	-	-
<i>G. ovatum</i> (Gurjanova)	т, аз, нБ	+	+	-	-	+
<i>Hobtelson tuberculatus</i> Richardson	т, аз, нБ	+	+	+	+	+
Подотряд Anthuroidea						
Семейство Paranthuridae						
<i>Paranthura japonica</i> Richardson	т, аз, нБ	-	+	-	-	+
Подотряд Valvifera						
Семейство Idoteidae						
<i>Idotea (Idotea) ochotensis</i> Brandt	т, аз, шБ	+	+	-	+	+
<i>Idotea</i> sp.		+	-	-	-	+
<i>Saduria entomon</i> (Linnaeus)	шБА	-	+	-	-	-
<i>Synidotea lata</i> Gurjanova	т, аз, шБ	-	+	-	-	-

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Подотряд Asellota						
Семейство Janiridae						
<i>Janiropsis serricandus</i> Gurjanova	аз, нБ	-	-	-	-	+
Семейство Munnidae						
<i>Munnidae</i> gen. sp.		-	-	-	-	+
Тип MOLLUSCA						
Класс Loricata						
<i>Ischnochiton hakodatensis</i> Pilsbry	т, аз, нБ	-	-	-	-	+
Loricata gen. sp.		-	-	+	-	+
Класс Gastropoda						
Подкласс Cyclobranchia						
<i>Acmea pallida</i> (Gould)	аз, нБ	-	-	-	-	+
Подкласс Pectinibranchia						
Отряд Discopoda						
Семейство Lacunidae						
<i>Epheria turrata</i> (A. Adams)	аз, нБ	+	+	+	+	-
<i>E. vineta</i> (Montagu)		+	-	-	-	-
<i>Lacuna minor</i> Dall	шБ	+	+	-	-	-
<i>L. reflexa</i> Dall	т, шБ	-	-	-	-	-
Семейство Littorinidae						
<i>Littorina kurila</i> Middendorf	т, шБ	+	+	-	-	+
<i>L. squalida</i> Broderip et Sowerby	шБ	-	-	-	-	+
Семейство Rissoidae						
<i>Thapsiella plicosa</i> (Smith)	аз, нБ	-	+	-	-	-
Семейство Risoellidae						
<i>Jeffreysina violacea</i> Golikov et Kussakin	аз, нБ	+	+	-	-	-
Семейство Onobiidae						
<i>Onoba</i> sp.		-	+	-	-	-

Отряд Hamiglossa						
Семейство Anachidae						
<i>Mirella burchardii</i> (Dunker)	нБ	-	-	-	-	+
Семейство Muricidae						
<i>Cerastostoma burnettii</i> (Adams et Reeve)	аз, СнБ	-	-	-	-	+
Семейство Thaididae						
<i>Nucella heyseana</i> (Dunker)	т, аз, нБ	-	-	-	-	+
Отряд Entomostoma						
Семейство Litiopidae						
<i>Alaba vladivostokensis</i> Bartsch	аз, нБ	+	+	-	-	+
Отряд Heterostropha						
Семейство Pyramidellidae						
<i>Odostomia</i> sp.		-	+	-	-	-
Отряд Tritoniiformis						
Семейство Corypheliidae						
Corypheliidae gen. sp.		-	-	+	-	-
Подкласс Opisthobranchia						
Отряд Nudibranchia						
Nudibranchia gen sp.		-	+	-	-	-

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Класс Bivalvia						
Подкласс Neotaxadonta						
Отряд Arcoida						
Надсемейство Arcoidea						
Семейство Arcoidae						
<i>Arca boucardi</i> Jousseaume	аз, СнБ	+	+	+	-	+
<i>Anadara (Scapharca) broughtoni</i> (Schrenk)	аз, СнБ	-	-	-	-	+
Подкласс Pteriomorpha						
Отряд Mytiloida						
Надсемейство Mytiloidea						
Семейство Mytilidae						
Подсемейство Mytilinae						
<i>Mytilus (Mytilus) galloprovincialis</i> Lamark	С	-	-	+	-	-
<i>M. (Mytilus) trossulus kusakini</i> Scarfato et Starobogatov	шБ	+	+	+	+	+
<i>Crenomytilus grayanus</i> (Dunker)	аз, нБ	-	-	+	+	+
Подсемейство Crenellinae						
<i>Musculista senhousia</i> (Benson in Cantor)	аз, СнБ	-	-	+	-	-
Подсемейство Modiolinae						
<i>Modiolus (Modiolus) modiolus</i> (L.)	аБ	-	-	+	+	+
Подсемейство Septiferinae						
<i>Septifer (Mytilisepta) keenae</i> Nomura	аз, СнБ	-	-	-	-	+
Отряд Ostreoida						
Надсемейство Ostreoidea						
Семейство Ostreidae						
<i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg)	аз, СнБ	+	+	+	+	+
Надсемейство Pectinoidea						
Семейство Pectinidae						
<i>Chlamis (Azumapecten) farreri</i> (Jones et Preston)	аз, С	-	-	-	-	+
<i>C. (Swiftopecten) swifti</i> (Bernardi)	аз, нБ	-	-	-	-	+

<i>Mizohopecten yessoensis</i> (Jay)	аз, нБ	+	+	+	+	+
Надсемейство Anomioidea						
Семейство Anomiidae						
<i>Pododesmus (Monia) macrochisma</i> (Deshayer)	т, шБ	-	+	+	-	+
Подкласс Heterodonta						
Отряд Veneroidea						
Надсемейство Arcticoidea						
Семейство Trapezidae						
<i>Neotrapezium liratum</i> (Reeve)	т, СТ	-	-	-	-	+
Надсемейство Glossoidea						
Семейство Kelliellidae						
<i>Alveinus ojanus</i> (Жокуама)	аз, С	-	-	-	-	+
Надсемейство Veneroidea						
Семейство Veneridae						
<i>Protothaca (Callithaca) adamsi</i> (Reeve)	аз, нБ	-	-	-	-	+
<i>P. egypta</i> (Sowerby)	аз, нБ	-	-	-	+	-

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
<i>Saxidomus purpurata</i> (Sowerby)	аз, СнБ	-	-	+	-	-
<i>Venerupis (Ruditapes) philippinarum</i> (A. Adams et Reeve)	аз, СнБ	-	-	-	-	+
<i>Callista brevisiphonata</i> (Carpenter)	аз, нБ	-	-	-	-	+
Семейство Turtoniidae						
<i>Turtinia minuta</i> (Fabricius)	БА	+	-	+	-	+
Отряд Myoidea						
Подотряд Myiina						
Надсемейство Myoidea						
Семейство Myiidae						
<i>Mya (Mya) pseudoarenaria</i> (Schlesch)	аБ	-	-	-	-	+
<i>M. (Arenomya) arenaria</i> L.	аБ	-	-	+	+	-
Семейство Corbulidae						
<i>Anŕocorbula venusta</i> (Gould)	аз, СнБ	-	-	-	-	+
Надсемейство Hiatelloidea						
Семейство Hiatellidae						
<i>Hiatella arctica</i> (L.)	БА	+	+	+	+	+
<i>Ranopora abrupta</i> (Conrad)	т, СБ	-	-	+	-	-
Подотряд Pholadina						
Надсемейство Pholadoidea						
Семейство Terebinidae						
<i>Teredo navalis</i> (L.)	СнБ	-	-	-	-	+
Подкласс Anomalodesmata						
Отряд Pholadomyoidea						
Надсемейство Pandoroidea						
Семейство Lyonsiidae						
<i>Enterolesma navicula</i> (A. Adams et Reeve)	т, нБ	-	-	-	-	+
Тип BRYOZOA						
Подтип Gymnolaemata						
Класс Eury stomata						
Отряд Stenostomida						
Семейство Alcyoniidae						
<i>Alcyonidium nanum</i> Silen	аз, нБ	-	+	-	-	-
<i>Alcyonidium</i> sp.		+	-	-	-	+

Семейство Vesiculariidae						
<i>Bowerbankia gracilis</i> Leidy	БТН	-	+	-	-	+
<i>Bowerbankia</i> sp.		+	-	-	-	-
Отряд Cheilostomida						
Подотряд Anascina						
Семейство Bugulidae						
<i>Bugula californica</i> Robertson	СнБ	+	+	-	-	-
<i>B. pacifica nana</i> Androsova	аз, шБ	+	+	-	+	+
<i>B. peritina</i> (L.)	штН	+	+	-	-	+
Семейство Calloporidae						
<i>Tegella aquilirostris</i> Ch. et E.O'Donoghue	т, шБ	+	+	-	-	-
<i>Tegella</i> sp.		-	+	-	-	-
<i>Caulorampus spiniferum</i> (Johnston)	шБ	-	+	-	-	-

Продолжение табл. 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Семейство Gibrilliniidae						
<i>Membraniporella aragoni</i> (Audouin)	т, шБ	+	+	-	-	-
<i>Cribrillina annulata</i> (Fabricius)	БА	-	+	-	-	-
Семейство Electridae						
<i>Electra arctica</i> (Borg)	БА	-	+	-	-	-
<i>E. xenella</i> (Hincks)	штГ	+	+	-	-	-
Семейство Membraniporidae						
<i>Conopeum seawati</i> (Cano)	бп, нБН	+	+	+	-	+
<i>C. tubigerum</i> Osburn	штГ	-	+	-	-	-
<i>Conopeum</i> sp.		+	-	-	-	-
<i>Membranipora serrilamella</i> Osburn	СБ	+	+	-	-	-
<i>Membranipora</i> sp.		+	+	-	-	-
Семейство Scrupocellariidae						
<i>Tricellaria occidentalis</i> (Trask)	ап, СнБ	+	+	+	-	-
<i>T. ternata</i> (Ellis et Solander)	БА	-	+	-	-	-
Подотряд Ascophorina						
Семейство Cryptosulidae						
<i>Cryptosula pallasiana</i> (Moll)	СнБН	+	+	-	-	-
<i>C. zvyalovensis</i> Kubanin	аз, шБ	+	+	-	-	+
Семейство Hippoporinidae						
<i>Hippoporina perforata</i> (Okada et Mawatari)	т, нБ	+	+	-	-	-
Семейство Hippothoidae						
<i>Cekroporella hyalina</i> (L.)	бп, шБН	+	+	-	-	-
Семейство Microporellidae						
<i>Microporella ciliata</i> (Pallas)	ТБ	+	+	-	-	-
Семейство Schizoporellidae						
<i>Schizoporella unicornis</i> (Johnston in Wood)	шБ	+	+	+	+	+
Семейство Watersiporidae						
<i>Watersipora akerrima</i> (Orthman)	аз, нБ	+	+	-	-	-
Тип ECHINODERMATA						
Класс Holothurioidea						
Отряд Aspidochitota						
Семейство Stichopodidae						
<i>Stichopus japonicus</i> Selenka	аз, нБ	-	+	+	-	+
Отряд Dendrochirota						
Семейство Cucumariidae						
<i>Cucumaria fraudatrix</i> Diakonov et Baranova	аз, нБ	-	+	+	-	+

Класс Echinoidea						
Отряд Camarodonta						
Семейство Strongylocentrotidae						
<i>Strongylocentrotus intermedius</i> Agassiz	аз, нБ	-	-	+	-	+
<i>S. nudus</i> Agassiz	аз, СнБ	-	+	-	-	+
Класс Asteroidea						
Отряд Forcipulata						
Семейство Asteriidae						
<i>Asterias amurensis</i> Lutken	аз, нБ	-	+	+	+	+
<i>Lyxastrosoma anthosticta</i> Fischer	аз, нБ	+	-	-	-	+

О к о н ч а н и е т а б л . 2

Таксон	БГП	СДП	СПП	ГБТС	НО	ГТС
Отряд Spinulosa						
Семейство Asterinidae						
<i>Patria pectinifera</i> (Muller et Troschell)	аз, СнБ	-	+	+	-	+
Класс Orphiuroidea						
Отряд Orphiurae						
Семейство Amphiuroidae						
<i>Amphiodia fissa</i> Lutken	аз, нБ	+	-	-	-	+
Тип CHORDATA						
Подтип Tunicata						
Класс Ascidiacea						
Отряд Stolidobranchia						
Семейство Molgulidae						
<i>Molgula manhattensis</i> (De Kay)	штСнБ	-	-	-	-	+
Отряд Enterogona						
Семейство Polyclinidae						
<i>Aplidium tenuicaudum</i> (Beniaminson, 1974)	аз, нБ	-	-	-	-	+
Семейство Didemnidae						
<i>Diplosoma mikukurii</i> Ока, 1892	аз, ТнБ	-	-	-	-	+
Семейство Ascidiidae						
Ascidiidae gen. sp.		-	+	-	-	+
Отряд Pleurogona						
Семейство Pycnidae						
<i>Botenia aff. isidasii</i> Tokioka	аз, СнБ	+	-	-	-	-
<i>Halicynthia aurantium</i> (Pallas)	БА	-	-	+	+	+
<i>H. wretzi</i> Drasche	аз, нБ	-	-	+	+	-
Семейство Styelidae						
<i>Borylloides degense</i> Ritter et Forsyth	ап, нБ	+	+	-	-	-
<i>B. tuberratus</i> Ritter et Forsyth	ап, нБ	-	+	+	-	-
<i>Ciona intestinalis</i> (L.)		+	-	-	-	-
<i>Dendrodoa tuberculata</i> Ritter	ап, шБ	-	+	-	-	-
<i>Styela clava</i> Herdman	СнБ	+	+	+	+	+
<i>Styela</i> sp.		-	+	-	-	-
Подтип Craniata						
Класс Pisces						
Подкласс Actinopterygii						
Отряд Perciformes						
Подотряд Blennioidei						
Семейство Sichaetidae						
<i>Alectrias cirratus</i> (Lindberg)	аз, нБ	-	+	-	-	-
<i>Bryozoichthys</i> sp.		-	+	-	-	-

Stichaeidae gen. sp.	-	-	-	-	-	+
----------------------	---	---	---	---	---	---

Примечание. СДП – суда дальнего плавания, СПП – суда прибрежного плавания, ГБТС – гидробиотехнические сооружения, НО – навигационное ограждение, ГТС – гидротехнические сооружения. В графе БГП приняты следующие сокращения биогеографической принадлежности видов: А – арктический, Б – boreальный, нБ – низкобореальный, вБ – высокобореальный, шБ – широкобореальный, С – субтропический, Т – тропический, Н – нотальный, ВП – вестпафический, ИВП – индвестпафический, МЗ – мультizonальный, к – космополиз, аз – призиатский, т – тикоокеанский, ап – амфипафический, аб – амфибореальный, цп – циркумполярный, бп – биполярный.

Таблица 3

**Таксономический состав обрастания судов и гидротехнических сооружений у побережья Вьетнама**

Таксон	1	2	3	4	5	6	7
Водоросли							
Отдел Chlorophyta							
<i>Bryopsis pennata</i> Lamour.	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cladophora</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cladophoropsis adhaerens</i> Pham Hoang Ho	+	-	-	-	-	-	-
<i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth.) Grev.	-	+	-	-	+	+	-
<i>E. flexuosa</i> (Wulf. ex Roth) J. Ag.	-	+	-	-	+	+	+
<i>Ulva reticulata</i> Forskal.	-	-	-	-	+	+	-
Отдел Phaeophyta							
<i>Dicyota</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Ectocarpus</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lobophora variegata</i> (Lam.) Womø.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pocockiella variegata</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Sphaelaria novae-hollandiae</i> Sond.	-	+	-	-	-	-	-
Отдел Rhodophyta							
<i>Acrochaetium gracile</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Amphiroa flagilissima</i> (L.) Lam.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Antithamnion basisporum</i> Tok et Inaba	-	+	-	-	-	-	-
<i>A. spirographidis</i> Schiffer	-	+	-	-	-	-	-
<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Ag.) Mont.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Ceramium</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillw.) J. Ag.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Falkenbergia hillebrandii</i> (Born.) Falk	-	+	-	-	-	-	-
<i>Hypnea valentiae</i> (Turn.) Montagne	-	+	-	-	-	-	-
<i>Jania capillacea</i> Harv.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lithothamnion erubescens</i> Foslie	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lophosiphonia villum</i> (J. Ag.) Setch. et Gardn.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Peyssonnelia</i> sp.	+	-	-	-	-	+	-
<i>Polysiphonia coata</i> Tseng	+	-	-	-	-	+	-
<i>P. nhatrangense</i> Pham Hoang Ho	+	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia</i> sp.	+	+	-	-	+	-	-
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulf.) Yarov. Et Hooker	-	-	-	+	-	-	-
Тип SPONGIA							
<i>Spongia</i> gen. sp.	+	-	+	-	-	-	-
Тип COELENTERATA							
Класс Hydrozoa							
<i>Bougainvillia</i> sp.	-	-	-	-	+	+	-
<i>Halocordyle disticha</i> (Goldfuss)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Halopteri secundaris</i> (Gmelin)	-	+	-	-	-	-	-

<i>Hydroidea</i> gen. sp.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Laphotea dumosa</i>	-	+	-	-	+	-	-
<i>Macrorhynchia philippina</i> (Kirchenpauer)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Obelia longicyatha</i> (Allman)	-	-	+	-	+	+	+
<i>Plumularia filicaulis</i> f. <i>japonica</i> Jaderholm	-	+	-	-	-	-	-
<i>Virgularia</i> sp.	+	+	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 3

Таксон	1	2	3	4	5	6	7
Класс Anthozoa							
<i>Acropora</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
Actiniaria gen. sp.	+	+	-	-	-	-	-
Acyonaria gen. sp.	+	+	-	+	-	-	-
<i>Cyphastrea serailia</i> (Forsk.)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Dendrophyllia sphaerica</i> Nemenzo	+	-	-	+	+	-	-
<i>Favites abdita</i> Ellis et Solander	+	-	-	-	-	-	-
<i>Goniastrea favulus</i> (Dana)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Leptastrea pinnosa</i> Crossland	+	-	-	-	-	-	-
<i>L. transversa</i> Klunzinger	+	-	-	-	-	-	-
<i>Milepora platyphylla</i> Hemprich et Ehrenberg	+	-	-	-	-	-	-
<i>Melithea ochracea</i>	-	-	-	+	+	-	-
<i>Pocillopora damicornis</i> (Linnaeus)	+	-	-	-	-	-	-
<i>P. verrucosa</i> (Ellis et Solander)	+	+	-	-	-	-	-
<i>Polythoe</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Porites lobata</i> Dana	+	-	-	-	-	-	-
<i>P. solida</i> (Forsk.)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Psammocora contigna</i> (Esper)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Tubastrea coccinea</i> (Ehrenberg)	+	-	-	-	-	-	-
Тип NEMERTINI							
Nemertini gen. sp.	+	-	-	-	-	-	-
Тип SIPUNCULA							
Sipunculidae gen. sp.	+	+	-	-	-	-	-
Тип ANNELIDA							
Класс Polychaeta							
<i>Ceratonereis</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Circeis</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Eunice</i> sp.1	+	+	-	-	-	-	-
<i>Eunice</i> sp.2	+	+	-	-	-	-	-
<i>Hydroides elegans</i>	-	+	-	+	+	+	+
<i>Hydroides</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Nereis</i> sp.	-	+	+	-	+	+	-
<i>Palolo siciliensis</i>	+	+	-	-	-	-	-
Polychaeta gen. sp.	+	+	-	-	-	-	-
<i>Polydora</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-
Polynoidae gen. sp.	-	-	-	-	-	+	-
<i>Potamilla</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
Sabellidae gen. sp.	+	-	-	-	-	-	-
Serpulidae gen. sp.	+	+	-	-	-	-	-
Spirorbidae gen. sp.	+	-	-	-	-	+	-
<i>Typosullus</i> sp.	+	-	-	-	-	+	+
Тип ARTHROPODA							
Класс Pantopoda							
<i>Pantopoda</i> gen. sp.	+	-	-	-	-	-	-

Класс Crustacea							
Подкласс Cirripedia							
Отряд Thoracica							
<i>Acasta</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 3

Таксон	1	2	3	4	5	6	7
<i>Balanus albicostatus</i> Pilsbry	-	-	-	-	-	-	+
<i>B. amphitrite</i> Darwin	-	+	-	-	+	+	+
<i>B. eburneus</i> Gould	-	-	-	-	-	-	+
<i>B. improvisus</i> Darwin	-	-	-	-	-	+	+
<i>B. reticulatus</i> Utinomi	+	+	-	-	+	+	-
<i>B. trigonus</i> Darwin	-	-	-	-	-	+	-
<i>Balanus</i> sp.	+	+	-	+	-	-	-
<i>Chthamalus caudatus</i> Pilsbry	-	-	-	-	-	+	-
<i>C. challengerii</i> Hoek	-	+	-	-	+	-	-
<i>C. malayensis</i> Pilsbry	-	-	-	-	-	+	-
<i>C. winthersi</i> Pilsbry	-	-	-	-	-	+	-
<i>Conchoderma auritum</i> L.	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ibla cumingi</i> Darwin	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lepas anatifera</i> L.	+	-	-	-	-	+	+
<i>Megabalanus tintinnabulum</i> (Linnaeus)	+	+	+	+	+	-	-
<i>Membranobalanus longirostrum</i> (Hoek)							
<i>Tetraclita squamosa</i> (Bugiere)	+	+	-	+	+	-	-
Подкласс Malacostraca							
Отряд Decapoda							
<i>Actaea scabra</i>	+	-	-	-	-	-	-
Alpheidae gen. sp.	-	-	-	+	-	-	-
<i>Alpheus facetus</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Astergatis glorioides</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>A. intermedius</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Astergatopsis granulatus</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Aseronus loveni</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Banarcia nillosus</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Carpiloides cintimanus</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Charybdis helleri</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Chlorodiella laevissima</i>	+	+	-	-	-	-	-
Coridae gen. sp.	-	-	-	+	-	-	-
Decapoda gen. sp.	+	+	+	-	+	+	-
<i>Galathea</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Heteropanope glabra</i>	-	-	-	+	+	-	-
<i>H. makiana</i>	-	+	-	-	+	-	-
<i>Hyastenus</i> sp.	-	+	-	-	+	-	-
Naxioidea gen. sp.	-	-	-	+	-	-	-
<i>Naxioides mamillatus</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pachycheles natalensis</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>P. scueptus</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pachygrapsus minutus</i>	+	+	-	-	-	+	-
<i>Panulirus</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Petholistes</i> sp.1	-	-	-	-	-	+	-
<i>Petholistes</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pilumnus barbatus</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>P. jessibrous</i>	+	-	-	-	-	-	-



<i>P. turgidulus</i>	+	-	-	-	-	-	-
----------------------	---	---	---	---	---	---	---

Продолжение табл. 3

Таксон	1	2	3	4	5	6	7
<i>P. verpistillis</i>	-	-	-	-	+	-	-
<i>Pilumnus</i> sp.	+	+	-	-	+	-	-
Porcellanidae gen. sp.	+	+	-	+	-	-	-
<i>Separma</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Spherosius nitidus</i>	-	-	+	-	+	-	-
<i>Synalpheus consobrinus</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Thalamita admeta</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Trapezia areolata</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Zoëimus</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-
Отряд Isopoda							
<i>Jæropis rathbunae</i> Richardsen	+	-	-	-	-	-	-
<i>Citcaopsis utrikeleggi</i> (Stebbing)	-	+	-	-	-	-	-
<i>C. lepida</i> Kussakin et Maljutina	-	+	-	-	-	-	-
Отряд Amphipoda							
Amphipoda gen. sp.	-	+	+	-	+	-	-
<i>Amphioe</i> sp.	-	+	-	-	+	-	-
<i>Caprella</i> sp.	-	+	+	-	+	-	-
<i>Ischyrocerus</i> sp.	-	+	-	-	+	-	-
<i>Jassa marmorata</i>	-	-	-	-	+	-	+
Тип MOLLUSCA							
Класс Loricata							
Loricata gen. sp.	-	+	-	-	-	-	-
Класс Gastropoda							
<i>Avicula vulgaris</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cantharus undosus</i> (L.)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cellana testudinaria</i> (L.)	-	+	-	-	-	-	-
<i>C. toreuma</i> (Reeve)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Ceritium columna</i> Soverby	-	+	-	-	-	-	-
<i>C. ustum</i> Hombron et Jecquinot	-	+	-	-	-	-	-
<i>Chicoreus brunneus</i> (Link)	-	-	-	+	-	-	-
<i>C. ramosus</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Conus musicus</i> Hwass	-	+	-	-	-	-	-
<i>Conus sugillatus</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Cronia margaritica</i> (Broderip)	-	+	-	-	+	-	-
<i>Cronia muricina</i> Blainville	-	+	-	-	-	-	-
<i>Engina lineata</i> (Reeve)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Erronia erronea</i> (L.)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Euplica versicolor</i> (Sowerby)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lachyma</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lampusia pileare</i> (L.)		+					
<i>Lathyrus</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Mancinella</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Mastonia rubra</i> (Hinds)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Mastonia</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Mauritia arabica</i> (L.)	-	+	-	-	+	-	-
<i>Nodilittorina millegrana</i> (Phillippi)	-	+	-	-	+	-	-
<i>Ovula ovum</i> (L.), juv.	-	+	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 3

Таксон	1	2	3	4	5	6	7
<i>Paetelloida saccharina</i> (L.)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pyrene ocellata</i> (Link)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pyrene</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Sabia</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Separatisma blainvilliana</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Septa gemmatum</i> Reeve	-	+	-	-	-	-	-
<i>Serpulorbis</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Siphonaria</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Thais echinukata</i> (Lamarck)	-	+	-	-	-	-	-
<i>T. mancinella</i> (L.)	+	-	-	-	-	-	-
<i>T. rugosa</i> (Born)	-	-	-	+	-	-	-
<i>Trionalia contracta</i>	-	+	-	-	-	-	-
Класс Bivalvia							
<i>Alectryonella plicatula</i> (Gmelin)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Anadara gubernaculum</i> (Reeve)	-	-	-	-	+	-	-
<i>Anomia aenigmatica</i> (Holten)	+	-	-	-	-	-	-
<i>A. chinensis</i> (Philippi)	-	-	-	+	-	-	-
<i>Arca</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-
Arcidae gen. sp.	-	-	+	-	-	-	-
<i>Barbatia cometa</i> (Reeve)	-	-	-	-	-	+	-
<i>B. lima</i> (Reeve)	-	+	-	-	-	-	-
<i>B. velata</i> (Sowerby)							
<i>Chama dunkeri</i> Lischke	+	-	-	+	-	-	-
<i>C. imbricata</i> Lischke	-	+	-	+	-	-	-
<i>C. iostoma</i> Conrad	+	-	-	-	-	-	-
<i>C. linguafelis</i> Reeve	-	+	-	-	-	-	-
<i>Chama</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Chlamys</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Crassostrea</i> sp.	-	-	-	-	-	+	+
<i>Culicia rubeola</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>Hormomya mutabilis</i> (Gould)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Hyotissa hyotis</i> (Linne)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Isognomon ephippium</i> (Linne)	-	+	-	-	-	-	-
<i>I. nucleus</i> L.	-	-	-	+	-	-	-
<i>I. marsupialis</i> (Roding)	-	-	-	+	-	-	-
<i>I. perna</i> (Linne)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lima vulgaris</i> Link	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lithophaga laevigata</i> (Quoy et Gaimard)	+	+	-	-	-	-	-
<i>Lopha cristagalli</i> (Linne)	+	-	-	+	+	-	-
<i>Malleus malleus</i> (Linne)	+	-	-	-	-	-	-
<i>M. regula</i> (Forskål)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Malleus</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-
<i>Modiolus arcuatula</i> (Hanley)	-	+	-	-	+	-	-
<i>M. philippinarum</i> (Hanley)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Modiolus mecalfei</i> (Hanley)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Montacutona olivacea</i> Habe	-	+	-	-	-	-	-
<i>Misculus emarginatus</i> (Benson)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Misculus</i> sp.1	+	-	-	-	-	+	-

Окончание табл. 3

Таксон	1	2	3	4	5	6	7
--------	---	---	---	---	---	---	---

<i>Musculus</i> sp.2	+	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilus trossulus</i> Gould	-	-	-	-	-	-	+
<i>Nanosesarma minutum</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Ostrea paulucciae</i> Crosse	-	-	-	-	+	-	-
<i>Ostrea</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-
<i>Papia undulata</i> (Born)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Perna viridis</i> (Linne)	-	-	+	-	+	+	-
<i>Pinctada margaritifera</i> (Linne)	+	-	-	-	+	+	-
<i>P. radiata</i> (Leach)	-	-	-	-	+	-	-
<i>Pretostrea imbricata</i> (Lamarck)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pteria breviakata</i> (Dunker)	+	-	-	-	-	-	-
<i>P. coturnix</i> (Dunker)	-	+	-	-	+	+	-
<i>P. penguin</i> (Roding)	+	+	-	-	+	-	-
<i>Pteria</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Reata pulchella</i> (Adam set Reeve)	-	-	-	+	-	-	-
<i>Saccostrea echinata</i> (Quoy et Gaimard)	-	-	-	-	-	+	-
<i>S. glomerata</i> (Gould)	+	-	-	-	-	-	-
<i>S. mordax</i> (Gould)	+	+	-	+	+	-	-
<i>Septifer bilocularis</i> (Linne)	+	+	-	+	+	-	-
<i>S. virgatus</i> (Weigmann)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Septifer</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>S. aurantius</i> Lamarck	-	+	-	-	-	+	-
<i>S. barbatus</i> Reeve	-	+	-	-	-	-	-
<i>S. regius</i> Linne	+	-	-	-	-	-	-
<i>S. squamosus</i> Schreibers	+	-	-	-	-	-	-
<i>Tellina</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
Тип BRYOZOA							
<i>Actea truncata</i>	+	-	-	-	-	-	-
Bryozoa gen. sp.	-	+	-	+	+	+	+
<i>Bugula</i> sp.	-	+	-	-	+	-	-
<i>Membranipora savartii</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Schizoporella errata</i>	-	-	-	-	+	-	-
<i>Talamoporella</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
Тип ECHINODERMATA							
Астероидеа var.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Diadema setosum</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Macrophiotrix longipeda</i>	-	-	-	+	+	-	-
<i>Ophiactus savignyi</i>	-	+	-	+	-	-	-
<i>Ophiactus</i> sp.	-	+	-	-	+	-	-
<i>Ophiothrix ciliaris</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>O. neredina</i>	-	-	-	+	+	-	-
Ophiuroidea gen. sp.	+	+	-	+	-	-	-
Тип TUNICATA							
Асцидиеа gen. sp.	+	+	-	+	+	-	-

Примечание. В головках колонок приняты следующие условные обозначения: 1 – опоры нефтедобывающих платформ, 2 – пирсы, 3 – опоры моста, 4 – затонувшее судно, 5 – буи, 6 – суда прибрежного плавания, 7 – суда дальнего плавания.

Таблица 4

Ф онообразующие организмы макрообрастания и их распределение вдоль побережья Китая (по: Huang, 1984)

Таксон	Зал. Бохай	Желтое море	Восточно-Китайское море	Южно-Китайское море
Algae				
<i>Enteromorpha clathrata</i>		+	+	+++
<i>E. compressa</i>	+	+	+	
<i>E. intestinalis</i>	++	+++	+++	+
<i>E. tubulosa</i>		+	+	++
<i>E. prolifera</i>	+	+	+	+
<i>Ulva lactuca</i>			++	+
<i>Monostroma nitidum</i>			+	+++
Porifera				
<i>Mycale adhaerens</i>				+++
<i>Lissodendryx sodicityalis</i>			+	+++
<i>Halichondria panicea</i>	+	+	+	+
<i>Tedania ignis</i>				++
Cœlenterata				
<i>Tubularia mesembryanthemum</i>		+++	+++	+
<i>Obelia geniculata</i>	+	+	++	+
<i>O. gracilis</i>		+	++	+
<i>Anthopleura pacifica</i>		++	+++	+
Ectoprocta				
<i>Acanthodesia granudicel</i>	+	++	+	+++
<i>Bugula neritina</i>	+	++	+	+++
<i>B. californica</i>	+	+	+	+
<i>Celleporina costazii</i>		+	+++	+
<i>Cryptosula pallasiana</i>	+	+	+	
<i>Dakaria subovoidae</i>	+	+	++	++
<i>Electra anomala</i>		+	+	+
<i>Membranipora savartii</i>	+	+	++	+
<i>Schizoporella unicornis</i>	+	+	+	+++
<i>Scrupocellaria spatulatoidea</i>				++
<i>Peraliella umbonata</i>				+++
Polychaeta				
<i>Hydroides elegans</i>	+	+	+	+++
<i>H. ezoensis</i>	+	+++	+	
<i>H. dirampha</i>			+	++
<i>H. longispinosa</i>				+++
<i>Serpula vermicularis</i>	+	+	+	++
<i>Pomatoleios kraussii</i>			++	+++
Mollusca				
<i>Crepidula onyx</i>				++
<i>Barbatia virescens</i>	+	+	++	+++
<i>Mytilopsis sallei</i>				++
<i>Mytilus edulis</i>	+	+++		
<i>Perna viridis</i>			+	+++
<i>Isognomon ephippium</i>				+++

О к о н ч а н и е т а б л . 4

Таксон	Зал. Бохай	Желтое море	Восточно-Китайское море	Южно-Китайское море
<i>Dendostrea plicata</i>	+	++	+++	+
<i>Alectryonella crenulifera</i>				+++
<i>A. radix</i>				++

Cirripedia				
<i>Lepas anserifera</i>		+	+	+++
<i>Balanus improvisus</i>	++	+		
<i>B. amphitrite amphitrite</i>	+	+++	+	+++
<i>B. reticulatus</i>			+++	+++
<i>B. uliginosus</i>	+	+	+++	+
<i>B. trigonus</i>			++	+++
<i>Megabalanus rosa</i>			+++	+
<i>M. tintinnabulum</i>			+	+++
<i>Chirona amaryllis</i>	+	+	+	+
Amphipoda				
<i>Corophium acherusicum</i>		+	++	+
<i>Erichthonius pugnax</i>			+	++
Tunicata				
<i>Ciona intestinalis</i>	+	+++	+	+
<i>Styela clava</i>	++	+++		
<i>S. plicata</i>			+	+++
<i>S. canopus</i>		+	+	+++
<i>Molgula manhattensis</i>	+++	+		
<i>Ascidia sydneiensis</i>				++
<i>Symplegma schlosseri</i>		+	+	+
Pisces				
<i>Prionobutis kailomatudon</i>			++	+
<i>Salarias dussumieri</i>			++	++

Таблица 5

**Число видов в обрастании судов дальнего плавания (ВНЛ – внутренние линии,  
ВШЛ – внешние линии; по: Михайлов, 1985б)**

Таксон	Всего на трех группах	Промысловые суда	Транспортные суда ВНЛ	Транспортные суда ВШЛ
Chlorophyta	20	15	9	5
Phaeophyta	15	15	9	5
Rhodophyta	6	5	4	1
Hydrozoa	4	4	2	3
Polychaeta	35	26	19	23
Amphipoda	23	23	5	5
Isopoda	8	8	4	1
Bivalvia	7	5	3	5
Gastropoda	6	6	2	1
Bryozoa	21	13	14	13
Asterozoa	1	-	-	1
Ophiurozoa	1	1	-	-
Ascidacea	3	1	1	1

Таблица 6

**Основные сообщества и группировки обрастания судов дальнего плавания (N – число видов,  
B – биомасса в кг/м<sup>2</sup>, ПР – промысловый район, ТН – транспортное направление;  
по данным Михайлова, 1985б)**

Сообщества и их группировки	N	B	Распространение
-----------------------------	---	---	-----------------

Сообщество <i>Balanus crenatus</i>			
Группировки			
<i>B. crenatus</i> + <i>Mytilus trossulus</i>	57	1,3	Япономорский ПР
<i>B. crenatus</i> + <i>Acrosiphonia duriuscula</i>	35	0,9	Северо-Курильский ПР
<i>B. crenatus</i> + <i>Obelia longissima</i>	38	1,9	Охотоморский ПР
<i>B. crenatus</i> + <i>Lepas anatifera</i>	42	3,0	Северо-Тихоокеанский ПР
<i>B. crenatus</i> + <i>Semibalanus cariosus</i>	45	1,7	Северо-Курильское ТН
<i>B. crenatus</i> + <i>B. improvisus</i>	41	1,8	Южно-Курильское ТН
<i>B. crenatus</i> + <i>Enteromorpha linza</i>	33	1,2	Охотоморское ТН
<i>B. crenatus</i> + <i>Ectocarpus confervoides</i>	42	4,1	Берингоморское ТН
Сообщество <i>Petalonia zosterifolia</i>			
Группировки			
<i>P. zosterifolia</i> + <i>B. crenatus</i>	26	0,6	Япономорский ПР
<i>P. zosterifolia</i> + <i>S. cariosus</i>	15	0,6	Берингоморский ПР
Сообщество <i>Semibalanus cariosus</i>			
Группировки			
<i>S. cariosus</i> + <i>E. confervoides</i>	56	1,4	Южно-Курильский ПР
<i>S. cariosus</i> + <i>E. confervoides</i>	14	0,7	Берингоморский ПР
Сообщество <i>Mytilus trossulus</i>			
Группировки			
<i>M. trossulus</i> + <i>B. improvisus</i>	71	3,4	Япономорский ПР
<i>M. trossulus</i> + <i>S. cariosus</i>	35	5,6	Южно-Курильское ТН
<i>M. trossulus</i> + <i>B. amphitrite</i>	51	2,0	Японское ТН
Сообщество <i>Balanus amphitrite</i>			
Группировки			
<i>B. amphitrite</i> + <i>B. improvisus</i>	35	1,4	Японское ТН
<i>B. amphitrite</i> + <i>B. reticulatus</i>	17	0,9	Вьетнамское ТН
Сообщество <i>Balanus improvisus</i>			
Группировки			
<i>B. improvisus</i> + <i>B. trigonus</i>	25	0,7	Японское ТН
<i>B. improvisus</i> + <i>L. anatifera</i>	21	0,5	Канадское ТН

Таблица 7

**Типы осмотренных судов прибрежного плавания  
и их основные технические характеристики\***

Тип	Наименование	Длина наибольшая , м	Осадка средняя, м	Скорость номинальная, узлы	Кол-во осмотренных судов
ДД	Буксирный катер китайской постройки	14,3	1,4	9,0	18
МБ	Морской буксир типа «Атлант»	29,2	3,3	11,4	2
ННБ-500	Нефтеналивная несамоходная баржа	43,3	2,8	4,5	2
РК	Рейдовый катер	20,9	1,6	9,5	4
ТХС-300	Транспортное холодильное судно	38,5	2,9	9,0	6
ПС	Плашкоут сухогрузный	25,0	1,5	6,0	10
МРС-150	Малый рыболовный сейнер	18,0	2,0	9,5	1
БМГ-500	Баржа самоходная	47,5	2,4	8,5	1
ПК	Пассажирский катер типа «Находкинский рабочий»	38,0	2,5	12,7	3
МБ (б)	Морской буксир большой	45,4	4,5	11	3
ВМБ	Мотобот	10,0	0,7	8,0	1
Бот	«Кавасаки»	12,0	1,0	8,0	1
ВТ	Водоналивной танкер	68,5	4,5	8,0	1
ХС	Химзащитная станция	64,0	3,0	6,0	1
МБ (с)	Морской буксир средний, тип «Садко»	34,8	3,4	12,0	1
КТ	Катамаран типа «Диомид»	12,9	1,1	6,0	3
Паром	Пассажирское судно	39,1	2,5	9,0	1
СПВ	Сборщик льяльных вод	28,5	2,8	8,0	1
МБСС	Морская баржа сухогрузная самоходная	52,9	2,9	9,0	1
ТХ	Пассажирский теплоход	39,3	2,5	12,5	2
Танкер	Тип «Алтай»	106,1	6,5	14,0	1
Тоже	Тип «Вега»	40,1	3,4	9,0	1
-» -	Тип «Ухта»	83,6	4,6	13,0	1
-» -	Тип «Юбилейный»	60,0	4,5	10,0	3
-» -	Тип «Казбек»	145,0	8,5	10,0	2
-» -	Тип «Liberty»	134,6	8,4	10,0	2
БГК	Бот гидрографический	28,5	1,8	10,0	1
СРТМ 8-434	Средний рыболовный траулер морозильный типа «Маяк»	54,0	3	11,5	3

Окончание табл. 7

Тип	Наименование	Длина наибольшая , м	Осадка средняя, м	Скорость номинальная, узлы	Кол-во осмотренных судов
-----	--------------	----------------------------	-------------------------	----------------------------------	--------------------------------

\* В таблицу не включены суда дальнего плавания, осмотренные после преддоковых стоянок для изучения успешности оброста.

СРТ	Средний рыболовный траулер типа «Бологое»	39,1	3,1	10,0	1
СП	Сухогрузный полутис, типа «Алатырь»	46,4	3,2	9,5	1
ЛК	Лодчанский катер	20,2	1,6	10,5	2
РБТ-300	Рабочий бот	14,1	1,4	9,2	3
ПСК	Пассажирский катер китайской постройки	26,9	1,9	11,0	12
ХБГ	Бот частный	10,0	1,0	8,0	1
ПК	Плавкран	38,5	1,7	6,0	4
ПГ	Понтон гидрографический	8,0	0,5	-	2
КЖ	Морской стальной буксирный катер типа «Зарница»	17,6	1,4	9,0	39
СБ	Самоходная баржа типа «Восток»	16,2	0,9	7,7	1
РСП	Рейдовый сухогрузный плашкоут	35,7	1,7	8,5	5
МРС-225	Малый рыболовный сейнер типа 225	23,7	1,9	11,0	9
СРП	Самоходный рейдовый плашкоут	35,7	1,7	8,5	5
МБ (м)	Морской буксир типа «Ермак»	21,5	2,0	10,5	13
МРС-80	Малый рыболовный сейнер типа РБ-80	17,5	1,3	8,0	4
ВСК	Военно-служебный корабль постройки США	52,0	2,7	10,0	1
ВНБ-500	Водоналивная несамоходная баржа	42,6	2,5	4,0	1
СБ	Сухогрузная баржа несамоходная	45,0	2,5	4,0	1
СБС	Сухогрузная баржа самоходная	18,5	1,5	8,0	3
ПЖК	Пожарный катер пр-кт 364	34,4	1,8	15,8	1
ЗС	Земснаряд	51,0	3,4	-	1
ПМ	Плавмастерская	25,0	1,5	-	2
РС-300	Рыболовный сейнер	33,4	2,6	9,0	7
БМРТ	Большой морозильный рыболовный траулер	84,7	5,5	13	1
СЧС-150	Рыболовный сейнер	25,2	2,4	11,0	1
СРТР	Рыболовный траулер типа «Бологое»	43,6	2,9	10,4	1
ЗШ	Зверобойная шхуна	28,5	2,8	10,0	6
ПД	Плавдок	150,0	8,0	-	1



Таблица 8

**Основные характеристики сообществ обростания судов, \*  
базирующихся в портах побережья Приморья и Сахалина**

Порт	Сообщество и группировка	Кол-во видов	Биомасса, г/м <sup>2</sup>		Степень обростания	Потери скорости, узлы
			Средняя	Максимальная		
Невельск	Laminariacea + Cylophophyta	21	908	3800	Умеренная	0,5–1
Холмск	То же	24	697	7709	То же	–
Неводское	-» -	26	1100	4984	-» -	1–1,5
Тельновский	-» -	10	318	1838	-» -	0,5
Углегорск	<i>E. linza</i>	9	478	1386	Слабая	0,3
Москальво	<i>E. prolifera</i> + <i>B. crenatus</i>	15	57	308	То же	–
Набиль	То же	21	34	132	-» -	–
Стародубское	<i>U. fenestrata</i> + <i>P. litoralis</i>	14	210	564	-» -	0,3
Поронайск-Владимирово	<i>C. dalli</i>	26	130	1401	Умеренная	1–1,5
Александровск	То же	30	149	1333	То же	–
Корсаков	<i>B. crenatus</i>	52	782	16 730	Сильная	2,2–3
Новиково	То же	20	212	553	Умеренная	1,5–2
Лазарев	<i>C. dalli</i>	9	18	53	Слабая	0,3
Де-Кастри	То же	15	886	4297	Умеренная	1–1,5
Ванино	<i>B. crenatus</i>	23	778	1825	То же	–
Советская Гавань	Algae + <i>B. crenatus</i>	19	178	314	Слабая	0,3–0,5
Пластун	<i>O. longissima</i> + Algae	27	907	2908	Умеренная	0,3
Рудная Пристань	То же	25	209	1170	То же	–
Ольга	-» -	15	508	2016	-» -	–
Валентин	-» -	28	1092	6382	-» -	0,5
Преображение	<i>O. longissima</i> + <i>M. trossulus</i> + Algae	26	826	2588	-» -	–
Владивосток (б. Золотой Рог)	<i>H. elegans</i>	32	2496	7100	Сильная	2–2,5
Владивосток–Находка (1 навигация)	<i>B. crenatus</i>	36	2053	16 069	То же	–
Владивосток–Находка (2 навигации)	<i>M. trossulus</i>	60	8412	57 040	-» -	3,5–4
Владивосток–Посьет	<i>C. gigas</i>	33	2313	13 319	-» -	3,3–3,5
Посьет–Зарубино	<i>O. longissima</i> + <i>M. trossulus</i> + Algae	41	506	3675	Умеренная	0,5
Владивосток–Ванино (1 навигация)	<i>B. crenatus</i>	33	657	3080	Сильная	2
Владивосток–Ванино (2 навигации)	<i>M. trossulus</i>	37	5104	56 054	То же	3,5–4

Таблицы 9–44

\* В таблицу не включены суда на приколе и малого срока эксплуатации. Данные по потерям скорости взяты из судовых журналов.

**Состав и количественные показатели основных сообществ и группировок обрастания судов  
прибрежного плавания в районе Приморья и Сахалина**

Таблица 9

**Группировка *Laminaria japonica* + Chlorophyceae (п. Невельск)**

Таксон	Группа	В, г/м <sup>2</sup>	А, экз/м <sup>2</sup>	В, %	Р, %	$\sqrt{P \times B}$
<b>Растения</b>						
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	429	-	47,4	40	131
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	223	-	24,6	60	115
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	227	-	25	24	74
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	21	-	2,3	60	35
<i>Acrosiphonia duriuscula</i>	Ch	0,4	-	+	8	2
<i>Ecocarpus confervoides</i>	Ph	+	-	+	8	1
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	+	-	+	+	+
<b>Животные</b>						
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	3	-	0,4	64	14
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	1	-	0,1	32	6
<i>Gnorimosphaeroma nobkei</i>	Is	1	180	0,1	36	5
<i>Corophium bomeli</i>	Am	+	404	+	+	+
<i>Circeis spirillum</i>	Po	+	716	+	+	+
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	+	20	+	+	+
<i>Dynamenella fraudatrix</i>	Is	+	52	+	+	+
<i>Parallorchestes ochotensis</i>	Am	+	28	+	+	+
<i>Nereis pelagica</i>	Po	+	8	+	+	+
<i>N. zonata</i>	Po	+	8	+	+	+
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	+	8	+	+	+
<i>Lacuna minor</i>	Ga	+	4	+	+	+
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	+	12	+	+	+
<i>Tubularia larynx</i>	Hu	+	-	+	+	+
<i>Gonothyrea loveni</i>	Hu	+	-	+	+	+

Примечание. Здесь и в табл. 10–44 приняты следующие сокращения систематических групп: Ch – зеленые водоросли (Chlorophyta), Ph – бурые водоросли (Phaeophyta), Rh – красные водоросли (Rhodophyta), Hu – гидроиды (Hydrozoa), Ac – актинии (Actiniaria), Po – многощетинковые черви (Polychaeta), Ne – немертины (Nemertina), Ci – усоные раки (Cirripedia), Pa – многоколенчатые (Pantopoda), Is – равноногие раки (Isopoda), Am – разноногие раки (Amphipoda), Ga – брюхоногие моллюски (Gastropoda), Nu – голожаберные моллюски (Nudibranchia), Bi – двустворчатые моллюски (Bivalvia), Br – мшанки (Bryozoa), Ec – иглокожие (Echinodermata), As – асцидии (Ascidiacea).

Знаком (+) обозначены количественно не учтенные виды; знаком (-) – отсутствие вида. Цифры, обозначающие средние биомассу и индексы плотности, округлены. В головках колонок приняты следующие обозначения: В – средняя биомасса, А – средняя плотность поселения, В, % – доля от общей биомассы; Р – частота встречаемости;  $\sqrt{P \times B}$  – индекс плотности.

Таблица 10

**Группировка *Laminaria japonica* + Chlorophyceae (п. Холмск)**

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	604	-	86,8	47	168
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	62	-	6,6	83	62
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	23	-	3	33	27
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	1,7	-	0,2	7	3
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	0,1	-	+	10	1
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	+	-	+	+	+
Животные						
<i>Obelia longissima</i>	Hu	17	-	2,5	57	31
<i>Polydora limicola</i>	Po	2,4	1677	0,3	47	11
<i>Nereis zonata</i>	Po	0,3	43	0,1	27	3
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	0,4	-	0,1	23	3
<i>Anisogammarus pugettensis</i>	Am	0,4	33	0,1	7	2
<i>Amphithoe japonica</i>	Am	+	10	+	10	1
<i>Nereis pelagica</i>	Po	+	7	+	7	1
<i>Parallorchestes ochotensis</i>	Am	+	3	+	3	+
<i>Littorina kurila</i>	Ga	+	7	+	3	+
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	+	10	+	3	+
<i>Nereis sp.</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Typosyllis sp.</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Dynamenella fraudatrix</i>	Is	+	-	+	+	+
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Allorchestes malleolis</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Jassa pulchella</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Lacuna minor</i>	Ga	+	-	+	+	+
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	+	-	+	+	+

Таблица 11

Группировка *Laminaria cichorioides* + Chlorophyceae (п. Неводское)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	694	-	63	64	211
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	123	-	11	64	89
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	154	-	14	50	88
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	30	-	2,7	86	51
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	59	-	5,4	28	41
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	18	-	1,6	7	11
<i>Petalonia fasciata</i>	Ph	1	-	0,1	21	5
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	0,5	-	0,1	29	4
<i>Escarpus confervoides</i>	Ph	0,1	-	+	14	1
Животные						
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	10	-	0,9	36	19
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	2	143	0,1	71	12

Окончание табл. 11

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Pontogeneia melanophthalma</i>	Am	2	1893	0,1	71	12
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br 3	3	-	0,3	36	10

<i>Parallorchestes ochotensis</i>	Am	1	278	0,1	57	7
<i>Idæa ochotensis</i>	Is	2	7	0,1	7	4
<i>Nereis zonata</i>	Po	0,2	28	+	14	2
<i>Corophium bomeli</i>	Am	0,1	43	+	21	1
<i>Jasa pulchella</i>	Am	0,1	21	+	14	1
<i>Gnorimosphaeroma noblei</i>	Is	0,1	14	+	14	1
<i>Stenothoides bassarginensis</i>	Am	0,1	21	+	74	1
<i>Circeis spirillum</i>	Po	+	36	+	21	1
<i>Anŕogammarus pugettensis</i>	Am	+	14	+	7	1
<i>Nereis</i> sp.	Po	+	21	+	14	1
<i>Typosyllis</i> sp.	Po	+	21	+	7	+
<i>Obelia longissima</i>	Hy	+	-	+	+	+
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	+	-	+	+	+
<i>Gonothyrea loveni</i>	Hy	+	-	+	+	+

Таблица 12

Группировка *Laminaria cichorioides* + *Chlorophyceae* (п. Тельновский)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	285	-	89	59	130
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	23	-	7,3	50	34
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	4	-	1,1	34	12
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	4	-	1,3	22	9
Животные						
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	0,6	47	0,2	28	4
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	0,5	34	0,2	25	3
<i>Jasa pulchella</i>	Am	0,1	59	+	28	2
<i>Corophium bomeli</i>	Am	0,1	131	+	19	1
<i>Obelia longissima</i>	Hy	0,1	-	+	15	1
<i>Tegeŕla aquilinostris</i>	Br	+	-	+	+	+

Таблица 13

Сообщество *Enteromorpha linza* + *Ulva fenestrata* (п. Углегорск)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	259	-	54	78	142
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	156	-	32	86	115
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	60	-	12,6	100	77
<i>Porphyra japonica</i>	Rh	3	-	0,7	7	4
<i>Escarpus confervoides</i>	Ph	0,1	-	+	7	1

Окончание табл. 13

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Животные						
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	0,2	21	+	21	2
<i>Littorina kurila</i>	Ga	0,5	14	+	7	2
<i>Gnorimosphaeroma noblei</i>	Is	0,1	14	+	7	1

<i>Colella</i> sp.	Ga	+	-	+	+	+
--------------------	----	---	---	---	---	---

Таблица 14

Сообщество *Eteromorpha prolifera* + *Balanus crenatus* (п. Москальво)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Eteromorpha prolifera</i>	Ch	33	-	56	61	45
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	3	-	4,7	22	8
<i>Eteromorpha alhneriana</i>	Ch	1,6	-	3	9	4
<i>Ecycarpus confervoides</i>	Ph	1	-	1,4	13	4
<i>Ecycarpus</i> sp.	Ph	0,5	-	0,8	17	3
<i>Blidingia minima</i>	Ch	1	-	1,5	4	2
<i>Ceramium cimbricum</i>	Rh	+	-	+	4	+
<i>Eteromorpha</i> sp.	Ch	+	-	+	+	+
<i>Polysiphonia urceolata</i>	Rh	+	-	+	+	+
Животные						
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	17	2535	29	65	33
<i>Membranipora</i> sp.	Br	1,6	-	3	26	6
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	0,1	3300	0,1	65	2
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	+	65	0,1	17	1
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	+	17	0,1	22	1
<i>Obelia longissima</i>	Hu	+	-	+	+	+
<i>Gnorimosphaeroma noblei</i>	Is	+	-	+	+	+

Таблица 15

Сообщество *Eteromorpha prolifera* + *Balanus crenatus* (п. Набиль)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Eteromorpha prolifera</i>	Ch	24	-	72	51	35
<i>Ecycarpus confervoides</i>	Ph	2,5	-	7,5	18	7
<i>Eteromorpha alhneriana</i>	Ch	1,8	-	5,3	21	6
<i>Urosora penicilliformis</i>	Ch	1	-	2,7	6	2
<i>Ulotrix implexa</i>	Ch	0,3	-	0,9	18	1
<i>Urosora worskjoldii</i>	Ch	+	-	0,1	6	+
<i>Eteromorpha clathrata</i>	Ch	+	-	+	+	+
<i>Caprosiphon groenlandicus</i>	Ch	+	-	+	+	+

Окончание табл. 15

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Climacosorus pacificus</i>	Ph	+	-	+	+	+
<i>Ceramium cimbricum</i>	Rh	+	-	+	+	+
Животные						
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	2,3	1088	7	51	11
<i>Obelia longissima</i>	Hu	1	-	3	39	6
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	0,1	7757	0,4	57	2

<i>Calliopus laeviusculus</i>	Am	0,2	100	0,5	30	2
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	0,1	121	0,3	30	2
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	+	15	0,1	12	1
<i>Jassa pulchella</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Ischyrocercus rhodomelae</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Anisogammarus pugettensis</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Panacalliopiella littoralis</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Gnorimosphaeroma noblei</i>	Is	+	-	+	+	+

Таблица 16

Группировка *Enteromorpha prolifera* + *Ectocarpus confervoides* (поры Поронайск-Взморье)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Enteromorpha prolifera</i>	Ch	5,5	-	28	21	11
<i>Ectocarpus confervoides</i>	Ph	3	-	16	21	8
<i>Enteromorpha almeriana</i>	Ch	7	-	37	7	7
<i>E. linza</i>	Ch	1	-	4	14	4
<i>Enteromorpha sp.</i>	Ch	2	-	12	7	4
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	0,5	-	3	14	3
<i>Blidingia minima</i>	Ch	0,3	-	1	21	2
<i>Ulotrix pseudoflaccida</i>	Ch	0,5	-	3	7	2
Животные						
<i>Obelia longissima</i>	Hu	+	-	+	28	1
<i>Jassa pulchella</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Littorina kuriki</i>	Ga	+	-	+	+	+

Таблица 17

Сообщество *Ulva fenestrata* + *Pykiella littoralis* (п. Стародубское)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	121	-	57,7	79	98
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	28	-	13,3	89	50
<i>Enteromorpha prolifera</i>	Ch	23	-	11	89	45
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	24	-	11	16	19
<i>Petlonia fasciata</i>	Ph	2,5	-	1,2	16	6

Окончание табл. 17

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Porphyra ochotensis</i>	Rh	2,5	-	1,2	10	5
Животные						
<i>Pontogeneia melanophthalma</i>	Am	5	1753	2,3	84	20
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	0,3	25	0,1	21	6
<i>Calliopus laeviusculus</i>	Am	0,1	10	+	10	1
<i>Pleustes cataphractus</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Anisogammarus pugettensis</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Jassa pulchella</i>	Am	+	-	+	+	+

<i>Membranipora</i> sp.	Br	+	-	+	+	+
-------------------------	----	---	---	---	---	---

Таблица 18

Сообщество *Chthamalus dalli* (п. Александровск)

Таксон	Группа	В, г/м <sup>2</sup>	А, экз/м <sup>2</sup>	В, %	Р, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Pykaiella littoralis</i>	Ph	28	-	18,5	50	37
<i>Ulvaria splendens</i>	Ch	17,5	-	11,7	47	29
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	18	-	12	21	19
<i>Petalonia fasciata</i>	Ph	13	-	8,8	11	12
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	3	-	2	35	100
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	4,7	-	3	12	7
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	0,3	-	+	3	+
Животные						
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	63	6598	42	94	77
<i>Obelia longissima</i>	Hu	1,6	-	1	45	84
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	0,1	221	0,1	26	1
<i>Calliopiopsis laeviusculus</i>	Am	0,1	17	+	14	1
<i>Jefferysia violacea</i>	Ga	+	50	+	21	1
<i>Jassa pulchella</i>	Am	+	9	+	8	+
<i>Gnathosphaeroma noblei</i>	Is	+	12	+	10	+
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	+	3	+	1	+
<i>Anisogammarus pugettensis</i>	Am	+	7	+	6	+
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	+	6	+	6	+
<i>Littorina kurila</i>	Ga	+	3	+	3	+
<i>Dynamenella fraudatrix</i>	Is	+	-	+	+	+
<i>Tubularia larynx</i>	Hu	+	-	+	+	+
<i>Nereis zonata</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Atylus collingi</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Metopelloides barnardi</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Allorchestes malleolis</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Pleustes cataphractus</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Corophium bonelli</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>C. steinegeri</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Lacuna minor</i>	Ga	+	-	+	+	+

Таблица 19

Сообщество *Chthamalus dalli* (порты Поронайск-Владимирово)

Таксон	Группа	В, г/м <sup>2</sup>	А, экз/м <sup>2</sup>	В, %	Р, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Enteromorpha prolifera</i>	Ch	18	-	14,3	43	28
<i>E. almeriana</i>	Ch	10	-	13	17	13
<i>Pykaiella littoralis</i>	Ph	1,5	-	1,1	20	5,5
<i>Enteromorpha</i> sp.	Ch	0,8	-	0,6	17	4
<i>Ectocarpus confervoides</i>	Ph	0,8	-	0,6	20	4
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	0,6	-	0,5	6	2
<i>Goniotrichum alsidii</i>	Rh	0,3	-	0,2	14	2
<i>Ectocarpus</i> sp.	Ph	0,6	-	0,5	8	2

<i>Acrosiphonia arta</i>	Ch	0,3	-	0,2	3	1
<i>Ultrix pseudoflacca</i>	Ch	0,1	-	0,1	8	1
<i>Urospora penicilliformis</i>	Ch	0,1	-	0,1	3	+
<i>Blidingia minima</i>	Ch	+	-	+	+	+
<i>Ultrix implexa</i>	Ch	+	-	+	+	+
<i>Ectocarpus seliculosus</i>	Ph	+	-	+	+	+
<i>Capsosiphon groenlandicus</i>	Ch	+	-	+	+	+
<i>Kornmannia zostericola</i>	Ch	+	-	+	+	+
<i>Neoptilota asplenioides</i>	Rh	+	-	+	+	+
Животные						
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	95	13540	73,4	63	77
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	0,2	48	0,2	8	1
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	+	20	+	11	1
<i>Membranipora sp.</i>	Bv	+	-	+	11	1
<i>Obelia longissima</i>	Hu	+	-	-	+	+
<i>Nereis pelagica</i>	Po	+	-	-	+	+
<i>Jassa pulchella</i>	Am	+	-	-	+	+
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	+	-	-	+	+
<i>Littorina kurila</i>	Ga	+	-	-	+	+

Таблица 20

Сообщество *Chthamalus dalli* (п. Лазарев)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	3,4	-	19	57	14
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	2	-	10,7	23	7
<i>Ultrix flacca</i>	Ch	1,8	-	10	43	5
<i>Ectocarpus confervoides</i>	Ph	0,1	-	0,6	13	1
Животные						
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	10,4	4010	57	93	31
<i>Dynamenella fraudatrix</i>	Is	0,4	120	2	40	4
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	0,1	20	0,3	17	1
<i>Atylus collingi</i>	Am	+	23	0,1	13	+
<i>Insecta gen. sp.</i>	In	+	-	+	+	+

Таблица 21

Сообщество *Chthamalus dalli* (п. Де-Кастри)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Ultrix flacca</i>	Ch	19	-	2	70	36
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	7	-	0,8	27	14
<i>Acrosiphonia duriuscula</i>	Ch	5	-	0,6	40	14
<i>Ectocarpus confervoides</i>	Ph	1	-	0,1	23	5
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	1	-	0,1	17	4
Животные						
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	839	7633	95	100	290
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	12	113	1,3	50	24



<i>Obelia longissima</i>	Hy	2	-	0,2	43	9
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	0,3	57	+	40	3
<i>Circeis spirillum</i>	Po	0,1	27	+	10	1
<i>Comphium</i> sp.	Am	+	23	+	23	1
<i>Nereis zonata</i>	Po	+	7	+	7	+
<i>Jassa pulchella</i>	Am	+	13	+	13	+
<i>Crassostrea gigas</i>	Bi	+	-	+	+	+
<i>Nemertina</i> gen sp.	Ne	+	-	+	+	+

Таблица 22

Сообщество *Balanus crenatus* (п. Корсаков)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Pykniella littoralis</i>	Ph	18	-	2,2	48	29
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	13	-	1,7	42	23
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	80	-	10,2	6	22
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	9	-	1,1	38	18
<i>Enterocarpus confervoides</i>	Ph	4	-	0,6	11	7
<i>Petalonia fasci</i>	Ph	1,5	-	0,2	17	5
<i>Palmaria stenogona</i>	Rh	0,5	-	0,1	4	1
<i>Ulvaria splendens</i>	Ch	0,5	-	0,1	2	1
<i>Gloiopeltis furcata</i>	Ph	+	-	+	2	+
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	+	-	+	2	+
Животные						
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	541	7457	69	81	209
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	58	5385	7,4	77	67
<i>Obelia longissima</i>	Hy	39	-	5	40	39
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	4	-	0,6	25	10
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	7	-	0,9	13	9
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	0,6	550	0,1	45	5
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	2	10	0,3	8	4
<i>Tubularia larynx</i>	Hy	3	-	0,4	4	3

Окончание табл. 22

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Aublitis</i> sp.	Po	0,4	254	+	23	3
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	0,2	4	+	4	1
<i>Cnidopus japonica</i>	Ac	0,3	2	+	2	1
<i>Littorina kurila</i>	Ga	0,1	42	+	6	1
<i>Nereis</i> sp.	Po	0,1	69	+	10	1
<i>Polydora limicola</i>	Po	+	127	+	17	1
<i>Tegella</i> sp.	Br	+	-	+	2	1
<i>Lepidonotus squamotus</i>	Po	+	15	+	6	1
<i>Typosyllis</i> sp.	Po	0,1	17	+	4	+
<i>Stenothoides bassarginensis</i>	Am	0,1	44	+	2	+
<i>Jeffreysina violacea</i>	Ga	+	90	+	19	+
<i>Dynoides dentisinus</i>	Is	+	2	+	2	+

<i>Jassa pulchella</i>	Am	+	15	+	6	+
<i>Campanularia volubilis</i>	Hy	+	-	+	2	+
<i>Capitella capitata</i>	Po	+	11	+	4	+
<i>Nudibranchia</i>	Nu	+	4	+	2	+
<i>Lacuna minor</i>	Ga	+	10	+	6	+
<i>Circeis spirillum</i>	Po	+	6	+	4	+
<i>Nereis zonata</i>	Po	+	2	+	2	+
<i>Spinulogammarus ochotkensis</i>	Am	+	2	+	2	+
<i>Lecytorincus hilgendorfi</i>	Pa	+	10	+	2	+
<i>Epheria turrita</i>	Ga	+	10	+	2	+
<i>Lacuna reflexa</i>	Ga	+	2	+	2	+
<i>Gonotyrea loveni</i>	Hy	+	-	+	+	+
<i>Bougainvillia ramosa</i>	Hy	+	-	+	+	+
<i>Calycella syringa</i>	Hy	+	-	+	+	+
<i>Hamathoe imbricata</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Eukalia viridis</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Anatides</i> sp.	Po	+	-	+	+	+
Polynoidae gen. sp.	Po	+	-	+	+	+
<i>Pseudopotamilla ocellata</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Solidobalanus hesperius</i>	Ci	+	-	+	+	+
<i>Dynomenella fraudatrix</i>	Is	+	-	+	+	+
<i>Parapleustes</i> sp.	Am	+	-	+	+	+

Таблица 23

Сообщество *Balanus crenatus* (п.Новиково)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	57	-	27	77	66
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	18	-	5,5	54	31
<i>Petlonia fasci</i>	Ph	11	-	5	38	20
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	8	-	3	43	18

Окончание табл. 23

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Животные						
<i>Ectocarpus confervoides</i>	Ph	6,4	-	3	33	14
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	3	-	1,6	8	5
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	0,3	-	0,1	2	1
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	0,2	-	0,1	2	1
<i>Palmaria stenogona</i>	Rh	+	-	+	2	+
Животные						
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	98	6741	46,4	82	90
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	6,6	2990	3,1	51	18
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	4	-	1,8	36	12
<i>Obelia longissima</i>	Hy	4	-	1,7	33	11
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	0,3	602	0,1	72	5
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	0,4	-	0,2	8	2
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	0,1	38	+	5	1
<i>Jassa pulchella</i>	Am	+	10	+	5	+

Таблица 24

Сообщество *Balanus crenatus* (п. Ванино)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	342	-	44	18	76
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	34	-	4,4	57	44
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	28	-	3,6	50	37
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	1	-	0,2	11	3
<i>Enteromorpha confervoides</i>	Ph	1	-	0,1	4	2
<i>Chorda filum</i>	Ph	0,3	-	+	4	1
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	0,1	-	+	7	1
Животные						
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	332	3746	43	68	150
<i>Obelia longissima</i>	Hu	37	-	4,7	68	50
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	1	553	0,1	75	9
<i>Nereis zonata</i>	Po	0,1	28	+	14	1
<i>Corophium</i> sp.	Am	+	32	+	25	1
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	0,1	75	+	11	1
<i>Pontogeneia intermedia</i>	Am	+	21	+	14	1
<i>Obelia</i> sp.	Hu	0,1	-	+	7	1
<i>Circeis spirillum</i>	Po	0,1	-	+	4	+
<i>Aublitis</i> sp.	Po	+	28	+	11	+
<i>Nudibranchia</i> gen. sp.	Nu	+	-	+	+	+
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Conopeum seurati</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Tegella aquilirostris</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Bowerbankia</i> sp.	Br	+	-	+	+	+

Таблица 25

Группировка Algae + *Balanus crenatus* (п. Советская Гавань)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	69	-	38	51	59
<i>Enteromorpha confervoides</i>	Ph	59	-	33	58	58
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	5,4	-	3	10	7
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	2,4	-	1,3	16	6
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	3,5	-	2	6	4
Животные						
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	22	545	12	48	32
<i>Tegella aquilirostris</i>	Br	5	-	2,6	51	16
<i>Cauloramphus spiniferum</i>	Br	5	-	2,5	48	15
<i>Obelia longissima</i>	Hu	4,6	-	2,6	39	13
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	2,4	-	1,3	13	5
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	0,2	555	0,1	77	4
<i>Jeffreysina violacea</i>	Ga	0,1	329	+	51	2
<i>Circeis spirillum</i>	Po	0,1	42	+	13	1

<i>Microporella ciliata</i>	Br	+	-	+	10	+
<i>Polydora limicola</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Aublitis</i> sp.	Po	+	-	+	+	+
<i>Pontogeneia intermedia</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Corophium</i> sp.	Am	+	-	+	+	+
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	+	-	+	+	+

Таблица 26

Сообщество *Balanus crenatus* (зал. Петра Великого)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	34	-	1,7	54	43
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	28	-	1,4	46	36
<i>Enteromorpha confervoides</i>	Ph	8	-	0,4	22	13
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	7	-	0,3	5	6
<i>Ulvaria splendens</i>	Ch	2	-	0,1	5	3
<i>Petalonia fasci</i>	Ph	+	-	-	-	-
<i>Polysiphonia japonica</i>	Rh	+	-	-	-	-
Животные						
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	1384	14049	67	86	345
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	515	22569	25	89	214
<i>Obelia longissima</i>	Hu	25	-	1,2	70	42
<i>Polydora limicola</i>	Po	15	-	0,7	37	24
<i>Balanus improvisus</i>	Ci	13	224	0,6	41	23
<i>Hydroides ezøensis</i>	Po	11	-	0,5	19	14
<i>Tubularia larynx</i>	Hu	3,4	-	0,2	2	8

Окончание табл. 26

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Balanus amphirite</i>	Ci	4	16	0,2	5	4
<i>Jassa pulchella</i>	Am	0,5	179	+	29	4
<i>Nereis pelagica</i>	Po	0,4	79	+	17	3
<i>Conopeum seurati</i>	Br	0,4	-	+	19	3
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Br	0,3	-	+	21	2
<i>Bugula californica</i>	Br	0,8	-	+	4	2
<i>Bowgainvillia ramosa</i>	Hu	0,4	-	+	2	1
<i>Dexiospira alveolata</i>	Po	0,1	45	+	7	1
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	0,1	19	+	4	1
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	0,1	2	+	2	1
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	+	15	+	9	+
<i>Corophium</i> sp.	Am	+	16	+	10	+
<i>Tricellaria occidentalis</i>	Br	+	-	+	2	+
<i>Typosyllis</i> sp.	Po	+	5	+	2	+
<i>Schizoporella unicornis</i>	Br	+	-	+	5	+
<i>Membraniporella aragoni</i>	Br	+	-	+	5	+
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	+	-	+	+	+
<i>Amphithoe japonica</i>	Am	+	-	+	+	+

<i>Caprella eximia</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Lecythorhyncus hilgendorfi</i>	Pa	+	-	+	+	+
<i>Cribrillina annulata</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Bowerbancia</i> sp.	Br	+	-	+	+	+

Таблица 27

Сообщество *Balanus crenatus* (маршрут портов Владивосток–Светлая–Ванино)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	61	-	9	53	57
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	12	-	2	19	15
<i>Enteromorpha confervoides</i>	Ph	8	-	1,2	13	10
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	10	-	1,4	8	9
<i>Petlonia fasci</i>	Ch	7	-	0,8	11	9
<i>Ulva flacca</i>	Ch	1	-	0,1	11	3
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	0,5	-	+	3	1
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	0,1	-	+	1	+
<i>Enteromorpha prolifera</i>	Ch	+	-	+	+	+
Животные						
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	443	3784	67,4	75	182
<i>B. improvisus</i>	Ci	32	652	5	44	37
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	56	935	8,5	17	31
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	15	1105	2,3	29	21
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	5	2011	0,7	49	16
<i>Obelia longissima</i>	Hу	4	-	0,6	49	14

Окончание табл. 27

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Hydroides ezöensis</i>	Po	3,4	-	0,5	13	7
<i>Conopeum seurati</i>	Br	0,8	-	0,1	33	5
<i>Jassa pulchella</i>	Am	0,4	165	0,1	33	4
<i>Stenothoides bassarginensis</i>	Am	0,1	43	+	7	3
<i>Neodexiospira alveolata</i>	Po	0,2	88	+	15	2
<i>Tegella aquilinostris</i>	Br	0,2	-	+	7	1
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	0,1	-	+	9	1
<i>Balanus amphitrite</i>	Ci	0,1	4	+	4	1
<i>Nereis pelagica</i>	Po	+	5	+	4	+
<i>Pontogeneia intermedia</i>	Am	+	3	+	1	+
<i>Amphithoe japonica</i>	Am	+	3	+	1	+
<i>Typosyllis</i> sp.	Po	+	-	+	+	+
<i>Lecythorhyncus hilgendorfi</i>	Pa	+	-	+	+	+
<i>Gnorimosphaeroma ovatum</i>	Is	+	-	+	+	+
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	+	-	+	+	+
<i>Corophium</i> sp.	Am	+	-	+	+	+
<i>Cribrillina annulata</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Tubularia larynx</i>	Hу	+	-	+	+	+

Таблица 28

Сообщество *Balanus crenatus* (маршрут п. Владивосток-б. Владимир)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Petalonia zosterifolia</i>	Ph	70	-	13,4	30	46
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	36	-	7	35	35
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	95	-	19	25	15
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	1	-	0,2	25	5
<i>Enteromorpha confervoides</i>	Ph	1	-	0,2	25	5
Животные						
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	249	1450	49,4	90	150
<i>Circeis spirillum</i>	Po	67	3080	13	45	55
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	29	4785	5,7	80	48
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	5	20	0,9	50	16
<i>Hydroides ezœnsis</i>	Po	10	-	2	25	16
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	6	9	1,2	30	13
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Br	3	-	0,6	55	13
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	2	-	0,4	35	8
<i>Balanus amphitrite</i>	Ci	12	15	2,5	5	8
<i>Crasostrea gigas</i>	Bi	1,5	75	0,3	20	5
<i>Balanus improvisus</i>	Ci	1,5	15	0,3	15	5
<i>Conopeum seurati</i>	Br	0,1	-	+	40	2
<i>Membraniporella aragoni</i>	Br	0,1	-	+	10	1
<i>Lacospira granulata</i>	Po	+	55	+	5	+

Окончание табл. 28

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Nereis pelagica</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Jasa pulchella</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Hydroporea perforata</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Schizoporella unicornis</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Tricellaria occidentalis</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Obelia longissima</i>	Hu	0,5	-	0,1	20	3
<i>Tegella aquilinostris</i>	Br	+	-	+	+	+

Таблица 29

Сообщество *Obelia longissima* + Алге (п. Пластун)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Ulotrix flacca</i>	Ch	47	-	5	32	39
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	141	-	15,6	8	33
<i>Pykiella littordis</i>	Ph	9	-	1	36	18
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	14	-	1,5	24	18
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	4,5	-	0,5	20	9

<i>Petlonia fasciá</i>	Ph	4	-	0,4	20	9
<i>Punctaria plantaginea</i>	Ph	8,4	-	0,9	4	6
<i>Scytosiphon</i> sp.	Ph	2,5	-	0,3	8	4
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	1,6	-	0,2	4	2
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	0,2	-	+	4	1
ЖИВОТНЫЕ						
<i>Obelia longissima</i>	Hу	669	-	73,8	92	248
<i>Calliopiус laeviusculus</i>	Am	2	2556	0,2	60	11
<i>Nudibranchia</i> gen. sp.	Nu	2	124	0,2	12	5
<i>Gnorimosphaeroma ovatum</i>	Is	0,4	388	0,1	52	4
<i>Pontogeneia melanophthalma</i>	Am	0,4	232	0,1	28	3
<i>Circeis spirillum</i>	Po	0,2	36	+	12	2
<i>Atylus collingi</i>	Am	0,4	20	0,1	8	2
<i>Jassa pulchella</i>	Am	0,1	68	+	24	1
<i>Nereis pelagica</i>	Po	0,3	48	+	4	1
<i>Idæa ochotensis</i>	Is	0,1	32	+	20	1
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	0,1	-	+	12	1
<i>Tegella aquilinostris</i>	Br	0,1	-	+	12	1
<i>Parallorchestes ochotensis</i>	Am	+	12	+	12	1
<i>Aublitis</i> sp.	Po	+	-	+	+	+
<i>Amphithoe japonica</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Anisogammarus pugettensis</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Membraniporella aragoni</i>	Br	+	-	+	+	+

Таблица 30

Сообщество *Obelia longissima* + Algae (п. Рудная Пристань)

Таксон	Группа	В, г/м <sup>2</sup>	А, экз/м <sup>2</sup>	В, %	Р, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Palmaria stenogona</i>	Rh	42	-	23	23	31
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	16	-	8,6	38	25
<i>Ecycarpus confervoides</i>	Ph	16	-	8,6	28	21
<i>Ulvaria splendens</i>	Ch	10	-	5,3	15	12
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	4	-	1,9	25	10
<i>Enkeromorpha linza</i>	Ch	2	-	1,2	33	8
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	14	-	7,4	5	8
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	4,5	-	2,3	5	5
<i>Ulotrix flacca</i>	Ch	0,1	-	0,1	25	2
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	Ph	0,2	-	0,1	2	1
ЖИВОТНЫЕ						
<i>Obelia longissima</i>	Hу	77	-	41	61	68
<i>Calliopiус laeviusculus</i>	Am	0,2	146	0,1	23	2
<i>Conopeum seurati</i>	Br	0,3	-	0,2	15	2
<i>Gnorimosphaeroma ovatum</i>	Is	0,1	54	0,1	28	2
<i>Idæa ochotensis</i>	Is	0,3	15	0,1	10	2
<i>Parallorchestes ochotensis</i>	Am	0,1	31	+	15	1
<i>Neodexiospira alveolata</i>	Po	0,1	33	+	20	1
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	0,1	-	0,1	5	1
<i>Jassa pulchella</i>	Am	+	15	+	13	+

<i>Amphithoe japonica</i>	Am	+	10	+	8	+
<i>Bugula pasifica nana</i>	Br	+	-	+	5	+

Таблица 31

Группировка *Pyliella littoralis* + *Obelia longissima* (п. Ольга)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Pyliella littoralis</i>	Ph	417	-	82,2	81	184
<i>Petalonia zosterifolia</i>	Ph	11	-	2,2	23	16
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	4	-	0,8	27	10
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	1	-	0,2	11	3
Животные						
<i>Obelia longissima</i>	Hy	71	-	14	84	77
<i>Amphithoe japonica</i>	Am	0,7	104	0,1	38	5
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	2	4	0,4	4	3
<i>Anisogammarus kygi</i>	Am	0,1	27	0,02	19	1
<i>Parallorchestes ochotensis</i>	Am	+	11	0,01	11	1
<i>Epheria turrita</i>	Ga	+	19	0,01	11	1
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	+	19	0,01	11	+
<i>Circeis spirillum</i>	Po	+	15	0,01	4	+
<i>Hydroides</i> sp.	Po	+	-	+	+	+
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Tegella aquilirostris</i>	Br	+	+	+	+	+

Таблица 32

Сообщество *Obelia longissima* + Algae (п. Валентин)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	168	-	15,4	78	114
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	308	-	28	18	74
<i>L. cichorioides</i>	Ph	119	-	11	18	46
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	18	-	1,7	56	32
<i>Petalonia fasciata</i>	Ph	20	-	1,8	11	15
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	54	-	5	4	15
<i>Chorda filum</i>	Ph	7	-	0,6	4	5
<i>Palmaria stenogona</i>	Rh	2	-	0,1	4	3
<i>Pyliella littoralis</i>	Ph	1	-	0,1	11	3
<i>Enteromorpha confervoides</i>	Ph	+	-	+	7	+
Животные						
<i>Obelia longissima</i>	Hy	356	-	32,6	70	157
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	26	-	2,4	63	40
<i>Nereis pelagica</i>	Po	4	144	0,4	52	14
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	5	278	0,5	30	12
<i>Dynamenella fraudatrix</i>	Is	1	255	0,1	63	8
<i>Jassa pulchella</i>	Am	1,6	155	0,1	26	6
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	0,5	226	0,1	44	5
<i>Circeis spirillum</i>	Po	0,2	74	+	26	2



<i>Parallorchestes ochotensis</i>	Am	0,3	59	+	11	2
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	0,2	-	+	11	2
<i>Amphithoe japonica</i>	Am	0,1	30	+	15	1
<i>Caprella cristibrachium</i>	Am	0,1	33	+	18	1
<i>Schizoporella unicornis</i>	Br	0,1	-	+	7	1
<i>Pontogeneia melanophthalma</i>	Am	+	11	+	7	+
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Cribrillina annulata</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Tegella aquiliostris</i>	Br	+	-	+	+	+

Таблица 33

Группировка *Obelia longissima* + *Mytilus trossulus* + Algae (п. Преображение)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Pykiella littordis</i>	Ph	197	-	23,9	74	120
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	121	-	14,7	74	94
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	101	-	12,3	58	76
<i>Ulvaria splendens</i>	Ch	4	-	0,4	16	8
<i>Palmaria stenogona</i>	Rh	12	-	1,5	6	8
<i>Polysiphonia morrowii</i>	Rh	+	-	+	6	+

Окончание табл. 33

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Животные						
<i>Obelia longissima</i>	Hu	180	-	22	93	129
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	164	4574	20	100	128
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	40	187	5	45	42
<i>Jassa pulchella</i>	Am	2,4	398	0,3	45	10
<i>Hydroides ezoensis</i>	Po	1	-	0,1	3	2
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	1	3	0,1	3	2
<i>Pontogeneia melanophthalma</i>	Am	+	6	+	22	1
<i>Circeis spirillum</i>	Po	0,1	32	+	6	1
<i>Dynamenella fraudatrix</i>	Is	+	13	+	13	1
<i>Typosyllis adamanteus kurilensis</i>	Po	+	29	+	10	1
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	+	3	+	3	+
<i>Corophium</i> sp.	Am	+	-	+	+	+
<i>Caprella danilevski</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Conopeum scurati</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Cribrillina annulata</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Cekeporella hidina</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Hyppoporina perforata</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Schizoporella unicornis</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Tegella aquiliostris</i>	Br	+	-	+	+	+

Таблица 34

Группировка *Obelia longissima* + *Mytilus trossulus* + Algae (порты Посьет, Зарубино)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	18	-	3,5	52	30
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	17	-	3,4	52	30
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	10	-	2	12	11
<i>Polysiphonia japonica</i>	Rh	1	-	0,2	3	3
<i>Petalonia fasciata</i>	Ph	0,5	-	0,1	6	2
<i>Porphyra yezøensis</i>	Rh	0,8	-	0,2	2	1
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	0,5	-	0,1	2	1
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	+	-	+	+	+
Животные						
<i>Obelia longissima</i>	Hu	344	-	68	92	178
<i>Crassostrea gigas</i>	Bi	52	264	9,9	18	22
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	12	88	2,4	34	20
<i>Cyrtodoce</i> sp.	Is	5	2584	1	38	14
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	4,7	22	0,9	14	8
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	1,4	-	0,3	30	6
<i>Hamothoe imbricata</i>	Po	1	60	0,2	20	4
<i>Hydroides ezøensis</i>	Po	4,6	-	0,9	4	4
<i>Amphithoe japonica</i>	Am	0,4	66	0,1	22	3

Окончание табл. 34

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Caprella mutica</i>	Am	0,3	84	0,1	22	2
<i>C. eximia</i>	Am	0,2	80	+	20	2
<i>Nereis zonata</i>	Po	0,2	26	+	12	1
<i>Polydora limicola</i>	Po	0,1	62	+	20	1
<i>Pontogeneia rostrata</i>	Am	0,1	22	+	10	+
<i>Schizoporella unicornis</i>	Br	0,1	-	+	6	+
<i>Dexiospira alveolata</i>	Po	+	18	+	6	+
<i>Typosyllis fasciata</i>	Po	+	34	+	10	+
<i>Alcyonidium</i> sp.	Br	+	-	+	4	+
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	+	14	+	4	+
<i>Mya arenaria</i>	Bi	+	6	+	4	+
<i>Tricellaria occidentalis</i>	Br	+	-	+	4	+
<i>Nereis pelagica</i>	Po	+	4	+	2	+
<i>Corophium</i> sp.	Am	+	8	+	2	+
<i>Caprella tsugarensis</i>	Am	+	4	+	2	+
<i>Membraniporella aragoni</i>	Br	+	-	+	4	+
<i>Epheria turrita</i>	Ca	+	16	+	2	+
<i>Nereis</i> sp.	Po	+	-	+	+	+
<i>Eumida sanguinea</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Typosyllis nipponica</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Auolitus</i> sp.	Po	+	-	+	+	+
<i>Eusyllis</i> sp.	Po	+	-	+	+	+
<i>Conopeum seurati</i>	Br	+	-	+	+	+

Таблица 35

Сообщество *Mytilus trossulus* (зал. Петра Великого, два и более сезонов эксплуатации)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	26	-	0,3	37	31
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	24	-	0,3	32	28
<i>Ulvaria splendens</i>	Ch	4	-	0,1	3	3
<i>Ulothrix flacca</i>	Ch	+	-	+	+	+
<i>Ectocarpus confervoides</i>	Ph	+	-	+	+	+
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	+	-	+	+	+
<i>L. cichorioides</i>	Ph	+	-	+	+	+
<i>Palmaria stenogona</i>	Rh	+	-	+	+	+
<i>Polysiphonia japonica</i>	Rh	+	-	+	+	+
Животные						
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	7309	28 389	86,3	96	838
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	639	2492	7,6	69	210
<i>B. improvisus</i>	Ci	180	1733	2,1	81	121
<i>Hydroides ezøensis</i>	Po	77	-	0,9	60	68
<i>B. amphitrite</i>	Ci	55	200	0,6	39	46
<i>Obelia longissima</i>	Hу	49	-	0,6	45	47

Окончание табл. 35

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	33	163	0,4	25	29
<i>Crassostrea gigas</i>	Bi	20	214	0,2	19	19
<i>Nereis pelagica</i>	Po	6	198	0,1	43	16
<i>Bowgainvillia ramosa</i>	Hу	8	-	0,1	25	14
<i>Tubularia larynx</i>	Hу	23	-	0,3	4	10
<i>Bugula californica</i>	Br	4	-	0,1	16	8
<i>Jassa pulchella</i>	Am	1	430	+	44	7
<i>Habsyda brevisetosa</i>	Po	3,3	80	+	10	6
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	3	273	+	7	4
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Br	0,5	-	+	20	3
<i>Emplectonema gracile</i>	Ne	0,3	-	+	15	2
<i>Lecytorhyncus hilgendorfi</i>	Pa	0,3	64	+	15	2
<i>Conopeum seurati</i>	Br	0,2	-	+	22	2
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	Po	0,5	6	+	5	2
<i>Corophium sp.</i>	Am	0,1	15	+	7	1
<i>Amphithoe japonica</i>	Am	0,1	2	+	4	1
<i>Hamathoe imbricata</i>	Po	0,1	4	+	2	+
<i>Polydora limicola</i>	Po	0,1	-	+	2	+
<i>Gnorimosphaeroma ovatum</i>	Is	0,1	15	+	1	+
<i>Nereis zonata</i>	Po	+	1	+	2	+
<i>Stenothoides bassarginensis</i>	Am	+	5	+	1	+
<i>Nereis vexillosa</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Nereis sp.</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Typosyllis adamanteus</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Neodexiospira alveolata</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Cirriiformia tentaculata</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Eumida sanguinea</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Hydroides elegans</i>	Po	+	-	+	+	+

<i>Balanus rostratus</i>	Ci	+	-	+	+	+
<i>Hobtelsen tuberculatus</i>	Is	+	-	+	+	+
<i>Dynamenella fraudatrix</i>	Is	+	-	+	+	+
<i>Cancer amphioetis</i>	De	+	-	+	+	+
<i>Pandalus kessleri</i>	De	+	-	+	+	+
<i>Alaba vladivostokensis</i>	Ga	+	-	+	+	+
<i>Thapsiela plicosa</i>	Ga	+	-	+	+	+
<i>Hiatella arctica</i>	Bi	+	-	+	+	+
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Schizoporella unicornis</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Tricellaria oscidentalis</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Electra tenella</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Bowbankia</i> sp.	Br	+	-	+	+	+
<i>Styela clava</i>	As	+	-	+	+	+
<i>Botryllus</i> sp.	As	+	-	+	+	+
<i>Asterias amurensis</i>	Ec	+	-	+	+	+
<i>Cnidopus japonica</i>	Ac	+	-	+	+	+

Таблица 36

**Сообщество *Mytilus trossulus* (маршрут портов Владивосток–Светлая–Ванино,  
два сезона эксплуатации)**

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	58	-	1,1	48	53
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	45	-	0,9	40	42
<i>Pykniella littoralis</i>	Ph	35	-	0,7	17	24
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	Ph	28	-	0,6	12	18
<i>Petalonia fascia</i>	Ph	11	-	0,2	18	14
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	3	-	0,1	15	7
<i>Acrosiphonia duriuscula</i>	Ch	5	-	0,1	10	7
<i>Petalonia zosterifolia</i>	Ph	4,5	-	0,1	8	6
<i>Chorda filum</i>	Ph	8	-	0,2	5	6
<i>Ulothrix flacca</i>	Ch	2	-	+	15	5
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	6,9	-	0,1	5	6
<i>Ectocarpus confervoides</i>	Ph	3	-	0,1	5	4
<i>Alaria marginata</i>	Ph	4	-	0,1	2	3
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	3	-	0,1	3	3
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	1	-	+	2	1
<i>Polysiphonia japonica</i>	Rh	0,1	-	+	2	+
Животные						
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	4359	3108	85,4	53	481
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	254	233	5	40	101
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	240	871	4,1	38	95
<i>Nereis pelagica</i>	Po	3	103	0,1	27	9
<i>Styela clava</i>	As	9	10	0,2	5	7
<i>Emplectonema gracile</i>	Ne	5	-	0,1	5	5

<i>Balanus improvisus</i>	Ci	1,7	47	+	7	3
<i>Jassa pulchella</i>	Am	0,4	122	+	30	3
<i>Polydora limicola</i>	Po	1	-	+	7	3
<i>Conopeum seurati</i>	Br	0,2	-	+	10	1
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	0,3	5	+	5	1
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	0,1	32	+	17	1
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	0,6	-	+	30	1
<i>Neodexiospira alveolata</i>	Po	0,1	43	+	5	1
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	0,1	-	+	3	1
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	0,1	5	+	3	1
<i>Corophium</i> sp.	Am	0,1	30	+	3	+
<i>Hydroides ezoensis</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Parallorchestes ochotensis</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Crassostrea gigas</i>	Bi	+	-	+	+	+

Таблица 37

Сообщество *Mytilus trossulus* (маршрут Владивосток–б. Владимир, два сезона эксплуатации)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Laminaria cichorioides</i>	Ph	963	-	11	25	155
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	435	-	5	50	147
<i>Cyathoseira crassipes</i>	Rh	170	-	2	8	37
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	3	-	+	67	14
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	2	-	+	42	9
<i>Polysiphonia morrowii</i>	Rh	0,5	-	+	8	2
Животные						
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	6646	3408	78	50	576
<i>Cryptosula zavjalovensis</i>	Br	82	-	1	83	82
<i>Obelia longissima</i>	Hu	55	-	0,6	83	67
<i>Trucellaria occidentalis</i>	Br	86	-	1	50	65
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	22	17	0,3	17	19
<i>Circeis spirillum</i>	Po	7,7	5308	0,1	41	18
<i>Pseudopotamilla ocellata</i>	Po	7	33	0,5	8	7
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	1	58	0,1	25	5
<i>Hiatella arctica</i>	Bi	1	17	0,1	8	3
<i>Hydroides ezoensis</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Naja consilliorum</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Parallorchestes ochotensis</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Anisogammarus kygi</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Tegella aquilinostris</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Schizoporella unicornis</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Cauloramphus spiniferum</i>	Br	+	-	+	+	+

Таблица 38

Сообщество *Mytilus trossulus* (маршрут портов Владивосток–Преображение, два сезона эксплуатации)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	134	-	11	80	134
<i>Costaria costata</i>	Ph	232	-	11,6	40	97
<i>Ulvaria splendens</i>	Ch	78	-	4	40	56
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	14	-	0,7	20	17
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	4	-	0,2	40	13
<i>Palmaria stenogona</i>	Rh	1	-	+	20	4
<i>Polysiphonia japonica</i>	Rh	+	-	+	+	+
Животные						
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	937	18000	47	100	306
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	227	1580	11,4	100	151
<i>Obelia longissima</i>	Hу	94	-	5	100	97
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	58	580	3	100	76
<i>Schizoporella unicornis</i>	Br	75	-	3,7	60	67

Окончание табл. 38

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Nereis pelagica</i>	Po	14	960	0,7	100	37
<i>Jassa pulchella</i>	Am	10	2040	0,5	100	32
<i>Tegea aquilirostris</i>	Br	14	-	0,7	60	29
<i>Balanus improvisus</i>	Ci	2	60	+	40	9
<i>Emplectonema gracile</i>	Ne	1	-	+	40	6
<i>Typosyllis adamanteus kurilensis</i>	Po	0,4	60	+	20	3
<i>Circeis spirillum</i>	Po	0,1	60	+	20	1
<i>Pseudopotamilla ocellata</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Parallorchestes ochotensis</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Caprella sp.</i>	Am	+	-	+	+	+

Таблица 39

**Группировка *Mytilus trossulus* + *Crassostrea gigas* (зал Петра Великого: зал Посыета, порты Большой Камень, Славянка; Амурский зал, п. Находка, два сезона эксплуатации)**

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	39	-	1,2	28	33
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	36	-	1,2	27	31
<i>Enteromorpha confervoides</i>	Ph	1	-	+	6	2
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	1	-	+	1	1
<i>Chorda filum</i>	Ph	+	-	+	+	+
<i>Polysiphonia japonica</i>	Rh	+	-	+	+	+
Животные						
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	2043	3889	64	71	381
<i>Crassostrea gigas</i>	Bi	849	2627	26,7	87	271
<i>Balanus improvisus</i>	Ci	104	657	3,3	74	86
<i>Balanus amphirite</i>	Ci	29	294	0,9	44	36
<i>Hydroides ezøensis</i>	Po	20	-	0,6	42	29
<i>Obelia longissima</i>	Hу	25	-	0,8	32	28
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	10	133	0,3	12	11
<i>Bugula californica</i>	Br	3	-	0,1	31	10

<i>Balanus crenatus</i>	Ci	3	122	0,1	23	8
<i>Conopeum seurati</i>	Br	2	-	0,1	31	8
<i>Nereis pelagica</i>	Po	2	70	0,1	21	7
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	7	307	0,2	6	6
<i>Styela clava</i>	As	4	41	0,1	8	6
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Br	1	-	+	18	4
<i>Jassa pulchella</i>	Am	0,3	111	+	28	3
<i>Cerophium</i> sp.	Am	0,6	130	+	14	3
<i>Typosyllis</i> sp.	Po	0,5	25	+	6	2
<i>Bowgainvillia ramosa</i>	Hy	1	-	+	2	1
<i>Boryllus tuberculatus</i>	As	1	-	+	2	1
<i>Pseudopotamilla ocellata</i>	Po	0,5	5	+	4	1
<i>Habsydna brevisetosa</i>	Po	0,1	23	+	4	1

Окончание табл. 39

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Neodexiospira alveolata</i>	Po	0,1	1	+	4	1
<i>Amphithoe japonica</i>	Am	+	-	+	4	+
<i>Electra tenella</i>	Br	+	-	+	5	+
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	+	-	+	2	+
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	+	-	+	1	+
<i>Cnidopus japonica</i>	Ac	+	-	+	+	+
<i>Hydroides elegans</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Paranthura japonica</i>	Is	+	-	+	+	+
<i>Caprella eximia</i>	Am	+	-	+	+	+
<i>Arca boucardi</i>	Bi	+	-	+	+	+

Таблица 40

Сообщество *Crassostrea gigas* (зал. Петра Великого: Амурский зал, о-в Попова, Славянка, один-два сезона эксплуатации)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	24	-	1	52	35
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	20	-	0,9	44	30
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	4	-	0,2	4	4
<i>Enterocarpus confervoides</i>	Ph	1	-	0,1	4	2
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	+	-	-	-	-
<i>Petalonia fasciata</i>	Ph	+	-	-	-	-
<i>Chorda filum</i>	Ph	+	-	-	-	-
Животные						
<i>Crassostrea gigas</i>	Bi	1814	3557	78,4	89	401
<i>Balanus improvisus</i>	Ci	348	1931	15,1	48	129
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	62	604	2,7	46	53
<i>Hydroides ezøensis</i>	Po	9	-	0,4	46	20
<i>Obelia longissima</i>	Hy	5	-	0,2	37	14
<i>Balanus amphitrite</i>	Ci	8	19	0,3	17	12
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	8	165	0,3	7	7
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Br	2	-	0,1	24	7
<i>Bowgainvillia ramosa</i>	Hy	5	-	0,2	6	6
<i>Conopeum seurati</i>	Br	0,5	-	+	4	3

<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	1	78	+	11	3
<i>Jasa pulchella</i>	Am	0,2	70	+	20	2
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	0,5	17	+	9	2
<i>Bugula californica</i>	Br	0,3	-	+	7	1
<i>Amphithoe japonica</i>	Am	0,1	38	+	15	1
<i>Nereis pelagica</i>	Po	+	8	+	4	+
<i>Neodexiospira alveolata</i>	Po	+	12	+	2	+
<i>Calliopius laeviusculus</i>	Am	+	10	+	4	+
<i>Typosyllis</i> sp.	Po	+	15	+	2	+
<i>Hydroides elegans</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Parallorchestes ochotensis</i>	Am	+	-	+	+	+

Окончание табл. 40

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Caprella</i> sp.	Am	+	-	+	+	+
<i>Cancer amphioctus</i>	De	+	-	+	+	+
<i>Electra tenella</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Styela clava</i>	As	+	-	+	+	+
<i>Bitryllus tuberratus</i>	As	+	-	+	+	+

Таблица 41

Сообщество *Hydroides elegans* для I группы судов из б. Золотой Рог (стоянка более 1 года)

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	49	-	0,9	28	37
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	66	-	1,2	18	34
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	134	-	2,4	3	20
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	0,2	-	+	1	+
Животные						
<i>Hydroides elegans</i>	Po	2856	-	52,8	88	501
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	1632	2244	29,8	77	142
<i>Balanus amphitrite</i>	Ci	272	899	5	74	142
<i>B. improvisus</i>	Ci	203	1524	3,7	94	138
<i>B. crenatus</i>	Ci	42	74	0,8	31	36
<i>Obelia longissima</i>	Hy	26	-	0,5	46	34
<i>Jasa pulchella</i>	Am	22	4057	0,4	51	33
<i>Tubularia larynx</i>	Hy	65	-	1,2	10	25
<i>Bugula californica</i>	Br	14	-	0,3	33	21
<i>Nereis pelagica</i>	Po	10	289	0,2	44	21
<i>Bowgainvillia ramosa</i>	Hy	19	-	1,2	10	25
<i>Conopeum seurati</i>	Br	9	-	0,2	30	16
<i>Alaba vladivostokensis</i>	Ga	7	964	0,1	28	14
<i>Lecytorhynchus hilgendorfi</i>	Pa	1,5	137	+	46	8
<i>Styela clava</i>	As	4	4	0,1	6	5
<i>Botryllus</i> sp.	As	4	-	0,1	6	5
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Br	2	-	+	10	4
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	1	66	+	6	2
<i>Stenothoides bassarginensis</i>	Am	0,5	19	+	3	1
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	Po	0,1	11	+	6	1
<i>Corophium</i> sp.	Am	+	7	+	+	+



<i>Amphithoe japonica</i>	Am	+	37	+	+	+
<i>Cnidopus japonica</i>	Ac	+	-	+	+	+
<i>Emplectonema gracile</i>	Ne	+	-	+	+	+
<i>Capitella capitata</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Polydora limicola</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Hydroides ezensis</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Cancer amphioetus</i>	De	+	-	+	+	+
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	De	+	-	+	+	+
<i>Pandalus kessleri</i>	De	+	-	+	+	+

Окончание табл. 41

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Idæa ochotensis</i>	Is	+	-	+	+	+
<i>Bugula neritina</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Asterias amurensis</i>	Ech	+	-	+	+	+

Таблица 42

Сообщество *Hydroides elegans* для II группы судов,  
70% времени проводящих в б. Золотой Рог

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Растения						
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	38	-	1.5	28	33
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	22	-	0.9	17	19
Животные						
<i>Hydroides elegans</i>	Po	1196	-	48	95	337
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	430	4821	17	85	191
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	362	1476	14.5	63	151
<i>B. improvisus</i>	Ci	150	984	6	85	113
<i>B. amphitrite</i>	Ci	108	673	4.3	72	88
<i>Obelia longissima</i>	Hу	67	-	2.7	67	67
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	58	260	2.3	24	37
<i>Bowgainvillia ramosa</i>	Hу	28	-	1,1	50	37
<i>Bugula californica</i>	Br	10	-	0,4	22	14
<i>Jassa pulchella</i>	Am	3	1976	0,1	54	13
<i>Habsyda brevisetosa</i>	Po	7	64	0,3	20	12
<i>Nereis pelagica</i>	Po	4	126	0,2	24	10
<i>Tubularia larynx</i>	Hу	5	-	0,2	15	9
<i>Styela clava</i>	As	2	13	0,1	19	6
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	Po	1	133	+	26	5
<i>Nereis vexillosa</i>	Po	2	14	0,1	13	5
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	2	31	0,1	9	4
<i>Conopeum seurati</i>	Br	0,3	-	+	54	4
<i>Lecythorhynchus hilgendorfi</i>	Pa	0,4	161	+	35	4
<i>Crassostrea ggas</i>	Bi	0,4	36	+	11	2
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Br	0,1	-	+	9	1
<i>Typosyllis adamanteus kurilensis</i>	Po	+	33	+	9	+
<i>Eumida sanguinea</i>	Po	+	7	+	2	+

<i>Tricellaria occidentalis</i>	Br	+	-	+	2	+
<i>Dorvillea moniloceras</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Bowerbankia</i> sp.	Br	+	-	+	+	+
<i>Celleporella</i> sp.	Br	+	-	+	+	+
<i>Hydroides ezoensis</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Boryllus</i> sp.	As	+	-	+	+	+

Таблица 43

**Сообщество *Hydroides elegans* для III группы судов,  
20% времени проводящих в б. Золотой Рог**

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<b>Растения</b>						
<i>Enteromorpha linza</i>	Ch	41	-	1,8	31	35
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	30	-	1,3	35	32
<i>Punctaria planctaginea</i>	Ph	1	-	0,1	10	3
<i>Laminaria japonica</i>	Ph	0,6	-	+	4	1
<i>Chorda filum</i>	Ph	0,2	-	+	2	1
<i>Cladophora stimpsonii</i>	Ch	+	-	+	+	+
<b>Животные</b>						
<i>Hydroides elegans</i>	Po	907	-	39,5	83	247
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	686	2377	29,9	71	220
<i>Balanus crenatus</i>	Ci	246	1962	10,7	62	123
<i>B. improvisus</i>	Ci	207	1551	9	54	105
<i>B. amphitrite</i>	Ci	113	446	4,9	19	46
<i>Conopeum seurati</i>	Br	12	-	0,5	48	24
<i>Semibalanus cariosus</i>	Ci	14	120	0,6	27	19
<i>Obelia longissima</i>	Hy	4	-	0,2	4	13
<i>Jassa pulchella</i>	Am	3	587	0,1	33	10
<i>Bugula californica</i>	Br	8	-	0,3	10	9
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	4	44	0,2	17	8
<i>Neodexiospira alveolata</i>	Po	3	976	0,1	15	7
<i>Balanus rostratus</i>	Ci	3	33	0,1	12	6
<i>Crassostrea gigas</i>	Bi	2	18	0,1	12	5
<i>Tubularia larynx</i>	Hy	10	-	+	2	4
<i>Nereis pelagica</i>	Po	0,4	16	+	14	2
<i>Bougainvillia ramosa</i>	Hy	1	-	+	6	2
<i>Styela clava</i>	As	1	6	+	6	2
<i>Cryptosula pallasiana</i>	Br	0,2	-	+	25	2
<i>Hobtelson tuberculatus</i>	Is	0,5	8	+	2	1
<i>Alaba vladivostokensis</i>	Ga	0,1	4	+	4	+
<i>Nereis zonata</i>	Po	+	+	+	+	+
<i>Hydrodes ezoensis</i>	Po	+	-	+	+	+
<i>Balanus eburneus</i>	Ci	+	-	+	+	+
<i>Bugula pacifica nana</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Membraniporella aragoni</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Tricellaria occidentalis</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Hippoporina perforata</i>	Br	+	-	+	+	+

<i>Schizoporella unicornis</i>	Br	+	-	+	+	+
<i>Celleporina</i> sp.	Br	+	-	+	+	+
<i>Electra tenella</i>	Dr	+	-	+	+	+
<i>Bowerbankia</i> sp.	Br	+	-	+	+	+

Таблица 44

**Состав и количественные показатели сообществ обрастания судов прибрежного и портового плавания Вьетнама**

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
Сообщество						
<i>Balanus reticulatus</i>						
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci	4958,9	365	71,2	100	704,2
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	738,1	9	10,6	50	192,1
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	Ch	219,1	-	3,1	93	142,1
<i>Lepas anatifera</i>	Ci	729,9	4	10,5	27	140,1
<i>Balanus amphitrite</i>	Ci	117,4	5	1,7	38	66,8
<i>Ecycarpus</i> sp.	Ph	37,3	-	0,5	48	42,3
<i>Ulva reticulata</i>	Ch	36,3	-	0,5	25	30,1
<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	Ci	31,3	1	0,4	23	26,7
<i>Tetraclita squamosa</i>	Ci	21,0	1	0,3	32	25,9
<i>Chthamalus malayensis</i>	Ci	12,4	10	0,2	39	22,0
<i>Bryozoa</i> gen. sp.	Br	7,6	-	0,1	18	11,7
<i>Gorgoniidae</i> gen. sp.	Go	17,8	-	0,3	7	11,2
<i>Enteromorpha</i> sp.	Ch	12,3	-	0,2	9	10,5
<i>Serpulidae</i> gen. sp.	Po	3,3	-	-	22	8,5
<i>Pinctada margaritifera</i>	Bi	13,8	1	0,2	5	8,3
<i>Balanus variegatus</i>	Ci	3,1	1	-	11	5,8
<i>Caprella</i> sp.	Am	1,9	3	-	14	5,2
<i>Peysonnella</i> sp.	Rh	1,9	-	-	7	3,6
<i>Spondylus aurantius</i>	Bi	0,7	1	-	2	1,2
<i>Pachygrapsus minutus</i>	De	0,7	2	-	2	1,2
<i>Pema viridis</i>	Bi	0,6	1	-	2	1,0
<i>Lampusia pileare</i>	Ga	0,4	1	-	2	0,9
<i>Peyssonnelia</i> sp.	Rh	0,4	-	-	2	0,9
<i>Saccostrea echinata</i>	Bi	0,4	1	-	2	0,9
<i>Musculus</i> sp.	Bi	0,3	1	-	2	0,8
<i>Polysiphonia coata</i>	Rh	0,3	-	-	2	0,8
<i>Barbatia cometa</i>	Bi	0,2	1	-	2	0,6
<i>Tetraclita</i> sp.	Ci	0,2	1	-	2	0,6
<i>Cladophoropsis</i> sp.	Ch	0,2	-	-	2	0,6
<i>Obelia</i> sp.	Hu	0,1	-	-	2	0,5
<i>Bryopsis pennata</i>	Ph	0,1	-	-	2	0,5
Сообщество						
<i>Saccostrea mordax</i>						
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	20635,7	26	72,6	100	1436,5
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci	2684,7	11	9,4	50	366,4
<i>Tetraclita squamosa</i>	Ci	2010,0	10	7,0	55	332,5
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	Ch	510,0	-	1,8	80	202,0
<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	Ci	908,0	2	3,2	25	150,7

<i>Osrea</i> sp.	Bi	998,0	4	3,5	20	141,3
<i>Chama dunkeri</i>	Bi	303,3	4	1,0	35	105,0
Serpulidae gen. sp.	Po	138,3	-	0,5	35	69,6
Bryozoa gen. sp.	Br	144,3	-	0,5	20	53,7

Окончание табл. 44

Таксон	Группа	B, г/м <sup>2</sup>	A, экз/м <sup>2</sup>	B, %	P, %	$\sqrt{P \times B}$
<i>Obelia</i> sp.	Hu	25,7	-	-	15	19,6
<i>Pinctada radiata</i>	Bi	36,7	2	-	10	19,2
<i>Chamalus malayensis</i>	Ci	14,0	3	-	10	11,8
<i>Lepas anatifera</i>	Ci	3,7	1	-	5	4,3
<i>Balanus variegatus</i>	Ci	3,3	1	-	5	4,1
<i>Poysiphonia coata</i>	Rh	1,1	-	-	5	2,3
<i>Pimeteres boninensis</i>	De	-	+	+	+	+
Сообщество <i>Lepas anatifera</i>						
<i>Lepas anatifera</i>	Ci	5040,0	18	84,0	100	709,9
<i>Poysiphonia coata</i>	Rh	406,7	-	6,8	82	182,6
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	Ch	264,3	-	4,4	100	162,6
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	196,7	3	3,3	45	94,1
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci	42,0	4	0,7	55	48,1
<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	Ci	34,0	1	0,6	18	24,7
<i>Balanus amphitrite</i>	Ci	9,0	1	-	9	9,0
<i>Chamalus malayensis</i>	Ci	3,7	2	-	9	5,8
Сообщество <i>Enteromorpha flexuosa</i>						
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	Ch	987,5	-	74,8	100	314,2
<i>Chamalus malayensis</i>	Ci	105,2	8	8,0	81	92,3
<i>Lepas anatifera</i>	Ci	105,0	2	8,0	14	38,3
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	47,0	2	3,6	19	29,9
<i>Tetraclita squamosa</i>	Ci	43,5	2	3,3	19	28,7
<i>Poysiphonia coata</i>	Rh	22,5	-	1,7	14	17,7
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci	7,2	2	0,5	33	15,4
<i>Ecycarpus</i> sp.	Ph	1,8	-	0,1	10	4,2

Таблица 45

Основные характеристики сообществообитания судов  
прибрежного и портового плавания Вьетнама

Сообщество	Район	Число	Биомасса		Площадь покрытия, %	Потери скорости, узлы
		видов	Средняя	Максимальная		
<i>Balanus reticulatus</i>	о-в Заньзола	13	473	1 040	90	2,5-3
	о-в Ре	6	611	1 240	90	2,5-3
	п. Нячанг	30	2 400	17 100	100	3-3,5
	о-в Тху	5	506	800	80	2-2,5
	о-в Намзу	5	1 278	1 960	80	2-2,5
<i>Lepas anatifera</i>	п-ов Тьенша	10	1 297	3 842	40	1-1,5
	о-в Тям	5	164	350	30	1
	о-в Тхотю	7	455	860	40	1
<i>Saccostrea mordax</i>	о-в Кондао	12	440	760	100	2-2,5
	п. Вунгтау	6	350	960	100	2-2,5

	о-в Фукуок	11	105	2 330	100	2
<i>Eneromorpha clathrata</i>	п. Хайфон	8	1438	2 100	50	0-0,3

Таблица 46

Таксономический состав обрастания пирсов и затонувших судов в Тауйской губе Охотского моря (по: Михайлов, Кашин, 1981)

Таксон	1	2	3	4	5	6	7
Водоросли							
<i>Acrosiphonia duriuscula</i>	Ch	-	+	+	+	-	-
<i>Eneromorpha prolifera</i>	Ch	-	+	-	-	+	+
<i>Ulathrix flacca</i>	Ch	-	-	-	-	+	+
<i>U. pseudoflacca</i>	Ch	-	-	-	-	-	+
<i>Ulva fenestrata</i>	Ch	+	-	+	+	+	+
<i>Andipus filiformis</i>	Ph	+	+	+	-	-	-
<i>Chordaria flagelliformis</i>	Ph	-	-	+	-	-	+
<i>Fucus evanescens</i>	Ph	+	+	+	+	-	+
<i>Petalonia fasciata</i>	Ph	-	+	+	-	-	+
<i>P. zosterifolia</i>	Ph	-	-	-	-	-	+
<i>Pykiella littoralis</i>	Ph	+	+	+	+	-	+
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	Ph	+	+	+	-	-	+
<i>Gloiopeltis furcata</i>	Rh	+	+	+	-	-	-
<i>Habsaccion firmum</i>	Rh	+	-	+	-	+	-
<i>Ptilota asplenoides</i>	Rh	-	-	+	-	-	-
<i>Ptilota</i> sp.	Rh	+	-	-	-	-	-
<i>Rhodomela lanix</i>	Rh	+	-	+	-	-	-
Животные							
Actiniaria gen. sp.	Ac	+	+	+	-	-	-
Nematoda gen. sp.	Ne	+	-	+	-	-	-
<i>Dexiospira</i> sp.	Po	-	+	+	-	-	-
<i>Nereis pelagica</i>	Po	+	+	+	-	-	+
<i>Chthamalus dalli</i>	Ci	-	-	+	+	+	-
<i>Semibalanus balanoides</i>	Ci	+	+	+	+	+	+
<i>Telmessus cheiragonus</i>	De	-	-	+	-	-	+
<i>Anisogammarus makarovi</i>	Am	-	-	+	-	-	-
<i>A. ochotensis</i>	Am	+	+	+	-	-	-
<i>Pleustes behningi</i>	Am	-	-	+	-	-	-
<i>Pontogeneia kondakovi</i>	Am	-	-	+	-	-	-
<i>Pleusymtes glaber</i>	Am	+	-	-	-	-	-
<i>Idotea ochotensis</i>	Is	+	+	+	-	-	-
Loricata gen. sp.	Lo	-	-	+	-	-	-
<i>Boreocinevula martvni</i>	Ga	+	-	+	-	-	-
<i>Littorina kurila</i>	Ga	+	+	+	+	-	+
<i>L. sitchana</i>	Ga	-	-	+	+	-	+
<i>Margarites heicina</i>	Bi	-	-	+	-	-	-
<i>Liocyma fluctuosa</i>	Bi	+	-	+	-	-	-
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	+	+	+	+	-	+
<i>Mya pseudoarenaria</i>	Bi	-	-	+	-	-	-
<i>Tunonia minuta</i>	Bi	+	+	+	-	-	-
<i>Electra tenella</i>	Br	+	+	+	-	-	-
<i>Lepralia zavjalovensis</i>	Br	-	-	+	-	-	-
Asteroidea gen. sp.	Ec	-	-	+	-	-	-
Echinoidea gen. sp.	Ec	-	-	+	-	-	-
<i>Hobthurioides</i>	Ec	-	-	+	-	-	-

П р и м е ч а н и е. Условные обозначения в головках колонок: 1: Ch – Chlorophyta, Ph – Phaeophyta, Rh – Rhodophyta, Ac – Actiniaria, Ne – Nematoda, Po – Polychaeta, Ci – Cirripedia, De – Decapoda, Am – Amphipoda, Is – Isopoda, Lo – Loricata, Ga – Gastropoda, Bi – Bivalvia, Br – Bryozoa, Ec – Echinodermata, Tu – Tunicata; 2 – пирс

2-й Речки, б. Рассвет; 3 – пирс рыбокомбината, б. Рассвет; 4 – плашкоут, б. Рассвет; 5 – плашкоут б. Нагаев; 6 – пирс, б. Нагаева; 7 – судно, б. Нагаева.

Таблица 47

Биомасса (%) многолетнего сообщества обрастания причальной стенки (м. Сигнальный) на разных глубинах (по: Ощурков, 1986)

Таксон	Глубина, м				
	0	0,5	3	6	8
<i>Balanus crenatus</i>	95,4	2,2	40,0	29,6	14,0
<i>Mytilus trossulus</i>	4,5	97,5	49,3	56,8	25,8
Polychaeta gen. sp.	0,1	0,2	0,8	0,2	0,2
Bryozoa gen. sp.	0	0,1	0	2,3	0,7
Algae gen. sp.	0	0	9,6	0	0
<i>Hiatella arctica</i>	0	0	0,1	1,5	0,4
Ascidia gen. sp.	0	0	0	2,0	0
Spongia gen. sp.	0	0	0	0,8	0,9
<i>Metridium senile</i>	0	0	0	6,8	3,4
<i>Asterias rathbuni</i>	0	0	0	0	54,5
Nudibranchia gen. sp.	0	0	0,2	0	0
Прочие	0	0	0	0	0,1

Таблица 48

Состав и структура сообществ обрастания пирса о-ва Тям, Вьетнам

Таксон	Группа	Сообщество		
		<i>Saccostrea mordax</i>		<i>Chama dunkeri</i>
		Группировка		
		<i>S. mordax</i>	<i>S. mordax</i> + <i>Ophiuroidea</i>	
		0 м	0–1 м	1–3 м
1	2	3	4	5
Водоросли				
<i>Lithothamnion erubescens</i>	Rh	-	-	+
<i>Lobophora variegata</i>	Rh	-	-	80
<i>Peyssonellia</i> sp.	Ph	-	-	450
Животные				
Spongia gen. sp.	Sp	-	228	810
<i>Hobcordyle distacha</i>	Hu	-	-	+
<i>Litocarpus philippinus</i>	Hu	-	+	+
<i>Laphotea dumosa</i>	Hu	-	-	+
Acyonaria gen. sp.	Al	-	1750	-
<i>Pocillopora verrucosa</i>	Sc	-	-	1880
Polychaeta gen. sp.	Po	-	13/1000	50/500
Sepulidae gen. sp.	Po	+	-	-
Sipunculidae gen. sp.	Si	+	4/200	32/150
<i>Astergatis glolidus</i>	De	-	+	+

<i>A. integerumus</i>	De	16/200	-	-
-----------------------	----	--------	---	---

О к о н ч а н и е т а б л . 48

1	2	3	4	5
<i>Astergatopsis granulatus</i>	De	-	+	-
<i>Carpilodes cintimanus</i>	De	-	-	5/50
<i>Chlorodiella laevissima</i>	De	-	-	0.200
<i>Hyastenus</i> sp.	De	-	-	+
<i>Pachygrapsus minutus</i>	De	-	+	-
<i>Pilumnus</i> sp.	De	-	-	+
Porcellanidae gen. sp.	De	-	-	60/600
<i>Talamita admeta</i>	De	-	-	25/50
Decapoda gen. sp.	De	-	-	43/600
<i>Cilicæopsis</i> sp.	Is	-	-	3/100
<i>Acasta</i> sp.	Ci	-	-	+
Balanidae gen. sp.	Ci	-	-	20/150
<i>Ibla cumingi</i>	Ci	70/1600	-	-
<i>Tetraclita squamosa</i>	Ci	+	-	-
<i>Cantharus undosus</i>	Ga	-	-	+
<i>Euphica versicolor</i>	Ga	+	-	-
<i>Mauritia arabica</i>	Ga	-	-	+
<i>Ovula ovum</i>	Ga	+	+	+
Patellidae gen. sp.	Ga	-	+	-
<i>Separatista blainvilliana</i>	Ga	-	-	+
<i>Septa gemmatum</i>	Ga	-	-	+
<i>Barbatia lima</i>	Bi	+	-	-
<i>Chama dunckeri</i>	Bi	-	+	27 750/400
<i>Homomya mutabilis</i>	Bi	+	-	-
<i>Isognomon ephippium</i>	Bi	-	-	+
<i>Lithophaga laevigata</i>	Bi	-	200/500	-
<i>Lopha cristagalli</i>	Bi	-	-	+
<i>Modiolus metcalfei</i>	Bi	-	-	+
<i>Moacutona olivacea</i>	Bi	-	-	+
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	27 300/6500	2800/400	-
<i>Septifer</i> sp.	Bi	+	-	-
<i>Ustularca bicolorata</i>	Bi	+	-	-
Asteroidea gen. sp.	Ec	-	-	+
Ophiuroidea gen. sp.	Ec	-	2694	-
Sinascidia gen. sp.	As	-	-	705
Bcero		27 386/8300	7689/2100	31 218/2650

П р и м е ч а н и е. Сообщества и группировки обрастания гидротехнических сооружений Вьетнама. Под названием сообщества (группировки) указана глубина их нахождения в метрах. В табл. 48-57 приняты следующие сокращения систематических групп: Ch – Chlorophyta, Ph – Phaeophyta, Rh – Rhodophyta, Sp – Spongia, Hy – Hydrozoa, Ac – Actinaria, Sc – Scleractinia, Zo – Zoanthidae, Po – Polychaeta, De – Decapoda, Am – Amphipoda, Is – Isopoda, Ci – Cirripedia, Ga – Gastropoda, Bi – Bivalvia, Br – Bryozoa, Ec – Echinodermata, As – Ascidiacea. Первая цифра обозначает биомассу, г/м<sup>2</sup>, вторая, данная через косую линию, – плотность поселения, экз/м<sup>2</sup>. (+) – количественно не учтенные виды, (-) – отсутствие вида.

Таблица 49

## Состав и структура сообществ обрастания пирса п-ова Тьенша, Вьетнам

Таксон	Группа	Сообщество		
		<i>Saccostrea mordax</i>	<i>Palythoa</i> sp.	
			Группировка	
			<i>Palythoa</i> sp.	<i>Chama dunkeri</i> + <i>Palythoa</i> sp.
0 м	0–0,8 м	0,8–2,5 м		
<b>Животные</b>				
Hydroidea	Hy	-	-	+
Actiniaria gen. sp.	Ac	-	-	+
<i>Palythoa</i> sp.	Zo	-	11 000	4710
<i>Astergatis intergerumis</i>	De	-	-	+
<i>Charybdis helkri</i>	De	-	30/100	-
<i>Hexeropanope makiana</i>	De	-	-	+
<i>Pilumnus barbatus</i>	De	-	-	+
<i>Pilumnus</i> sp.	De	-	20/100	-
Porcellanidae gen. sp.	De	+	-	+
<i>Separia</i> sp.	De	-	+	-
Decapoda gen. sp.	De	-	-	+
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci	5/300	-	-
<i>Tetraclita squamosa</i>	Ci	-	-	+
<i>Cantharus undulosus</i>	Ga	-	+	+
<i>Cronia muricina</i>	Ga	-	-	+
<i>Mancinella</i> sp.	Ga	-	+	-
<i>Chama dunkeri</i>	Bi	-	-	5022/200
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	25 000/3000	620/200	3560/3300
<i>Homomya mutabilis</i>	Bi	-	-	+
<i>Isognomon ephippius</i>	Bi	-	+	-
<i>I. nucleus</i>	Bi	-	-	+
<i>Lithophaga laevigata</i>	Bi	-	-	+
<i>Pinctada margaritifera</i>	Bi	+	-	+
<i>Septifer virgatus</i>	Bi	10/500	-	-
<i>Diadema setosum</i>	Ec	-	-	+
<b>Всего</b>		<b>25 015/3800</b>	<b>11 670/400</b>	<b>13 292/3500</b>

Таблица 50

## Состав и структура сообществ обрастания набережной п. Камрань, Вьетнам

Таксон	Группа	Сообщество	
		<i>Saccostrea mordax</i>	<i>Septifer bilocularis</i>
		0 м	0–7 м
<b>Животные</b>			
Hydroidea gen. sp.	Hy	-	1
Polychaeta gen. sp.	Po	-	12/267
Sipunculidae gen. sp.	Si	-	12/43

Окончание табл. 50

Таксон	Группа	Сообщество
--------	--------	------------



		<i>Saccostrea mordax</i>	<i>Septifer bilocularis</i>
		0 м	0–7 м
Decapoda gen. sp.	De	-	+
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci	3352/700	-
<i>Avicula vulgaris</i>	Ga	-	+
<i>Cronia margaritula</i>	Ga	-	51/71
<i>Mastonia rubra</i>	Ga	-	3/14
<i>Mastonia</i> sp.	Ga	-	+
<i>Mitra</i> sp.	Ga	-	33/15
<i>Thais Ecinulata</i>	Ga	-	+
<i>Chama imbricata</i>	Bi	-	57/29
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	5313/800	-
<i>Pinctada margaritifera</i>	Bi	-	6/14
<i>Septifer bilocularis</i>	Bi	-	4151/1049
Bryozoa gen. sp.	Br	-	6
Synascidia gen. sp.	As	-	6
Всего		8 665/1500	4 338/1502

Таблица 51

## Состав и структура сообществ обрастания опор моста через лагуну Тхюичьеу

Таксон	Группа	Сообщество		
		<i>Saccostrea mordax</i>	<i>Balanus reticulatus</i>	<i>Megabalanus tintinnabulum</i>
		0 м	0–1 м	1–6 м
Животные				
<i>Spongia</i> gen. sp.	Sp	-	-	+
<i>Obelia</i> sp.	Hu	-	-	+
<i>Hydroides</i> sp.	Po	70/300	20/200	+
<i>Nereis</i> sp.	Po	+	-	+
Sabellidae gen. sp.	Po	-	-	+
<i>Sphaerosium nitidus</i>	De	-	130/100	280/400
Decapoda gen. sp.	De	-	-	+
Amphipoda gen. sp.	Am	+	-	-
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci	3 200/4200	9300/10500	554/3000
<i>Chthamalus malayensis</i>	Ci	360/4200	-	-
<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	Ci	-	-	40 600/1700
<i>Arca lima</i>	Bi	1 000/300	-	-
Arcidae gen. sp. (juv.)	Bi	-	30/100	-
<i>Caprella</i> sp.	Am	90/100	-	-
<i>Chama dunckeri</i>	Bi	-	-	+
<i>Nanosarman minutum</i>	Bi	60/300	-	-
<i>Osrea</i> sp.	Bi	-	-	+
<i>Perna viridis</i>	Bi	-	+	+
<i>Pinctada radiata</i>	Bi	-	800/100	+
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	17 300/1500	3 400/500	-
Synascidia gen. sp.	As	-	-	+
Всего		22 080/10900	13 680/11500	41 434/5100

Таблица 52

## Состав и структура сообществ обрастания пирса п. Вунгтау, Вьетнам

Таксон	Группа	Сообщество
--------	--------	------------

		<i>Saccostrea mordax</i>	Spongia
		0-1м	1-1,5м
ЖИВОТНЫЕ			
<i>Spongia</i> gen. sp.	Sp	-	8 240
<i>Bougainvillia</i> sp.	Hy	-	5
<i>Obelia</i> sp.	Hy	-	20
<i>Virgilaria</i> sp.	Hy	-	933
<i>Hydroides elegans</i>	Po	-	+
<i>Pachycheles scueptus</i>	De	1/10	20/67
<i>Caprella</i> sp.	Am	-	2/467
<i>Ishyrocerus</i> sp.	Am	5/500	+
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci	95/650	34/1700
<i>Tetraclita squamosa</i>	Ci	100/150	-
<i>Cronia margariticola</i>	Ga	-	+
<i>Engina lineata</i>	Ga	-	+
<i>Euplica versicolor</i>	Ga	-	+
<i>Lachyma</i> sp.	Ga	-	+
<i>Mauritia arabica</i>	Ga	-	+
<i>Nodilittorina millegrana</i>	Ga	50/150	-
<i>Siphonaria</i> sp.	Ga	2/500	-
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	41 260/1950	13/33
<i>Lima vulgaris</i>	Bi	-	+
<i>Modiolus arcuatus</i>	Bi	5/300	4/200
<i>Tellina</i> sp.	Bi	-	+
<i>Bugula</i> sp.	Br	-	1691
Bryozoa gen. sp.	Br	-	+
Всего		41 518/4210	10 962/2467

Таблица 53

## Состав и структура сообществ обрастания пирса п. Нячанг, Вьетнам

Таксон	Групп-па	Сообщество					
		А	Б	В	Г	Д	Е
		0 м	0,5 м	1 м	2 м	3 м	4 м
1	2	3	4	5	6	7	8
Водоросли							
<i>Cladophora</i> sp.	Ch	-	-	-	-	+	+
<i>Dictyota</i> sp.	Ph	-	-	+	-	-	-
<i>Amphorea fragilissima</i>	Rh	-	-	-	6	-	-
<i>Falkenbergia hillebrandii</i>	Rh	-	-	-	20	112	-
<i>Hypnea valentiae</i>	Rh	-	-	+	-	-	-
<i>Jania capillacea</i>	Rh	-	-	-	-	+	+
<i>Lobophora variegata</i>	Ph	-	-	-	-	14	112

Окончание табл. 53

1	2	3	4	5	6	7	8
Животные							
<i>Spongia</i> gen. sp.	Sp	-	-	+	170	-	-
Hydroidea gen. sp.	Hy	-	-	-	161	638	320
Polychaeta gen. sp.	Po	-	+	40/1100	61/1931	253/741	36/934
Decapoda gen. sp.	De	-	6/100	-	26/100	211/200	-

Amphipoda gen. sp.	Am	-	+	+	+	19/300	2/200
<i>Chthamalus malayensis</i>	Ci	415/ 18100	10/100	-	-	-	-
<i>Ceritium ustum</i>	Ga	-	-	-	-	31/50	-
<i>Conus sugillatus</i>	Ga	-	-	-	-	49/50	-
<i>Erronia erronea</i>	Ga	-	-	-	-	42/50	-
<i>Mastonia rubra</i>	Ga	-	-	-	-	1/200	-
<i>Pyrene ocellata</i>	Ga	-	-	-	+	4/1250	-
<i>Trionalia contracta</i>	Ga	-	-	-	-	6/50	-
<i>Chama dunkeri</i>	Bi	-	-	-	-	-	1163/800
<i>Ch. imbricata</i>	Bi	-	-	-	1 012/200	249/250	-
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	13/400	8 213/ 2300	560/1100	-	-	-
<i>Lithophaga laevigata</i>	Bi	-	-	27/100	11/100	-	-
<i>Paphia undulata</i>	Bi	-	-	-	11/100	-	10/100
<i>Isognomon perna</i>	Bi	-	-	+	-	-	-
<i>Pinctada radiata</i>	Bi	-	-	1250/400	-	-	-
<i>Saccostrea Ecinata</i>	Bi	-	-	-	4501/400	-	-
<i>Spondylus barbatus</i>	Bi	-	-	-	-	2/300	-
Bryozoa gen. sp.	Br	-	-	250	24	37	69
<i>Ophiactis savignyi</i>	Ec	-	-	-	39/400	-	-
Всего		428/ 18 500	8256/ 3 100	3140/ 4 500	6060/ 3631	1468/ 3441	1712/ 2034

Примечание. Обозначения сообществ: А – *Chthamalus malayensis*, Б – *Saccostrea mordax*, В – *Pinctada radiata* + *Balanus reticulatus*, Г – *Saccostrea Ecinata* + *Chama imbricata*, Д – *Hydroidea* + *Chama imbricata*, Е – *Chama dunkeri*.

Таблица 54

Состав и структура сообществ обрастания пирса о-ва Кондао, Вьетнам

Таксон	Группа	Сообщество	
		<i>Ostrea</i> sp.	
		0-2 м	
Водоросли			
<i>Enteromorpha clathrata</i>	Ch		3
Живогные			
<i>Obelia</i> sp.	Hy		+
Serpulidae gen. sp.	Po		10
Amphipoda gen. sp.	Am		13/900
<i>Caprella</i> sp.	Am		+
<i>Ischyrocerus</i> sp.	Am		2/1100
<i>Tetraclita squamosa</i>	Ci		110/400
<i>Siphonaria</i> sp.	Ga		700/550
<i>Ostrea</i> sp.	Bi		8375/900
Всего			9213/3850

Таблица 55

Состав и структура сообществ обрастания пирса о-ва Тхопо, Вьетнам

Таксон	Группа	Сообщество	
		<i>Pinctada radiata</i>	<i>Ostrea</i> sp.
		0-1 м	1-4 м
Водоросли			

<i>Enteromorpha clathrata</i>	Ch	80	-
<i>Pocockiella variegata</i>	Ph	-	-
<i>Sphacelaria nova</i>	Ph	+	+
<i>Antithamnion basisporum</i>	Rh	+	+
<i>Centroceras clavulatum</i>	Rh	-	+
<i>Ceramium</i> sp.	Rh	-	+
<i>Erythrotrichia carnea</i>	Rh	-	+
<i>Jania capillacea</i>	Rh	-	+
<i>Polysiphonia</i> sp.	Rh	-	+
Животные			
<i>Obelia</i> sp.	Hy	-	+
<i>Virgilaria</i> sp.	Hy	-	+
<i>Nereis</i> sp.	Po	+	-
<i>Galathea</i> sp.	De	-	17/100
<i>Naxioides mamillatus</i>	De	-	+
<i>Pachycheles natalensis</i>	De	-	+
Isopoda gen. sp.	Is	+	+
Amphipoda gen. sp.	Am	-	+
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci	-	+
<i>Chthamalus malayensis</i>	Ci	50/200	-
<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	Ci	-	593/133
<i>Tetraclita squamosa</i>	Ci	-	60/400
Loricata gen. sp.	Lo	-	+
<i>Acmaea saccharina</i>	Ga	-	17/67
<i>Cellana toreuma</i>	Ga	530/200	+
<i>Serpulorbis</i> sp.	Ga	-	+
<i>Ostrea</i> sp.	Bi	+	3297/367
<i>Pinctada radiata</i>	Bi	1800/500	187/133
<i>Peria penguin</i>	Bi	-	+
Bryozoa gen. sp.	Br	-	+
<i>Diadema setosum</i>	Ec	-	+
Всего		2460/900	4171/1200

Таблица 56

## Состав и структура сообществ обрастания пирса о-ва Фукуок, Вьетнам

Таксон	Группа	Сообщества		
		<i>Tetraclita squamosa</i>	<i>Chama dunkeri</i>	
			Группировки	
			<i>C. dunkeri</i> + Spongia	<i>C. dunkeri</i> + Synascidia
		0–1м	1–3м	3–4м
Водоросли				
<i>Ectocarpus</i> sp.	Ph	+	-	-
Животные				
Spongia gen. sp.	Sp	-	1450	-
<i>Obelia</i> sp.	Hу	+	+	-
<i>Pocillopora verrucosa</i>	Sc	-	+	+
Polychaeta gen. sp.	Po	-	+	-
<i>Hydroides elegans</i>	Po	75	+	+
<i>Pachycheltes</i> sp. (juv.)	De	-	+	-
<i>Pachygrapsus minutus</i>	De	50/20	+	-
Isopoda gen. sp.	Is	-	+	+
Amphipoda gen. sp.	Am	+	-	-
<i>Chthamalus challengeri</i>	Ci	180/550	-	-
<i>Tetraclita squamosa</i>	Ci	3540/2000	-	-
<i>Cerithium columna</i>	Ga	-	+	+
<i>Lathyrus</i> sp.	Ga	-	-	+
<i>Nodilittorina millegrana</i>	Ga	+	-	-
<i>Sepulorbis</i> sp.	Ga	-	30/300	20/300
<i>Siphonaria</i> sp.	Ga	45/150	-	-
<i>Chama dunkeri</i>	Bi	50/100	2750/450	5500/600
<i>Septifer bilocularis</i>	Bi	10/150	-	-
<i>Opfiactus</i> sp.	Ec	-	-	+
Synascidia gen. sp.	As	-	-	1800
Всего		3950/2970	4230/750	7320/900

Таблица 57

## Состав и структура сообществ обрастания затонувшего судна в б. Нячанг, Вьетнам

Таксон	Группа	Сообщество					
		А	Б	В	Г	Д	Е
		0–0,5 м	0,5–1м	1–2,7м	2,7–5м	5–7м	7–15м
1	2	3	4	5	6	7	8
Водоросли							
<i>Hypnea valentiae</i>	Rh	-	-	-	-	+	-
Животные							
Spongia gen. sp.	Sp	-	25	161	70	438	116
Hydroidea gen. sp.	Hу	-	245	-	107	420	53
Alcyonaria gen. sp.	Al	-	-	-	47 001	38 843	12 283
<i>Melithaea ochracea</i>	Go	-	-	7314	-	10 867	5560

Продолжение табл. 57

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Acropora robusta</i>	Sc	-	-	-	-	-	+
<i>Dendrophyllia sphaerica</i>	Sc	-	-	-	-	+	+
Polychaeta gen. sp.	Po	-	38/700	-	+	36	6/100
Sipunculidae gen. sp.	Si	-	-	26/200	40/150	200	-
Alpheidae gen. sp.	De	-	-	-	-	7/33	+
<i>Alpheus facetus</i>	De	-	-	-	-	-	+
<i>Asteronux loveni</i>	De	-	-	-	-	-	+
<i>Banarcia nillius</i>	De	-	-	-	-	-	1/40
Coridae gen. sp.	De	-	-	-	-	-	+
Decapoda gen. sp.	De	51/700	35/150	5/100	+	28/350	23/450
<i>Heeropanope glabra</i>	De	-	+	-	-	-	-
Naxoidea gen. sp.	De	-	-	-	-	-	+
<i>Pilumnus</i> sp.	De	-	-	12/100	-	-	-
<i>P. tomentosus</i>	De	-	-	-	-	35/267	-
Porcellanidae gen. sp.	De	-	-	-	-	-	+
<i>Synalpheus consobrinus</i>	De	-	-	-	-	-	7/60
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci	68/400	15 897/ 67 500	-	-	-	-
<i>Balanus</i> sp.	Ci	-	-	-	90/100	407/866	250/860
<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	Ci	-	-	-	-	610/34	-
<i>Tetraclita squamosa</i>	Ci	8693/ 3100	-	-	135/1000	-	-
<i>Mauritia arabica</i>	Ga	-	+	-	-	-	-
Gastropoda gen. sp.	Ga	-	1/100	-	-	-	-
<i>Chicoreus brunneus</i>	Ga	-	-	-	-	-	1217/20
<i>Thais rugosa</i>	Ga	-	-	-	-	-	-
<i>Arca nivea</i>	Bi	-	-	-	-	-	58/40
<i>Chama dunkeri</i>	Bi	-	7250/50	51 146/ 300	12 075/ 540	6/67	11 180/ 300
<i>Ch. imbricata</i>	Bi	-	-	-	+	76 100/ 833	8051/303
<i>Isognomon marsupialis</i>	Bi	4200	-	-	-	-	-
<i>I. nucleus</i>	Bi	203/1000	-	-	-	-	101/120
<i>Lopha cristagalli</i>	Bi	-	-	-	-	-	+
<i>Malleus</i> sp.	Bi	-	-	-	-	-	+
<i>Saccostrea ecinata</i>	Bi	-	44/50	-	-	-	-
<i>Osrea</i> sp.	Bi	-	-	-	-	-	59 402/ 320
<i>Pema</i> sp.	Bi	-	-	173/100	-	-	-
<i>Pinctada radiata</i>	Bi	-	-	-	-	-	380/20
<i>Reata pulchella</i>	Bi	-	-	-	-	-	+
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	41 200/ 2300	600/400	-	-	-	-
<i>Septifer bilocularis</i>	Bi	134/1100	-	-	-	-	-
Bryozoa gen. sp.	Br	-	-	-	-	8	25
Ophiuroidea gen. sp.	Ec	-	-	-	-	-	7/160
<i>Macrophiotrix longipeda</i>	Ec	-	-	-	360/100	67/133	-
<i>Ophiactus savignyi</i>	Ec	-	-	10/100	16/100	16/400	1/80
<i>Ophiotrix ciliaris</i>	Ec	-	-	-	-	-	+

О к о н ч а н и е т а б л . 57

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>O. nereidina</i>	Ec	-	-	-	+	-	-
Articulata gen. sp.	Ar	-	-	-	-	-	24/20

Synascidia gen. sp.	As	-	-	-	450	-	-
Всего		50 353/ 8800	24 137/ 8250	58 847/ 1900	60 328/ 1990	127 888/ 3183	98 745/ 2893

Примечание. В заголовке таблицы обозначены сообщества: А – *Saccostrea mordax*, Б – *Balanus reticulatus* + *Chama dunkeri*, В – *Chama dunkeri*, Г – *Alcyonaria* + *Chama dunkeri*, Д – *Chama imbricata* + *Alcyonaria*, Е – *Ostrea* sp. + *Alcyonaria* + *Lopha cristagalli*.

Таблица 58

**Отношение основных групп обрастателей по числу видов к общему числу видов на якорных оттяжках водорослеводческих установок различной продолжительности эксплуатации (в %) в зал. Опричник (по: Ивин, 1998)**

Таксон	Продолжительность эксплуатации, лет				
	1	2	3	4	5
Водоросли					
Chlorophyta	-	2,0	-	2,6	1,4
Phaeophyta	-	8,2	7,0	7,7	4,3
Rhodophyta	14,3	2,0	11,6	12,8	8,7
Животные					
Hydrozoa	17,9	8,2	7,0	10,3	7,2
Anthozoa	1	2,0	2,3	1,3	1,4
Polychaeta	14,3	28,6	20,9	20,5	21,7
Amphipoda	32,2	28,6	30,2	28,2	37,6
Gastropoda	-	4,0	-	2,6	2,8
Bivalvia	10,7	2,0	9,3	5,1	5,8
Bryozoa	3,6	4,1	4,7	1,3	1,4
Всего видов	28	49	43	78	69

Таблица 59

**Сообщество *Obelia longissima* в зоне первичного роста *Laminaria japonica* (по: Ивин, 1990)**

Таксон	Группа	Плотность поселения, экз/галлом	Биомасса, г/галлом
<i>Obelia longissima</i>	Hu	-	42,37
Caprellidae	Am	282,8	4,88
Nudibranchia	Ga	319,8	2,51
Diatomea	Al	-	0,31
<i>Jassa falcata</i>	Am	73,5	0,23
<i>Mytilus trossulus</i>	Bi	2,5	0,15
Phaeophyta	Al	-	0,09
<i>Hiatella arctica</i>	Bi	4,0	0,05
Polychaeta	Po	-	0,03
Rhodophyta	Al	-	+
Bryozoa	Bg	-	+
<i>Modiolus kurilensis</i>	Bi	+	+

Примечание. Сокращения таксономических групп: Al – водоросли, Am – амфиподы, Bi – двустворчатые моллюски, Bg – мшанки, Ga – брюхоногие моллюски, Hu – гидроиды, Po – полихеты. Знаком (+) обозначена биомасса менее 0,01 г/галлом.

Таблица 60

**Средняя биомасса (в г/м) основных групп макрообрастателей и плотность поселения спирорбид (в экз./м) на якорных оттяжках водорослеводческих установок различной продолжительности эксплуатации на хозяйстве р/з «Каменский» (по: Ивин и др., 1990)**

Таксон	Продолжительность эксплуатации, лет				
Algae	81,10	503,57	2408,0	3433,07	5880,02
Hydrozoa	3,60	7,43	6,19	1,52	4,47
Amphipoda	0,75	2,31	3,16	3,97	7,36
Polychaeta*	2,09	2,04	12,24	8,64	6,13
Mollusca	2,85	81,95	223,42	277,36	730,51
Brachyzoa	0,01	0,64	0,01	+	0,25
Прочие	0,01	0,04	1,64	2,7	1,17
Всего	88,41	597,98	2654,66	3727,26	6629,91
<i>Circeis armoricana</i> (экз./м)	0,2	11,6	32414,4	32183,4	50433,3

\* Кроме *C. armoricana*.

Таблица 61

**Качественный состав обрастания установок марикультуры и эпифитона грацилярии в бухтах и лагунах зал. Посъета**

Таксон	Обрастание		Эпифитон	
	Бухты	Лагуны	Бухты	Лагуны
1	2	3	4	5
Водоросли				
<i>Enteromorpha linza</i>	+	+	-	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	+	-	-	-
Животные				
Hydrozoa				
<i>Bougainvillia ramosa</i>	-	-	+	-
<i>Obelia longissima</i>	+	+	+	+
Polychaeta				
<i>Halosydna brevisetosa</i>	-	-	+	-
<i>Neodexiospira alveolata</i>	+	-	-	-
<i>N. nipponica</i>	+	-	-	-
<i>Nereis vexillosa</i>	+	-	-	-
<i>Nereis</i> sp.	+	-	+	-
<i>Platynereis bicaniculata</i>	+	-	+	-
<i>Typosyllis nipponica</i>	-	-	+	-
<i>Typosyllis</i> sp.	+	-	+	-
Cirripedia				



1	2	3	4	5
<i>Balanus improvisus</i>	+	-	-	-
Amphipoda				
<i>Amphithoe djakonovi</i>	-	+	+	-
<i>A. japonica</i>	-	+	+	-
<i>A. tarasovi</i>	+	-	-	-
<i>Amphithoe</i> sp.	+	-	-	-
<i>Anisogammanus tiuschovi</i>	+	-	-	-
<i>A. pugettensis</i>	-	-	-	+
<i>Anisogammanus</i> sp.	+	-	-	-
<i>Acroides secunda</i>	+	-	-	-
<i>Cerophium acherusicum</i>	+	-	-	-
<i>C. bonneli</i>	-	-	-	-
<i>C. steinegeri</i>	+	+	+	+
<i>Cerophium</i> sp.	-	+	-	+
<i>Jassa pulchella</i>	+	-	+	-
<i>Paralochestes ochotensis</i>	-	-	-	+
<i>Pontogeneja andrijashevi</i>	+	-	-	-
<i>Pontogeneja</i> sp.	+	-	-	-
<i>Protomeдея</i> sp.	-	-	+	-
<i>Caprella acantogaster</i>	+	-	-	-
<i>C. aglaceus</i>	+	-	+	-
<i>C. eximia</i>	+	-	-	-
<i>C. scaura diceros</i>	+	-	+	-
<i>Caprella</i> sp.	+	-	+	-
Isopoda				
<i>Gnорimosphaeroma nobkii</i>	+	+	+	+
<i>Paranthura japonica</i>	+	-	-	-
<i>Cymodoce acuta</i>	-	-	+	-
Bivalvia				
<i>Hiatella arctica</i>	+	-	-	-
<i>Musculista senhousia</i>	+	-	-	-
<i>Mytilus trossulus</i>	+	+	+	+
<i>Ephera turrita</i>	+	+	+	+
Gastropoda				
<i>Jeffreysina violacea</i>	-	-	+	-
<i>Omoba</i> sp.	+	-	-	-
Nudibranchia				
<i>Stiliger bergii</i>	+	-	-	-
Bryozoa				
<i>Amathia</i> sp.	-	-	-	+
<i>Celleporina irregularis</i>	+	-	+	-
<i>Conopeum seurati</i>	+	+	+	+
<i>Microporella ciliata</i>	+	-	+	+

**Характеристики поселений кораллов на сваях платформ четвертого года эксплуатации  
(по: Латыпов, 1991).**

Вид	Степень покрытия, %	Плотность поселения, колоний/м <sup>2</sup>	Размер колоний, см	Форма роста	Субстрат	Частота встречаемости, %
<i>Pocillopora damicornis</i>	0,5–7	1–3	5–12	Ветвистая	У,П,Б	100
<i>P. verrucosa</i>	2–18	2–6	5–28	То же	То же	100
<i>Porites lobata</i>	0,8–12	3–9	3–28	Инкрустирующая	У,Х,Б	40
<i>P. solida</i>	0,2–10	4–6	3–12	То же	Б,Х,У	40
<i>Favites abdita</i>	0,2–0,5	Единично	3–7	–"	У	10
<i>Goniastrea favulus</i>	0,2	То же	4x9	–"	?	5
<i>Leptastrea transversa</i>	0,2–0,5	1–4	2–5	–"	Б,Х,У	33
<i>L. pruinosa</i>	0,2–0,5	1–2	2–5	–"	Б,У,Х	30
<i>Cyphastrea serailia</i>	0,5–0,1	Единично	5–7	–"	Б,У	20
<i>Tubastrea coccinea</i>	3–5	8–12	3–20	Плакоидная	У,Х	–
<i>Millepora platyphylla</i>	10–26	1–3	15–47	Инкрустирующая	У	30

Примечание. Степень покрытия и число колоний даны из расчета на 1 м<sup>2</sup>, наблюдаемых на площади 10 м<sup>2</sup>; размер колоний и частота встречаемости – с учетом всех обнаруженных кораллов. У – устрицы, Б – баланусы, П – птерия, Х – хама.

Таблица 63

**Биомасса в г/м<sup>2</sup> основных макрообитателей буев с разным типом обрастания (по: Горин, 1980)**

Таксон	Верх бочки	Низ бочки	Верх трубы	Низ трубы
Буй м. Фирсова, п. Владивосток. Мидиевый тип обрастания				
Algae	1	4	+	+
Hydrozoa	1	38	+	556
Anthozoa	0	7	6	3
Polychaeta	1	9	175	12
Cirripedia	1613	17	150	2178
Jasidae	2	756	214	+
Caprellidae	0	0	0	0
Bivalvia	44	2392	41 525	13 765
Общая масса	1662	3223	42 070	17 906
Буй п. Холмск. Амфиподный тип обрастания				
Algae	475	110	+	43
Hydrozoa	0	0	131	20
Polychaeta	+	6	2	3
Cirripedia	0	0	+	13
Jasidae	+	578	336	530
Bivalvia	0	0	0	+
Общая масса	475	694	469	606
Буй п. Советская Гавань. Гидроидный тип обрастания				
Algae	15	2	+	1

Окончание табл. 63

Таксон	Верх бочки	Низ бочки	Верх трубы	Низ трубы
Hydrozoa	156	1115	1105	1005

Anthozoa	0	0	0	0
Polychaeta	1	0	+	5
Cirripedia	8	0	15	0
Jassidae	+	+	0	+
Caprellidae	0	0	0	0
Bivalvia	5	2	7	2
Общая масса	185	1124	1127	1113
Буй п. Александровск. Смешанный тип обрастания				
Algae	110	14	4	109
Hydrozoa	348	189	76	190
Anthozoa	0	0	0	0
Polychaeta	+	3	2	+
Cirripedia	8	1	285	+
Jassidae	5	346	1403	150
Caprellidae	0	1	17	0
Bivalvia	+	5	10	9
Общая масса	471	577	2164	458

Таблица 64

Значения биомассы, плотности поселения и продукции *Mytilus trossulus* в обрастании якорных цепей на разной глубине после годовой (А) и двухлетней (Б) экспозиции (по: Брыков и др., 1986б)

Глубина, м	Биомасса, г/м <sup>2</sup>		Плотность, экз./м <sup>2</sup>		Продукция, г/м <sup>2</sup> -год	
	А	Б	А	Б	А	Б
3	45880	28330	29400	2050	45880	-
6	35880	49150	16450	3530	35880	13270
9	30000	46490	14700	4460	30000	16490
12	24820	11800	8100	1990	24820	-

Таблица 65

Биомасса (в %) многолетнего сообщества обрастания якорь-цепи на разных глубинах (по: Ошурков, 1986)

Таксон	Глубина				
	1 м	3 м	7 м	10 м	16 м
<i>Mytilus trossulus</i>	91,4	88,7	78,4	78,1	45,3
<i>Obelia longissima</i>	4,9	8,5	7,3	5,8	13,6
<i>Balanus crenatus</i>	3,3	0,6	0,2	2,2	0
<i>Hiatella arctica</i>	0,2	0,6	3,3	1,5	2,5
<i>Metridium senile</i>	0	1,2	0,1	0	0,5
<i>Alcyonidium mytili</i>	0	0	10,6	12,2	38,1
Polychaeta gen. sp.	0,2	0,4	0,1	0,2	<0,1

Таблица 66

Состав и структура сообществ обрастания буй п. Вунгтау, Вьетнам

Таксон	Группа	Сообщество
--------	--------	------------

		<i>Balanus reticulatus</i>	
		Группировки	
		<i>Balanus reticulatus</i> + <i>Littorina</i> sp.	<i>Balanus reticulatus</i>
		0-0,5м	0,5-2м
Водоросли			
<i>Enteromorpha clathrata</i>	Ch	6	3
<i>Polysiphonia</i> sp.	Rh	-	+
Животные			
<i>Bowganvillia</i> sp.	Hu	-	+
<i>Obelia</i> sp.	Hu	-	4
<i>Dendrophyllia sphaerica</i>	Sc	-	+
<i>Hydroides elegans</i>	Po	-	+
<i>Nereis</i> sp.	Po	-	4/333
<i>Pachycheles scueptus</i>	De	-	156/700
<i>Planopilumnus vermiculatus</i>	De	-	7/100
<i>Caprella</i> sp.	Am	+	+
<i>Ischyrocerus</i> sp.	Am	4/2700	11/9667
<i>Balanus reticulatus</i>	Сi	70/3400	13 387/4790
<i>Nodilittorina millegrana</i>	Ga	10/200	-
<i>Arca</i> sp.	Bi	-	+
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	-	317/133
<i>Modiolus arcuatus</i>	Bi	-	256/733
<i>Perna viridis</i>	Bi	-	+
<i>Pinctada radiata</i>	Bi	-	39/267
<i>Pteria penguin</i>	Bi	-	+
<i>Septifer bilocularis</i>	Bi	-	12/467
Bryozoa gen. sp.	Br	-	674
Всего		90/6300	14 870/17200

Таблица 67

## Состав и структура сообществ обрастания буя с цепью п-ова Тьенша, Вьетнам

Таксон		<i>Saccostrea mordax</i> + <i>Megabalanus tintinnabulum</i>	Сообщество		<i>Megabalanus tintinnabulum</i>
			<i>Saccostrea glomerata</i>		
			Группировки		
		<i>Saccostrea glomerata</i> + <i>Pinctada margaritifera</i>	<i>Saccostrea glomerata</i>		
		0 м	0-1 м	1-3 м	3-10 м
Водоросли					
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	Ch	+	-	-	-
Животные					
<i>Spongia</i> gen. sp.	Sp	-	2	27	+

Окончание табл. 67

Таксон	Сообщество		
	<i>Saccostrea mordax</i> + <i>Megabalanus</i>	<i>Saccostrea glomerata</i>	<i>Megabalanus tintinnabulum</i>
	Группировки		

		<i>tintinnabulum</i>	<i>Saccostrea glomerata</i> + <i>Pinctada margaritifera</i>	<i>Saccostrea glomerata</i>	
		0 м	0–1 м	1–3 м	3–10 м
<i>Cryptolaria flabellum</i>	Hy	1	-	-	-
<i>Laphotea dumosa</i>	Hy	-	-	-	+
<i>Obelia</i> sp.	Hy	-	-	-	+
Aciniaria gen. sp.	Ac	-	-	+	-
Polychaeta gen. sp.	Po	1/200	9/200	5/250	1/50
Decapoda gen. sp.	De	-	-	-	+
<i>Heeropanope glabra</i>	De	-	-	-	5/75
<i>Hyastenus</i> sp.	De	-	-	2/100	-
<i>Peholisthes</i> sp.1	De	-	-	5/100	-
<i>Peholisthes</i> sp.2	De	-	-	-	15/25
<i>Pilumnus</i> sp.	De	-	-	2/100	-
<i>Spherozius nitidus</i>	De	-	10/200	7/100	19/75
<i>Zoimus</i> sp.	De	-	-	-	15/25
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci	+	600/300	390/800	718/1450
<i>Balanus</i> sp.	Ci	-	-	-	+
<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	Ci	1720/200	2950/100	-	16 898/1000
<i>Saccostrea mordax</i>	Bi	1850/300	-	-	-
<i>Saccostrea glomerata</i>	Bi	-	10 800/1000	12 400/1100	925/150
<i>Perna viridis</i>	Bi	-	-	-	+
<i>Pinctada margaritifera</i>	Bi	-	4560/100	-	-
<i>Septifer bilocularis</i>	Bi	-	2/100	-	-
<i>Schizoporella errata</i>	Br	-	-	+	-
Bcero		3572/700	18 933/2000	12 838/2550	18 596/2850

Состав и структура сообщества обрастания буя с цепью в п. Нячанг

Таксон	Группа	Сообщество	
		<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	
		0–15 м	
Водоросли			
<i>Spyridia filamentosa</i>	Rh		2
Животные			
<i>Spongia</i> gen. sp.	Sp		325
<i>Laphotea dumosa</i>	Hu		1
<i>Obelia</i> sp.	Hu		11
<i>Polychaeta</i> gen. sp.	Po		+
<i>Pilumnus verpistillis</i>	De		+
<i>Amphipoda</i> gen. sp.	Am		+
<i>Ischyrocerus</i> sp.	Am		+
<i>Jassa pulchella</i>	Am		+
<i>Balanus reticulatus</i>	Ci		+
<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	Ci	52991/4813	
<i>Tetraclita squamosa</i>	Ci	4/25	
<i>Mauritia arabica</i>	Ga		+
<i>Chicoreus ramosus</i> (juv)	Ga		+
<i>Ara</i> sp.	Bi		+
<i>Saccostrea glomerata</i>	Bi	1925/50	
<i>S. mordax</i>	Bi		+
<i>Pinctada radiata</i>	Bi		+
<i>Macrophiotrix longipeda</i>	Ech		+
<i>Ophiactus</i> sp.	Ech		+
<i>Ophiothrix neredins</i>	Ech		+
Всего			55259/4888

## Таксономический состав обрастания системы охлаждения ВТЭЦ-2

<b>Algae</b>	<i>B. rostratus</i>	<i>Mitrella burchardi</i>
CHLOROPHYTA	<i>Chthamalus dalli</i>	<i>Pussilina plicosa</i>
<i>Bryopsis plumosa</i>	DECAPODA	NUDIBRANCHIA
<i>Eneromorpha clathrata</i>	<i>Cancer amphioetus</i>	Nudibranchia gen. sp.
<i>Ulva fenestrata</i>	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	BIVALVIA
PHAEOPHYTA	<i>Pachycheles stevensii</i>	<i>Aveinus ojanus</i>
<i>Ecocarpus confervoides</i>	<i>Palaemon macrodactylus</i>	<i>Anadara broughtoni</i>
RHODOPHYTA	<i>Pugettia quadridens</i>	<i>Arca boucardi</i>
<i>Ahnfeltiopsis fabeliformis</i>	ISOPODA	<i>Callista breviphonata</i>
<i>Chondrus armatus</i>	<i>Cymodoce acuta</i>	<i>Callithaca adamsi</i>
<i>Ceramium kondoi</i>	<i>Gnorimosphaeroma ovatum</i>	<i>Chlamis farreri nipponensis</i>
<i>Lithothamnion pacificum</i>	<i>Ianiropsis serricandis</i>	<i>Crenomytilus grayanus</i>
<i>Pylota filicina</i>	<i>Limnoria</i> sp.	<i>Crassostrea gigas</i>
Conchocelis	Munnidae gen. sp.	<i>Entodesma naviculoides</i>
<b>Animalia</b>	<i>Paranthura japonica</i>	<i>Hiatella arctica</i>
SPONGIA	AMPHIPODA	<i>Mizuhopecten yessoensis</i>
<i>Halichondria panicea</i>	<i>Amphithoe</i> sp.	<i>Modiolus difficilis</i>
COELENTERATA	<i>Calliopius laeviusculus</i>	<i>Modiolus</i> sp.
<i>Bougainvillia ramosa</i>	<i>Caprella cristibracium</i>	<i>Musculista senhousia</i>
<i>Cnidopus japonica</i>	<i>C. mutica</i>	<i>Mya pseudoarenaria</i>
<i>Metridium senile</i>	<i>C. neglecta</i>	<i>Mya japonica</i>
<i>Obelia longissima</i>	<i>Caprella</i> sp.	<i>Mya</i> sp. juv.
POLYCHAETA	<i>Corophium acherusicum</i>	<i>Mytilus trossulus</i>
<i>Arabella iricolor</i>	<i>Corophium</i> sp.	<i>Ruditapes philippinarum</i>
<i>Chrysopetalum occidentale</i>	<i>Jassa marmorata</i>	<i>Septifer keenae</i>
<i>Habsydnha brevisetosa</i>	<i>Ishyrocerus</i> sp.	<i>Trapesium litatum</i>
<i>Hydroides ezøensis</i>	<i>Melita</i> sp.	<i>Turtonia minuta</i>
<i>Neodexiospira alveolata</i>	<i>Mesostenothoides uenoi</i>	BRYOZOA
<i>Nereis multignatha</i>	<i>Metopelloides barnardi</i>	<i>Bugula pacifica</i>
<i>N. vexillosa</i>	<i>M. schellenbergi</i>	<i>Bugula</i> sp.
<i>N. zonata</i>	<i>M. zernovi</i>	<i>Conopeum seurati</i>
<i>Nereis</i> sp.	<i>Odius kelleri</i>	ECHINODERMATA
<i>Platynereis bicaniculata</i>	<i>Pareurystheus gurjanovae</i>	<i>Amphiodia fisa</i>
<i>Polydora limicola</i>	<i>Parhyale zibellina</i>	<i>Aphelasterias japonica</i>
Polydoridae (larvae)	<i>Pontogeneia rostrata</i>	<i>Asterias amurensis</i>
<i>Potamilla</i> sp.	<i>P. mokyevskii</i>	<i>Distolasterias nipon</i>
<i>Typosyllis nipponica</i>	<i>Pontogeneia</i> sp.	<i>Patiria pectinifera</i>
<i>T. orientalis</i>	<i>Pleusymtes</i> sp.	<i>Apostichopus japonicus</i>
<i>T. occidentalis</i>	<i>Prostenothoe sextonae</i>	<i>Srongylocentrotus nudus</i>
<i>Typosyllis</i> sp.	PANTOPODA	<i>S. intermedius</i>
Terebellidae gen. sp.	<i>Lecythorhynchus hilgendorfi</i>	TUNICATA
SIPUNCULA	LORICATA	<i>Aplidium tenuicaudum</i>
<i>Phascolosoma japonica</i>	<i>Ischnochiton hakodadensis</i>	<i>Molgula manhattensis</i>
CIRRIPIEDIA	GASTROPODA	<i>Syela clava</i>
<i>Balanus amphitrite</i>	<i>Epheria turrata</i>	
<i>B. crenatus</i>	<i>Littorina mandschurica</i>	
<i>B. improvisus</i>	<i>Nucella hyseana</i>	

**Некоторые количественные характеристики организмов обрастателей водозаборного туннеля № 2 ТЭЦ-2 г. Владивостока**

Вид	P	$\sqrt{P \times B}$	Биомасса, г/м <sup>2</sup>					Плотность поселения, экз./м <sup>2</sup>					R
			ME	SE	MIN	MAX	I <sub>WB</sub>	ME	SE	MIN	MAX	I <sub>WA</sub>	
<i>Obelia longissima</i>	63,9	21,32	7,1	5,8	0,0	210,0	171,0	-	-	-	-	-	-0,017
<i>Habsydna brevisetosa</i>	5,6	0,40	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	-	-	-	-	-	<b>0,394</b>
<i>Hydroides ezøensis</i>	52,8	13,87	3,6	1,0	0,0	20,0	9,0	77,8	17,4	0,0	400,0	<b>140,3</b>	0,086
<i>Potamilla</i> sp.	50,0	15,60	4,9	1,4	0,0	30,0	14,0	105,6	22,2	0,0	500,0	<b>167,5</b>	-0,020
<i>Nereis multignatha</i>	13,9	2,33	0,4	0,3	0,0	10,0	7,3	16,7	7,5	0,0	200,0	<b>120,0</b>	-0,016
<i>Nereis zonata</i>	5,6	0,39	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	0,001
<i>Nereis</i> sp.	11,1	0,99	0,1	0,1	0,0	2,0	1,5	13,9	9,0	0,0	300,0	<b>212,0</b>	0,201
<i>Dexiospira alveolata</i>	2,8	0,28	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	-0,081
<i>Typosyllis orientalis</i>	2,8	0,09	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	<b>0,394</b>
<i>Balanus rostratus</i>	58,3	190,75	623,7	155,5	0,0	2650,0	1396,5	2030,6	546,0	0,0	14000,0	<b>5284,9</b>	-0,020
<i>Balanus improvisus</i>	38,9	23,24	13,9	5,8	0,0	160,0	87,9	175,0	39,9	0,0	800,0	<b>327,8</b>	-0,072
<i>Balanus crenatus</i>	13,9	8,72	5,5	4,5	0,0	160,0	130,7	16,7	7,5	0,0	200,0	<b>120,0</b>	-0,001
<i>Pugettia quadridens</i>	5,6	1,57	0,4	0,4	0,0	15,0	14,1	5,6	3,9	0,0	100,0	<b>97,1</b>	0,115
<i>Cancer amphioetus</i>	5,6	4,97	4,4	3,3	0,0	110,0	89,3	11,1	7,7	0,0	200,0	<b>194,3</b>	<b>0,535</b>
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	13,9	8,17	4,8	3,9	0,0	140,0	113,3	22,2	11,3	0,0	300,0	<b>208,6</b>	-0,037
<i>Pachycheles stevensii</i>	2,8	0,28	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	<b>0,411</b>
<i>Paranthura japonica</i>	8,3	0,26	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	11,1	6,6	0,0	200,0	<b>142,9</b>	0,254
<i>Gnorimosphaeroma ovatum</i>	8,3	2,27	0,6	0,6	0,0	20,0	18,1	11,1	6,6	0,0	200,0	<b>142,9</b>	<b>0,384</b>
<i>Limnoria</i> sp.	2,8	0,09	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	-0,083
<i>Munnidae</i> gen. sp.	5,6	0,12	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	-0,083
<i>Ianiropsis sericandis</i>	2,8	0,09	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	-0,081
<i>Jassa mamorata</i>	100,0	36,71	13,5	5,4	0,0	180,0	76,7	1905,6	559,7	0,0	15000,0	<b>5917,4</b>	-0,092
<i>Caprella cristibrachium</i>	47,2	20,52	8,9	2,8	0,0	70,0	31,6	355,6	118,6	0,0	3500,0	<b>1424,6</b>	0,013
<i>Caprella mutica</i>	11,1	1,92	0,3	0,2	0,0	6,0	4,5	8,3	4,7	0,0	100,0	<b>94,3</b>	0,218
<i>Caprella neglecta</i>	30,6	4,11	0,6	0,3	0,0	8,0	4,1	75,0	28,0	0,0	900,0	<b>376,2</b>	0,129
<i>Caprella</i> sp.	44,4	7,11	1,1	0,4	0,0	10,0	6,0	188,9	64,3	0,0	2100,0	<b>788,9</b>	0,232
<i>Corophium acherusicum</i>	5,6	0,18	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	5,6	3,9	0,0	100,0	<b>97,1</b>	-0,058

Продолжение табл. 70

Вид	P	$\sqrt{P \times B}$	Биомасса, г/м <sup>2</sup>					Плотность поселения, экз./м <sup>2</sup>					R
			ME	SE	MIN	MAX	I <sub>WB</sub>	ME	SE	MIN	MAX	I <sub>WA</sub>	



<i>Conophium</i> sp.	2,8	0,09	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	-0,017
<i>Ishyroceris</i> sp.	13,9	1,04	0,1	0,0	0,0	1,0	0,8	25,0	11,5	0,0	300,0	<b>191,4</b>	0,225
<i>Metopelloides bamardi</i>	5,6	0,28	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	11,1	8,7	0,0	300,0	<b>245,7</b>	-0,084
<i>Metopelloides schellenbergi</i>	2,8	0,09	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	0,010
<i>Pareurysthes gujanovae</i>	2,8	0,15	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	8,3	8,3	0,0	300,0	<b>300,0</b>	-0,081
<i>Panhyale zibellina</i>	2,8	0,09	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	-0,048
<i>Pleusymtes</i> sp.	19,4	1,04	0,1	0,0	0,0	1,0	0,6	27,8	12,4	0,0	400,0	<b>197,7</b>	-0,079
<i>Prostenothea sexonae</i>	11,1	0,35	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	16,7	10,2	0,0	300,0	<b>222,9</b>	0,220
<i>Lecythorhynchus hilgendorfi</i>	2,8	0,28	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	-0,021
<i>Ephera turnita</i>	13,9	4,44	1,4	1,1	0,0	40,0	31,8	102,8	63,2	0,0	2100,0	<b>1398,2</b>	<b>0,406</b>
<i>Littorina mandschurica</i>	2,8	0,09	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	0,088
<i>Alveinus ojanus</i>	11,1	0,35	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	11,1	5,3	0,0	100,0	<b>91,4</b>	<b>0,563</b>
<i>Anadara broughtoni</i>	11,1	0,35	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	11,1	6,6	0,0	200,0	<b>142,9</b>	0,329
<i>Arca boucardi</i>	11,1	0,31	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	13,9	8,1	0,0	200,0	<b>170,9</b>	<b>0,333</b>
<i>Callista breviphonata</i>	22,2	0,82	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	33,3	12,6	0,0	300,0	<b>171,4</b>	0,237
<i>Callithaca adamsi</i>	36,1	3,14	0,3	0,2	0,0	8,0	6,5	105,6	35,8	0,0	800,0	<b>438,2</b>	<b>0,427</b>
<i>Crenomytilus grayanus</i>	19,4	2,65	0,4	0,3	0,0	10,0	7,9	63,9	30,9	0,0	1000,0	<b>538,0</b>	<b>0,406</b>
<i>Crassostrea gigas</i>	11,1	10,39	9,7	6,2	0,0	180,0	144,3	22,2	12,0	0,0	300,0	<b>234,3</b>	-0,004
<i>Entodesma naviculoides</i>	2,8	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	-0,017
<i>Hiatella arctica</i>	44,4	4,70	0,5	0,3	0,0	10,0	5,7	186,1	47,8	0,0	1300,0	<b>442,6</b>	-0,030
<i>Mizohopeternyessensis</i>	2,8	0,12	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	-	-	-	-	-	0,022
<i>Modiolus</i> sp.	2,8	0,09	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	-0,076
<i>Musculista senhousia</i>	2,8	0,09	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	-0,045
<i>Mya pseudoarenaria</i>	2,8	0,09	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	11,1	7,7	0,0	200,0	<b>194,3</b>	-0,021
<i>Mya japonica</i>	25,0	0,83	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	41,7	15,1	0,0	300,0	<b>197,1</b>	-0,004

Окончание табл. 70

Вид	P	$\sqrt{P \times B}$	Биомасса, г/м <sup>2</sup>					Плотность поселения, экз./м <sup>2</sup>					R
			ME	SE	MIN	MAX	I <sub>WB</sub>	ME	SE	MIN	MAX	I <sub>WA</sub>	
<i>Mya</i> sp. juv.	2,8	0,12	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	5,6	3,9	0,0	100,0	<b>97,1</b>	<b>0,757</b>
<i>Mytilus trossulus</i>	66,7	372,04	2076,2	965,7	0,0	28000,0	16171,2	1113,9	325,6	0,0	8200,0	<b>3426,9</b>	<b>0,985</b>
<i>Ruditapes philippinarum</i>	22,2	1,11	0,1	0,0	0,0	1,0	0,6	33,3	12,0	0,0	300,0	<b>154,3</b>	<b>0,337</b>
<i>Turtonia</i>	11,1	0,35	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	16,7	10,2	0,0	300,0	<b>222,9</b>	-0,050

<i>minuta</i>														
<i>Bugula pacifica</i>	33,3	8,28	2,1	0,8	0,0	20,0	10,5	-	-	-	-	-	-	0,065
<i>Conopeum seurati</i>	8,3	0,96	0,1	0,1	0,0	2,0	1,4	-	-	-	-	-	-	-0,021
<i>Amphiodia fissa</i>	11,1	0,66	0,0	0,0	0,0	1,0	0,7	14,3	7,2	0,0	200,0	<b>129,4</b>	<b>0,863</b>	
<i>Aphelasterias japonica</i>	2,8	2,78	2,8	2,8	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,394</b>	
<i>Styela clava</i>	33,3	2,72	0,2	0,2	0,0	8,0	8,0	2,8	2,8	0,0	100,0	<b>100,0</b>	0,011	
Всего			2788,1	951,6	2,1	28015,6	1667,1	6955,6	1174,2	300,0	27600,0	7135,8		

Примечание. *P* – встречаемость, *B* – биомасса, *ME*, *MIN* и *MAX* – среднее, минимальное и максимальное значения, *SE* – стандартная ошибка среднего, *I<sub>W</sub>* – индекс агрегированности, *R* – коэффициент корреляции биомасс отдельных видов с общей биомассой; жирным шрифтом выделены значимые ( $p < 0,05$ ) коэффициенты корреляции и индексы *I<sub>WA</sub>*, если распределение животных достоверно агрегированное.

Таблица 71

**Сравнение биомассы наиболее массовых видов обрастателей в точках ее максимумов на днище и стенках второго водозаборного туннеля с их средней биомассой**

Вид	Точки основного и дополнительных максимумов	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Средняя биомасса без учета максимумов, г/м <sup>2</sup>	Средняя ошибка биомассы в точке*, г/м <sup>2</sup>
<i>M. trossulus</i>	<i>B3</i>	28 000	4845,7	275,9 (39,5)
	<i>B7</i>	5460		
<i>J. marmorata</i>	<i>B6</i>	180	6,0	72,1 (22,7)
	<i>R3</i>	82		
	<i>L4</i>	25		
<i>O. longissima</i>	<i>R8</i>	210	0,9	0,5 (30,5)
	<i>R3</i>	5		
	<i>L4</i>	2		
<i>B. rostratus</i>	<i>R3</i>	2650	361,7	190,7 (16,5)
	<i>L3</i>	2460		
	<i>R8</i>	1860		
<i>H. ezoensis</i>	<i>L9</i>	1640	4,2	4,6 (43,1)
	<i>B6</i>	20		
	<i>L3</i>	13		
<i>Potamilla sp.</i>	<i>R3</i>	10	1,7	0,6 (48,8)
	<i>R3</i>	30		
	<i>R7</i>	28		
	<i>L3</i>	21		

Окончание табл. 71

Вид	Точки основного и дополнительных максимумов	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Средняя биомасса без учета максимумов, г/м <sup>2</sup>	Средняя ошибка биомассы в точке*, г/м <sup>2</sup>
<i>C. cristibrachium</i>	<i>B9</i>	70	1,7	16,3 (18,0)
	<i>R8</i>	55		
	<i>L3</i>	32		
	<i>R3</i>	23		
<i>H. arctica</i>	<i>R8</i>	10	0,2	0,1 (40,0)
	<i>L4</i>	2		
<i>B. improvisus</i>	<i>R6</i>	160	3,1	2,6 (17,2)
	<i>R4</i>	140		
	<i>R9</i>	30		

<i>B. pacifica</i>	R3	20	1,0	0,1 (20,0)
	L3	15		
	R8	5		

\* Определена для первого туннеля по биомассе животных в пробах, бравшихся в 3 повторностях и усреднена для всего туннеля; в скобках указаны проценты от средней биомассы для первого туннеля.

Таблица 72

**Численность микроорганизмов на разных участках высоколегированной стали, тыс. кл./см<sup>2</sup>**

Экспозиция, сут	Участки поверхности	Аэробы		Анаэробы	
		Сапрофиты	Железо-бактерии	Гнилостные бактерии	Сульфатредуцирующие бактерии
Б. Золотой Рог, причал 44-й					
7	I	25,9	9,3	0,2	0,05
120	II	0,8	2,7	78,3	62,0
	III	0,5	7,5	117,5	120,1
Б. Золотой Рог, причал 42-й					
7	I	22,1	3,8	0,1	0,05
120	I	4,6	9,2	35,9	37,0
	II	1,8	3,7	61,2	57,0
	III	0,8	6,8	156,5	110,1
Б. Рында					
7	I	13,3	2,2	0,05	0,02
120	I	6,2	2,6	22,1	20,5
	II	4,5	2,0	31,1	36,4
	III	1,6	0,6	82,0	45,0

Таблица 73

## Характеристика обрастания и локальных разрушений стали X1810T под баланусами

Район испытаний	Экспозиция, сут	Сырая масса обрастания, кг/м <sup>2</sup>	Общая плотность поселения баланусов, экз./м <sup>2</sup>	Число очагов коррозии под баланусами, шт./м <sup>2</sup>	Интенсивность коррозии под баланусами, %	Скорость коррозии, г/м <sup>2</sup> ч, п 10 <sup>-4</sup>
Б. Золотой Рог, причал 44-й	50	4,4	117 200	2000	1,7	19,0
	90	12,0	127 187	6093	4,8	
	120	17,7	127 953	4484	3,5	
Б. Золотой Рог, причал 42-й	50	1,3	8719	225	,6	28,0
	90	13,0	9734	2656	27,3	
	120	23,0	9031	2500	27,3	
Б. Рында	50	0,2	2765	165	5,9	0,5
	90	1,2	4830	287	5,1	
	120	10,9	6300	330	5,2	

Таблица 74

## Средние значения гидрохимических и микробиологических показателей воды исследуемых акваторий за период испытаний (07–10.2000 г.)

Показатели воды, группы бактерий	Единицы измерений	Б. Рында	Б. Золотой Рог, 42-й причал	Б. Золотой Рог, 44-й причал
Концентрация O <sub>2</sub>	мг/л	8,88	8,14	7,46
БПК <sub>5</sub>	То же	2,57	3,55	3,50
Величина pH	ед.	8,44	7,89	7,98
Сапрофиты	тыс. кл./мл	7,7	37,1	63,7
Нефтеокисляющие	То же	0,9	6,6	14,1
СРБ	-“-	6,8	22,6	22,7

Таблица 75

## Содержание тяжелых металлов в микрообрастании (в мкг/г сухого вещества) в 2000 г.

Б. Рында							
Дата	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
27.06	11314	280	37	226	226	<0,01	2
01.08	3826	273	12	170	21,3	<0,01	8,8
18.08	236	187	6,4	40,7	18,7	0,44	2,2
11.09	533	110	3,3	93,5	<0,1	<0,01	<0,02
04.10	750	137	2	65	<0,1	<0,01	<0,02
17.10	2353	294	6,5	229,4	<0,1	<0,01	4,7
Среднее	3168,7	213,5	11,2	137,4	44,3	0,1	3,0
Fe>Mn>Zn>Pb>Cu>Ni>Cd							

Окончание табл. 75

Бухта Золотой Рог, 42-й причал							
Дата	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
09.06	7342	225	61	2657	51	2,3	34
27.06	1238	319	16	407	<0,1	0,64	5
01.08	16170	605	154	528	101	0,44	8,3
18.08	1100	341	42	240	22	0,22	2,8
11.09	375	137	8,5	200	<0,1	<0,01	<0,02
04.10	1350	225	32	215	8	<0,01	<0,02
17.10	3250	305	46	2000	74	0,4	3
Среднее	4403,6	308,1	51,4	892,4	36,6	0,6	7,6
Fe>Zn>Mn>Cu>Pb>Ni>Cd							
Бухта Золотой Рог, 44-й причал							
Дата	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
09.06	13519	185	99	625	1983	2,6	34
27.06	4695	406	33	414	500	0,7	5,7
01.08	13760	640	102	304	102	0,3	7,2
18.08	4818	770	35	220	33	0,3	4,4
11.09	325	175	13	175	<0,1	<0,01	<0,02
04.10	775	250	28	140	14	<0,01	<0,02
17.10	10237	903	192	241,5	1428	2	6,3
Среднее	6875,6	475,6	71,7	302,8	580,0	0,8	8,2
Fe>Pb>Mn>Zn>Cu>Ni>Cd							

Таблица 76

**Средние концентрации металлов (в мкг/г сух. в-ва) в пробах бактериально-диатомовой пленки по результатам эксперимента 2001 г.**

Станция	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
Б. Рында	21 412	495	156	266	58	0,9	154
Б. Золотой Рог, 42-й причал	25 315	355	653	2562	986	1,6	129
Б. Золотой Рог, 44-й причал	10 500	735	97	1382	882	1,6	38

Коэффициенты корреляции (R) между динамикой личинок (Л) и оседанием молоди (Пл) фонообразующих видов на 15-суточные пластины в водозаборном ковше (СТ. 1) и у 44-го причала (СТ. 2)

№ п/п	Вид и его характеристика	1. <i>Balanus crenatus</i> Л, СТ. 2	2. <i>Balanus crenatus</i> Пл, СТ. 2	3. <i>Balanus improvisus</i> Л, СТ. 2	4. <i>Balanus improvisus</i> Пл, СТ. 2	5. <i>Balanus amphitrite</i> Л, СТ. 2	6. <i>Balanus amphitrite</i> Пл, СТ. 2	7. <i>Polydora limicola</i> Л, СТ. 2	8. <i>Polydora limicola</i> Пл, СТ. 2	9. <i>Mytilus trossulus</i> Л, СТ. 2	10. <i>Mytilus trossulus</i> Пл, СТ. 2	11. <i>Molgula manhattensis</i> Л, СТ. 2	12. <i>Molgula manhattensis</i> Пл, СТ. 2	13. <i>Balanus improvisus</i> Л, СТ. 1	14. <i>Balanus improvisus</i> Пл, СТ. 1	15. <i>Balanus crenatus</i> Л, СТ. 1	16. <i>Balanus crenatus</i> Пл, СТ. 1	17. <i>Mytilus trossulus</i> Л, СТ. 1	18. <i>Mytilus trossulus</i> Пл, СТ. 1	19. <i>Crassostrea gigas</i> Л, СТ. 1	20. <i>Crassostrea gigas</i> Пл, СТ. 1
1.	<i>Balanus crenatus</i> Л, СТ. 2	1,00																			
2.	<i>Balanus crenatus</i> Пл, СТ. 2	<b>0,49</b>	1,00																		
3.	<i>Balanus improvisus</i> Л, СТ. 2	-0,25	-0,22	1,00																	
4.	<i>Balanus improvisus</i> Пл, СТ. 2	-0,36	-0,34	0,18	1,00																
5.	<i>Balanus amphitrite</i> Л, СТ. 2	-0,22	-0,19	<b>0,83</b>	-0,18	1,00															
6.	<i>Balanus amphitrite</i> Пл, СТ. 2	-0,17	-0,14	0,34	-0,18	<b>0,48</b>	1,00														
7.	<i>Polydora limicola</i> Л, СТ. 2	-0,10	0,14	0,04	<b>0,43</b>	-0,26	-0,29	1,00													
8.	<i>Polydora limicola</i> Пл, СТ. 2	-0,24	0,18	0,03	-0,10	0,15	<b>0,75</b>	0,14	1,00												
9.	<i>Mytilus trossulus</i> Л, СТ. 2	<b>0,97</b>	<b>0,55</b>	-0,16	-0,29	-0,16	-0,12	-0,03	-0,18	1,00											
10.	<i>Mytilus trossulus</i> Пл, Ст. 4	<b>0,62</b>	<b>0,97</b>	-0,21	-0,31	-0,21	-0,16	0,15	0,12	<b>0,70</b>	1,00										
11.	<i>Molgula manhattensis</i> Л, СТ. 2	-0,09	-0,20	-0,16	0,29	-0,16	-0,15	-0,34	-0,10	-0,16	-0,20	1,00									
12.	<i>Molgula manhattensis</i> Пл, СТ. 2	-0,18	-0,24	0,04	0,02	0,22	<b>0,66</b>	-0,53	<b>0,52</b>	-0,20	-0,26	<b>0,62</b>	1,00								
13.	<i>Balanus improvisus</i> Л, СТ. 1	-0,10	-0,11	0,09	<b>0,43</b>	-0,10	-0,04	0,35	0,01	-0,04	0,01	-0,01	-0,12	1,00							
14.	<i>Balanus improvisus</i> Пл, СТ. 1	-0,29	-0,25	0,24	<b>0,72</b>	-0,11	-0,14	<b>0,59</b>	-0,02	-0,21	-0,16	-0,01	-0,21	<b>0,88</b>	1,00						
15.	<i>Balanus crenatus</i> Л, СТ. 1	0,28	-0,20	-0,37	-0,31	-0,26	-0,20	-0,07	-0,31	0,09	-0,21	-0,23	-0,29	-0,18	-0,24	1,00					
16.	<i>Balanus crenatus</i> Пл, СТ. 1	-0,13	<b>0,76</b>	-0,18	-0,23	-0,13	-0,10	0,20	0,33	-0,10	<b>0,60</b>	-0,13	-0,16	-0,13	-0,17	-0,15	1,00				
17.	<i>Mytilus trossulus</i> Л, СТ. 1	<b>0,91</b>	<b>0,58</b>	-0,11	-0,23	-0,13	-0,10	-0,04	-0,14	<b>0,97</b>	<b>0,74</b>	-0,13	-0,16	0,00	-0,17	-0,11	-0,08	1,00			
18.	<i>Mytilus trossulus</i> Пл, СТ. 1	0,16	<b>0,44</b>	-0,20	0,20	-0,28	-0,21	<b>0,72</b>	0,31	0,25	<b>0,51</b>	-0,23	-0,36	<b>0,54</b>	<b>0,53</b>	-0,24	0,30	0,30	1,00		
19.	<i>Crassostrea gigas</i> Л, СТ. 1	-0,18	-0,09	-0,01	0,35	-0,15	-0,11	<b>0,49</b>	0,09	-0,13	0,00	-0,07	-0,21	<b>0,96</b>	<b>0,86</b>	-0,13	-0,03	-0,11	<b>0,67</b>	1,00	
20.	<i>Crassostrea gigas</i> Пл, СТ. 1	-0,19	-0,16	<b>0,47</b>	<b>0,62</b>	-0,10	-0,09	<b>0,43</b>	-0,18	-0,13	-0,14	-0,04	-0,21	0,31	<b>0,60</b>	-0,20	-0,11	-0,11	-0,01	0,22	1,00

Примечание. Жирным шрифтом выделены значения R>0,4.

Таксономический состав и частота встречаемости (в %) эпифауны в период ее оседания на створках гигантской устрицы в Амурском заливе в 1986 г.

Таксон	8.06.86	8.07.86	8.08.86	10.09.86	13.10.86	12.11.86
Hydrozoa						
<i>Obelia longissima</i>	100	100	100	100	100	100
<i>Bougainvillia ramosa</i>	0	0	0	50	40	40
Polychaeta						
<i>Hydroides ezøensis</i>	100	100	100	100	100	100
<i>Dexiospira alveolata</i>	100	100	100	100	100	100
<i>Nereis vexillosa</i>	3	0	7	3	0	3
<i>Habsydna brevisetosa</i>	3	3	7	3	0	3
<i>Polynoidae</i> gen. sp.	0	0	+	0	0	0
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	0	0	0	0	3	3
<i>Polydora limicola</i>	100	100	100	100	100	100
<i>Boccardiella hamata</i>	0	0	0	0	7	3
Nemertini						
<i>Emplectonema gracile</i>	0	0	3	0	0	0
Cirripedia						
<i>Balanus rostratus</i>	3	7	3	10	3	7
<i>B.improvisus</i>	0	3	100	100	100	100
<i>Solidobalanus hesperius</i>	90	50	40	3	7	3
<i>Chthamalus dalli</i>	7	3	0	0	0	0
Isopoda						
<i>Paranthura japonica</i>	0	3	0	0	0	0
Amphipoda						
<i>Corophium</i> sp.	100	100	100	100	100	100
<i>Amphithoe japonica</i>	0	0	0	3	10	3
<i>Caprella cristibrachium</i>	0	0	0	0	3	0
Bivalvia						
<i>Mytilus trossulus</i>	0	13	100	100	100	100
<i>Crassostrea gigas</i>	0	0	10	100	100	100
<i>Hiatella arctica</i>	3	7	100	100	100	100
<i>Crenomytilus grayanus</i>	7	10	3	0	3	0
<i>Arca boucardi</i>	3	7	0	0	0	0
<i>Modiolus difficilis</i>	7	3	0	3	0	7
<i>Ruditapes philippinarum</i>	0	0	3	3	0	0
<i>Mya japonica</i>	0	0	0	0	0	3
<i>Musculista senhousia</i>	0	0	0	0	3	10
<i>Potamocorbula amurensis</i>	0	0	0	0	3	3
Gastropoda						
<i>Rapana thomasi</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Nucella lima</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Ephera turrita</i>	0	3	7	3	10	0
<i>Tegula rustica</i>	0	0	0	0	0	3
Bryozoa						
<i>Microporella ciliata</i>	0	7	0	0	0	0

Окончание табл. 78

Таксон	8.06.86	8.07.86	8.08.86	10.09.86	13.10.86	12.11.86
<i>Hippoporina perforata</i>	0	3	0	0	0	0
<i>Schizoporella unicornis</i>	0	0	7	3	0	0
<i>Conopeum seurati</i>	0	0	0	0	7	3
Echinodermata						
<i>Apostichopus japonicus</i>	0	0	0	0	0	3
Ascidacea						
<i>Styela clava</i>	10	3	7	3	10	0

Таблица 79

Таксономический состав водорослей-эпифитов в сообществах водорослей

Таксон	Сообщества водорослей		
	<i>Talassodendron ciliatum</i>	<i>Sargassum</i> sp.	<i>Halimeda</i> sp.
Rhodophyta			
<i>Acrochaetium seriatum</i>	-	+	-
<i>Amithamnion</i> sp.	+	-	-
<i>Boryocladia kukuckii</i>	+	-	-
<i>Caloglossa adnata</i>	+	-	-
<i>Ceramium fastigiatum</i>	+	-	-
<i>C. gracillimum</i>	-	+	-
<i>C. mazatlanense</i>	+	-	-
<i>Ceramium</i> sp.	+	-	-
<i>Chrysomenia pyriformis</i>	+	-	-
<i>Coelarthrum boergesenii</i>	+	-	-
<i>Corallina subulata</i>	+	-	-
<i>Dasya mollis</i>	+	+	-
<i>Dictiurus occidentalis</i>	+	-	-
<i>Erythrotrichia carnea</i>	-	+	-
<i>Gelidiella lubrica</i>	+	-	-
<i>G. myrioclada</i>	+	+	-
<i>Goniotrichum alsidii</i>	+	+	-
<i>Griffithsia metcalfei</i>	+	-	+
<i>G. subcylindrica</i>	+	-	+
<i>Halopligma duperreyi</i>	+	-	-
<i>Heterosiphonia wourdemanni</i>	+	-	-
<i>Hypnea espery</i>	+	-	-
<i>H. nudulans</i>	-	+	-
<i>H. pannosa</i>	-	+	-
<i>Jania capillacea</i>	+	-	-
<i>J. ungulata</i>	+	+	-
<i>Laurencia</i> sp.	+	-	-
<i>Liagora ceranoides</i>	+	-	-
<i>Lophocladia trichoclados</i>	+	-	-
<i>Lophosiphonia villum</i>	+	-	-

Окончание табл. 79

Таксон	Сообщества водорослей
--------	-----------------------



	<i>Talassodendron ciliatum</i>	<i>Sargassum</i> sp.	<i>Halimeda</i> sp.
<i>Melobesia</i> sp.	+	-	+
<i>Peyssonnelia</i> sp.	+	-	+
<i>Rhodomelacea</i> gen .sp.	+	-	-
<i>Spermothamnion investiens</i>	+	-	-
<i>Phaeophyta</i>			
<i>Диктиоптерис delicatula</i>	-	+	-
<i>Giffordia mitchellae</i>	-	+	-
<i>Lobophora variegata</i>	+	-	-
<i>Sphacellaria furcigera</i>	-	+	-
<i>Chlorophyta</i>			
<i>Boodlea struveoides</i>	+	+	-
<i>Caulerpa cupressoides</i>	-	+	-
<i>Cladophora laetevirens</i>	-	+	-
<i>Диктосфаерия cavernosa</i>	+	-	-
<i>Enteromorpha clathrata</i>	-	+	-
<i>Halimeda opuntia</i>	+	-	-
<i>H. stuposa</i>	+	-	-
<i>Halimeda</i> sp.	+	-	-
<i>Microdyction okamurai</i>	+	+	-
<i>Stuvea anastomosans</i>	+	-	-
<i>Ulva rigida</i>	-	+	-
<i>Valoniopsis pachynema</i>	+	-	-

Таблица 80

**Таксономический состав и распределение видов по глубинам бентосного сообщества *Pseudopotamilla ocellata* на м. Энгельма в Уссурийском заливе Японского моря**

Таксон	Глубина, м				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Водоросли					
RHODOPHYTA					
<i>Antithamnion sparsum</i>	-	+	+	-	+
<i>Bossiella cretacea</i>	+	+	+	+	+
<i>Ceramium kondoi</i>	+	+	+	+	+
<i>Champia parvula</i>	-	-	-	-	+
<i>Enelittosiphonia hakodaensis</i>	-	-	-	+	-
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	-	-	-	+	-
<i>Laurencia nipponica</i>	+	+	-	+	-
<i>Odonthalia corymbifera</i>	-	-	+	-	+
РНАЕОРPHYTA					
<i>Fucus evanescens</i>	-	+	+	+	-
CHLOROPHYTA					
<i>Bryopsis plumosa</i>	+	+	+	+	+
<i>Ulva fenestrata</i>	+	+	+	+	+

Продолжение табл. 80

Таксон	Глубина, м				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Покровосеменные					

<i>Phyllospadix iwatensis</i>	+	-	-	-	-
Животные					
SPONGIA					
<i>Haliclona cinerea</i>	+	-	-	-	-
<i>H. rossica</i>	+	-	-	+	-
COELENTERATA					
<i>Cnidopus japonica</i>	+	-	-	-	-
<i>Onthopyxis platycarpa</i>	+	-	-	-	-
<i>Sertularella spinosa</i>	-	+	+	+	+
POLYCHAETA					
<i>Ambella iricolor</i>	+	+	+	+	
<i>Capitella capitata</i>	-	+	-	-	-
<i>Cirratulidae</i> gen. sp.	-	+	-	-	-
<i>Cirriformia tentaculata</i>	+	-	-	+	-
<i>Eulalia viridis</i>	-	-	-	+	+
<i>Halosydna brevisetosa</i>	+	+	+	+	+
<i>Lambrinereis inflata</i>	-	-	-	+	-
<i>L. longifolia</i>	+	-	+	-	-
<i>Lambrinereis</i> sp.	-	-	-	-	+
<i>Nanereis japonica</i>	+	-	-	-	-
<i>N. jacutica</i>	+	+	+	+	+
<i>N. laevigata</i>	-	-	-	+	-
<i>Neodexiospira alveolata</i>	-	-	-	+	-
<i>Nereis pelagica</i>	+	-	-	-	-
<i>N. zonata</i>	+	+	-	-	+
<i>Nereis</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Mediomastus californensis</i>	+	-	-	-	-
<i>Phyllodocidae</i> gen. sp.	-	+	-	-	-
<i>Pista elongata</i>	-	-	+	+	-
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	+	-	+	-	-
<i>Pseudopotamilla ocellata</i>	+	+	+	+	+
<i>Schistomeringos japonica</i>	-	-	-	+	-
<i>Serpulidae</i> gen. sp.	+	-	-	-	-
<i>Spionidae</i> gen. sp.	+	-	-	-	-
<i>Spirorbidae</i> gen. sp.	+	+	-	-	-
<i>Terebella ehrenbergi</i>	-	+	-	-	-
<i>Typosyllis orientalis</i>	+	+	+	+	+
<i>T. ehlersioides</i>	-	-	-	+	-
PANTOPODA					
<i>Lecythorhynchus hilgendorfi</i>	-	+	+	+	+
BALANIDAE					
<i>Balanus rostratus</i>	-	-	+	+	+
<i>Semibalanus cariosus</i>	-	-	+	+	+
DECAPODA					
<i>Cancer amphioetus</i>	+	-	+	+	+
<i>Erymacrus isenbeekii</i>	-	-	-	-	+

Окончание табл. 80

Таксон	Глубина, м				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
<i>Pachycheles stevensii</i>	-	+	+	+	+
<i>Pagurus middendorffii</i>	+	+	-	-	-
<i>Pigettia quadridens</i>	-	-	+	+	+

AMPHIPODA					
<i>Amphithoe japonica</i>	+	-	+	+	-
<i>Amphithoe</i> sp.	+	-	-	-	-
<i>Anosogammarus tiuschovi</i>	-	-	-	-	+
<i>Caprella neglecta</i>	+	+	-	+	-
<i>Corophium acherusicum</i>	+	+	-	-	-
<i>Jassa falcata</i>	+	-	-	-	-
<i>Parallorchestes ochotensis</i>	-	-	-	-	-
ISOPODA					
<i>Holotelson tuberculatus</i>	+	-	+	-	+
<i>Paranthura japonica</i>	-	+	-	-	-
GASTROPODA					
<i>Epheria turrita</i>	+	+	+	+	+
<i>Homalopoma sangarense</i>	-	-	-	+	-
<i>Murella burchari</i>	-	-	-	+	-
<i>Nucella heyseana</i>	+	+	+	-	-
<i>Thapsiella plicosa</i>	+	+	-	-	-
<i>Turboniella multigrata</i>	+	+	+	+	+
BIVALVIA					
<i>Anisocorbula venusta</i>	-	-	-	+	-
<i>Chlamys farreri nipponensis</i>	-	-	+	+	+
<i>Crenomytilus grayanus</i>	-	-	-	+	+
<i>Entodesma naviculoides</i>	+	-	-	+	+
<i>Hiatella arctica</i>	+	-	-	-	-
<i>Modiolus kurlensis</i>	+	+	+	-	+
<i>Mytilus trossulus</i>	-	+	-	-	-
<i>Protothaca euglypta</i>	+	-	-	-	-
<i>Protothaca</i> sp.	-	+	+	-	-
<i>Septifer keenae</i>	+	+	+	-	+
BRYOZOA					
<i>Bigula pacifica nana</i>	+	+	+	+	+
<i>Celleporina irregularis</i>	-	+	-	-	-
ECHINOIDEA					
<i>Strongylocentrotus intermedius</i>	-	-	-	+	-
ASTEROIDEA					
<i>Asterias amurensis</i>	-	-	+	-	+
<i>Patiria pectinifera</i>	-	-	+	-	-
OPHIUROIDEA					
<i>Amphiodia fissa</i>	-	+	-	+	+
ASCIDIÆ					
<i>Botryllus tuberratus</i>					