

На правах рукописи

Полтева Александра Владимировна

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ЗАЛИВОВ ОСТРОВА САХАЛИН С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ
НАГРУЗКОЙ

03.00.16 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Хабаровск
2009

Работа выполнена в лаборатории болезней рыб Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО).

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Кондратьева Любовь Михайловна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Крупская Людмила Тимофеевна
(Институт горного дела ДВО РАН)

кандидат биологических наук
Парфенова Валентина Владимировна
(Лимнологический институт СО РАН)

Ведущая организация: Тихоокеанский океанологический
институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН

Защита состоится 6 октября 2009 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 005.019.01 при Институте водных и экологических проблем ДВО РАН по адресу: 680000, г. Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65.

Факс (4212) 32–57–55, E-mail: amur21@iver.as.khb.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института водных и экологических проблем ДВО РАН.

Автореферат разослан «_____» августа 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор биологических наук

Н.А. Рябинин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В связи с начавшейся в конце 90-х гг. прошлого столетия масштабной добычей углеводородных ресурсов на Сахалинском шельфе в зону активного строительства различных объектов нефтегазоперерабатывающего комплекса попали примыкающие к нему заливы северо-восточного побережья Пильтун, Чайво, Ныйский, Луньский и расположенный на юге острова залив Анива. В настоящее время в заливах Сахалина сталкиваются интересы рыбодобывающей и нефтегазодобывающей отраслей, а на севере-востоке – и коренного населения, занимающегося традиционным рыбным промыслом. В связи с этим состояние экосистем высокопродуктивных заливов, имеющих важное рыбохозяйственное значение, вызывает огромный интерес ученых, природоохранных служб и общественности.

Всесторонние исследования экологического состояния заливов северо-востока Сахалина были начаты в конце прошлого столетия, юга острова – в начале нынешнего. Особый интерес к исследованиям оз. Тунайча (памятник природы Сахалинской области) возник в связи с изменениями, происходящими в его экосистеме, которые были вызваны нарушением естественного гидрологического режима после строительства в 70-е гг. прошлого века моста в протоке, соединявшей озеро с морем.

Комплексная оценка экологического состояния водных объектов предполагает использование различных методов исследований, в том числе и методов микробной индикации, которые хорошо зарекомендовали себя в условиях Дальнего Востока и Приморья (Кондратьева, 2001; Журавель и др., 2004; Бузолева и др., 2009). Оценки качества водных экосистем, полученные с использованием индикаторных групп микроорганизмов, адекватно отражали их экологическое состояние.

Актуальность использования микробиологических методов для оценки экологического состояния водных объектов связана с быстрой реакцией планктонных микробных комплексов на их текущее состояние и возможностью диагностики ретроспективного загрязнения с использованием бактериобентоса. Исследование микробных комплексов – ведущего редуцирующего звена гидробиоценозов, является также чрезвычайно важной задачей для выявления общих закономерностей функционирования водных экосистем, процессов их самоочищения, знание которых позволяет прогнозировать дальнейшее их развитие, особенно при интенсивном антропогенном воздействии.

В целом, актуальность проведения микробиологических исследований, результаты которых представлены в данной работе, была обусловлена недостаточной изученностью факторов формирования качества воды в различных водных экосистемах о. Сахалин и необходимостью оценки исходного состояния среды перед началом долговременного антропогенного воздействия в условиях уже существующего.

Ранее полученные сведения о микробных сообществах заливов Сахалина немногочисленны и касаются, главным образом, количественных

показателей отдельных индикаторных групп микроорганизмов (Обзор экологического..., 1992; Димитриева и др., 2001).

Цель настоящей работы – оценить методом микробиологической индикации экологическое состояние заливов о. Сахалин, различающихся характером водообмена с морскими акваториями и уровнем антропогенного воздействия.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Выявить микробиологические особенности формирования качества воды в контактных зонах (устья рек – устьевое взморье, залив – море, вода – донные отложения) заливов о. Сахалин и уровень их евтрофирования.

2. Исследовать сезонную динамику индикаторных групп микроорганизмов на различных участках зал. Анива при комплексном загрязнении автохтонными и аллохтонными органическими веществами.

3. Определить общую тенденцию в изменении экологической обстановки в оз. Тунайча и оценить вклад планктонных и бентосных микробных комплексов в его самоочищение.

4. Установить взаимосвязь между структурой микробных комплексов и характером загрязнения заливов нефтеуглеводородами и ароматическими соединениями различного генезиса.

Защищаемые положения

1. Уровень евтрофирования заливов северо-востока о. Сахалин определяется активностью микробиологических процессов, происходящих на биогеохимическом барьере в контактных зонах устья рек – устьевое взморье, залив–море, вода – донные отложения.

2. В условиях комплексного загрязнения экосистем заливов о. Сахалин структура микробных комплексов и численность отдельных индикаторных групп бактерий отражают характер поступающих автохтонных и аллохтонных органических веществ различного происхождения, уровень их самоочищения и трофический статус.

3. При существующем режиме водообмена оз. Тунайча с морем и характере микробиологических процессов возрастает уровень сезонного евтрофирования в его экосистеме, обусловливаемый комплексом абиотических и биотических факторов.

Научная новизна и теоретическая значимость. Впервые были получены сведения о самоочищающей способности, а также данные по сезонной и межгодовой динамике численности различных эколого-трофических групп микроорганизмов оз. Тунайча.

Дана оценка фонового экологического состояния заливов северо-востока о. Сахалин: Ныйский, Луньский, Чайво, Пильтун.

С использованием индикаторных групп микроорганизмов показан уровень загрязнения заливов о. Сахалин легкодоступными органическими веществами, нефтеуглеводородными и ароматическими соединениями различного генезиса.

Оценена роль микробиологических факторов, влияющих на формирование качества воды в зал. Анива. Проанализированы особенности

влияния абиотических и биотических факторов среды на сезонное евтрофирование прибрежных вод.

Полученные материалы исследования структуры микробных сообществ в заливах с различной антропогенной нагрузкой могут быть использованы для создания и развития теоретических моделей функционирования водных экосистем в условиях загрязнения.

Практическая значимость работ. Результаты исследований использовались в природоохранных структурах, на рабочих совещаниях, встречах, посвященных рассмотрению чрезвычайных ситуаций, востребованы нефтедобывающими компаниями, для которых вопросы экологической безопасности при добыче и переработке нефти и газа являются приоритетными в проводимой политике.

Полученные результаты могут использоваться при экологическом мониторинге для оценки и прогноза состояния водных объектов о. Сахалин, а также при разработке экологических программ и природоохранных мероприятий регионального уровня.

Данные по микробной индикации загрязнения заливов могут быть полезными при выборе оптимального по параметрам микробиологической безопасности участка для вылова водных биологических ресурсов и создания хозяйств по марикультуре.

Материалы диссертации были включены в лекционный и практический курс по экологии микроорганизмов для студентов, обучающихся по специальности «экология» в Сахалинском государственном университете.

Апробация результатов диссертации. Основные положения диссертационной работы представлялись и обсуждались на региональной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по актуальным проблемам морской биологии и экологии (Владивосток, 1998), совещании Государственного комитета по охране окружающей среды по Сахалинской области (Южно-Сахалинск, 1999), на международных научных и научно-практических конференциях «Прибрежное рыболовство – XXI век» (Южно-Сахалинск, 2001), «Регионы нового освоения: состояние, потенциал, перспективы в начале третьего тысячелетия» (Хабаровск, 2002), «Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем» (Ростов-на-Дону, 2006), XII международной конференции Северо-Тихоокеанской морской научной организации (PICES) (Seoul, Korea, 2003), международном Байкальском симпозиуме по микробиологии IBSM-2003 «Микроорганизмы в экосистемах озер, рек, водохранилищ» (Иркутск, 2003), 22-м международном симпозиуме по Охотскому морю (Mombetsu, Japan, 2007), на Третьих чтениях памяти В. Я. Леванидова (Владивосток, 2005), заседаниях ученых советов ФГУП «СахНИРО» (1999–2007).

Личный вклад автора. Диссертационная работа является результатом 7-летних исследований автора, выполненных в рамках комплексных проектов в экспедиционных и лабораторных условиях. Фактические микробиологические данные получены лично автором при непосредственном участии в сборах и обработке проб и анализе полученных результатов.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 19 работ, в том числе три статьи в журналах, включенных в список ВАК.

Структура и объем диссертации. Основным материалом диссертации изложен на 185 страницах текста и состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов и списка литературы. Работа содержит 19 таблиц и 42 рисунка. Список литературы включает 268 источников, в том числе 67 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность: научному руководителю заведующей лабораторией микробиологии природных экосистем ИВЭП ДВО РАН д.б.н., профессору Л. М. Кондратьевой за регулярные консультации, помощь в выборе генеральной линии и методологические рекомендации при подготовке диссертационной работы; заведующей лабораторией болезней рыб СахНИРО д.б.н. Г. П. Вяловой за постоянную поддержку и понимание; заведующей химико-аналитической лабораторией СахНИРО к.б.н. Е. М. Латковской за тесное сотрудничество, ценные советы, рекомендации и предоставленные данные химических анализов для обсуждения результатов микробиологических исследований; всем своим коллегам из лабораторий болезней рыб, химико-аналитической и внутренних водоемов СахНИРО за многолетнее сотрудничество и всемерное содействие в проведении лабораторных и экспедиционных работ.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Современные подходы в оценке экологического состояния водных экосистем (обзор литературы)

Рассмотрены методологические аспекты оценки экологического состояния водных объектов. Показано место методов биоиндикации в системе экологического мониторинга. Приведены примеры биоиндикаторов и применения методов биоиндикации, в том числе микробиологической. Подробно рассмотрены группы гетеротрофных микроорганизмов, являющихся индикаторами загрязнения водных экосистем фенолами, нефтеуглеводородами, легкоокисляемыми органическими веществами, тяжелыми металлами. Обоснована актуальность использования микробиологических методов для оценки комплексного загрязнения водных экосистем и определения их трофического статуса.

Глава 2. Объекты и методы исследований

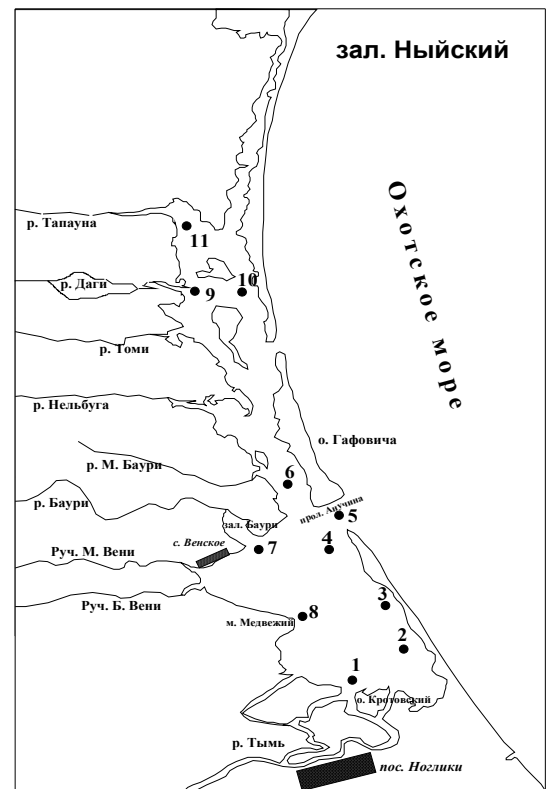
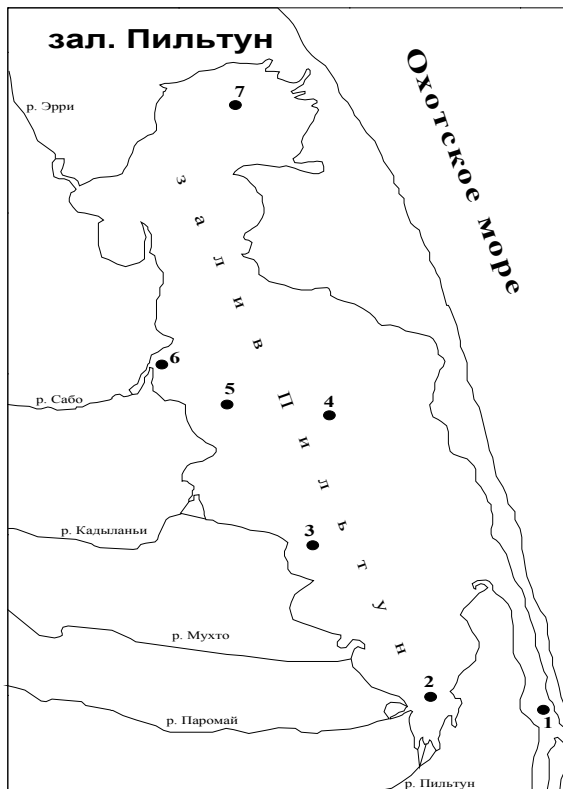
В главе дана краткая физико-географическая характеристика **объектов исследования** – заливов Ныйский, Пильтун, Чайво, Луньский, Анива, озера Тунайча, различающихся характером водообмена с морскими водами и уровнем антропогенной нагрузки (рис. 1).



Рис. 1. Объекты исследований

Мелководные заливы северо-восточного побережья (средняя глубина 1–5 м, в протоках 2–16 м) (рис. 2а) и оз. Тунайча (рис. 2б) относятся к лагунным озерам морских побережий, которые образуются в результате смещения береговой линии и обособления заливов при намыве береговых кос (Бровко и др., 2002). Заливы сохраняют связь с морем и имеют солоноватую воду. По степени связи с морем и уровню солености зал. Пильтун относится к солоноватоводно-пресноводным водоемам, Чайво и Ныйский – к солоноватоводно-морским, Луньский – к морским. Каждый залив является эстуарием одной или нескольких рек, которые, протекая по заболоченной местности, выносят в заливы много органических веществ и железа. Влияние морских вод на оз. Тунайча (максимальная глубина 39 м) ограничено, так как нарушен естественный водообмен озера с морем. В настоящее время оз. Тунайча является солоноватоводным бассейном, с устойчивой двухслойной термо- и хемотратификацией и соленостью поверхностного слоя не более 2,6‰.

Основными источниками загрязнения в заливах северо-востока являются нефтегазодобывающие предприятия, маломерный рыболовецкий флот, лесное хозяйство, а в оз. Тунайча – хозяйственно-бытовые стоки.



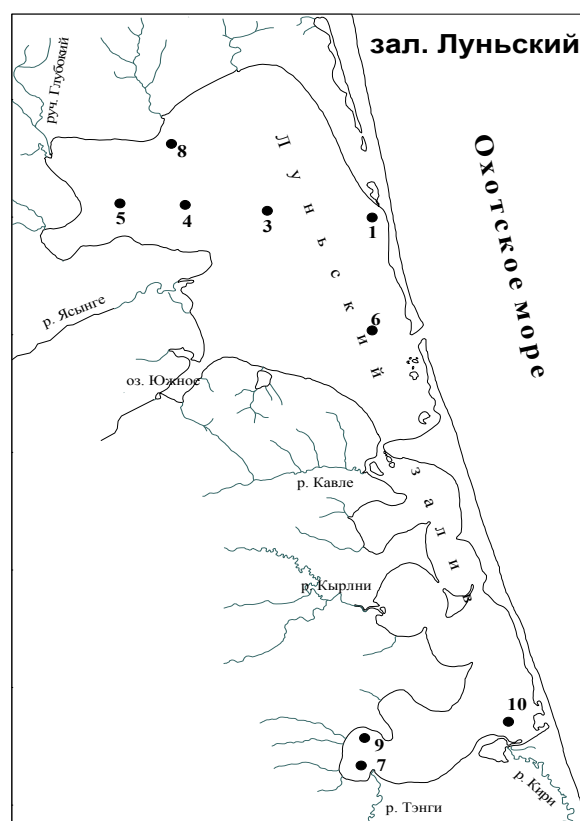
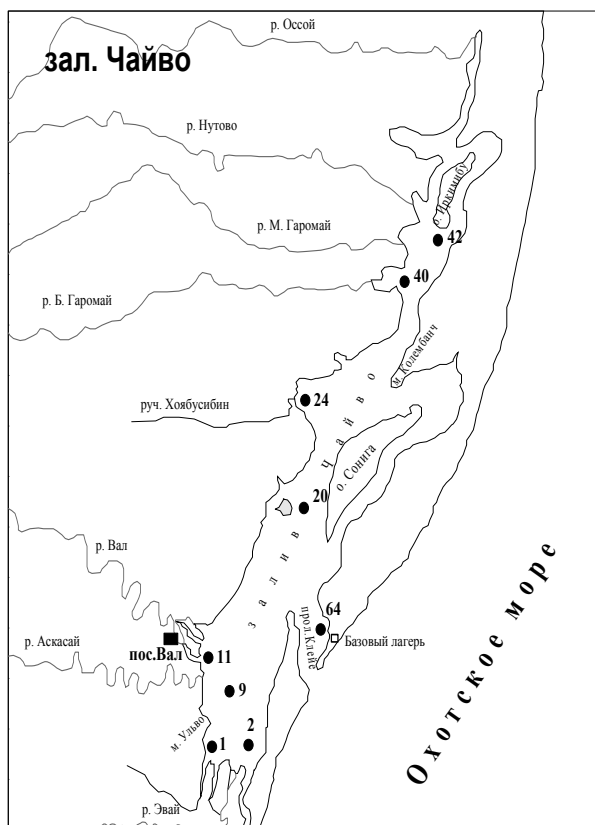


Рис. 2а. Карта-схема районов исследований

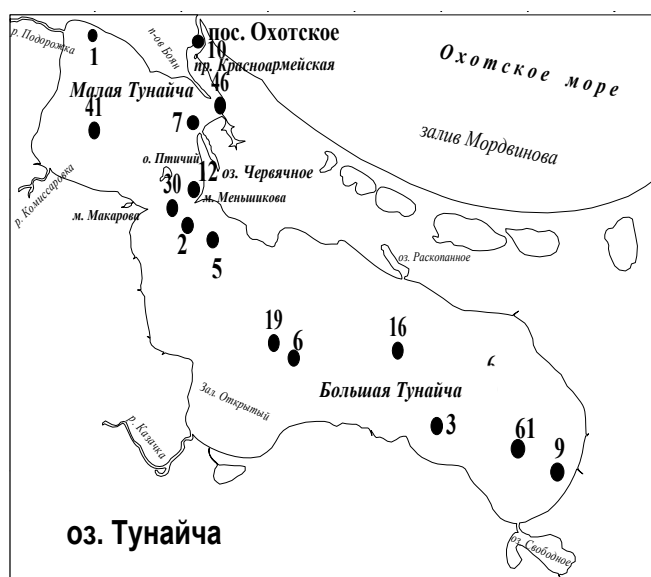
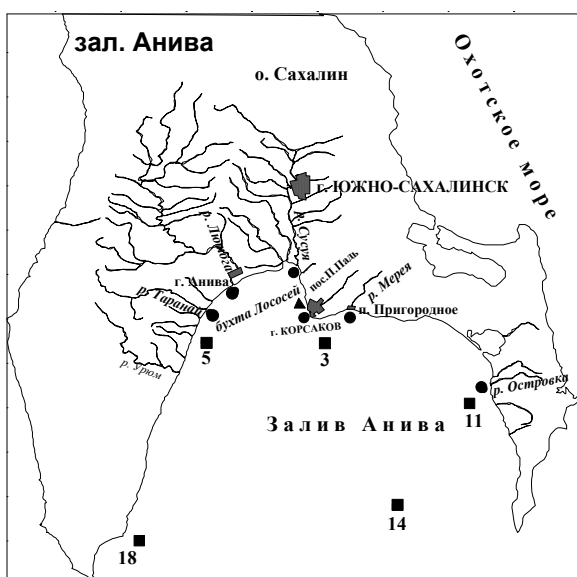


Рис. 2б. Карта-схема районов исследований

Залив Анива – морская акватория (средняя глубина 63 м, максимальная – 105 м) с соленостью вод 31–33‰ (рис. 2б). В него впадает 29 рек и более 300 малых водотоков, которые принимают участие в формировании гидролого-гидрохимических параметров прилегающих участков побережья. Источниками антропогенного загрязнения залива являются многочисленный рыбодобывающий флот, базирующийся в порту Корсаков, предприятия нефтегазового комплекса, коммунальные стоки прибрежных поселков и городов.

Для оценки экологического состояния водных экосистем были отобраны пробы воды, донных отложений, льда. Объем собранного материала представлен в таблице 1.

Таблица 1
Объем собранного материала для исследований

| Водный объект | Год исследования | Кол-во проб | Кол-во м/б анализов |
|---------------|------------------|--------------|---------------------|
| | | вода/ДО /лед | |
| Ныйский | 1999 | 8/ | 72 |
| | 2000 | 6/6 | 144 |
| | 2002 | –/3 | 36 |
| Пильтун | 1999 | 2/– | 24 |
| | 2002 | 6/7 | 156 |
| Луньский | 2000 | 2/2 | 48 |
| | 2002 | 6/3 | 108 |
| Чайво | 2001 | 7/3 | 120 |
| | 2002 | –/3 | 36 |
| Анива | 2004 | 29/21 | 600 |
| | 2005 | 20/– | 240 |
| | 2006 | 3/–/9 | 144 |
| Тунайча | 2001 | 6/– | 72 |
| | 2002 | 18/6 | 288 |
| | 2003 | 19/13 | 284 |
| | 2005 | 6/– | 72 |
| Итого: | | 136/67/9 | 2444 |

Уровень евтрофирования заливов определяли по показателям численности двух групп гетеротрофных бактерий (ГБ), использующих различные концентрации легкоокисляемых органических веществ. Анализ численности евтрофной группы гетеротрофных бактерий (ЕГБ) (аммонифицирующих бактерий) проводили на стандартном рыбопептонном агаре или бульоне заводского изготовления (г. Оболенск).

Группу гетеротрофных бактерий, развивающихся при низких концентрациях легкоокисляемых органических веществ, определяли на РПА или РПБ, разведенных в 10 раз (РПА:10, РПБ:10). Обозначали группу условно как ОЧГБ – общая численность гетеротрофных бактерий. Питательные среды для

гетеротрофных бактерий готовили, как правило, на профильтрованной воде из исследуемого водоема. Индекс трофности (ИТ) рассчитывали по формуле: $ИТ = N_{РПА:10}/N_{РПА}$, где N – число микроорганизмов на соответствующих питательных средах.

Для выявления протеолитических и амилолитических бактерий в морских пробах использовали обедненную минеральную среду следующего состава: дрожжевой экстракт – 0,1 г/л, NH_4NO_3 – 1 г/л, вода морская – 500 мл, вода дистиллированная – 500 мл, агар – 20 г/л, рН 7,8–8, автоклавированное обезжиренное молоко или растворимый крахмал 1%; металлоустойчивых – среду Йошимицу–Кимура (Youchimizu, Kimura, 1976) с добавлением хлоридов и нитратов металлов (Димитриева, Безвербная, 1999).

Микроорганизмов, участвующих в минерализации полимерных субстратов углеводной природы и процессах нитрификации, учитывали на крахмало-аммиачном агаре (КАА). Коэффициент минерализации рассчитывали по формуле: $КМ = N_{КАА}/N_{РПА}$, где N – число микроорганизмов на соответствующих питательных средах (Никитин, Никитина, 1978).

Для индикации загрязнения водной среды и донных отложений ароматическими соединениями была использована группа фенолрезистентных бактерий (ФРБ), растущая на агаровых средах, содержащих 1 г/л фенола. В качестве основной среды использовали «голодный» агар, содержащий: NH_4NO_3 – 1 г, дрожжевой экстракт – 0,1 г, агар – 15 г, вода дистиллированная – 500 мл, вода морская – 500 мл.

Численность микроорганизмов, окисляющих различные группы нефтеуглеводородов, в пробах морской воды определяли на синтетической морской калиево-дрожжевой среде (МКД) с добавлением сырой нефти, мазута, дизельного топлива в концентрации 0,1% (Руководство по методам..., 1980); в пробах речной воды – с использованием среды Диановой–Ворошиловой (Методические указания..., 1975).

Для определения численности индикаторных микроорганизмов в жидких средах использовали метод предельных разведений (Руководство по методам..., 1980), на агаризованных средах – чашечный метод Коха. Посевы выполняли в трех повторностях.

Санитарно-бактериологический анализ воды на содержание лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП) проводили методом мембранной фильтрации (МУ 2260-80) с использованием стандартных наборов фирмы «Sartorius» (14053 ACN Эндо). Культивирование индикаторных групп микроорганизмов осуществляли в течение 2–21 суток при температуре 18–37°C.

Статистическую, графическую обработку результатов и анализов микробиологических исследований выполняли с использованием пакета программ «MS Excel». Первичную обработку полученных результатов роста микроорганизмов в жидких средах проводили с использованием статистических таблиц Мак-Креди (Руководство по методам..., 1980).

Глава 3. Особенности формирования качества воды в заливах северо-востока Сахалина

Экосистемы заливов северо-востока Сахалина можно отнести к экотонам, формирование качества воды в которых определяется влиянием комплекса абиотическим факторов, а также активностью микробных сообществ в контактных зонах (вода – донные отложения, устьевые зоны, залив–море).

Сравнительный анализ численности планктонных гетеротрофных микробных комплексов позволил выявить в заливах зоны с повышенным содержанием легкоокисляемых органических веществ. К ним относились приустьевые участки заливов, попадающие под влияние речного стока. В заливе Чайво к таким зонам относились приустьевые участки рек Эвай (ст. 1) и Вал (ст. 11) с численностью евтрофной группы ГБ до $2,9 \times 10^3$ кл./мл, в Луньском заливе – участок в южной кустовой части (ст. 9), где скапливались стоки нескольких мелких речек (численность ЕГБ – $5,6 \times 10^4$ кл./мл). Повышенные концентрации гетеротрофных микроорганизмов в приустьевых

зонах рек являются характерной чертой как морских, так и пресноводных экосистем (Миронов, 1996; Микроорганизмы в экосистемах..., 2000; Максимов и др., 2002), поскольку речной сток выносит сюда значительные количества растворенных и взвешенных органических веществ, биогенных элементов, аллохтонных микроорганизмов.

Высокие показатели численности гетеротрофных микроорганизмов, характерные для богатых легкоокисляемыми органическими веществами полисапробных вод, были зафиксированы в приустьевой зоне р. Даги (ст. 9) в Ныйском заливе – $7,2 \times 10^4$ кл./мл и в устье р. Сабо (ст. 6) в зал. Пильтун – $1,3 \times 10^5$ кл./мл.

Микробиологическая индикация показала, что внутри заливов также существовали локальные зоны с высоким содержанием органических веществ. Это участки с зарослями макрофитов, где происходит аккумуляция детрита, что создает благоприятные условия для развития микроорганизмов-редуцентов. Участки заливов с илистыми или богатыми детритом донными отложениями характеризовались высокой численностью как планктонных, так и бентосных гетеротрофных бактерий. К ним относились центральная мелководная часть зал. Пильтун (ст. 4) и участок южной оконечности о. Баяндина в зал. Ныйский (ст. 4). На мелководных участках заливов (до 1 м) при обилии фито-, зообентоса в совокупности с высоким содержанием биогенных и взвешенных веществ формировались евтрофные зоны с численностью евтрофной группы ГБ в донных отложениях до $4,2 \times 10^6$ кл./г.

Анализ структуры микробных комплексов показал, что низкая численность бентосных гетеротрофных бактерий, приуроченная к контактной зоне залив–море, находилась в проливах заливов с активной гидродинамикой (прол. Клейе в зал. Чайво и прол. Анучина в зал. Ныйский). В узком длинном проливе зал. Пильтун численность гетеротрофных микроорганизмов была на уровне средней по заливу, как в воде, так и в донных отложениях, – $3,5 \times 10^3$ кл./мл.

Из абиотических факторов заметное влияние на формирование численности ГБ в заливах оказывала температура воды. Так, теплым летом 1999 г. в зал. Ныйский при прогреве воды на отдельных участках до $22,3^\circ\text{C}$ показатели численности евтрофной группы достигали $7,18 \times 10^4$ кл./мл. В холодных условиях лета 2000 г. показатели численности евтрофной группы не превышали $4,4 \times 10^2$ кл./мл. Однако прямой зависимости между численностью гетеротрофных микроорганизмов и температурой воды повсеместно не наблюдалось. Адаптированное к существующему в заливах диапазону температур психрофильное гетеротрофное микробное сообщество реагировало, главным образом, на содержание органических веществ: отмечались участки, где формирование сравнительно высокой численности гетеротрофных бактерий происходило при более низких температурах воды (рис. 3).

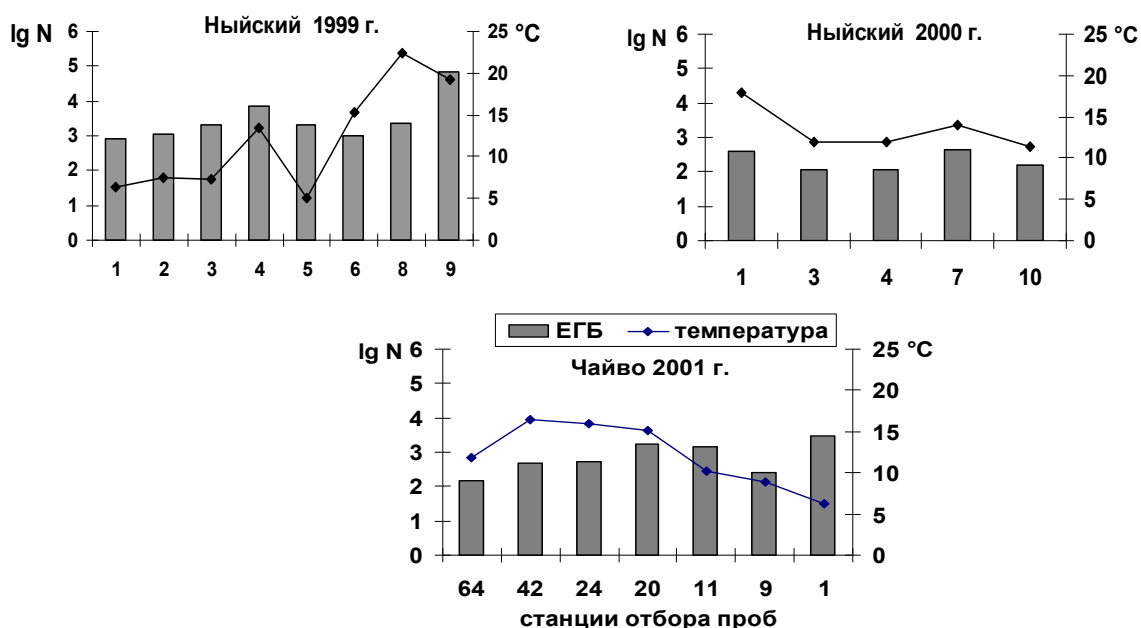


Рис. 3. Численность (N, кл./мл) евтрофной группы ГБ и температура воды в заливах северо-востока Сахалина

В целом, по результатам микробной индикации, согласно ГОСТ 17.1.2.04-77, характеристика вод в заливах по уровню трофности изменялась от олиго- до гипертрофной (табл. 2), что согласуется со значениями БПК₅, которые в заливах в период исследований имели следующий диапазон величин (мг O₂/дм³): Ныйский – 0,93–4,82; Пильтун – 0,91–7,2; Чайво – 0,47–4,53; Луньский – 1,49–12,58 (Сравнительная характеристика..., 2004). Участки евтрофированных вод формировались локально и отмечались лишь в некоторых заливах. Большую часть акватории в каждом из заливов можно охарактеризовать как олиго-мезотрофную.

Таблица 2

Численность микроорганизмов и качество вод заливов северо-востока о. Сахалин

| Залив | Год исследований | Численность евтрофной группы гетеротрофных бактерий | | Уровень трофии по ГОСТ 17.1.2.04–77 |
|----------|------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Вода, кл./мл | ДО, кл./г | |
| Ныйский | 1999 | $8,4 \times 10^2 - 7,18 \times 10^4$ | –* | Мезо-гипертрофия |
| | 2000 | $1,2 \times 10^2 - 4,4 \times 10^2$ | $6,0 \times 10^3 - 1,23 \times 10^5$ | Олиго-мезотрофия |
| | 2002 | – | $8,5 \times 10^3 - 8,85 \times 10^4$ | – |
| Пильтун | 1999 | $3,5 \times 10^3 - 1,31 \times 10^5$ | – | Мезо-гипертрофия |
| | 2002 | $2,6 \times 10^2 - 3,1 \times 10^3$ | $1,0 \times 10^2 - 7,5 \times 10^4$ | Олиго-мезотрофия |
| Чайво | 2001 | $1,6 \times 10^2 - 2,9 \times 10^3$ | $4,9 \times 10^4 - 4,2 \times 10^6$ | Олиго-мезотрофия |
| Луньский | 2000 | $4,4 \times 10^3 - 5,2 \times 10^3$ | – | Мезо-евтрофия |
| | 2002 | $2,4 \times 10^2 - 5,6 \times 10^4$ | $1,0 \times 10 - 1,1 \times 10^5$ | Олиго-гипертрофия |

* – нет данных

Биологическому загрязнению среди заливов северо-востока в большей степени подвержен зал. Ныйский. Основной источник загрязнения –

коммунальные и хозяйственно-бытовые стоки, которые транзитом поступают по р. Тымь от крупного пос. Ноглики. Дополнительный источник – стоки прибрежных поселков, рыболовецких станов, льяльные воды многочисленных маломерных рыболовецких судов. Индексы ЛПК на отдельных участках залива достигали величин, характерных для акваторий, которые хронически подвергаются загрязнению сточными водами больших городов (Огородникова, 2001). Так, в районе станций 7 и 8 индексы ЛКП составили соответственно 22000 и 25000 кл./л.

В зал. Чайво загрязнению бытовыми стоками подвержена только приустьевая часть р. Вал, на берегах которой расположен небольшой пос. Вал. Индексы ЛКП здесь не превышали 1000 кл./л. Не подвержены биологическому загрязнению зал. Пильтун и Луньский – индикаторные микроорганизмы в них не обнаруживались.

Известно, что высокая резистентность к ТМ у планктонных и бентосных микроорганизмов формируется обычно в местах интенсивного загрязнения водоемов, например, при регулярном сбросе сточных вод (Журавель и др., 2004). Относительно высокая устойчивость планктонных бактерий к ионам Fe, Ni, Zn, Cd, Cu и Pb была выявлена в зал. Ныйский в 2000 г. В зал. Пильтун в 2002 г. повышенная резистентность наблюдалась у планктонных бактерий только к ионам Fe, что характерно для всех исследованных заливов и связано с геохимическими особенностями северо-восточного района, где преобладают торфяники, содержащие железо-гуминовые комплексы. Невысоким содержанием резистентных бактерий к ионам Pb и Cd характеризовалось микробное сообщество зал. Чайво в сентябре 2001 г. Полученные в заливах северо-востока о. Сахалин микробные индексы металлорезистентных бактерий в целом отражали специфику района исследований и позволили выявить зоны локального повышенного содержания ионов металлов, приуроченные к устьям рек.

Все заливы северо-востока острова подвержены загрязнению нефтеуглеводородами (НУ). Главным образом это связано с геохимическими особенностями района. На водосборах рек распространены естественные выходы нефти, образующие на поверхности почвы нефтяные озера различных размеров (Латковская и др., 2004). С почвенными стоками нефтеуглеводороды попадают в реки, которые выносят углеводороды в заливы. НУ попадают в заливы и в результате аварий на трубопроводах и буровых установках, расположенных в бассейнах рек. Дополнительными источниками антропогенного загрязнения НУ является маломерный рыбодобывающий флот и хозяйственные стоки поселков, что является характерным в большей степени для зал. Ныйский.

Согласно данным микробной индикации все исследованные заливы можно охарактеризовать как «малозагрязненные» нефтеуглеводородами водные бассейны, о чем свидетельствовал выявленный в заливах уровень численности НОМ. Диапазон значений численности планктонной группы нефтеокисляющих микроорганизмов изменялся по заливам в следующих пределах (кл./мл): Чайво – $1,0 \times 10^2$ – $4,0 \times 10^4$, Пильтун – $1,7 \times 10^3$ – $1,4 \times 10^4$,

Ныйский – $1,2 \times 10^2$ – $1,8 \times 10^4$. В донных отложениях значения численности были (кл./г): Чайво – $1,0 \times 10^3$ – $2,0 \times 10^4$, Пильтун – $1,8 \times 10^4$ – $2,5 \times 10^4$, Луньский – $4,0 \times 10^3$ – $7,7 \times 10^4$. Аналогичная численность нефтеокисляющих микроорганизмов обычно регистрируется в морских акваториях и прибрежных районах морей при относительно низких концентрациях нефтеуглеводородов в воде и донных осадках (Студеникина и др., 2002). Как показал химический анализ воды и донных отложений, содержание нефтеуглеводородов в заливах северо-востока Сахалина соответствовало уровню «малозагрязненных» акваторий (Сравнительная характеристика..., 2004).

В структуре планктонных и бентосных микробных комплексов заливов были выявлены фенолрезистентные бактерии, что вполне закономерно, поскольку в заливах существуют предпосылки образования фенольных соединений. Потенциальными предшественниками таких веществ является нефть, а также значительное количество растительных субстратов (заросли zostеры и рдестов). Значения численности планктонных ФРБ в зал. Чайво варьировали в пределах $9,4 \times 10$ – $1,7 \times 10^3$, Пильтун – $3,0 \times 10$ – $5,5 \times 10^4$, Ныйский – $6,0 \times 10$ – $3,2 \times 10^4$ кл./г.

В донных осадках чистых водоемов численность группы ФРБ обычно не превышает значений 10^5 кл./мл (Виноградов и др., 2002). В исследованных заливах северо-востока диапазон значений бентосных ФРБ находился в пределах (кл./г): Чайво – $6,0 \times 10^3$ – $7,3 \times 10^3$, Пильтун – $7,0 \times 10^3$ – $1,2 \times 10^4$, Луньский – $3,0 \times 10^3$ – $4,0 \times 10^4$.

Из особенностей распределения нефтеокисляющих и фенолрезистентных микроорганизмов можно отметить более высокую численность планктонных и бентосных ФРБ, приуроченную к зарослям макрофитов (зал. Пильтун; ст. 3, 4, 5). Районы заливов с повышенными концентрациями нефтеуглеводородов в ДО и численностью бентосных НОМ совпадали (ст. 1 в зал. Ныйский). Участки с высокой численностью планктонных нефтеокисляющих микроорганизмов находились в зоне влияния речных стоков. Минимальная численность НОМ и ФРБ отмечалась в районах заливов с активной гидродинамикой.

Численность фенолрезистентных и нефтеокисляющих микроорганизмов, выявленную в заливах в ходе микробиологических исследований до увеличения антропогенной нагрузки на водоем, можно рассматривать как «фоновую». Полученные результаты фоновых исследований могут быть использованы в дальнейшем для сравнительного анализа состояния вод заливов северо-востока Сахалина при экологическом мониторинге или экологической оценке при чрезвычайных ситуациях.

Глава 4. Сезонные изменения численности индикаторных групп микроорганизмов в зал. Анива

4.1. Аммонифицирующие микроорганизмы. Анализ численности аммонифицирующих бактерий в прибрежной зоне залива показал, что наибольшую нагрузку по загрязнению легкоокисляемыми органическими

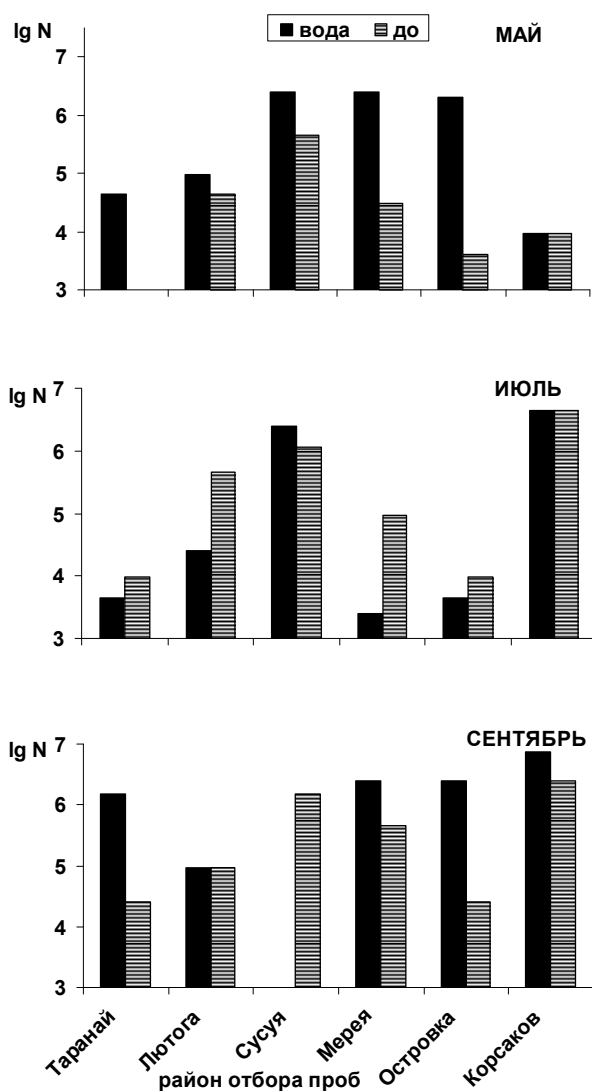


Рис. 4. Численность (N) планктонных и бентосных аммонифицирующих бактерий в устьевом взморье рек зал. Анива в 2004 г., (вода – кл./мл, грунт – кл./г)

территория подвержена хроническому загрязнению хозяйственно-бытовыми стоками.

Согласно численности аммонифицирующих микроорганизмов, летом уровень загрязнения снизился в устьевом взморье рек Таранай, Лютога, Мерея, Островка, что связано с ослаблением потока аллохтонных ОВ в прибрежную зону из-за уменьшения объемов терригенного и речного стока, который весной формировался, главным образом, из талых вод. Снижению способствовала и возросшая в 3–5 раз по сравнению с весенним периодом интенсификация водообмена залива с морем (Кантаков и др., 2007). Так,

прибрежная зона испытывает весной и ранней осенью.

Весной высокий уровень загрязнения был выявлен в устьевых зонах рек Мерея, Сусуя, Островка. Численность аммонифицирующей группы бактерий на этих участках побережья достигала значений $2,5 \times 10^6$ кл./мл (рис. 4). Весеннее евтрофирование прибрежных вод обусловлено, главным образом, поступлением аллохтонных ОВ с береговым и речным стоком, что подтверждается значительными концентрациями ионов биогенных элементов и взвешенных веществ, а также высокой численностью евтрофной группы бактерий в реках, впадающих в залив. Так, в районе отбора проб в русле р. Лютога концентрация аммонийного азота варьировала от 1520 до 2840 мкг/дм^3 , р. Мерея – от 1260 до 1320 мкг/дм^3 . В русле р. Островка содержание аммонийного азота составило 1170 мкг/дм^3 .

Численность АМБ в воде рек Лютога и Мерея достигала значений $2,5 \times 10^5$ кл./мл. Весной развитие микроорганизмов в портовых водах могло сдерживать накопление токсичных продуктов, так как

численность аммонифицирующих бактерий в устьевом взморье р. Островка и Мерея летом не превышала значений $4,5 \times 10^3$ кл./мл.

Ранней осенью росту численности гетеротрофных бактерий в прибрежной зоне способствовал благоприятный температурный режим и содержание автохтонных и аллохтонных органических веществ, которые накапливаются в результате жизнедеятельности гидробиоценоза в теплый период, а также привносятся во время хода лососей в нерестовые реки залива, в том числе Островка, Лютога, Таранай, Мерея. В устьевом взморье этих рек численность варьировала в диапазоне от $9,5 \times 10^4$ до $2,5 \times 10^6$ кл./мл, в реках была на уровне 10^6 кл./мл. К концу осени значения численности АМБ в устьевом взморье рек не превышали значений $9,5 \times 10^4$ кл./мл.

Ранней весной во льду максимальная численность евтрофной группы бактерий была приурочена к нижним слоям и составляла в среднем $4,5 \times 10^3$ кл./г. В подледной воде значения численности ЕГБ были на порядок выше.

Согласно ГОСТ 17.1.2.04-77, характеристика вод устьевых рек Таранай, Мерея, Лютога, Островка изменялась от «чистой» до «грязной». Качество вод прибрежной зоны летом улучшается. Воды открытой части залива характеризуются как олиго-мезотрофные. Реки Сусуя, Мерея и Лютога по численности гетеротрофных бактерий относятся к категории «грязных» во все исследованные сезоны года.

4.2. Угледородокисляющие микроорганизмы. Сезонная динамика численности НОМ в прибрежной зоне залива отражала увеличение

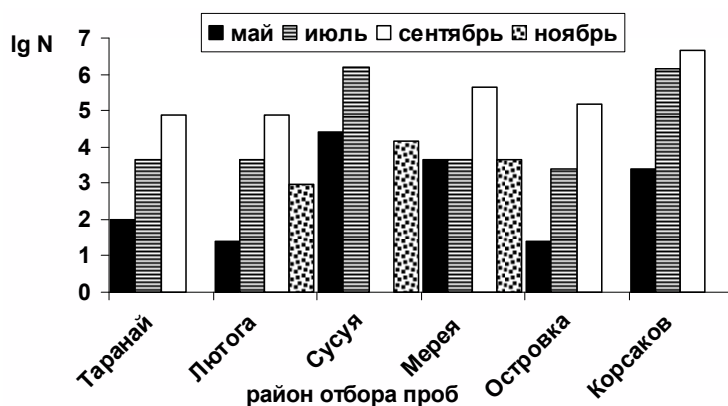


Рис. 5. Численность (N) нефтеокисляющих микроорганизмов в воде прибрежной зоны зал. Анива, кл./мл

концентраций НУ к сентябрю (рис. 5). В мористой части, согласно данным исследований 2005 г. и ранее полученным результатам (Каськова и др., 2005), диапазон численности НОМ в поверхностном слое (до 1 м) воды находился в пределах: весной в мае – $1,5 \times 10^2$ – $9,5 \times 10^3$, в ноябре – $9,5 \times 10^3$ – $9,5 \times 10^4$ кл./мл. Численность НОМ коррелировала с концентрацией НУ в заливе: $r=0,76$. Выявленный уровень численности НОМ является характерным для различных морских акваторий, где так же, как в зал. Анива, развито судоходство, а прибрежная зона подвержена загрязнению различными стоками (Студеникина и др., 2002).

В сезонной динамике численности микроорганизмов, окисляющих мазут и дизельное топливо, максимальные значения были зафиксированы в заливе ранней осенью и составляли в среднем $3,4 \times 10^4$ кл./мл и $6,2 \times 10^5$ кл./мл соответственно.

В реках максимальное загрязнение нефтеуглеводородами отмечалось летом. Численность микроорганизмов, окисляющих нефть, мазут и дизельное топливо, была в этот период 10^3 – 10^5 кл./мл.

Максимумы численности микроорганизмов, окисляющих нефтеуглеводороды, в течение всего периода исследований относились к районам с повышенной антропогенной нагрузкой – порт Корсаков и устьевое взморье р. Сусуя.

В целом по уровню загрязнения нефтью и продуктами ее переработки зал. Анива относится к «малозагрязненным» акваториям.

4.3. Санитарно-показательные микроорганизмы прибрежных вод и рек залива. Микробная индикация по санитарно-показательным микроорганизмам позволила выявить значительную степень хозяйственно-бытового загрязнения вод порта Корсаков. Индексы лактозоположительных кишечных палочек в портовых водах с весны по осень составляли 20000–35000 кл./л. В реках Сусуя, Лютога, Мерея высокий уровень загрязнения отмечался сезонно. Максимальные значения индекса (3800 кл./л) отмечались в р. Сусуя. В прибрежье на участках устьевого взморья рек Таранай, Мерея и Лютога индексы ЛКП (max=400 кл./л) не превышали установленных нормативов (СанПиН № 4631-88). Устьевое взморье р. Островка оставалось «чистым» по санитарно-показательным микроорганизмам весь период исследований.

Анализ результатов исследования микробных комплексов в заливе Анива в 2004–2006 гг. по численности индикаторных групп микроорганизмов позволяет сделать вывод о том, что экосистема залива функционирует в условиях комплексного загрязнения органическими веществами различного генезиса. По уровню загрязнения можно выделить несколько районов. К зонам, испытывающим значительную нагрузку по описанным видам загрязнения, можно отнести порт Корсаков. Ощутимую нагрузку испытывает приустьевая зона р. Сусуя. В относительно благоприятном состоянии находится устьевое взморье рек Таранай и Островка. Однако, как показали наши исследования, эти зоны также подвержены сезонному загрязнению легкоокисляемыми органическими веществами и нефтеуглеводородами различного происхождения.

Глава 5. Микробиологическая оценка уровня евтрофирования оз. Тунайча

5.1 Динамика численности планктонных и бентосных гетеротрофных микроорганизмов. Характер сезонной динамики численности планктонных гетеротрофных бактериоценозов в озере был достаточно устойчив. Для гетеротрофных бактерий отмечалось увеличение численности от весны к лету и снижение поздней осенью (рис. 6).

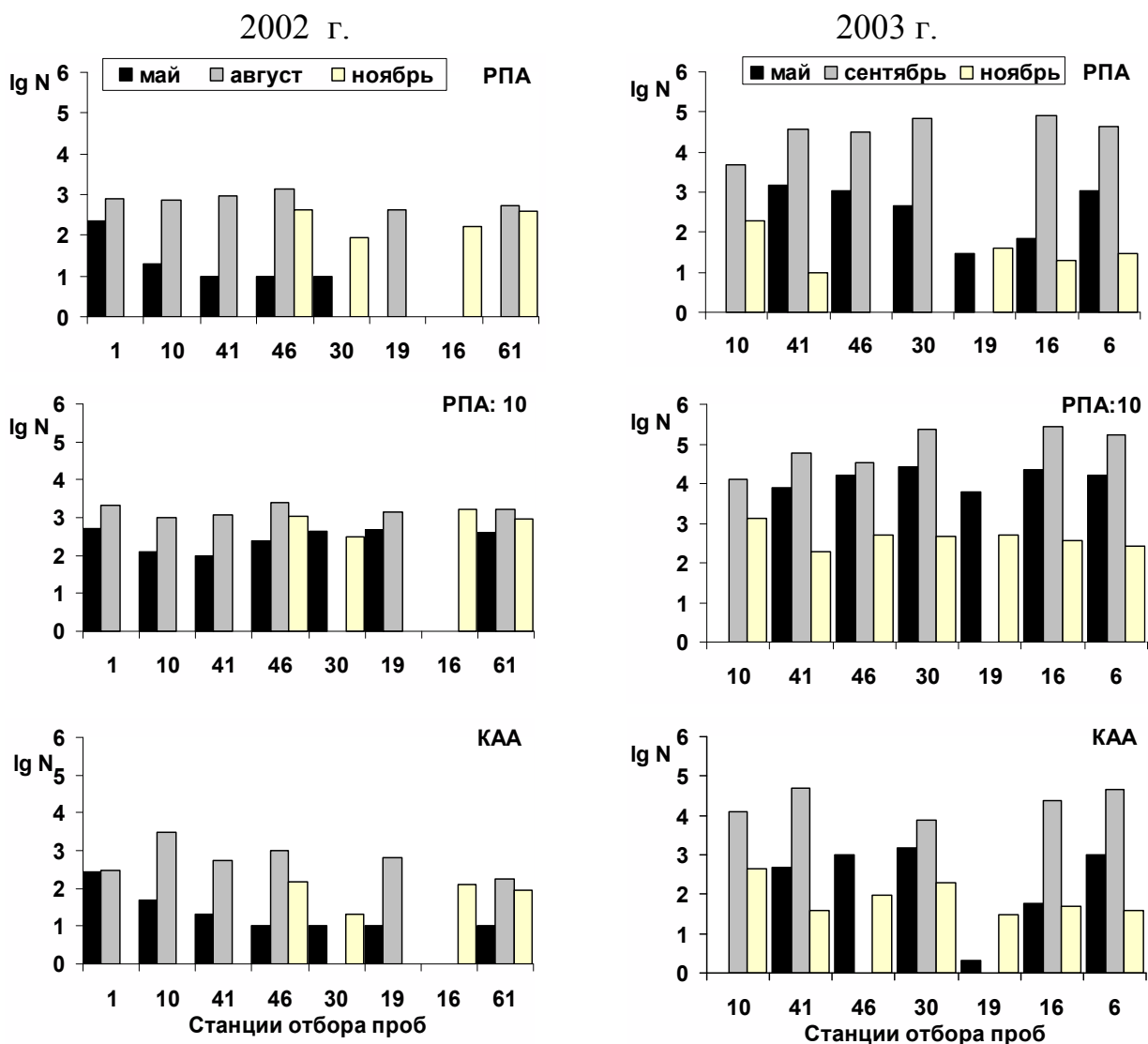


Рис. 6. Динамика численности (N) планктонных гетеротрофных бактерий, использующих различные формы азота (РПА, РПА:10 – органический азот, КАА – аммонийный азот), в оз. Тунайча (кл./мл)

Развитие гетеротрофных микроорганизмов в озере контролировалось в основном температурой и поступлением автохтонных органических веществ. Эпизодическое характерное формирование высокой численности бактериопланктона в озере ранней весной и в середине лета происходило одновременно или вслед за вспышкой численности фитопланктона и зоопланктона, когда гетеротрофное сообщество микроорганизмов обеспечивалось в достаточной мере легкоокисляемыми органическими веществами. Пики численности регистрировались при максимальном прогреве воды в августе 2002 г. (15,2°C) и в сентябре 2003 г. (18,6°C).

Диапазон численности евтрофной группы бактерий в период исследований, проведенных в 2001–2003 гг., находился в пределах от нескольких десятков до нескольких тысяч клеток в 1 мл, что по трофосапробиологическим показателям соответствует олиго-мезотрофной характеристике вод (ГОСТ 17.1.2.04-77). Ксеносапробная зона с

минимальным содержанием ОВ была зафиксирована в центральной и южной части Большой Тунайчи (ст. 19, 16, 61) в мае 2002 г.

Сезонное ухудшение качества вод озера было зарегистрировано в сентябре 2003 г. Влияние комплекса абиотических (температура) и биотических (активное развитие фито-, зоопланктона) факторов привело к значительному насыщению вод легкоокисляемыми ОВ, о чем свидетельствовала высокая численность евтрофной группы ГБ, которая изменялась в пределах от $4,8 \times 10^3$ до $8,0 \times 10^5$ кл./мл.

В целом, обогащение поверхностных вод залива легкоокисляемыми ОВ происходило достаточно равномерно, на что указывал сравнительно однородный характер пространственного распределения различных физиологических групп гетеротрофных бактерий по всей акватории озера. Однако существовали локальные зоны с высокой численностью индикаторных микроорганизмов. К ним относились главным образом прибрежные зоны Малой Тунайчи. Повышенные показатели численности евтрофной группы бактерий отмечались в разные годы на станциях, подверженных непосредственному влиянию терригенного стока, несущего в воды озера ОВ различного генезиса (ст. 1, 46). В протоке Красноармейской (ст. 10) на формирование численности этой группы влияли преимущественно аллохтонные ОВ, поступавшее с хозяйственно-бытовой зоны пос. Охотское.

Донное сообщество гетеротрофных бактерий по численности превосходило планктонное и не было подвержено сезонным изменениям. Значения численности евтрофной группы изменялись в период исследований от $2,0 \times 10^3$ до $2,3 \times 10^6$ кл./г; группы, развивающейся на РПА:10, – от $6,5 \times 10^3$ до $1,9 \times 10^6$ кл./г; нитрифицирующих бактерий – от $1,0 \times 10^3$ до $2,6 \times 10^6$ кл./г. Показатели численности и соотношение гетеротрофных групп бентосного сообщества микроорганизмов свидетельствовали об активно протекающих процессах разложения органических веществ на начальных его стадиях, т. е. процессах аммонификации.

Полученные значения индекса трофности отражали динамику процессов деструкции органических веществ в озере, обусловленную активностью микробных комплексов, и сезонное ухудшение качества вод. Так, весной 2002 и 2003 гг. значения ИТ указывали на достаточно активные процессы самоочищения на начальных стадиях деструкции ОВ почти на всей акватории озера и соответствовали невысокой трофности озерных вод (табл. 3). Снижение индекса трофности озерных вод происходило в августе 2002 г. и сентябре 2003 г. ИТ в эти периоды не превышал значений 3,28 и 3,9 соответственно. В малотрофных водах значения индекса составляют 10–100 и более (Абакумов и др., 1992).

Изменения коэффициента минерализации характеризуют динамику процесса деструкции органических веществ в водной среде: рост КМ свидетельствует о завершающих этапах деструкции ОВ. В целом, полученные значения КМ отражали слабую интенсивность процессов минерализации ОВ в озере, что было обусловлено относительно невысокой численностью микроорганизмов, потреблявших минеральные формы азота.

Максимально низкая степень минерализации органических веществ со значением КМ <0,07 в исследованный период была зафиксирована в сентябре 2003 г. при сезонном значительном ухудшении качества вод.

Таблица 3

Активность микробиологических процессов в оз. Тунайча

| Станции отбора проб | 2002 г. | | | | | | 2003 г. | | | | | |
|---------------------|---------|------|--------|------|--------|------|---------|------|----------|-------|--------|------|
| | май | | август | | ноябрь | | май | | сентябрь | | ноябрь | |
| | ИТ | КМ | ИТ | КМ | ИТ | КМ | ИТ | КМ | ИТ | КМ | ИТ | КМ |
| 61 | –* | – | 3,13 | 0,34 | 2,33 | – | 15,1 | 0,94 | 3,9 | 0,01 | 9,0 | 1,33 |
| 19 | – | – | 3,28 | 1,48 | – | – | 211,0 | 0,06 | – | – | 12,63 | 0,75 |
| 30 | 44,0 | 1,0 | – | – | 3,5 | – | 58,2 | 3,41 | 3,32 | 0,001 | 8,0 | 0,33 |
| 41 | 9,5 | 2,0 | 1,34 | 0,57 | – | – | 5,03 | 0,33 | 1,58 | 0,02 | 19,0 | 4,0 |
| 46 | 24,0 | 1,0 | 1,82 | 0,71 | 0,77 | – | 7,73 | 0,46 | 1,05 | 0,03 | 25,5 | 4,75 |
| 10 | 6,0 | 2,5 | 1,41 | 4,19 | – | – | – | – | 2,75 | 0,07 | 7,27 | 2,43 |
| 1 | 2,26 | 1,21 | 2,75 | 0,38 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 16 | – | – | – | – | 10,1 | 0,81 | 328,6 | 0,86 | 0,29 | 0,01 | 18,0 | 2,5 |

* – нет данных

5.2. Морфологические и физиолого-биохимические характеристики гетеротрофных бактерий. Планктонные гетеротрофные бактерии были представлены в основном двумя формами клеток – палочковидными и кокковыми. Доминировали грамотрицательные палочки (до 95,8% у группы бактерий, растущих на РПА:10, и 96,2% у евтрофной группы). Большая часть штаммов планктонных бактерий обладала подвижностью. У бентосных гетеротрофных бактерий также преобладала палочковидная форма клеток (93,4%). Подвижность была отмечена у 43% штаммов. Основная часть планктонных и бентосных культур бактерий обладала высокой протеолитической активностью, слабо окисляла и ферментировала углеводы.

Морфофизиологическая структура планктонных и бентосных микробных сообществ озера, в которой доминировали палочковидные бактерии, соответствовала характеристике вод, полученной по показателям самоочищающей способности и численности гетеротрофных групп микроорганизмов. Известно, что преобладание в микробоценозах палочковидных микроорганизмов характерно для водоемов, где активно протекают начальные стадии деструкции органических веществ и низкие темпы минерализации (Микроорганизмы в экосистемах..., 2000), что является характерным для процессов самоочищения оз. Тунайча.

5.3. Нефтеокисляющие и фенолрезистентные микроорганизмы. По результатам микробной индикации повсеместного загрязнения озера нефтеуглеводородами и ароматическими соединениями не выявлено. Распространение индикаторных нефтеокисляющих и фенолрезистентных микроорганизмов в приповерхностных водах и донных осадках было мозаичным (табл. 4). Показатели численности индикаторных групп были низкими, характерными для незагрязненных акваторий. Деятельность, в результате которой в экосистему озера могли бы поступать в значительных

количествах техногенные фенолы и нефтеуглеводороды, в районе озера не ведется.

Таблица 4

Численность нефтеокисляющих и фенолрезистентных микроорганизмов в воде и донных отложениях оз. Тунайча в мае 2002 г.

| Вид пробы | Численность микроорганизмов, кл./мл (вода), кл./г (ДО) | | | | | | | |
|-------------------|--|----|-----|-----|----|----|----|------|
| | станции отбора проб | | | | | | | |
| | 1 | 16 | 61 | 19 | 30 | 41 | 46 | 10 |
| нефтеокисляющие | | | | | | | | |
| Вода | 50 | 10 | 0 | 380 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| ДО | 320 | 0 | 0 | –* | – | 80 | 0 | 121 |
| фенолрезистентные | | | | | | | | |
| ДО | 0 | 0 | 200 | – | – | 0 | 0 | 5600 |

* – нет данных

Присутствие НОМ и ФРБ в структуре микробных комплексов можно связать с процессами самоочищения, главным образом от автохтонных органических соединений, которые продуцируются в озере в результате жизнедеятельности биоценоза.

Локальное повышение численности НОМ в поверхностных водах озера (ст. 19) могло вызвать кратковременное поступление нефтепродуктов от маломерного флота. В прибрежье (ст. 1, 10) причиной накопления загрязняющих веществ в ДО могли быть хозяйственные стоки.

Несмотря на то, что структура гетеротрофного сообщества достаточно устойчива, активность микробных комплексов оз. Тунайча подвержена сезонным изменениям, которые происходят под влиянием абиотических и биотических факторов среды, вследствие чего происходит повышение уровня трофности озерных вод.

ВЫВОДЫ

1. Уровень загрязнения заливов северо-восточного Сахалина преимущественно с техногенным характером загрязнения выше, чем заливов со смешанным типом поступления органических веществ от природных и антропогенных источников. По степени антропогенного влияния на исследованные экосистемы заливов их можно расположить в следующей последовательности: Ныйский > Чайво > Пильтун > Луньский.

2. Качество воды в зал. Анива подвержено сезонным изменениям. Высокий уровень евтрофирования прибрежной зоны весной и осенью обусловлен активностью микробных комплексов на биогеохимическом барьере в контактной зоне устья рек – устьевое взморье, особенностями поступления автохтонных и аллохтонных органических веществ, а также спецификой природных условий в заливе. Наиболее важным фактором влияния на уровень евтрофирования прибрежных вод является сток рек.

3. На современном этапе характер сезонной динамики численности планктонных и бентосных гетеротрофных микроорганизмов в оз. Тунайча

достаточно устойчив. Однако при существующих динамике процессов самоочищения и активности микробных сообществ возможно сезонное евтрофирование экосистемы озера, обусловленное влиянием комплекса абиотических и биотических факторов среды.

4. Численность индикаторных групп микроорганизмов, принимающих участие в трансформации и деструкции нефтеуглеводородов различного происхождения, отражает характер их поступления и зависит от естественных механизмов функционирования экосистем заливов. Биологические процессы самоочищения, активный гидрологический режим поддерживают уровень загрязнения, характерный для «малозагрязненных» акваторий, несмотря на хроническое поступление углеводородов.

5. Структура микробных комплексов и численность индикаторных групп микроорганизмов в заливах адекватно отражают изменение физико-химических условий, гидрологического режима, степень взаимодействия с морской средой и могут широко использоваться в качестве показателей для экспресс-методов оценки загрязнения воды и донных отложений углеводородами различного генезиса при проведении мониторинга их экологического состояния.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах

1. Полтева А. В. Оценка качества вод прибрежной зоны залива Анива по микробиологическим показателям (о. Сахалин) / А. В. Полтева // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 155. – С. 169–179.

2. Полтева А. В. Оценка фоновое экологического состояния зал. Чайво (северо-восточный Сахалин) / А. В. Полтева, Е. М. Латковская, А.В. Леонов // Водные ресурсы. – 2009. – Т. 36, № 1. – С. 89–101.

3. Полтева А. В. Оценка качества вод зал. Ныйский (северо-восточный Сахалин) летом 1999 г. по микробиологическим показателям / А. В. Полтева // Вопр. рыболовства. – 2009. – Т. 10, № 2 (38). – С. 315–325.

Публикации в других научных изданиях и материалах конференций

4. Полтева А. В. Санитарно-показательные микроорганизмы – как индикаторы антропогенного влияния на морские экосистемы / А. В. Полтева // Прибрежное рыболовство – XXI век : Тез. междунар. науч.-практ. конф. (г. Ю-Сахалинск, 19–21 сентября 2001 г.) – Ю-Сахалинск: Сах. обл. книж. изд-во, 2001. – С. 92–93.

5. Полтева А. В. Некоторые результаты по изучению качества вод заливов северо-востока Сахалина микробиологическими методами / А. В. Полтева // Прибрежное рыболовство – XXI век : Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. (г. Ю-Сахалинск, 19–21 сентября 2001 г.) – Ю-Сахалинск: Сах. обл. книж. изд-во, 2001. – С. 93–94.

6. Полтева А. В. Гетеротрофная микрофлора микробных ценозов воды заливов северо-востока Сахалина / А. В. Полтева, Е. М. Латковская //

Прибрежное рыболовство – XXI век : Материалы междунар. науч.-практ. конф. (г. Ю-Сахалинск, 19–21 сентября 2001 г.) : Тр. СахНИРО. – Ю-Сах. : Сах. обл. книж. изд-во, 2002. – Т. 3, Ч. 2. – С. 329–334.

7. **Полтева А. В.** О результатах изучения санитарно-показательной микрофлоры заливов северо-востока Сахалина в 1998–1999 гг. / А. В. Полтева // Прибрежное рыболовство – XXI век : Материалы междунар. науч.-практ. конф. (г. Ю-Сахалинск, 19–21 сентября 2001 г.) : Тр. СахНИРО. – Ю-Сахалинск: Сах. обл. книж. изд-во, 2002. – Т. 3, Ч. 2. – С. 335–339.

8. Латковская Е. М. Особенности формирования качества воды в Лунском заливе (северо-восток Сахалина) / Е. М. Латковская, **А. В. Полтева** // Регионы нового освоения : состояние, потенциал, перспективы в начале третьего тысячелетия : Материалы междунар. науч.-практ. конф. (г. Хабаровск, 25–27 сентября 2002 г.). – Владивосток–Хабаровск, 2002. – Т. 1. – С. 165–168.

9. **Polteva A. V.** Microbiological estimation of ichthyofauna state in the Tunaicha lake (The Sakhalin Island) / A. V. Polteva, L. M. Kondratieva // Microorganisms in Ecosystems of Lakes, Rivers and Reservoirs / Abstracts of International Baical Symposium on Microbiology (September 8–13, 2003, Irkutsk). – Irkutsk : Publishing House of Institute of Geography SB RAS, 2003. – P. 130.

10. **Polteva A. V.** Peculiarities of plankton and benthos microbiocenoses structure in bay of north-east Sakhalin / A. V. Polteva // Microorganisms in Ecosystems of Lakes, Rivers and Reservoirs / Abstracts of International Baical Symposium on Microbiology (September 8–13, 2003, Irkutsk). – Irkutsk: Publishing House of Institute of Geography SB RAS, 2003. – P. 128.

11. **Полтева А. В.** Микробиологическая характеристика воды и донных отложений озера Тунайча / А. В. Полтева // Тр. СахНИРО. – Ю-Сахалинск : СахНИРО, 2003. – Т. 5. – С. 251–258.

12. Latkovskaya E. M. Influence of hydrological and hydrochemical conditions on formation microbial communities of Chaivo Bay (northeast of Sakhalin) / E. M. Latkovskaya, **A. V. Polteva** // Abs. 12th Nor. Pac. Mar. Sci. Org. (PICES) Ann. Meet., October 10–18, 2003, Seoul, Rep. of Korea. – P. 30–31.

13. Conditions of hydrobiological community formation in the lagoons of north-eastern Sakhalin Island / E. M. Latkovskaya, **A. V. Polteva**, T. A. Belan et al. // Abs. 12th Nor. Pac. Mar. Sci. Org. (PICES) Ann. Meet., October 10–18, 2003, Seoul, Rep. of Korea. – P. 31.

14. Characteristics of biota and its environmental on the Okhotsk Sea shelf along northeastern Sakhalin / N. V. Pecheneva, V. S. Labay, I. B. Piskunov et al. **A. V. Polteva** // Proceedings of the 20th international symposium on Okhotsk Sea and sea ice, Mombetsu, Hokkaido, Japan, 20–25 February 2005. – Mombetsu, 2005. – P. 234–242.

15. Каськова В. О. Сезонная динамика концентрации нефтепродуктов и численности нефтеокисляющих микроорганизмов прибрежной зоны зал. Анива / В. О. Каськова, **А. В. Полтева**, Е. М. Латковская // Тр. СахНИРО.– Ю-Сахалинск : СахНИРО, 2005. – Т. 7. – С. 375–384.

16. **Полтева А. В.** Индикаторные группы микроорганизмов прибрежной зоны зал. Анива (пос. Пригородное) / А. В. Полтева // Тр. СахНИРО. – Ю-Сахалинск : СахНИРО, 2005. – Т. 7. – С. 385–392.

17. **Полтева А. В.** Некоторые характеристики микробного сообщества оз. Тунайча (южный Сахалин) / А. В. Полтева // Чтения памяти В. Я. Леванидова. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – Вып. 3. – С. 192–199.

18. Латковская Е. М. Гидрохимические и микробиологические характеристики зал. Пильтун (северо-восток о. Сахалин) / Е. М. Латковская, **А. В. Полтева** // Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем : Материалы междунар. науч. конф. (9–12 октября 2006 г.) – Ростов-на Дону, 2006. – С. 231–234.

19. **Polteva A. V.** Oil-oxidizing microorganisms in sea ice and under-ice water in the southern Sakhalin coastal zone / A. V. Polteva, V. M. Pishchalnik // 22nd International symposium on Okhotsk Sea and sea ice, 18–21 February, 2007. Mombetsu, Hokkaido, Japan. 2007. – P. 155–157.