

На правах рукописи

ЛЕВЕНЕЦ ИРИНА РОМАНОВНА

**ВОДОРОСЛИ-МАКРОФИТЫ В СООБЩЕСТВАХ
ОБРАСТАНИЯ И ЭПИБИОЗА ПРИБРЕЖНЫХ
ВОД ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ**

03.00.18 - гидробиология

03.00.05 - ботаника



АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Владивосток

2008

Работа выполнена в Лаборатории экологии шельфовых сообществ Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН

Научный руководитель кандидат биологических наук,
Фадеев Валерий Иванович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
Латыпов Юрий Яковлевич

кандидат биологических наук,
Кулепанов Владимир Николаевич

Ведущая организация Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

Защита диссертации состоится 26 декабря 2008 г. в 12 часов на заседании диссертационного совета Д 005.008.02 при Институте биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН по адресу: 690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17, факс: 8(4232) 310-900; электронный адрес: inmarbio@mail.primorye.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Института биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН

Автореферат разослан 25 ноября 2008 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат биологических наук



Е.Е.Костина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Водоросли являются ведущим звеном прибрежных экосистем. Макрофиты обитают в море на разнообразных природных и антропогенных субстратах: твердые и мягкие грунты, раковины подвижных и неподвижных моллюсков, причальные сооружения, установки марикультуры, навигационные ограждения, суда и др. Степень контакта водорослей с дном, наряду с другими экологическими факторами, определяет состав и структуру конкретной флоры. Поэтому исследование макрофитов, населяющих природные и антропогенные биотопы, интересно с точки зрения флористики, экологии и гидробиологии.

Сообщества обрастания представляют собой упрощенную модель бентосных, поскольку они содержат на один-два порядка меньшее число видов и быстро формируются. Эпибиотические сообщества, возникающие на поверхности раковин моллюсков и талломов макрофитов, могут служить упрощенной моделью донных сообществ так же, как и сообщества обрастания. На основании анализа сравнительно просто организованных сообществ можно лучше понять многие процессы, происходящие в морских экосистемах (Турпаева, 1987). Водоросли, появляясь в обрастании и эпибиозе одними из первых, определяют первоначальные фазы сукцессий таких сообществ.

Актуальность проблемы. Инвентаризация флоры является первым и наиболее важным этапом любых научных исследований, определяющим достоверность всех последующих расчетов, построений, теоретических выводов, предположений и практических рекомендаций.

В настоящее время в связи с усилением рекреационной нагрузки на морские акватории южного Приморья и сокращением биоразнообразия морской биоты в результате вмешательства в природные процессы изучение видового состава макрофитов является особенно актуальным.

Знание водорослевой компоненты необходимо для понимания процессов формирования и функционирования как донных биоценозов, так и сообществ обрастания. Для успешной борьбы с обрастанием и для эффективного управления процессами культивирования морских организмов также необходимо знание экологических особенностей водорослей обрастания и эпибиоза, а кроме того, знание роли водорослей в сообществах обрастания, эпибиоза и бентоса.

Цель и задачи исследований. Цель работы - изучение состава, распределения и экологических особенностей флор обрастания и эпибиоза вод южного Приморья и их сравнение с бентосной флорой.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить состав водорослей обрастания на примере гидротехнических и гидробиотехнических сооружений в прибрежных водах южного Приморья.
2. Изучить состав и распределение водорослей эпибиоза на примере поселений приморского гребешка в зал. Петра Великого.
3. Провести биогеографический анализ флор обрастания и эпибиоза.
4. Провести сравнительный анализ флор обрастания, эпибиоза и бентоса вод южного Приморья.

Научная новизна. В результате исследований впервые изучены состав, распределение и экологические особенности водорослей обрастания и эпибиоза вод южного Приморья. Впервые проведен сравнительный анализ флор обрастания, эпибиоза и бентоса в различных районах южного Приморья. Впервые для морской флоры южного Приморья отмечено девять видов водорослей: два вида красных, три – бурых и четыре – зеленых.

Теоретическая и практическая значимость. Имеющиеся в данной работе сведения о видовом составе, распределении и биомассе бентосных водорослей могут быть использованы для биоценологических исследований, а также для научно обоснованных рекомендаций по их использованию. Такие систематические исследования могут стать основой для долговременного мониторинга состояния биоценозов.

Результаты исследований могут быть использованы для оптимизации технологий искусственного разведения морских организмов. На основании полученных данных возможно разработать рекомендации по снижению отрицательного воздействия эпибионтов и обрастателей при выращивании приморского гребешка. Полученные результаты могут быть включены в курсы лекций по экологии, гидробиологии и ботанике высших учебных заведений.

Личный вклад автора. Автор принимал личное участие в сборе проб бентоса, обработке проб обрастания и эпибиоза, проводил видовую идентификацию макрофитов. Автор принимал непосредственное участие в постановке цели и задач исследования, анализе результатов и формулировании выводов и обобщений.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы были доложены на: IV Всесоюзной конференции по биоповреждениям (Донецк. 1987); III научно-технической конференции "Вклад молодых ученых в решение актуальных проблем

океанологии и гидробиологии" (Севастополь, 1988); Международном океанологическом симпозиуме "CREAMS-2000" (Владивосток, 2000); Международном совещании по глобальным изменениям (Владивосток, 2002), Международной конференции по моллюскам (Владивосток, 2004); Международной научно-практической конференция "Морская экология-2007" (Владивосток, 2007).

Публикации. По теме диссертации опубликованы 22 работы (в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 7 статей в других изданиях, 5 публикаций в материалах конференций на русском и 2 – на английском языке, 5 тезисов докладов на научных конференциях различного ранга).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 212 страницах, содержит 54 рисунка и 34 таблицы. Список цитируемой литературы включает 313 источников, из которых 105 на иностранных языках. Приложение на 60 страницах содержит аннотированный список макрофитов, одну таблицу и четыре рисунка.

Благодарности. Благодарю научного руководителя В.И. Фадеева за помощь и поддержку в работе. Особая благодарность докторам биологических наук К.Л. Виноградовой, Л.П. Перестенко, Н.Г. Ключковой и О.Н. Селивановой, кандидатам биологических наук И.С. Гусаровой и М.В. Суховеевой за консультации при определении водорослей. Благодарю сотрудников Института биологии моря за предоставленный материал. Также автор выражает свою искреннюю признательность кандидатам биологических наук Г.М. Каменеву, В.Я. Кавуну, Д.И. Вышкварцеву, В.Г.Чавтуру и Л.С.Белогуровой за критическое прочтение рукописи и полезные замечания и всем коллегам за многочисленные советы и моральную поддержку.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В главе рассмотрена история изучения макрофитов обрастания и эпибиоза в дальневосточных морях, представлены основные работы российских и зарубежных авторов, выявлены главные направления в исследовании водорослей обрастания и эпибиоза и проанализировано современное состояние их изученности по литературным данным.

Глава 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава содержит физико-географический очерк залива Петра Великого и побережья южного Приморья, в котором рассмотрены вариации основных абиотических факторов в пределах изучаемого района.

Глава 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом послужили сборы водорослей обрастания и эপিбиоза в прибрежных водах южного Приморья в количестве свыше 2000 проб, выполненные сотрудниками Института биологии моря ДВО РАН в период с 1979 по 2008 гг. и предоставленные для определения и анализа автору данного исследования (рис. 1).

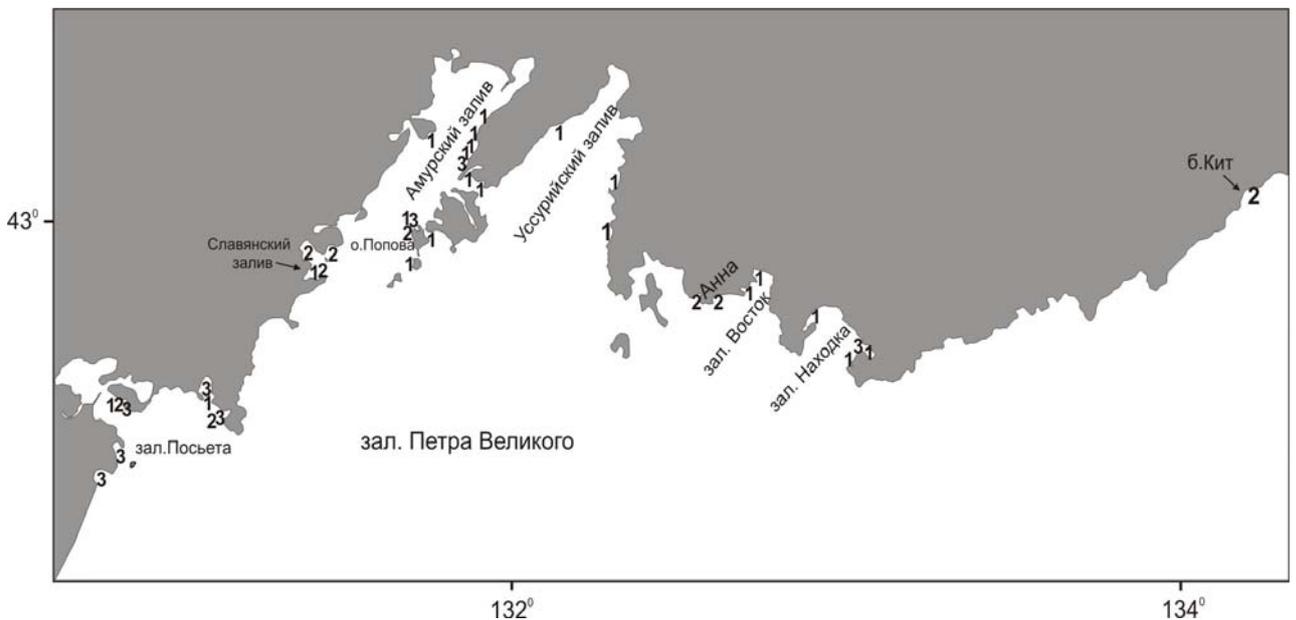


Рис. 1. Карта-схема района исследований: 1 – ГТС, 2 – ГБТС I и II типов, 3 – эпибиоз.

Пробы собирали в литорали и верхней сублиторали до глубины 20 м: в эпибиозе - на особях приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в бентосе и донной культуре; в обрастании: на ГТС - пирсах, набережных и эстакадах; на ГБТС двух типов - установках для культивирования японской сахарины (ГБТС-I) и приморского гребешка (ГБТС-II). Установка марикультуры состоит из несущих и выростных элементов. На ГБТС I типа выростными элементами являются поводцы-субстраты (рис. 2.), на ГБТС II типа – гирлянды садков (рис. 3).

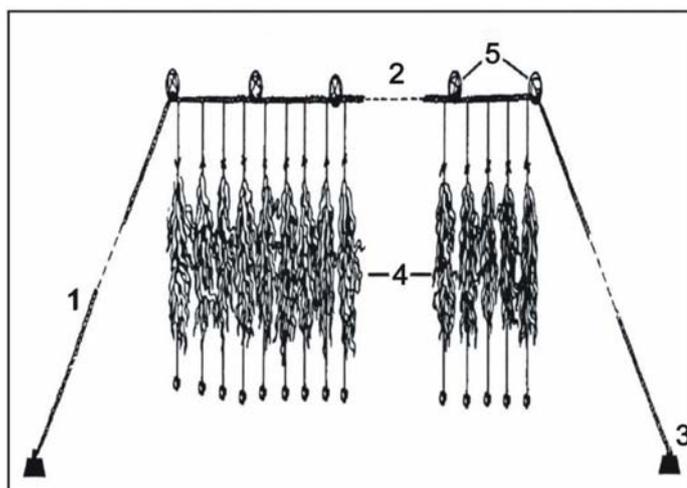


Рис. 2. Схема ГБТС I типа (на примере установки для подвешивания японской сахарины): 1 - якорная оттяжка, 2 –несущий горизонтальный канат, 3 – гравитационный якорь, 4 – поводцы-субстраты с культивируемой сахаринной, 5 – полавки. Цит. по: Ивин, 1998.

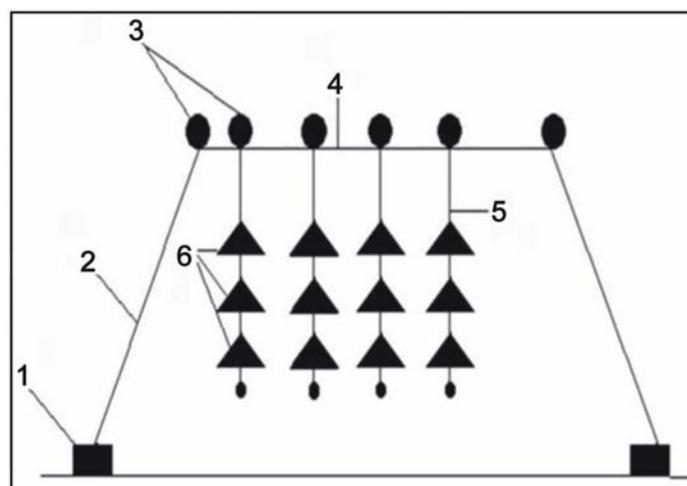


Рис. 3. Схема ГБТС II типа (на примере установки для подвешивания приморского гребешка): 1 - гравитационный якорь; 2 - якорная оттяжка; 3 - полавки; 4 - несущий канат; 5 - поводцы к гирляндам садков; 6 - садки для гребешка, соединенные в гирлянды. Цит. по: Масленников, 1998.

Срок экспозиции взрослых элементов составлял от нескольких месяцев до 1.5 лет. Срок экспозиции временных ГТС составлял около 6 месяцев, постоянных – 10 и более лет.

Для сравнения флор обрастания и бентоса использовали собственные сборы фитобентоса на твердых и мягких грунтах, сборы Лаборатории экологии шельфовых сообществ и литературные данные.

Анализ таксономического состава флор проводили с использованием традиционных флористических коэффициентов (Клочкова, 1996). При анализе зонально-географического состава флор использовали фитогеографическую систему Л.П. Перестенко (1982, 1994) и биогеографическую систему А.И. Кафанова, В.А. Кудряшова (2000).

Сообщества выделяли по наличию доминирующего по биомассе вида (Воробьев, 1949; Рудякова, 1981). Сравнение видовых списков (присутствие-отсутствие видов) макрофитов различных субстратов, районов и батиметрических горизонтов проводили методами иерархического кластерного анализа (коэффициент Сьеренсена, метод средней связи) с использованием пакета анализа данных PAST (Hammer, Harper, Ryan, 2001). Качество полученных кластеров оценивалось показателем нормированного стресса – S непараметрического многомерного шкалирования (NMDS; Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003).

Для анализа количественных данных (биомасса видов в пробах, соотношение зонально-географических групп в локальных флорах и др.) использовали пакет статистических программ PRIMER v.5 (Clarke, Gorley, 2001). Дендрограммы строили методом Уорда с использованием коэффициента Брея-Куртиса. Значимость различий выделенных кластеров оценивалась R-статистикой непараметрического однофакторного дисперсионного анализа (ANOSIM; Clarke, Warwick, 2001).

Глава 4. СОСТАВ ВОДРОСЛЕЙ ОБРАСТАНИЯ И ЭПИБИОЗА

Идентификация собранного материала позволила установить таксономический состав водорослей-обрастателей различных антропогенных субстратов и водорослей-эпибионтов приморского гребешка в прибрежных водах южного Приморья. В обрастании и эпибиозе отмечено 145 видов и таксонов водорослей-макрофитов из трех отделов: красные водоросли – 73, бурые – 36 и зеленые – 36 видов. Аннотированный список макрофитов составлен с учетом новых таксономических данных.

В обрастании гидротехнических сооружений (ГТС) зал. Петра Великого зарегистрировано наибольшее количество водорослей: 98 видов и таксонов (красные – 53, бурые – 21 и зеленые – 24). На гидробиотехнических сооружениях по культивированию гидробионтов (ГБТС I и II типа) в прибрежных водах южного Приморья встречено 80 видов и таксонов макрофитов (красные - 28, бурые – 26 и зеленые – 26). Из них 6 видов (три вида бурых и три вида зеленых) водорослей являются новыми для морской флоры южного Приморья. В эпибиозе отмечено 52 вида и таксона водорослей (красные – 31, бурые – 8 и зеленые – 13). Из них 3 вида (два вида красных и один вид зеленых) водорослей являются новыми для флоры зал. Петра Великого.

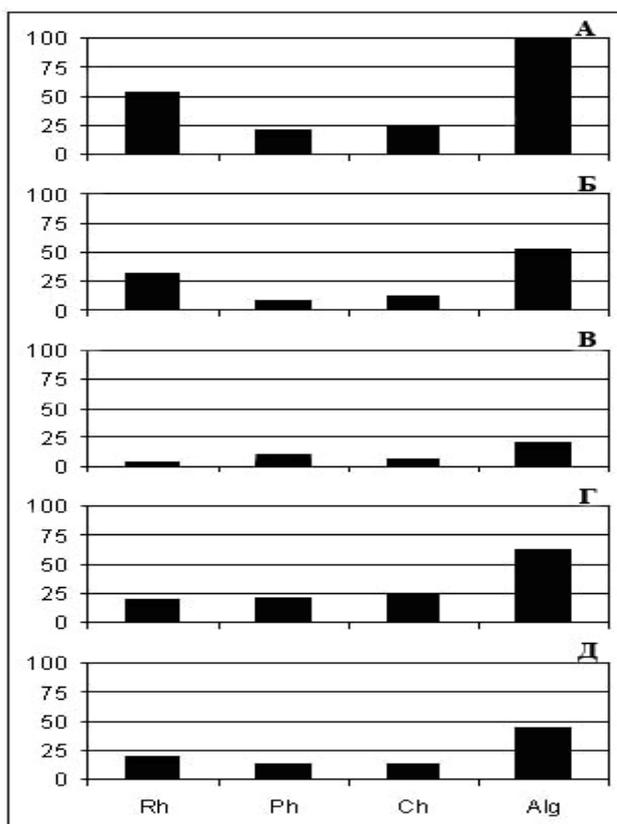


Рис. 4. Число видов водорослей флор обрастания и эпибиоза. А – ГТС, Б – эпибиоз, В – суда, Г – ГБТС-I, Д – ГБТС-II; Rh – Rhodophyta, Ph – Phaeophyceae, Ch – Chlorophyta.

Таксономический состав. В составе флоры обрастания ГТС красные водоросли преобладают как по числу видов (54%), так и по числу родов, семейств и порядков. Меньше всего видов отмечено для бурых водорослей (22%) (рис. 4 А). В эпибиозе Rhodophyta также лидируют по числу видов (60%) и надвидовых таксонов, а доля бурых минимальна (15%) (рис. 4 Б). В обрастании судов прибрежного плавания бурые водоросли превосходят другие группы по числу видов (рис. 4 В). Во флоре обрастания ГБТС I типа красные, бурые и зеленые водоросли представлены примерно одинаковым количеством видов. Chlorophyta незначительно преобладают по числу видов (37%) (рис. 4 Г). На ГБТС II типа красные водоросли преобладают по числу видов (42%) и надвидовых таксонов.

Таким образом, в большинстве изученных флор обрастания и эпибиоза, преобладают, как и в бентосе, красные водоросли. В обрастании судов прибрежного плавания (СПП) большинство видов представлено бурыми водорослями. На ГБТС I типа по числу видов незначительно преобладают зеленые водоросли. Виды Chlorophyta играют существенную роль во всех изученных флорах обрастания и эпибиоза, что является основным отличием данных флор от бентосной флоры района.

Структуры бентосных флор характеризуются устойчивыми соотношениями основных ценотических групп: массовых (и часто встречающихся) видов к редким (и единично) встречающимся (Толмачев, 1974). Доля массовых видов в донных флорах изучаемого района составляет от 50% до 58% от общего количества водорослей (Перестенко, 1980; Клочкова, 1998). Флоры обрастания ГТС, ГБТС II типа и особенно эпибиоза имеют иные пропорции основных ценотических групп: 45% к 55% для обрастания и 30% к 70% для эпибиоза. И только флора ГБТС I типа по соотношениям основных ценотических групп (53% к 47%) сходна с бентосной флорой района.

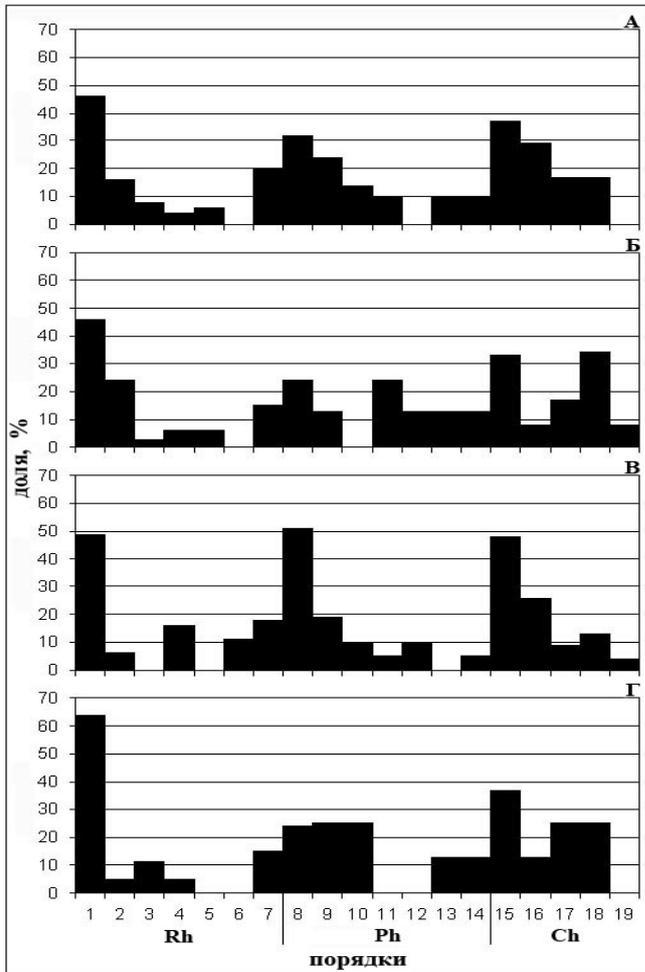


Рис. 5. Таксономическая структура флор обрастания и эпибиоза. Обозначения: А – ГТС, Б – эпибиоз, В – ГТС I типа, Г – ГТС II типа; Rh – красные, Ph – бурые, Ch – зеленые водоросли.

Таксономические структуры флор обрастания ГТС и эпибиоза наиболее близки по соотношению надвидовых таксонов красных водорослей и различаются между собой по вкладу отдельных порядков и семейств бурых и зеленых водорослей. Структуры флор обрастания ГТС двух типов различаются между собой по соотношениям надвидовых таксонов во всех группах водорослей.

В бентосных флорах изучаемого района наибольшее число видов содержат следующие порядки: Гигартиновые и Церамиевые из красных водорослей; Фукусовые, Эктокарповые и Ламинариевые из бурых; Ульвовые из зеленых.

Флоры обрастания ГТС и эпибиоза наиболее близки по вкладу порядков и семейств красных водорослей в таксономическую структуру к таковой бентосной флоры. Вклад порядков бурых и зеленых водорослей в структуру флор обрастания всех антропогенных субстратов наиболее отличен от такового в бентосной флоре исследуемого района.

Во флоре обрастания ГТС имеется 6 наиболее многочисленных порядков: Церамиевые и Гигартиновые из красных; Эктокарповые и Ламинариевые - из бурых; Ульвовые и Улотриксые - из зеленых водорослей, которые содержат 3/5 всех видов (рис. 5 А). Во флоре эпибиоза преобладают те же порядки Rhodophyta. Наиболее многочисленными порядками бурых водорослей являются Эктокарповые и Сфацелириевые, зеленых - Ульвовые и Кодиевые (рис. 5 Б).

Самыми крупными порядками флоры обрастания ГТС I типа являются 5 порядков: Церамиевые и Акрохетиевые из красных; Эктокарповые; Ульвовые и Улотриксые из зеленых (рис. 5 В). Во флоре обрастания ГТС II типа преобладают Церамиевые из красных водорослей; из бурых - Ламинариевые, Эктокарповые, Сцитосифоновые; и из зеленых - Ульвовые (рис. 5 Г).

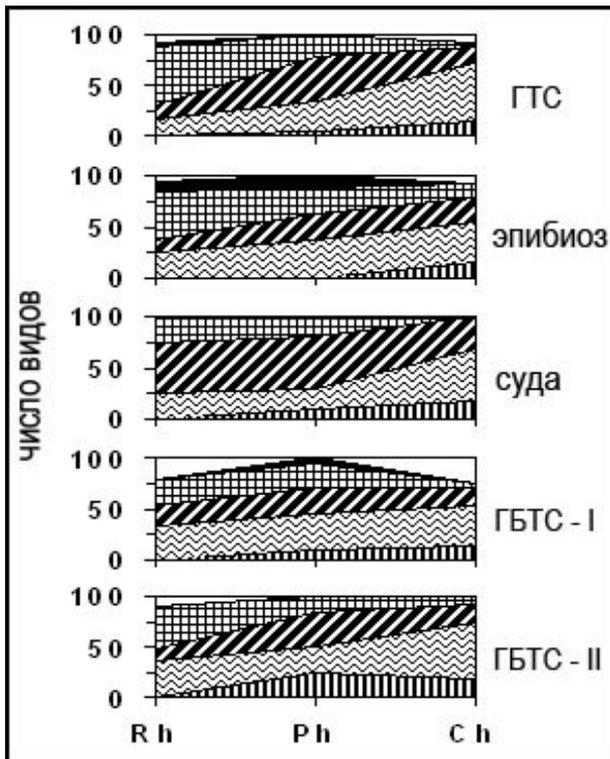


Рис. 6. Соотношение форм таллома водорослей обрастания и эпилбиоза. Условные обозначения: Rh – Rhodophyta, Ph – Phaeophyceae, Ch – Chlorophyta. Формы таллома:

- | | |
|--------------------|------------------|
| □ - микрoэпифитная | ■ - корковая |
| ▣ - куcтистая | ▤ - пластинчатая |
| ▦ - нитчатая | ▧ - трубчатая |

нитчатые. Руководящие виды - преимущественно пластинчатые формы. Как видно, флоры обрастания ГТС и ГБТС II типа имеют наиболее близкие экологические характеристики.

Анализ сходства флор обрастания (ГТС, ГБТС-I, ГБТС-II, СПП), эпилбиоза и 4 локальных флор фитобентоса по процентному соотношению числа видов с различной формой таллома методами кластерного анализа показывает наличие двух различающихся групп. Первая группа объединяет флоры обрастания антропогенных субстратов, вторая - 4 локальные флоры бентоса. Флора эпилбиоза существенно отличается от обеих групп. Результаты классификации подтверждаются результатами непараметрического многомерного шкалирования (показатель стресса – $S < 0,01$).

Фитогеографический состав. Изучаемый район расположен в холодно-умеренной зоне согласно биоклиматическому районированию (Kafanov et al., 2000). Донная флора района принадлежит к бореально-тропической интерзоне низкобореальной подзоны. В ее составе значительно преобладание низкобореальных и бореальных видов (Перестенко, 1980, 1994).

В обрастании ГТС по форме таллома преобладают куcтистые красные, пластинчатые бурые и нитчатые зеленые водоросли. Руководящие виды флоры обрастания ГТС в подавляющем большинстве являются пластинчатыми формами. В эпилбиозе среди красных водорослей преобладают виды с куcтистой формой таллома, среди бурых и зеленых – с пластинчатой и нитчатой формой тела. Руководящие формы водорослей эпилбиоза – куcтистые и пластинчатые.

В обрастании ГБТС I типа отмечены преимущественно куcтистые и нитчатые формы красных водорослей, пластинчатые формы бурых и нитчатые формы зеленых. Руководящие виды представлены в основном пластинчатыми и нитчатыми формами. В обрастании ГБТС II типа преобладают красные куcтистые и нитчатые водоросли, бурые пластинчатые и зеленые

Флора обрастания ГТС содержит 15 зональных и 7 региональных элементов. Она складывается преимущественно пацифическими приазиатскими (27%) и атлантическо-пацифическими (20%) видами. В зональном отношении основу флоры формируют бореальные виды, составляющие 35% видового состава, в том числе широкобореальные (20%), а также бореально-тропическо-нотальные виды (18%). Значительную долю составляют виды тепловодного генезиса (22%) и меньшую – холодноводного (17%). Фитогеографический состав характеризует флору обрастания ГТС как теплоумеренную, несколько более холодноводную по отношению к бентосной флоре зал. Петра Великого, где соотношение тепловодных и холодноводных видов составляет 24 к 13% (Перестенко. 1980).

Флора обрастания ГБТС I типа содержит 13 зональных и 7 региональных элементов и складывается преимущественно арктатлантическо-пацифическими (30%) и атлантическо-пацифическими (18%) видами. Пацифические и пацифические приазиатские виды в сумме составляют 1/3 всего видового состава и представлены в равных соотношениях и. В зональном отношении ее основу формируют бореальные виды, составляющие 31% состава флоры, среди которых наиболее многочисленны широкобореальные (21%) виды. Кроме того, значительную долю составляют виды холодноводного генезиса (23%) и наименьшую – тепловодные виды (15%). Фитогеографический состав характеризует флору как холодно-умеренную, более холодноводную по отношению к бентосной флоре зал. Петра Великого.

Флора обрастания ГТС II типа содержит 12 зональных и 6 региональных элементов и складывается преимущественно пацифическими приазиатскими (22%), атлантическо-пацифическими и атлантическо-индопацифическими видами (по 20%). В зональном отношении основу флоры формируют бореальные виды, составляющие 31% флоры, среди которых преобладают широкобореальные (26%) виды, а также бореально-тропическо-нотальные виды (24%). Кроме того, значительную долю составляют виды тепловодного генезиса (20%) и меньшую – холодноводного (16%). Географический состав характеризует флору как теплоумеренную, несколько более холодноводную по отношению к бентосной флоре зал. Петра Великого.

Флора эпибиоза содержит 10 зональных и 6 региональных элементов и складывается в основном пацифическими приазиатскими видами (35%), а также атлантическо-пацифическими (21%) и пацифическими (17%) видами. В зональном отношении в ее составе лидируют бореальные виды, составляющие 48% видового состава флоры. Из них преобладают низкобореальные виды (27%). Бореально-тропическо-нотальные виды формируют 17% состава флоры. Виды тепловодного генезиса составляют около 20% от общего числа видов. Доля видов холодноводного генезиса наименьшая - 10 %. Таким

образом, флора эпибиоза характеризуется как наиболее тепловодная из всех изученных флор.

Анализ флоры обрастания ГТС по типам ареалов показывает, что подавляющее большинство зональных и интразональных относительно тепловодных ареалов составляют красные, а мультизональных и интразональных относительно холодноводных – зеленые водоросли. Массовыми являются виды как с узкими, так и с широкими ареалами (рис. 7).

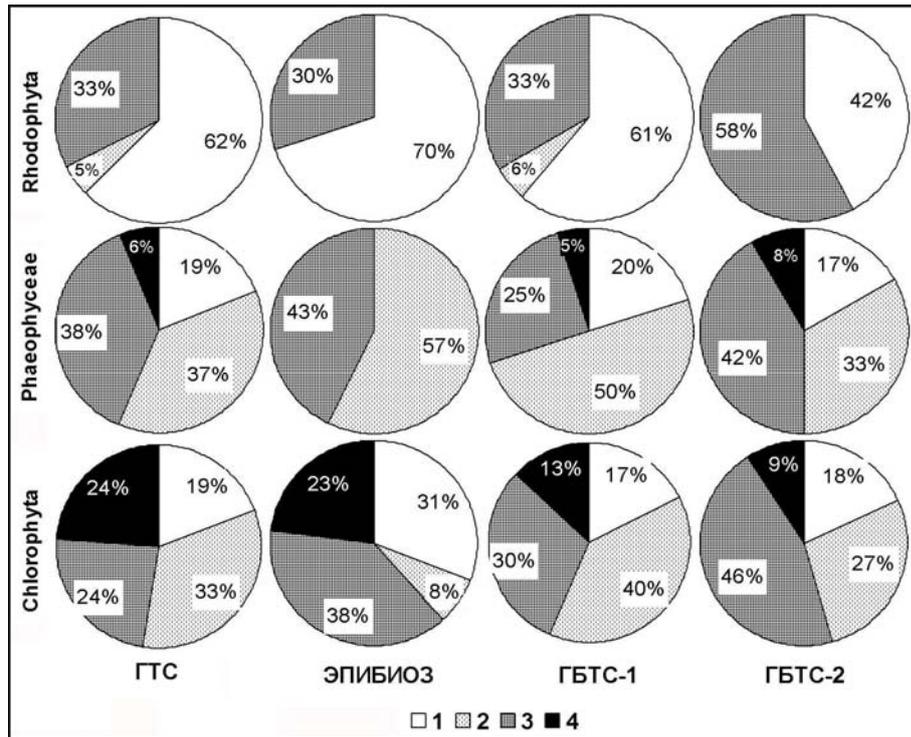


Рис. 7. Соотношение типов ареалов водорослей обрастания и эпибиоза. Типы ареалов: 1 – зональные, 2 – интразональные относительно холодноводных, 3 – интразональные относительно тепловодных, 4 – мультизональные.

Флору эпибиоза в основном формируют зональные и интразональные относительно тепловодные виды. Большинство зональных и интразональных относительно тепловодных ареалов имеют красные водоросли, интразональных относительно холодноводных – бурые, и мультизональных - зеленые. Массовыми являются виды с узкими ареалами.

Флору обрастания ГБТС-I формируют, примерно в равных пропорциях, зональные и интразональные виды. Большинство зональных ареалов имеют виды красных, интразональных относительно холодноводных – бурых и зеленых, мультизональных – виды зеленых водорослей. Массовыми видами являются виды с узкими и широкими ареалами.

Флору обрастания ГБТС-II в основном формируют интразональные относительно тепловодные виды. Заметное влияние на флору оказывают зональные виды, большинство

которых приходится на Rhodophyta. Массовыми видами флоры обрастания ГБТС-II являются зональные, интразональные относительно тепловодные и мультизональные виды.

Таким образом, все исследованные флоры характеризуются как низкобореальные, так же как и бентосная флора данного района. Во флорах обрастания ГТС и эпибиоза, в отличие от бентосной, заметно преобладание тепловодных элементов (20-22%), а в обрастании ГБТС I типа – холодноводных элементов (23%).

Глава 5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ ОБРАСТАНИЯ И ЭПИБИОЗА

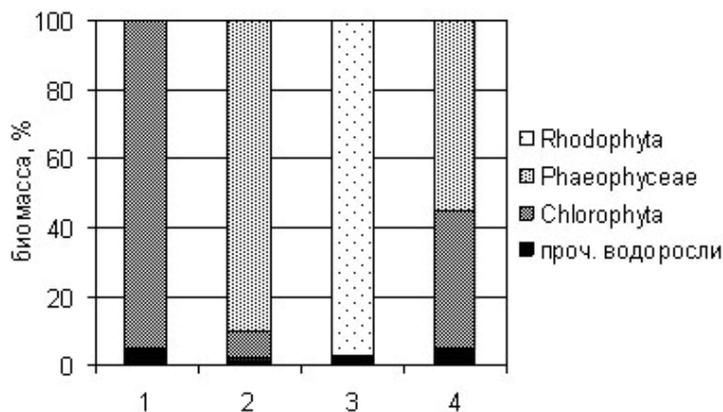


Рис. 8. Типы доминирования по биомассе водорослей обрастания ГТС и ГБТС - I, II.

В обрастании ГТС и ГБТС I и II типа выделено 12 альгоценозов. На временных, экспонируемых в течение навигации, ГТС и на ГБТС двух типов в осушной зоне главную роль играют эврибионтные виды ульвовых: *U. lactuca*, *U. linza*, *M. grevillei*. Они определяют 1-й тип доминирования – доминирование зеленых водорослей. Средняя биомасса альгоценозов обычно измеряется сотнями граммов, но

может достигать и нескольких килограммов на квадратный метр.

На постоянных ГТС, эксплуатируемых на протяжении нескольких лет, и на выростных элементах ГБТС, экспонируемых более одного года, в верхней сублиторали преобладают ламинариевые или хордариевые водоросли. Они определяют 2-й тип – доминирование по биомассе бурых водорослей. Для этого типа доминирования характерны максимальные биомассы фикоценозов – до 10-20 килограммов на квадратный метр.

На ГТС в зал. Находка и на ГБТС I типа в б. Кит южного Приморья отмечен редкий 3-й тип доминирования, определяемый красными водорослями. В восточной части Амурского залива в обрастании ГТС и ГБТС II типа наблюдаются смешанный 4-й тип доминирования – доминирование бурых и зеленых водорослей. Здесь биомасса альгоценозов измеряется десятками или сотням граммов на квадратный метр.

Угнетенное состояние многих водорослей и обильное развитие микроэпифитных форм макрофитов, а также микроводорослей в обрастании ГБТС обоих типов

свидетельствует о том, что условия существования для них в этом биотопе являются менее благоприятными, чем в бентосе.

Состав водорослей обрастания ГТС и ГБТС в различных участках исследуемого района, как показывают результаты кластерного анализа, в большей степени определяется не районом расположения, а глубиной. Резкое уменьшение числа видов макрофитов обрастания с глубиной, вероятно, является следствием температурных и световых градиентов в нижних частях гирлянд садков.

Характер вертикального распределения водорослей в эпибиозе в различных участках зал. Петра Великого отличается от такового в обрастании и в большей степени определяется не глубиной, а районом расположения.

Средняя биомасса макрофитов в эпибиозе невелика и измеряется граммами либо десятками граммов на квадратный дециметр. Руководящими видами флоры эпибиоза в большинстве районов зал. Петра Великого являются виды красных и зеленых водорослей. Бурые преобладают по биомассе среди водорослей эпибиоза только в восточной части Амурского залива, где значимую биомассу имеет Сахарина японская. По результатам

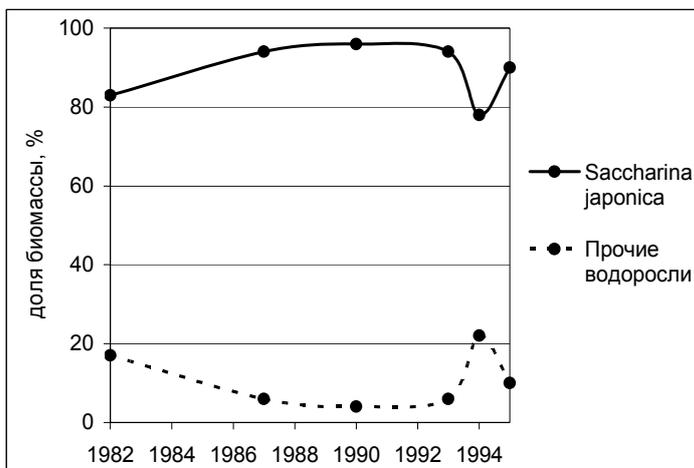


Рис. 9. Межгодовые изменения биомассы водорослей в сообществе эпибиоза.

период с 1982 по 1995 г. в Амурском заливе незначительны.

Распределение водорослей эпибиоза, прежде всего, связано с наличием или отсутствием субстрата – естественных либо интродуцированных поселений *M. yessoensis* в локальных участках зал. Петра Великого. Число видов водорослей максимально в среднем горизонте (гл. 7-10 м) и минимально – в нижнем (гл. 10-14 м). Характер вертикального распределения водорослей в эпибиозе отличается от такового в обрастании. Уменьшение общего числа видов водорослей-эпибионтов с увеличением глубины происходит довольно плавно, в отличие от распределения водорослей-обрастателей.

многoletних исследований эпибиоза гребешка в данной части залива, доля сахарины в отдельные годы обычно колеблется от 91 до 96% от общей биомассы водорослей. И только в 1994 г., на фоне снижения биомассы доминанта до 77%, заметен вклад в общую биомассу красной водоросли *P. stenogona*.

Таким образом, межгодовые изменения биомассы руководящих видов водорослей в эпибиозе в

Флора эпибиоза преимущественно слагается мелкими и эпифитными формами водорослей, адаптированными к подвижному природному субстрату. Эти довольно стабильные видовые комплексы не столь подвержены случайным внешним воздействиям, как макрофиты обрастания. Поселяющиеся на внесенных в воду искусственных, в том числе и подвижных, субстратах водоросли испытывают элиминирующее механическое воздействие при эксплуатации сооружений, а также во время льдообразования.

Поселения гребешка, напротив, расположены на средних глубинах, оптимальных для произрастания водорослей, особенно видов Rhodophyta. В обрастании ГТС и ГБТС на аналогичных глубинах макрофиты существуют в условиях жесткой конкуренции за субстрат с мидиями и устрицами. Подобные напряженные отношения выдерживают только крупные быстро растущие ламинариевые водоросли. Они оседают либо на субстрат, либо прикрепляются мощно развитыми ризоидами к раковинам и друзьям моллюсков. Поэтому разграничение понятий «обрастание» и «эпибиоз», как совокупностей гидробионтов, населяющих неживые антропогенные и живые природные субстраты, на наш взгляд, вполне оправдано.

Глава 6. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФЛОР ОБРАСТАНИЯ, ЭПИБИОЗА И БЕНТОСА

При сравнении флор обрастания, эпибиоза и бентоса видно, что красные водоросли составляют половину и более всего видового состава в донных либо непосредственно контактирующих с дном флорах обрастания ГТС и эпибиоза. Наибольшее превосходство Rhodophyta отмечено во флоре эпибиоза, а также в антропогенно нарушенной бентосной флоре. Бурые водоросли представлены наименьшим числом видов во флорах обрастания ГТС, эпибиоза и трансформированной бентосной флоре вершинной части Амурского залива. Преобладание зеленых водорослей над другими группами отмечено в обрастании ГБТС I типа, бурых – в обрастании судов, т. е. сооружений, не имеющих прямого контакта с дном. Таким образом, соотношение основных групп водорослей в изученных нами флорах в большинстве случаев имеет несколько иной вид, нежели в типичных бентосных флорах.

Флоры обрастания ГТС и эпибиоза наиболее близки к бентосу изучаемого района по вкладу семейств красных водорослей в таксономическую структуру. Вклад порядков бурых и зеленых водорослей в структуру флор обрастания всех антропогенных субстратов наиболее отличен от такового в бентосной флоре исследуемого района.

Пропорции основных ценоотических групп: массовых и редких видов, сходные с таковыми бентосных флор побережья южного Приморья и других районов дальневосточных морей, имеет только флора обрастания ГБТС I типа. Соотношение

основных ценологических групп флор обрастания ГТС и ГБТС-II отлично от обычных пропорций бентосных флор анализируемого района.

Флора эпибиоза заметно отличается от бентосной флоры зал. Петра Великого прежде всего по соотношению основных мегатаксонов. Во флоре эпибиоза доля красных и зеленых водорослей намного больше, а бурых – намного меньше, чем в макрофитобентосе исследуемого района. Кроме того, флора эпибиоза отличается очень большим количеством в ее составе редких видов. В основном, это виды Rhodophyta.

Флора эпибиоза отличается от флор обрастания ГТС и ГБТС и специфическим составом руководящих видов. Эти виды - *Codium* (Chlorophyta); *Ralfsia* (Phaeophyceae); *Palmaria* и *Sparlingia* (Rhodophyta) - обычны в бентосной флоре залива. В обрастании антропогенных субстратов доминируют бурые водоросли родов *Saccharina*, *Costaria*, *Scytosiphon* и *Punctaria*. Общими для обрастания и эпибиоза руководящими видами являются только виды рода *Ulva* (Chlorophyta).

Таким образом, все исследованные нами флоры обрастания и особенно эпибиоза характеризуются некоторой спецификой таксономической и фитогеографической структур по сравнению с бентосной флорой исследуемого района. Они отличаются от фитобентоса по соотношению основных мегатаксонов и ценологических групп, по вкладу в таксономическую структуру флор отдельных родов и семейств, по типам ареалов входящих в их состав видов. Результаты кластерного анализа сходства видового состава изученных флор также подтверждают существенность выявленных нами различий и не позволяют считать обрастание антропогенных субстратов и эпибиоз явлениями, тождественными эпибентосу (рис. 10).

Как видно на дендрограмме сходства, флора эпибиоза наиболее отлична от флор обрастания всех исследованных типов субстратов. Флора эпибиоза примыкает по видовому составу к флоре обрастания судов прибрежного плавания (СПП) изучаемого района. Это сходство может быть обусловлено гидродинамическими особенностями этих биотопов.

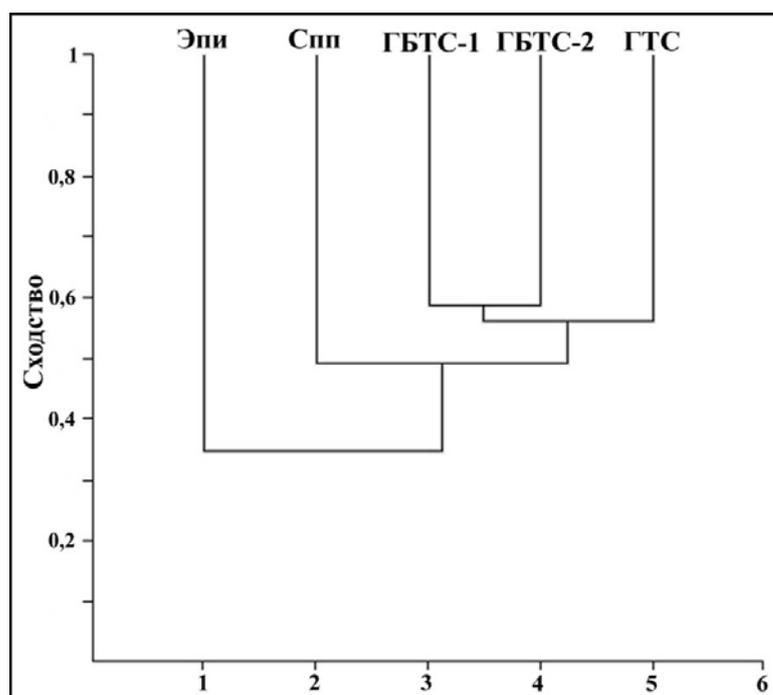


Рис. 10. Оценка видового сходства флор обрастания и эпибиоза.

Эпибиоз занимает промежуточное положение между обрастанием как совокупностью организмов, населяющих антропогенные субстраты, расположенные в толще воды, и эпибентосом как совокупностью организмов, населяющих природные неподвижные твердые субстраты.

В заселении свободных антропогенных субстратов в исследуемом районе главную роль играют зеленые ульвовые водоросли *U. lactuca*, *U. linza*, *M. grevillei*. Эти виды имеют широкое распространение, большую экологическую пластичность, устойчивы к воздействию неблагоприятных климатических факторов (Виноградова, 1979). Они могут служить показателями загрязненности вод, так как хорошо растут в богатых органикой водах. Относительно холодноводный вид *M. grevillei* имеет большее значение в сообществах макрофитов в более открытых участках залива при невысоком прогреве воды.

На долговременных сооружениях, эксплуатируемых несколько лет, степень количественного развития обрастания определяется составом руководящих видов. В сублиторали, где оброст не разрушается так, как это происходит в поверхностных слоях за счет климатических и механических воздействий, доминирующими видами в подавляющем большинстве являются виды родов *Saccharina* и *Costaria*. Крупные экземпляры многолетних ламинариевых водорослей создают высокую биомассу. Ламинариевые водоросли *S. japonica*, *S. cichorioides*, *S. gurjanovae* и *C. costata*, вероятно, определяют последнюю фазу в развитии водорослевого обрастания в зал. Петра Великого. Зрелые слоевища становятся менее устойчивыми к штормовым и другим воздействиям.

ВЫВОДЫ

1. В водах южного Приморья в обрастании и эпибиозе зарегистрировано 145 видов и таксонов макрофитов из трех отделов, в том числе в обрастании ГТС – 98, в обрастании ГБТС – 80 и в эпибиозе – 52. Из них 9 видов впервые отмечены для флоры исследуемого района. Основу видового богатства макрофитов обрастания ГТС, ГБТС II типа и эпибиоза, так же как и фитобентоса района, составляют красные водоросли. В обрастании ГБТС I типа незначительно преобладают зеленые водоросли.

2. Ценотическая структура большинства исследованных флор отлична от бентоса. Соотношения массовых видов к редким во флорах ГТС и ГБТС II типа равны 45 к 55%, во флоре эпибиоза – 30 к 70%. И только пропорции основных ценотических групп во флоре ГБТС I типа (53 к 47%) близки к таковым в бентосной флоре исследуемого района.

3. Флоры эпибиоза и обрастания всех типов субстратов, так же как и фитобентоса района, являются низкобореальными. Флора обрастания ГБТС I типа отличается от бентосной флоры преобладанием бореально-арктических и бореально-арктическо-нотальных видов (23%), а флоры обрастания ГТС и эпибиоза – бореально-субтропических и бореально-тропических видов (20-22%).

4. В обрастании гидротехнических и гидробиотехнических сооружений выделено четыре типа доминирования макрофитов по биомассе. Основными альгоценозами обрастания являются: в литоральной зоне – *Ulva linza* и *U. lactuca*, в сублиторали – *Saccharina japonica* + *S. cichorioides*, *Costaria costata* и *U. lactuca*. В эпибиозе основные сообщества образуют *Codium fragile*, *C. yezoense*, *Palmaria stenogona*, *S. japonica*.

5. Руководящие виды обрастания представлены пластинчатыми, а эпибиоза – кустистыми формами водорослей. Флоры обрастания, бентоса и эпибиоза существенно различаются по соотношению форм талломов, что связано с гидродинамическими особенностями этих биотопов.

6. Характер вертикального распределения водорослей в обрастании отличается от такового в эпибиозе. Количество видов макрофитов резко уменьшается с увеличением глубины во всех флорах обрастания и плавно – во флоре эпибиоза.

7. В заселении свободных антропогенных субстратов преимущественное значение имеют эврибионтные зеленые водоросли из рода *Ulva*, устойчивые к загрязнению и воздействию факторов среды.

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах

1. Овсянникова И.И., **Левенец И.Р.** Макроэпибионты гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в загрязненной части Амурского залива Японского моря // Биология моря, 2003. Т. 29, № 6. С. 441-448.
2. Лебедев Е.Б., **Левенец И.Р.**, Вышкварцев Д.И. Донные сообщества бухты Миносок залива Посьета (Японское море) // Известия ТИНРО, 2004. Т. 137. С. 373-393.
3. **Левенец И.Р.**, Скрипцова А.В., Попова Л.И. Флористические находки в заливе Петра Великого Японского моря // Ботанический журнал, Том 91. 2006, № 7. С. 1107-1109.

Статьи, опубликованные в других изданиях

4. Клочкова Н.Г., **Левенец И.Р.** Макрофиты-обрастатели плантаций ламинарии японской в южном Приморье // Систематика и хорология морских организмов. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 117-125.
5. **Левенец И. Р.**, Овсянникова И.И. Состояние эпибиоза раковин приморского гребешка в зал. Петра Великого // Пробл. И перспект. Разв. Науки Азиатско-Тихоок. Региона: Сб. науч. Трудов. Находка: Изд-во ИТиБ. 2004 а. С. 80-81.
6. Овсянникова И.И., **Левенец И.Р.** Межгодовая динамика эпибионтов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в восточной части Амурского залива (Японское море) // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. 2004 б. Вып. 8. С. 61-74.
7. **Левенец И.Р.**, Овсянникова И.И., Лебедев Е.Б. Состав макроэпибиоза приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Петра Великого Японского моря // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. 2005. Вып. 9. С.155-168.
8. **Левенец И.Р.**, Скрипцова А.В. Видовой состав макрофитов бухты Соболя (Уссурийский залив, Японское море) // Чтения памяти академика Олега Григорьевича Кусакина. Вып.1. Владивосток: Дальнаука, 2008 а. С. 105-126.
9. Скрипцова А.В., **Левенец И.Р.** Сезонная динамика макрофитобентоса б. Соболя (зал. Петра Великого, Японское море) // Проблемы и перспективы современной науки. Сб. науч. Тр. Вып.1. Томск: ТГУ; СГМУ, 2008 б. С. 124-126.
10. **Levenets I.R.**, Skriptsova A.V. Benthic flora of the inner part of Amursky Bay (Sea of Japan) // Ecological studies and State of the Ecosystem of Amursky Bay and Estuarine Zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). Vol.1. Vladivostok: Dalnauka. 2008. P. 284-301.

**Работы, опубликованные в материалах региональных, всероссийских
и международных научных конференций**

11. **Levenetz I.R.**, Ovsyannikova I.I. Macroepibionts of scallop *Mizuhopecten yessoensis* from the polluted area of Amursky Bay, Sea of Japan //Proceedings of the Workshop “Climate variability and human activities in relation to Northeast Asian land-ocean interactions and their implications for coastal zone management”. Nanjing. China. December 3-6. 2004. Nanjing. 2004a. P. 82-87.
12. **Levenets I.R.** Macroflora of natural and anthropogenic substrates of Peter the Great Bay, Sea of Japan // Biodiversity of the marginal seas of the Northwestern Pacific Ocean: Proceedings of the Workshop, Institute of Oceanology CAS, Qingdao, China, November 21-23, 2007. Qingdao. 2007. P. 51-56.
13. **Левенец И.Р.**, Лебедев Е.Б., Овсянникова И.И. Таксономическое разнообразие обрастания плантации марикультуры в бухте Миносок залива Посьета // Сохранение морской биоты: материалы Дальневосточной конференции. Владивосток: Дальнаука. 2005 а. С. 16-18.
14. **Левенец И.Р.**, Овсянникова И.И., Лебедев Е.Б. Макроэпibiоз гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в заповедных акваториях залива Посьета (Японское море) // VII Дальнев. Конф. по заповедному делу: материалы конференции. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН. 2005 б. С.162-165.
15. **Левенец И.Р.**, Скрипцова А.В. Донная растительность кутовой части Амурского залива // Экологические проблемы использования прибрежных морских акваторий: Материалы Международной научно-практической конференции, Владивосток, 26-28 октября 2006 г. Владивосток: Изд-во Дальневост. Ун-та, 2006. С. 125-128.
16. **Левенец И.Р.**, Скрипцова А.В. Растительность бухты Соболев Уссурийского залива (зал. Петра Великого, Японское море) // VIII Дальневосточная конференция по заповедному делу (Благовещенск, 1-4 октября 2007 г.): Материалы конференции. Т. 1. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2007. С. 208-211.
17. **Левенец И.Р.** Макрофлора обрастания гидротехнических сооружений залива Петра Великого (Японское море) // Международная научно-практическая конференция «Морская экология-2007», 3-5 октября 2007 г.: Материалы конференции. Т.1. Владивосток: МГУ им. Адм. Г.И. Невельского. 2007. С. 50-55.

Тезисы всероссийских и международных научных конференций

18. **Левенец И.Р.** Поясообразующие группировки макрофитов обрастания причальных сооружений залива Петра Великого (Японское море) // Тез. докл. 1У Всес. конф. по биоповреждениям. Донецк. 1987. С. 83-84.
19. **Левенец И.Р.** Группировки макрофитов в обрастании причальных сооружений залива Петра Великого (Японское море) // Тез. докл. III научно-техн. конф. "Вклад молодых ученых в решение актуальных проблем океанологии и гидробиологии". Севастополь: МГИ АН УССР. 1988. С. 81.
20. **Levenetz I.R., Ovsyannikova I.I.** Epibionts of the Japanese scallop in a polluted area of Amurskii Bay, Sea of Japan // International Symposium on Oceanography of the East Asian Marginal Seas (CREAMS-2000), Vladivostok, May 15-16, 2000: Program and Abstracts. - Vladivostok, 2000. P. 30.
21. Ovsyannikova I.I., **Levenetz I.R.** Composition and dynamics of epibionts of the Japanese scallop in eastern part of Amursky Bay (Sea of Japan) // Abstracts of the International Workshop on the Global Change Studies in the Far East, Oct. 2-3, 2002, Vladivostok, Russia. - Vladivostok: Dalnauka, 2002. P. 86-89.
22. **Levenetz I.R., Ovsyannikova I.I.** Macroepibionts of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in the southeastern part of Peter the Great Bay, Sea of Japan // Abstr. of the conf. "Mollusks of the Northeastern Asia and Northern Pacific: Ecology, Biogeography and Faunal History". Vladivostok. Russia. October 4-6. 2004. Vladivostok: Dalnauka. 2004. P.87-88.