

КОМИТЕТ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКАЯ
АКАДЕМИЯ
НАУК

ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ

О Б З О Р
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
СОСТОЯНИЯ МОРЕЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
И ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНОВ
МИРОВОГО ОКЕАНА
за 1991 год

*Под научной редакцией
чл.-корр. РАН Ю. А. ИЗРАЭЛЯ
и проф. А. В. ЦЫБАНЬ*

МОСКВА — 1992

В настоящем обзоре приведены результаты исследований экосистемы внутренних и омывающих морей Российской Федерации за 1991 год. Проанализирована экологическая ситуация, дана оценка состояния экосистем в прибрежных и открытых морских акваториях. При анализе изменений экологической ситуации в морях России использованы данные, полученные за период 1976–1989 гг. Обращается внимание на неблагоприятную экологическую ситуацию в Азовском, Черном, Каспийском и Японском морях.

Обзор рассчитан на широкий круг общественности и специалистов, занимающихся проблемами антропогенной экологии океана.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	10
I. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ	14
I.1. Краткая характеристика состояния загрязнения ...	14
I.2. Характеристика экологической ситуации	15
I.2.1. Микробиологические показатели	15
I.2.2. Показатели состояния фитопланктонных со- обществ	18
I.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ	22
I.3. Оценка состояния экосистем	27
II. ЧЕРНОЕ МОРЕ	29
II.1. Краткая характеристика состояния загрязнения ...	29
II.2. Характеристика экологической ситуации	32
II.2.1. Микробиологические показатели	32
II.2.2. Показатели состояния планктонных и нейстон- ных сообществ	36
II.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ	
II.3. Оценка состояния экосистем	39
III. АЗОВСКОЕ МОРЕ	41
III.1. Краткая характеристика состояния загрязнения ...	41
III.2. Характеристика экологической ситуации	43
III.2.1. Показатели состояния планктонных сооб- ществ	43
III.2.1.1. Фитопланктон и первичная продук- ция	43
III.2.1.2. Зоопланктон	45
III.2.2. Показатели состояния бентосных сообществ	45
III.2.3. Анализ изменений экологической ситуации ..	46
III.3. Оценка состояния экосистем	51
IV. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ	52
IV.1. Краткая характеристика состояния загрязнения	52
IV.2. Характеристика экологической ситуации	55
IV.2.1. Микробиологические показатели	55
IV.2.2. Показатели состояния планктонных сообществ	56
IV.2.2.1. Фитопланктон, фотосинтезирующие пигменты и первичная продукция	56

	стр.
IU.2.2.2. Зоопланктон	63
IU.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ	65
IU.3. Оценка состояния экосистем	70
У. БАРЕНЦЕВО МОРЕ	71
У.1. Краткая характеристика экосистем и состояния их загрязнения	71
У.2. Характеристика экологической ситуации	74
У.2.1. Микробиологические показатели	74
У.2.2. Показатели состояния планктонных сообществ	80
У.2.2.1. Фитопланктон и фотосинтетические пигменты	80
У.2.2.2. Зоопланктон	86
У.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ	92
У.2.4. Загрязняющие вещества в биоте	96
У.3. Оценка состояния экосистем	98
УІ. БЕЛОЕ МОРЕ	100
УІ.1. Краткая характеристика экосистем и состояние их загрязнения	100
УІ.2. Характеристика экологической ситуации	102
УІ.2.1. Микробиологические показатели	102
УІ.2.2. Показатели состояния планктонных сооб- ществ	104
УІ.2.2.1. Фитопланктон и фотосинтетичес- кие пигменты	104
УІ.2.2.2. Зоопланктон	105
УІ.3. Оценка состояния экосистем	107
УІІ. КАРСКОЕ МОРЕ	108
УІІ.1. Краткая характеристика экосистем и состояние их загрязнения	108
УІІ.2. Краткая характеристика микробиологических пока- зателей	111
УІІ.3. Оценка состояния экосистем	112
УІІІ. МОРЕ ЛАПТЕВЫХ	114
УІІІ.1. Краткая характеристика экосистем и состояние их загрязнения	114
УІІІ.2. Характеристика экологической ситуации	115

	стр.
УШ.2.1. Микробиологические показатели	115
УШ.2.2. Показатели состояния планктонных сообществ	117
УШ.2.2.1. Фитопланктон и фотосинтетические пигменты	117
УШ.2.2.2. Зоопланктон	119
УШ.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ	121
УШ.3. Оценка состояния экосистем	122
IX. ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ	124
IX.1. Краткая характеристика состояния загрязнения ...	124
IX.2. Характеристика экологической ситуации	125
IX.2.1. Микробиологические показатели	125
IX.2.2. Показатели состояния бентосных сообществ	127
IX.3. Оценка состояния экосистем	128
X. ОХОТСКОЕ МОРЕ	130
X.1. Краткая характеристика состояния загрязнения ...	130
X.2. Характеристика экологической ситуации	132
X.2.1. Микробиологические показатели	132
X.2.2. Показатели состояния планктонных сообществ	138
X.2.2.1. Фитопланктон и первичная продукция	138
X.2.2.2. Зоопланктон	143
X.3. Оценка состояния экосистем	150
XI. ЯПОНСКОЕ МОРЕ	151
XI.1. Краткая характеристика состояния загрязнения ...	151
XI.2. Характеристика экологической ситуации	153
XI.2.1. Микробиологические показатели	153
XI.2.2. Показатели состояния планктонных сообществ	158
XI.2.2.1. Фитопланктон; фотосинтетические пигменты и первичная продукция ...	158
XI.2.2.2. Зоопланктон	164
XI.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ	173
XI.3. Оценка состояния экосистем	175
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	177

Обзор экологического состояния морей России и отдельных районов Мирового океана составлен в отделе экологии и мониторинга океана Института глобального климата и экологии (ИГКЭ) Роскомгидромета и РАН.

АВТОРЫ-СОСТАВИТЕЛИ:

Научный руководитель: д.б.н., профессор А.В.Цыбань

Ответственные исполнители: к.б.н. Г.В.Панов,

Е.А.Гончаревич, к.б.н. А.В.Митин

Исполнители: Б.В.Глебов, к.б.н. А.А.Верецака, Е.М.Серова, к.б.н. В.М.Кудрявцев, к.б.н. А.А.Ветчинкина, А.С.Куликов, к.б.н. Ю.Л.Володкович, С.П.Барина, к.б.н. А.И.Жукова, Т.А.Павлова, В.М.Вронская; ГОИН – к.ф.-м.н. С.В.Кириянов, к.г.н. Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, к.б.н. А.Л.Коршенко, М.В.Кудряшченко, Г.К.Ильинская.

При подготовке обзора использованы материалы:

ИГКЭ (Б.В.Глебов, к.б.н. А.А.Ветчинкина, В.М.Кудрявцев, к.б.н., А.С.Куликов, Л.Г.Манякина, С.А.Мошаров, Т.А.Павлова, О.И.Кравчук); СевКавгидромета, Астраханского центра по гидрометеорологии (Э.Д.Лунова, Н.А.Амеличкина, И.З.Курбанов), Ростовского территориального центра по наблюдению за загрязнением природной среды (Т.Н.Спивакова, В.П.Малыгина, Т.П.Чехова); Центра наблюдения за загрязнением природной среды СМ Латвийской Республики (Л.В.Дакш, П.Г.Бэрг, Э.Р.Орлова, М.Ф.Цейтлина, И.С.Ларченко); Эстонского республиканского управления по гидрометеорологии (Л.В.Быстринская, Л.М.Головлиная, Н.В.Целикова, В.И.Шевцова, Г.В.Петрова); Мурманскгидромета, лаборатории наблюдений за состоянием загрязнения водоемов (Л.И.Сохина, И.Р.Агранович, В.М.Гуляев, Н.А.Зачайный, Л.А.Квитко, В.И.Острогляд, В.А.Павлов, Л.А.Павлова); Севгидромета (Е.И.Собко, В.А.Гоголицин, О.А.Красильникова); Диксонгидромета, Комплексной сетевой лаборатории по контролю загрязнения природной среды (С.В.Новицкая); Тиксигидромета (А.Ю.Гуков, О.В.Бондаренко, Т.П.Костина, Т.И.Павлюкова, Т.П.Трушина, Р.Т.Черняева);

Певекгидромета (к.б.н. С.Ю.Гагаев, М.М.Шетина); Азербгидромета (Р.Х.Наджафова, Т.И.Котляревская, Ф.Н.Кадырова, Н.Г.Гумбатов); Сахалингидромета, Лаборатории наблюдения загрязнения поверхностных вод суши (Р.К.Сафронова, Е.А.Дубровская, Т.Н.Литвишко); Приморскгидромета, Приморского центра по наблюдению за загрязнением природной среды (к.б.н. С.Р.Михайлов, В.Н.Живаев, Ю.С.Коростелев, Р.И.Миняшкина, Л.В.Яснецкая).

В обзоре встречаются следующие сокращения:

БПК	- биохимическое потребление кислорода
ВЗ	- высокое загрязнение
ВМФ	- военно-морской флот
ГМО	- гидрометеорологическая обсерватория
ГСМ	- горюче-смазочные вещества
ГОИН	- Государственный океанографический институт
(Г)СБ	- (гетеротрофные) сапрофитные бактерии
ГХЦГ	- гексахлорциклогексан
Д	- деструкция
ДВНИИМ	- Дальневосточный научно-исследовательский гидрометеорологический институт
ДДД	- продукт распада ДДТ
ДДТ	- дихлордифенилтрихлорметилметан
ДДЭ	- продукт распада ДДТ
ЗВ	- загрязняющие вещества
ИГКЭ	- Институт глобального климата и экологии
ИЗВ	- индекс загрязнения вод
КБ	- ксилородокисляющие бактерии
ММФ	- Министерство морского флота
НБ	- нефтеокисляющие бактерии
НВЧ	- наиболее вероятная численность бактерий
НИСП	- научно-исследовательское судно погоды
НИУ	- научно-исследовательское учреждение
НУ	- нефтяные углеводороды
ОВ	- органическое вещество
ОГСН	- Общегосударственная служба наблюдений за состоянием природной среды
ОдогоИН	- Одесское отделение ГОИНа
ОЧ (Б, М)	- общая численность (бактерий, микроорганизмов)
П/Д	- коэффициент отношения продукции к деструкции
ПФА	- потенциальная физиологическая активность
ПХБ	- полихлорированные бифенилы
ПХББ	- ПХБ-трансформирующие бактерии
РПА	- рыбо-пентонный агар

РФ	- Российская Федерация
СПАВ	- синтетические поверхностно-активные вещества
УБ	- углеводородокисляющие бактерии
УГМ (Гидромет)	- территориальное или региональное управление по гидрометеорологии Роскомгидромета
ФБ	- фенолоокисляющие бактерии
ХОП	- хлорорганические пестициды
ХУ	- хлорированные углеводороды
ЦБЗ(К)	целлюлозно-бумажный завод (комбинат)
ЦНЗПС	- Центр наблюдений за загрязнением природной среды
ЭВЗ	- экстремально высокое загрязнение

ВВЕДЕНИЕ

Современная экологическая ситуация в Мировом океане характеризуется двумя особенностями: быстрым нарастанием концентрации загрязняющих веществ в прибрежной зоне океанов, во внутренних замкнутых и полужамкнутых морях, и хроническим воздействием низких концентраций загрязняющих веществ в открытых районах океана, удаленных от непосредственных источников загрязнения. Увеличение сбросов органических соединений, возрастание рекреационной нагрузки сопровождается эвтрофированием и гиперэвтрофированием морских вод не только в прибрежных, но и в открытых районах внутренних и полужамкнутых морей. Кроме того, в последние годы особую озабоченность вызывает микробное загрязнение прибрежных морских вод, особенно в рекреационных зонах. Условно-патогенные и патогенные микроорганизмы все чаще встречаются в морской воде, накапливаются в донных отложениях и гидробионтах, что может негативно отразиться на санитарно-гигиенической ситуации в целом.

В результате возрастающего антропогенного воздействия и вызванных им негативных последствий происходит постепенная трансформация морских экосистем и даже их деградация.

В создавшихся условиях для установления тенденций изменения экологической ситуации в морской среде и выявления кризисных зон, оценки и прогноза состояния морских экосистем, определения стратегии и тактики экологического мониторинга, а также разработки мер экологической защиты особую важность приобретает анализ результатов долгопериодных экологических исследований и мониторинга в выбранных морских акваториях. Такие исследования проводятся в морях, омывающих берега России, силами специалистов морской наблюдательной сети Роскомгидромета под научно-методическим руководством Института глобального климата и экологии Роскомгидромета и РАН – ИГКЭ (гидробиологические наблюдения) и Государственного океанографического института Роскомгидромета – ГОИНа (гидрохимические наблюдения).

Начало гидробиологическим наблюдениям в системе Госкомгидромета СССР - Роскомгидромета было положено в 1974г. Постоянный характер эти исследования приобрели с 1976г. в рамках Общегосударственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ОГСН). Цель службы ОГСН за все годы ее существования заключалась в полном и качественном обеспечении народного хозяйства достоверной информацией о состоянии природной среды (в том числе морской среды), необходимой для проведения экологической экспертизы и разработки территориальных комплексных систем охраны природы. Для достижения указанных целей в числе прочих реализуется задача своевременного выявления и расследования последствий опасных эколого-токсикологических ситуаций (аварийных разливов нефти, залповых сбросов загрязняющих веществ и т.п.) для принятия оперативных мер по их локализации и ликвидации.

В течение ряда лет специалистами наблюдательной сети Роскомгидромета в контролируемых морских акваториях систематически изучались такие важные структурные и функциональные характеристики сообществ гидробионтов, как общая численность и биомасса бактерио-, фито- и зоопланктона; численность, биомасса и видовой состав зообентоса; видовой состав, численность основных групп и виды-индикаторы фито- и зоопланктона; численность и распределение индикаторных групп микроорганизмов; потенциальная активность микроорганизмов по разрушению органических загрязняющих веществ; первичная продукция и деструкция органического вещества, сбалансированность продукционно-деструкционных циклов; состав фотосинтетических пигментов фитопланктона. Важно отметить, что анализ результатов этих наблюдений проводился совместно с оценкой состояния гидрологического и, особенно, гидрохимического режима контролируемых морских акваторий, включая оценки состояния их химического загрязнения (Ежегодник качества вод по химическим показателям...).

К настоящему времени в результате многолетних наблюдений уже накоплен обширный фактический материал, не только характеризующий состояние отдельных компонентов контролируемых экосистем на качественном уровне, но и позволяющий проследить много-

летнюю динамику их важнейших структурных и функциональных показателей – как в рамках естественных межгодовых вариаций, так и под влиянием антропогенных факторов.

Сопоставление процессов, происходящих в контролируемых морских экосистемах в течение самого последнего времени, с долгосрочными тенденциями, наблюдаемыми на протяжении последних шестнадцати лет, позволяют с максимально возможной в настоящее время достоверностью отделить естественные межгодовые колебания параметров экосистем от проявлений тех негативных последствий, которые возникают в сообществах в результате антропогенного воздействия.

Подход, использованный в обзоре, основан на комплексном анализе разнообразных показателей, отражающих физические, химические и биологические процессы, происходящие в морских экосистемах. Такой подход позволяет не только всесторонне оценить современное состояние контролируемых морских экосистем, но и проанализировать изменения экологической ситуации в них на протяжении последних лет.

Результаты многолетних исследований показывают, что негативные экологические последствия антропогенного воздействия на морскую среду наиболее наглядно проявляются в виде следующих процессов:

1. Изменении средней биомассы планктона и бентоса;
2. Упрощении структуры, снижении видового разнообразия сообществ морских организмов;
3. Увеличении численности индикаторных форм микроорганизмов;
4. Исчезновении донной фауны;
5. Появлении видов-вселенцев или видов, ведущих к перестройке экосистем;
6. Эвтрофикации и гиперэвтрофикации вод, в первую очередь в прибрежных районах, заливах и бухтах.

Основная часть обзора посвящена описанию экологической ситуации в контролируемых морях, при этом особое внимание уделялось регистрации и анализу вышеуказанных процессов, которые были избраны в качестве показателей, характеризующих состояние

морских экосистем. На основании этих характеристик, а также опираясь на имеющиеся ряды наблюдений, разработана оригинальная система сравнительных оценок экологического состояния морей. Далее, используя эту систему, методом экспертных заключений было определено, в каком из возможных состояний находится каждая конкретная экосистема: в стабильном, переходном, критическом или катастрофическом. Результаты этого анализа представлены в "Заключении" настоящего обзора.

Предлагаемый вниманию обзор – очередной шаг в изучении долговременных экологических последствий загрязнения морских акваторий (см. аналогичные "Обзоры..." за 1989, 1990 гг. – их выходные данные приведены в списке литературы). Он содержит материалы, основанные на результатах наблюдений в 1990–1991 гг. за состоянием морских экосистем, контролируемых специалистами морской сети Роскомгидромета, Центра наблюдения за загрязнением природной среды Управления гидрометеорологии при Совете министров Латвийской республики, Азербайджанского и Эстонского республиканских Управлений по гидрометеорологии, а также на данные, полученные сотрудниками ИГКЭ и Одесского отделения Государственного океанографического института Роскомгидромета (Одо ГОИН, с 1992 г. – Украинский научный центр экологии моря Министерства охраны окружающей природной среды Украины) в ходе комплексной экологической экспедиции в Черном море (сентябрь 1991 г.). При характеристике экологической ситуации в Черном и Азовском морях также использованы материалы, опубликованные в научной литературе.

Обобщение результатов морских гидробиологических наблюдений, полученных в рамках ОГСН, проведено в ИГКЭ; обобщение результатов морских гидрохимических наблюдений – в ГОИНе.

Все данные о поступлении ЗВ в моря приведены на основе информации региональных Управлений Роскомгидромета.

І. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

Величайшее на Земле бессточное озеро-море. Расположено в зоне пустынь и полупустынь, омывает берега России, Азербайджана, Туркменистана, Казахстана и Ирана. Площадь 368 тыс. кв. км. Северная часть моря мелководна (до 22 м), в южной части глубины до 1025 м. Крупные заливы - Мангышлакский, Каспийский, Красноводский, Туркменский. Впадают крупные реки Волга, Урал, Кура, Терек, Самур, Сулак, Сефидруд и др. Температура воды зимой в южной части моря до $+12^{\circ}\text{C}$, на севере ниже 0°C , летом - до $+26^{\circ}\text{C}$. Северная часть моря зимой замерзает на 2-3 мес. Соленость 11-13‰, близ устья Волги до 0,05‰. Месторождения нефти и газа. Главные порты - Баку (Азербайджан), Астрахань (Россия), Красноводск (Туркменистан), Шевченко (Казахстан), Энзели (Иран).

Постоянные гидрохимические наблюдения в рамках ОГСН на Каспийском море осуществляются с 1972 г., гидробиологические - с 1979 г.

При составлении обзора использованы результаты наблюдений, полученные в 1991 году специалистами Азербайджанского республиканского Управления гидрометеослужбы и Астраханского центра по гидрометеорологии. В состав гидробиологических показателей вошло изучение микробных ценозов, фитопланктона, зоопланктона и зообентоса.

І.І. Краткая характеристика состояния загрязнения

Основными источниками загрязнения Северного и Среднего Каспия являются сток Волги, морской и речной флот, а также нефте- и газопромыслы, расположенные на северо-восточном побережье и периодически затопляемые в период нагонных явлений на фоне повышения уровня моря.

В 1991 г. с речным стоком в море поступило 54,72 тыс. т нефтепродуктов, 1,22 тыс. т фенолов, 12,2 тыс. т СПАВ, 4864 тыс. т взвешенных веществ и 27,4 тыс. т аммонийного азота. Кроме того, предприятиями Астраханской области в море дополнительно

сброшено 25 т нефтепродуктов, 2 тыс. т органических веществ, 1,3 тыс. т соединений азота, 3 т меди, 4 т цинка, 1,2 т свинца и 9,1 т железа. В результате аварийных сбросов от водного транспорта в водоем попало 9,3 т нефтепродуктов.

Мощный весенний паводок повлиял на состояние загрязнения Северного Каспия: содержание НУ в поверхностных слоях воды понизилось от 8 ПДК в апреле до 2-1 ПДК в июле-октябре. В среднем за год содержание НУ снизилось относительно 1990 г. с 4 до 3 ПДК, среднее содержание фенолов не изменилось и составило 3 ПДК (в августе 10 ПДК), среднее содержание СПАВ оказалось на уровне менее 1 ПДК (в июне 1 ПДК), среднее содержание аммонийного азота возросло с 8 до 68 мкг/л, составив в августе 240 мкг/л, но по-прежнему не превышало ПДК. Впервые за последние 5 лет в придонном слое вод не обнаружен ДДТ, однако в июне отмечено присутствие альфа-ГХЦГ (до 85 нг/л) и гамма-ГХЦГ (до 92 нг/л). Оценка качества вод с использованием гидрохимических показателей позволяет охарактеризовать воды западного района Северного Каспия как "грязные", воды остальных районов Северного Каспия - как "загрязненные".

За период 1986-1991 гг. на акваториях Северного Каспия, прилегающих к берегам России, прослеживается устойчивая тенденция к увеличению уровней загрязнения вод в связи с дополнительным поступлением ЗВ из донных осадков, накапливающихся в районах дельты. Можно ожидать, что в связи с подъемом уровня моря загрязненность вод дельтовой зоны р. Волги будет возрастать и впредь.

1.2. Характеристика экологической ситуации

1.2.1. Микробиологические показатели

Микробиологические наблюдения в западной части побережья Каспийского моря проводились на 18 станциях в январе, июле и сентябре 1991 г. В состав наблюдений входили следующие определения: общая численность микроорганизмов (ОЧМ), наиболее вероятная численность сапрофитных бактерий (НВЧ СБ) и нефтеокисляющих бактерий (НВЧ НБ).

Наблюдения показали, что бактериопланктон в обследованном районе был распределен довольно равномерно. Сезонные и прост-

ранственные изменения были выражены слабо. ОЧМ варьировала от 1,7 тыс. до 3,6 млн. кл./мл. В Бакинской бухте концентрация бактериопланктона была значительно выше, чем в других районах. Плотность бактериального населения в обследованных районах соответствовала уровню развития микробных ценозов в предыдущие годы.

Количество сапрофитных бактерий изменялось в широких пределах – от 15 кл./мл в придонном горизонте (район Бильгя) до 150 тыс. кл./мл (Бакинская бухта). Средние показатели были выше данных, полученных в предыдущие годы.

Нефтеоокисляющие бактерии (НБ) были выявлены повсюду, и концентрация их колебалась от нескольких единиц до сотен тысяч кл./мл. Среднегодовые значения НБ были выше, чем в 1990 году (кроме района Нефтяных камней и Ленкорани).

По микробиологическим показателям воды западного побережья характеризуются как грязные, полисапробные.

Микробиологические наблюдения в открытых районах Среднего и Южного Каспия выполнялись в апреле и в ноябре.

На разрезе Дербент-Песчаный плотность бактериального населения составила 810 тыс. кл./мл, НВЧ СБ – 150 тыс. кл./мл и НВЧ НБ – 7,4 тыс. кл./мл. На отдельных станциях концентрация СБ и НБ была высокой и в приповерхностном и придонном горизонтах. На глубинах 10 и 100 м НБ отсутствовали. Воды на разрезе Дербент-Песчаный можно оценить как бета-, альфа-мезосапробные, загрязненные – значительно загрязненные.

Концентрация бактериопланктона на разрезе Дивичи-Кендерли в среднем составила 1,3 млн. кл./мл. Численность микроорганизмов на прибрежных станциях была выше, чем в открытой части моря. СБ и НБ встречались повсеместно. Распределение бактерий в водной толще было довольно равномерным. Среднее значение СБ было на порядок выше, НБ – на порядок ниже по сравнению с результатами, полученными в 1990 году. По микробиологическим показателям воды разреза Дивичи-Кендерли следует оценить как значительно загрязненные, альфа-мезосапробные.

На разрезе о. Жилой-Куули маяк среднее значение ОЧМ было несколько ниже, чем в 1990г., и равнялось 840 тыс. кл./мл. Концентрация СБ была сравнительно высокой и колебалась в пределах от 1,5 тыс. кл./мл до 1,5 млн. кл./мл. Численность НБ варьировала

в пределах от 9 до 20 тыс.кл/мл. На основании микробиологических показателей воды разреза о.Жилой-Куули маяк характеризуются как альфа-мезосапробные, значительно загрязненные.

На разрезе Куринский камень - о.Отгурчинский среднегодовое значение ОЧМ составило 1,2 млн.кл/мл. В сезонном аспекте концентрация микроорганизмов осенью была выше, чем весной. СБ были выявлены во всех пробах. В водной толще эта группа микроорганизмов была распределена равномерно. По акватории отмечено увеличение количества сапрофитных бактерий в направлении с запада на восток. Аналогичное распределение было отмечено для НБ. По микробиологическим показателям воды разреза Куринский камень - о. Отгурчинский относятся к бета-, альфа-мезосапробным, загрязненным - значительно загрязненным.

Микробиологические наблюдения в восточном прибрежье Среднего и Южного Каспия проводились в апреле и в ноябре.

Общая численность бактерий в водах восточной части моря колебалась в пределах от 570 тыс.кл/мл до 2,5 млн.кл/мл. Средние значения ОЧМ соответствовали уровню величин прошлого года. Сезонные и пространственные изменения выражены слабо. Сапрофитная микрофлора была выявлена во все сезоны. Концентрация их изменялась от 5,0 тыс.кл/мл до 500 тыс.кл/мл. Средние показатели НВЧ СБ по обследованным районам были несколько выше прошлых лет.

Нефтеокисляющие бактерии выявлены не во всех анализируемых пробах. В северных районах (Шевченко, Бекдаш) плотность НБ была невысокой и в среднем изменялась от 280 до 590 кл/мл. Весной в районе г.Шевченко НБ в придонном слое воды не были обнаружены. Повышенная концентрация НБ была отмечена в районе Красноводского и Туркменского заливов и полуострова Челекен. Здесь численность НБ достигала 1,2-51 тыс. кл/мл.

По микробиологическим показателям воды восточной части моря Среднего и Южного Каспия следует отнести к альфа-мезосапробным, значительно загрязненным.

Таким образом, воды Среднего и Южного Каспия в целом по микробиологическим показателям характеризуются как альфа-мезосапробные, значительно загрязненные. Каких-либо изменений качества вод в сторону улучшения в обследованных районах моря по сравнению с наблюдениями предыдущих лет не отмечено.

I.2. Показатели состояния фитопланктонного сообщества

В 1991 году в Северном Каспии было обнаружено 102 таксона водорослей, что значительно ниже, чем в 1990г. 46 видов относились к отд. *Bacillariophyta*, 36 - отд. *Chlorophyta*, 20 - отд. *Cyanophyta* и 3 - отд. *Euglenophyta*.

Предустьевая зона р. Волги, как и в 1990г., характеризовалась весьма значительным видовым разнообразием и высокой общей биомассой (в некоторых местах до 6,6 г/куб.м). Весной здесь преобладали диатомовые водоросли, среди которых доминировали *Stephanodiscus hantzschii* и *Asterionella formosa*.

В июне продуктивность района увеличилась и повысилась численность синезеленых водорослей. Массовыми становятся *Microcystis pulverea*, *Aphanisomenon flos-aqua* и р. *Anabaena*.

Общая биомасса в этот период составила 0,29-23,11 г/куб.м.

Максимальная концентрация фитопланктона зарегистрирована в августе: 4,7-36,4 г/куб.м. В это время года доминировали крупные диатомеи р.р. *Actinocyclus*, *Coscinodiscus* и др. Среди синезеленых водорослей наиболее многочисленны, как и в июне, р.р. *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanisomenon*.

В октябре основу биомассы фитопланктона составили диатомеи. Синезеленые и зеленые водоросли вегетировали по-прежнему обильно. Общая биомасса, однако, уменьшилась до 0,29-9,64 г/куб.м.

В Юго-Западном районе Северного Каспия весной 1991г. доминировали диатомеи (14 видов) и зеленые водоросли (8 видов). Общая биомасса составляла 0,04-0,09 г/куб.м.

В июне продуктивность фитопланктона возросла благодаря развитию диатомовой водоросли *Actinocyclus ehrenbergi*. Синезеленые водоросли были представлены *Microcystis pulverea* и видами р. *Merismopedia*. Биомасса в некоторых районах доходила до 58,2 г/куб.м.

В августе доля диатомовых водорослей значительно снизилась, хотя они продолжали преобладать по биомассе; по численности же на первое место вышли синезеленые водоросли. Общая биомасса колебалась в пределах 2,1-9,5 г/куб.м.

В октябре зарегистрирована высокая численность синезеленых водорослей. Общая биомасса в это время составляла 2,3-2,7 г/куб.м. В августе-октябре наблюдалась вспышка численности *Ectocarpus*

cordata , которая распространилась по всему Северному Каспию.

В Центральном мелководье Северного Каспия продуктивность фитопланктона весной была значительно ниже, чем в предустьевом районе (от 0,7 до 1,6 г/куб.м). Здесь преобладали диатомовые водоросли *Melosira islandica* и *Skeletonema subaerium*. Зеленые водоросли были представлены единично, синезеленые отсутствовали.

В июне наиболее многочисленными были синезеленые водоросли р. *Microcystis* и диатомей *Nitzschia holvetica* . Биомасса варьировала от 0,5 до 7 г/куб.м, большая ее часть приходилась на диатомей.

В августе биомасса возросла (0,7-12,6 г/куб.м). Основу продукции составляли водоросли летнего фитопланктона. Увеличение биомассы произошло за счет зеленой водоросли *Phormidium* sp.

В октябре наиболее распространенными были синезеленые водоросли *Microcystis pulverea* , *Merismopedia punctata* и, как и в августе, зеленая водоросль *Phormidium* sp. Продуктивность в октябре значительно снизилась (0,04-2,8 г/куб.м).

Юго-Восточный район Северного Каспия был наименее подвержен влиянию волжских вод. Весной массовыми видами были диатомей *Melosira islandica* и *Stephanodiscus hantzschii* , зеленые и синезеленые водоросли практически отсутствовали. Биомасса менялась в пределах 0,1-7 г/куб.м. Летом фитопланктон был богаче, по биомассе доминировали диатомей (0,31-4,68 г/куб.м при общей биомассе 0,38-4,7 г/куб.м), по численности - преобладали различные виды р. *Merismopedia* . Осенью продуктивность района уменьшалась до 0,08-0,5 г/куб.м.

Фитопланктон Северо-Восточного района Северного Каспия в апреле был беден и представлен только диатомовыми водорослями, биомасса составила 0,05 г/куб.м.

В июне-августе доминировали синезеленые водоросли. Общая биомасса колебалась от 0,2 до 1,3 г/куб.м.

В октябре основу продукции фитопланктона составила зеленая водоросль *Phormidium* sp. . Биомасса была по-прежнему низкой - 0,2 г/куб.м.

В фитопланктоне Уральской Бороздины синезеленные водоросли весной отсутствовали, по численности и биомассе преобладали диатомеи. Общая биомасса составила 0,1-1,6 г/куб.м.

В июне в данном районе было встречено не более 9 видов водорослей. Продуктивность значительно возрастала - до 39,3 г/куб.м, в основном за счет диатомовых.

В августе по биомассе по-прежнему преобладали диатомеи (0,2-6,39 г/куб.м при общей биомассе 0,5-6,4 г/куб.м), в частности *Achnanthes enghelbergii*, а по численности - сине-зеленные водоросли р.р. *Microcystis* и *Merismopedia*.

Осенью численность фитопланктона снизилась, биомасса также упала до 0,3-2,9 г/куб.м.

В 1991 году была проведена сапробиологическая оценка вод Северного Каспия. На основе этого исследования воды Каспия были отнесены к умеренно-загрязненным.

В 1991г. в прибрежной зоне Среднего и Южного Каспия зимой, летом и осенью было проведено изучение процессов новообразования и деструкции органического вещества. Исследования показали, что уровень интенсивности фотосинтеза фитопланктона зимой и летом был примерно одинаковым. Осенью он был несколько ниже. Наиболее высокая скорость синтеза органического вещества была отмечена зимой в районе г.Сумгаит и острова Булла. Среднесуточные величины валовой продукции здесь составили соответственно 1,86 и 1,68 мг O_2 /л. Низкий уровень фотосинтеза и низкие суточные величины валовой продукции 0,40 мг O_2 /л отмечены в районе Куринского взморья.

Летом максимальные значения валовой продукции наблюдались в районах банки Макарова 1,44 мг O_2 /л и г.Сумгаит - 1,24 мг O_2 /л, наименьшая - вблизи о-ва Булла - 0,24 мг O_2 /л.сут.

Осенью средние суточные значения валовой первичной продукции в обследованных районах колебались в пределах от 0,24 до 1,13 мг O_2 /л. В районах Бильга и Куринского взморья интенсивность фотосинтеза фитопланктона резко возросла по сравнению с зимним периодом наблюдения.

Интенсивность деструкционных процессов в среднем изменялась от 0 до 1,80 мг O_2 /л.сут. Зимой при низком температурном режиме скорость деструкции в среднем равнялась 0,47 мг O_2 /л.сут. Наиболее высокие значения деструкции были отмечены в районе

г.Сумгаит и о-ва Булла. В районах Бильгя, Шихово, Бакинской бухты интенсивность деструкционных процессов была близка к нулю. Летом с повышением температуры воды скорость деструкционных процессов возросла. Суточная величина деструкции в обследованных районах в среднем составила 0,86 мг O_2 /л. Сравнительно высокая скорость деструкционных процессов наблюдалась в районах Бильгя и Куринское взморье, низкая – в Бакинской бухте и Шихово.

Осенью интенсивность деструкционных процессов несколько снизилась по сравнению с летним периодом наблюдения и в среднем равнялась 0,68 мг O_2 /л.сут. Максимальные значения деструкции ОБ отмечены в районах Бильгя и Нефтяные Камни, минимальные – Шихово и о-ва Булла.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что интенсивные деструкционные процессы в течение периода наблюдений отмечены в районах г.Сумгаит, Бильгя и Нефтяные Камни.

Анализ соотношения продукционно-деструкционных процессов указывает, что в основном продукционные процессы преобладали над деструкционными. Однако в отдельных районах (Бильгя, Нефтяные Камни) скорость деструкции преобладала над продукционными процессами. Сравнивая результаты, полученные в 1991г., с данными 1990г., следует отметить, что пестрая картина распределения первичной продукции, уровень и характер направленности этих процессов в прибрежной зоне западной части моря соответствовал наблюдениям прошлого года.

В центральной части Среднего и Южного Каспия гидробиологические наблюдения были проведены в апреле и ноябре. Интенсивность продукционно-деструкционных процессов в открытой части моря была несколько ниже, чем в прибрежной. В апреле суточная валовая продукция в среднем составила 0,77 мг O_2 /л. Наиболее высокое значение валовой продукции – 1,28 мг O_2 /л.сут – было отмечено на разрезе Дивичи-Кендерли, низкое – 0,36 мг O_2 /л.сут – на разрезе о.Жилой-Куули Маяк. В некоторых случаях отмечены отрицательные значения чистой продукции.

В ноябре интенсивность фотосинтеза фитопланктона по сравнению с весенним периодом наблюдения снижалась. Валовая продукция в среднем равнялась 0,68 мг O_2 /л.сут. Деструкционные процессы, наоборот, к осени возросли. Если в апреле скорость деструкции в среднем составила 0,52 мг O_2 /л.сут., то в ноябре

она увеличилась в 2,4 раза. Уровень деструкционных процессов на всех разрезах в ноябре был почти одинаковым. Весной продукционные процессы преобладали над деструкционными. Осенью, наоборот, интенсивность разрушения органического вещества была выше, чем скорость его синтеза.

У восточного побережья Среднего и Южного Каспия гидробиологические наблюдения проводились в апреле и в ноябре 1991г.

Акватории восточного побережья моря характеризовались достаточно высокой интенсивностью продукционно-деструкционных процессов в апреле и сравнительно низкой в ноябре. Так, в апреле суточная валовая продукция в среднем составила 1,23 мг O_2 /л, осенью скорость фотосинтеза фитопланктона резко снижалась и равнялась 0,74 мг O_2 /л. Относительно высокой продуктивностью отличались Красноводский и Туркменский заливы, низкой – район Бекташа. Значения чистой продукции были низкими во всех обследованных районах. В отдельных случаях они имели отрицательные значения.

Процессы разрушения органического вещества протекали более интенсивно, чем процессы его образования. В апреле суточная величина деструкции в среднем составила 1,35 мг O_2 /л, осенью – 0,92 мг O_2 /л. Наибольшая скорость разрушения ОВ отмечена в Туркменском заливе, наименьшая – в районе п-ова Челекен.

Таким образом, интенсивность продукционно-деструкционных процессов в Средней и Южной части Каспийского моря в течение вегетационного периода колебалась в довольно широких пределах. Однако количественные характеристики первичной продукции и деструкции органического вещества не выходили за рамки многолетних наблюдений. В прибрежной зоне западной части моря продукционные процессы преобладали над скоростью деструкции и наблюдалась тенденция к эвтрофикации. Открытая часть и прибрежная зона восточной части моря характеризовались сбалансированным уровнем продукционно-деструкционных процессов.

1.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ

В Северном Каспии в 1991г. было обнаружено 66 видов донных животных. Это на 3 вида больше, чем в 1990г., но на 5 видов меньше, чем в 1989 г. Такие колебания вполне объяснимы методикой

сбора материала, и можно констатировать постоянство видового разнообразия бентоса в течение последних 3-х лет. Наиболее распространенной группой были ракообразные (36 видов), моллюски (18 видов), встречались также полихеты, олигохеты, хирономиды, пиявки, нематоды, губки.

Предустьевый район р. Волги характерен небольшими (до 6 м) глубинами, сильно распреснен. Это определяет состав донной фауны: доминируют олигохеты, полихеты и хирономиды. Средняя биомасса увеличивалась от 2,12 г/кв.м в апреле до 14,41 г/кв.м в августе. Летом видовой состав был наиболее богат, т.к. появились различные моллюски и ракообразные, которые, однако, не играют большой роли в донных сообществах.

В период с середины лета по октябрь наблюдалось ухудшение качества вод за счет влияния судоходного канала. Возможно, поэтому биомасса бентоса несколько снижалась к октябрю до 8,87 г/кв.м.

Одновременно в некоторых зонах отмечено резкое обеднение фауны, и на дне можно было встретить животных лишь одной таксономической группы (олигохеты - 96,7% численности бентоса).

Юго-Западный район Северного Каспия характеризуется периодически возникающим в летнее время дефицитом кислорода у дна. Это привело к исчезновению летом такой важной группы донных животных, как ракообразные. Доминируют более устойчивые к недостатку кислорода животные - олигохеты, некоторые полихеты, моллюски. За счет относительно высокой солености получили распространение черноморские вселенцы - *Nereis*, *Balanus*, крабик. В конце лета видовой состав стал богаче, появились даже такие чувствительные к загрязнению животные, как мизиды. В это время доминировали моллюски, составляя 89% биомассы бентоса.

В Центральном мелководье Северного Каспия соленость воды варьировала в широких пределах - от 0,74 ‰ до 10,64 ‰, что обусловило относительное видовое разнообразие (до 25 видов). Район заселен ракообразными и моллюсками, встречаются азово-черноморские вселенцы - крабик, *Balanus*, *Abra*, *Nereis*. На многих станциях в августе вследствие дефицита кислорода исчезли ракообразные и доминируют олигохеты (70% численности бентоса).

Юго-Восточный район Северного Каспия характеризуется преобладанием ракообразных и моллюсков. Присутствие мизид свидетельствовало об относительно высоком качестве вод. Удовлетворительное состояние донных сообществ в районе прочвилось также в том, что к осени не произошло заметного уменьшения биомассы бентоса.

В донных биоценозах Уральской Бороздины преобладали олигохеты, кумовые раки и бокоплавы. Настораживает тенденция увеличения численности олигохет (до 6619 экз/кв.м), наблюдаемая в последние три года, а также исчезновение мизид.

В мелководном Северо-восточном районе Северного Каспия были широко распространены ракообразные (4 вида кумовых, 5 видов бокоплавов), хотя доминировали, как и в 1990 году, олигохеты. Общая численность донных организмов значительно увеличилась по сравнению с 1990 годом и достигла 5830 экз/кв.м.

Таким образом, в 1991г. проявилась некоторая стабилизация состояния донных сообществ Северного Каспия, а в некоторых районах - ее незначительное улучшение. Это, безусловно, связано с частичным улучшением качества вод: например, за весь 1991 год в водах Северного Каспия не было обнаружено присутствия ДДТ. Однако возрастающее антропогенное воздействие все же сказывается. В июне 1991г. в некоторых районах обнаружено присутствие альфа- и гамма-ГХЦГ (0,003-0,092 мкг/л). Возможным следствием этого является ухудшение экологической ситуации в районе Уральской Бороздины.

В западной части Среднего Каспия донные сообщества обследовали на глубинах 4-35 м, где преобладали илисто-ракушечные грунты с примесью глины и песка. В биоценозах доминировали, как и в предыдущие годы, полихеты и моллюски, в меньших количествах встречались олигохеты и ракообразные.

Наиболее неблагоприятная ситуация наблюдалась, как и прежде, в Бакинской бухте, где в результате хронического загрязнения воды и грунтов донные организмы полностью отсутствовали.

В районе Сумгаита на протяжении последних 4-х лет наблюдается постепенное понижение верхних пределов численности бентоса: с 2480 экз/кв.м в 1988г. до 360 экз/кв.м в 1991г. При этом численность и биомасса снизились даже по сравнению с 1987г., когда количественные показатели были минимальными за все последние годы: соответственно с 204-540 экз/кв.м до 160630 экз/кв.м и с 0,3-2,2 г/кв.м до 4,86-13,9 г/кв.м.

В районе Билыга также происходит постепенное понижение численности донных организмов: с 800-3060 экз/кв.м до 80-120 экз/кв.м кв.м, хотя его биомасса пока колеблется в пределах нормы.

В районе Шихова прослеживается тенденция уменьшения биомассы и верхних пределов численности за последние 3 года соответственно с 219-342 г/кв.м и 8-22 г/кв.м и с 4380 экз/кв.м до 340 экз/кв.м.

В районе о. Булла экологическая ситуация на протяжении последних 3-х лет остается более стабильной: хотя общая численность бентоса упала с 680-1540 экз/кв.м до 60-460 экз/кв.м, биомасса значительно увеличилась: с 5-9 г/кв.м до 12-34 г-кв.м.

В районе банки Макарова численность и биомасса бентоса по сравнению с предыдущим годом остались на прежнем уровне, хотя оказались меньше, чем в 1988-1989гг.

Итак, во всех прибрежных районах Среднего Каспия в последние годы прослеживается неблагоприятная тенденция - снижение верхних пределов общей численности донных сообществ в регионе.

В центральной части Южного Каспия донные сообщества обследованы на глубинах 7-38 м, где преобладали ракушечные грунты. Основу донных сообществ составили моллюски, полихеты и ракообразные.

На разрезе Дербент-Песчаный численность и биомасса составили соответственно 220 экз/кв.м и 0,7 г/кв.м. Эти показатели за последние 3 года не претерпели существенных изменений.

На разрезе Дивичи-Кендерли численность бентоса в течение последних 3-х лет постепенно снижалась с 720-2720 экз/кв.м в 1989г. до 120-940 экз/кв.м в 1991г. В то же время значения биомассы остались на прежнем уровне.

На разрезе о. Жилой-Куули маяк численность и биомасса составили соответственно 220-720 экз/кв.м и 7-49 г/кв.м. За последние 5 лет эти показатели, варьируя в незначительных пределах, остались практически неизменными.

На разрезе Куринский камень - о. Огурчинский численность донных организмов колебалась в пределах от 240 до 720 экз/кв.м, а биомасса - от I до II г/кв.м. Эти показатели также существенно не изменились за последние 5 лет.

Таким образом, в центральных районах моря состояние донных сообществ более стабильно, чем в прибрежных западных. Их состав и структура, количественные параметры за последние годы практически не изменялись.

В восточной части Среднего Каспия донные сообщества обследовались на глубинах от 4 до 10 м на песчано-ракушечных грунтах с примесью ила. Основу донных биоценозов составляли полихеты и моллюски.

В районе п. Шевченко численность бентоса составила 100 экз/кв.м, а биомасса колебалась в пределах 0,1-2,5 г/кв.м. Эти значения укладывались в рамки тех, что наблюдались в последние годы.

В районе Бекдаш численность донных животных колебалась в пределах 80-500 экз/кв.м, а биомасса - 0,4-9,4 г/кв.м. Эти значения находились на уровне 5 последних лет.

В Красноводском заливе численность бентоса составила 100-220 экз/кв.м, а биомасса - 3,2-20,6 г/кв.м. Они в общем соответствовали уровню прошлых лет, хотя численность по сравнению с предыдущим годом несколько уменьшилась, а биомасса - увеличилась.

В районе п-ова Челекен наблюдался резкий рост численности и биомассы донных сообществ. Эти показатели выросли в 4-5 раз и составили соответственно 520-560 экз/кв.м и 11,3-27,3 г/кв.м.

В Туркменском заливе значения численности и биомассы бентоса колебались соответственно в пределах 120-380 экз/кв.м и 4,5-15,0 г/кв.м. Они оставались на уровне предыдущего года, но были меньше, чем в 1988-89 гг.

Итак, в бентофауне восточной части Каспия в 1991г. не произошло заметных качественных и количественных изменений. В большинстве районов количественные показатели остались на уровне предыдущих лет, а в районе п-ова Челекен численность и биомасса даже заметно выросли. Отсутствие источников сильного загрязнения привело к относительно благополучному состоянию донных биоценозов.

1.3. Оценка состояния экосистем

Каспийское море – обширный водный бассейн, антропогенная нагрузка на разные регионы которого варьирует в широких пределах. Анализ результатов многолетних наблюдений в рамках ОГСН позволяет оценить состояние экосистем в прибрежных и открытых частях Каспийского моря следующим образом.

В Северном Каспии состояние экосистем в контролируемых районах изменялось от стабильного (Центральное мелководье, открытые воды Северного Каспия) до переходного, от стабильного к критическому (предустьевый район р. Волги, Уральская Бороздина). В отдельных районах Северного Каспия (за исключением его центральной части) отмечено улучшение состояния экосистем по сравнению с предыдущими годами наблюдений, что проявилось в увеличении численности, биомассы и видового разнообразия планктона и бентоса. В то же время в отдельных районах (предустьевый район Волги, Уральская Бороздина) еще наблюдались периодические заморные явления, сопровождающиеся угнетением состояния донной фауны. Продолжается эвтрофирование вод.

В Западной части Среднего Каспия в ряде районов состояние экосистем характеризуется как переходное от стабильного к критическому (район вблизи пос. Бильгя, Шихово, Нефтяные Камни). В этих районах (за исключением о-ва Булла) по сравнению с предыдущими годами произошло изменение численности и биомассы планктона и бентоса, однако упрощения структуры сообществ не выявлено. Произошло резкое увеличение численности индикаторных форм микроорганизмов, произошло заметное эвтрофирование вод. В районе банки Макарова и Куринского взморья состояние экосистем стабильное, антропогенное воздействие проявляется только в наличии индикаторных форм микроорганизмов. Катастрофическое состояние экосистем выявлено в Бакинской бухте, в р-не г. Сумгаит состояние экосистем критическое, приближающееся к катастрофическому. Здесь выявлено резкое уменьшение численности и биомассы планктона и бентоса (в Бакинской бухте донное население вообще отсутствовало). Численность индикаторных форм микроорганизмов находится на

предельно высоком уровне. Воды этих акваторий гиперэвтрофированы.

В центральной и восточной частях Среднего Каспия состояние экосистем характеризуется как стабильное. Численность, биомасса планктона и бентоса здесь сохраняются на характерном и для предыдущих лет уровне (хотя в центральной части Среднего Каспия наблюдается некоторое упрощение видового разнообразия). Здесь же выявлено незначительное увеличение численности индикаторных форм микроорганизмов (за исключением р-на Бакдаш). В ряде акваторий у восточного побережья (Красноводская бухта, Туркменский залив) происходит гиперэвтрофирование вод.

В 1991г. тенденция стабилизации состояния экосистем моря была выражена более четко, чем в 1990г. По сравнению с предыдущими годами на большей части акватории моря увеличилось видовое разнообразие, численность и биомасса гидробионтов. Однако к этим признакам улучшения экологической ситуации следует пока относиться с большой осторожностью, тем более, что состояние экосистем в ряде акваторий у западного побережья Среднего Каспия остается крайне неблагоприятным – критическим, либо (в Бакинской бухте) даже катастрофическим.

II. ЧЕРНОЕ МОРЬЕ

Глубоко врезаемое в сушу Черное море, относящееся к внутренним морям Атлантического океана, омывает берега Украины, России, Грузии, Румынии, Болгарии и Турции. Керченским проливом соединяется с Азовским морем, прол. Босфор – с Мраморным морем и далее через прол. Дарданеллы – с Эгейским и Средиземным морями. Площадь – 422 кв. км, наибольшая глубина – 2210 м. Наиболее крупные заливы: Каркинитский, Каламитский, Днепровский; Бугский и Днестровский лиманы, у северо-западных берегов, Синопский и Самсунский – у южных. Впадают крупные реки: Дунай, Днестр, Южный Буг, Днепр и др. Главные города (порты) на побережье: Одесса (Украина), Новороссийск, Туапсе, Сочи (Россия), Батуми (Грузия), Констанца (Румыния), Бургас, Варна (Болгария), Трабзон, Самсун, Зонгундак (Турция). На побережье расположены многочисленные курорты.

Систематические гидробиологические наблюдения в Черном море в рамках ОГСН начаты в 1976г. и до 1990 года проводились Одесским и Севастопольским отделениями ГОИНа и Аджарской ГМО Грузинского Управления по гидрометеорологии. Анализ состояния экосистем Черного моря в 1991г. проведен на основании результатов, полученных в комплексной экологической экспедиции ИГКЗ совместно с Одо ГОИН и данных литературы.

II.1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

С территории черноморского побережья России, по данным Краснодарского комитета охраны природы, в 1991г. в Черное море от Анапы до Сочи со сточными водами поступило 44 т нефтепродуктов, 55 т СПАВ, 1 т фенолов, 4417 т соединений азота и 493 т соединений фосфора. Основные источники загрязнения: коммунальные стоки, морские торговые порты, цементные и нефтеперерабатывающие заводы.

В районе Туапсе в 1991г. отмечено 6 случаев загрязнения моря нефтепродуктами: 4 случая разливов с судов и 2 случая по вине нефтебазы, в результате этих аварий в море сброшено 0,67 и 52 т нефтепродуктов.

В предыдущие годы районы моря у побережья Краснодарского края не относились к разряду наиболее загрязненных районов Черного моря. В 1991 г. в районе Анапы (январь) среднее содержание НУ составило 1,4 ПДК, СПАВ – менее 0,25 ПДК, ХОП не обнаружены, единичное определение ртути составило 2 ПДК. В районе Новороссийска (январь и май) среднее содержание НУ составило 2 ПДК, СПАВ – 0,25 ПДК, ХОП и ртуть не обнаружены; в районе Геленджика (январь и май) среднее содержание НУ 1,5 ПДК, СПАВ менее 0,25 ПДК, ХОП и ртуть не обнаружены; в районе Туапсе (январь–октябрь) среднее содержание НУ составило 3,4 ПДК (максимум 9 ПДК), СПАВ менее 0,25 ПДК, ХОП и ртуть не обнаружены; в районе Сочи (март–октябрь) среднее содержание СПАВ менее 0,25 ПДК, НУ – 2 ПДК (максимум 6 ПДК), ХОП не обнаружены, ртуть в апреле 1 ПДК, в августе 5 ПДК, в остальные периоды не обнаружена.

Воды всех обследованных прибрежных акваторий у берегов России по химическим показателям классифицируются как "умеренно загрязненные".

За период 1986–1991 гг. в прибрежных районах Краснодарского края в целом отмечается снижение уровня загрязнения, однако в течение 1989–1991 гг. наметилась тенденция к некоторому увеличению уровня загрязнения вод на всем побережье.

В целом, в загрязнении Черного моря НУ в период 1978–1990 гг. наблюдались следующие тенденции. С 1978 по 1981 гг. происходило постоянное возрастание концентрации НУ, за этот период их содержание в воде возросло вдвое. С 1982 по 1986 г. наблюдались колебания концентраций НУ в пределах $\pm 50\%$ от среднегодового уровня при общей тенденции к понижению. С 1986 г. по настоящее время средние концентрации НУ остаются практически на одном уровне – 0,05 мг/л (1 ПДК).

Наибольших значений содержание НУ в 100-м слое достигает в зимний период. Наряду с этим в последние годы отмечено увеличение загрязненности НУ донных отложений. Так, в Новороссийской бухте содержание НУ в грунте с 1983 по 1989 гг. увеличилось с 4,62–9,70 до 66,74 мг/100 г сухого грунта.

В последние годы произошло некоторое уменьшение концентрации фенолов в прибрежной части Черного моря, при этом самые высокие концентрации отмечены в Одесской бухте (0,013 мг/л).

Загрязнение вод СПАВ остается практически на уровне 1989г. и по-прежнему в несколько раз превышает ПДК.

Многолетняя динамика содержания гамма-ГХЦГ в целом по морю свидетельствует об уменьшении содержания ХУ в 2-8 раз по сравнению с ретроспективой. При этом за последние 10 лет концентрации ХУ стабилизировались на уровне 5-3 нг/л.

Содержание ДДТ и его метаболитов систематически обнаруживалось в воде до 1990 г. Необходимо отметить, что уже низкие концентрации ДДТ повреждают, например, гонады мидий, что неизбежно отражается на воспроизводстве моллюска и полноценности его потомства. Интенсивное преждевременное выбрасывание половых продуктов моллюсками при отравлении ДДТ может вызвать не только сокращение данной популяции, но и быть одной из причин резкого снижения концентрации кислорода в воде, что приведет к массовым заморам организмов.

Еще одной из актуальных проблем для Черного моря является эвтрофикация. Процессы эвтрофикации приобретают угрожающие размеры в прибрежных зонах, находящихся под влиянием стока рек. Так, в прибрежье северо-западной части моря в последние десятилетия постоянно отмечались повышенные концентрации биогенных элементов - кремния и фосфора. При этом одновременно наблюдалось увеличение первичной продукции (в 3 раза) и численности бактерий (в 1,5-2 раза). В последние годы концентрации биогенов в этом районе еще более возросли.

Сток рек Кавказского побережья во время паводка обычно приводит к увеличению содержания аммонийного азота (например, в ноябре 1989г. - в 2-4,6 раз выше ПДК), а в отдельных реках (Керота, Бзугу) и в приустьевых зонах концентрации биогенов в превышены иногда в десятки раз. В Новороссийской бухте содержание нитритов и фосфатов с 1985 по 1989гг. возросло с 0,09 до 0,26-0,67 мкг/л.

Во многих реках и прибрежной части моря нарушена естественная сезонная динамика биогенов.

В фотическом слое шельфовой области северо-запада Черного моря с конца семидесятых до начала девяностых годов отмечено увеличение концентраций фосфатов с 26,0 до 40,4 мкг/л, аммонийного азота - с 27 до 315, в зонах гипоксии и на отдельных участках - до 500-900 мкг/л.

Продолжается эвтрофикация и в юго-западной части Черного моря, особенно интенсивно в течение последних 10 лет.

П.2. Характеристика экологической ситуации

П.2.1. Микробиологические показатели

Интенсивность процессов воспроизводства бактериальной биомассы, как один из важнейших показателей трофического статуса и экологической обстановки в Черном море, являющегося меромиктическим бассейном, имеет свою специфику. В частности, в кислородной зоне бактериальная продукция создается преимущественно гетеротрофной микрофлорой, тогда как в бескислородных условиях воспроизводство бактериальной биомассы осуществляется преимущественно за счет хемосинтеза бактерий серного цикла.

В последние годы химический и биологический режимы Черного моря испытывают существенные изменения под влиянием антропогенного стрессового воздействия. Полученные данные показывают, что продукция бактериопланктона в верхнем перемешанном слое Черного моря толщиной около 25 м оказывалась весьма значительной не только в мелководной северо-западной части моря, но и в глубоководных центральных районах. За последние годы продукция бактериопланктона возросла в среднем в 5-8 раз и более (на мелководье). В несколько раз возросла за тот же срок биомасса бактерий.

Установлено, что абсолютные значения бактериальной продукции и ее удельная продукция резко снижаются ниже слоя термоклина в пределах холодного промежуточного слоя. Отмечаемые высокие значения хемосинтеза могут быть связаны с общей интенсификацией процессов продукции и окисления сероводорода в море в течение последних двух десятилетий, вызванной массивированным антропогенным эвтрофированием. Состав бактериопланктона глубинных вод близок к таковому в редокс-зоне, т.е. в массе своей это оседающая или транспортируемая на частицах взвеси в толщу глубинных вод из зоны хемосинтеза тионовая микрофлора, приспособившаяся к недостатку кислорода.

Процессы бактериального хемосинтеза в западном циклоническом круговороте Черного моря активно проходят в кислородосодержащей зоне водной толщи, расположенной ниже окислина. В верхней

половине этой зоны доминируют нитрифицирующие, а в нижней – тионовые бактерии.

Результаты изучения динамики процессов бактериального хемосинтеза показывают, что в обследованных районах Черного моря в течение месяца суммарная продукция хемосинтеза и вклад в нее отдельных групп микроорганизмов могут изменяться в несколько раз /Нестеров, Намсареев, Борзенков, 1991/.

По данным Ю.И.Сорокина с соавторами /1991/ активность микрофлоры и окислительных процессов серного цикла в толще воды Черного моря за последние 25 лет существенно не изменилась, несмотря на изменение трофического статуса моря за этот период. Так, еще 25 лет назад, авторами было показано, что окисление сероводорода в Черном море идет в пределах редокс-зоны в две стадии. Вначале сероводород окисляется чисто химическим путем до тиосульфата и сульфата. Образовавшийся при этом сульфат окисляется в дальнейшем при участии литотрофных бактерий.

Эпидемиологическое значение катастрофического загрязнения пляжей и бухт моря бытовыми стоками с обильной и часто патогенной микрофлорой требует специального рассмотрения. Следует отметить все еще недостаточную изученность химических и бактериологических процессов в зоне взаимодействия аэробных и анаэробных вод, определяющих динамику восстановления соединений серы, образования сероводорода и процессы его окисления до элементарной серы. В связи с этим предпринимаются меры для интенсификации систематических исследований прибрежных и открытых вод Черного моря.

В сентябре 1991г. в северной половине моря: в прибрежной части Одесской области, Крыма, Кавказа и на широтном разрезе через центральную часть моря – проводилось исследование распределения индикаторных групп микроорганизмов. Анализ полученных материалов свидетельствует, что максимальная плотность гетеротрофных сапрофитных бактерий наблюдалась в северо-западной части моря. Численность сапрофитных бактерий здесь достигала 48 тыс.кл/мл, причем высокий уровень бактериального населения сохранялся по всей водной толще от поверхности до глубины. Значительные количества сапрофитных бактерий (14 тыс, кл/мл) отмечены также в районе Днепро-Бугского лимана. По мере удаления от этого района на разрезе Одесса-Крым количество ге-

гетеротрофных бактерий в поверхностных водах постепенно снижалось. Вдоль Крымского побережья число сапрофитных бактерий в приповерхностном слое было низким и не превышало 12-42 кл/мл.

Количество сапрофитных бактерий в районе Кавказского побережья в поверхностном слое воды было на порядок выше, чем у Крымского побережья. Наибольшая численность гетеротрофных сапрофитных бактерий отмечена в районе г.Сочи у г.Туапсе (140-230 кл/мл). Аналогичные величины численности сапрофитных бактерий были получены в открытой части восточной области моря.

Таким образом, полученные данные указывают на то, что эвтрофикация охватила не только прибрежные районы, но и некоторые участки открытой акватории моря.

При анализе вертикального распределения гетеротрофных сапрофитных бактерий обращает внимание тот факт, что во многих обследованных участках (около 30) в поверхностном слое вод численность микроорганизмов была значительно ниже, чем в глубоких слоях. Так, при обследовании прибрежных вод увеличение числа гетеротрофных сапрофитных бактерий на порядок величин отмечалось на глубинах 10 м и в придонном слое. В глубоководной части моря повышение численности гетеротрофных бактерий зарегистрировано на глубине 250 м.

Хроническое загрязнение акватории Черного моря нефтепродуктами, детергентами, полихлорированными ароматическими углеводородами и другими токсическими соединениями привело к тому, что во многих районах моря значительная часть гетеротрофной сапрофитной микрофлоры оказалась способной использовать вышеуказанные токсиканты в качестве субстрата для конструктивного и энергетического обмена.

Распределение ПХБ-трансформирующих бактерий (ПХББ) хорошо согласовывалось с изменением численности сапрофитной микрофлоры. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что и сапрофитная микрофлора, и ПХББ в наибольших количествах встречались в северо-западной части моря. НВЧ ПХББ в этом районе достигала 480 кл/мл. Вместе с тем этот уровень оказался на два порядка ниже, чем численность сапрофитов. На других станциях разреза Одесса-Крым количество ПХББ было сравнительно низким и колебалось в поверхностных водах от 1 до 12 кл/мл.

В придонных слоях плотность ПХББ оказалась несколько выше, чем на поверхности, и численность их достигала 48 кл/мл. В прибрежных водах Крыма количество ПХББ было небольшим и колебалось от нескольких единиц до десятков клеток в 1 мл воды. Следует отметить, что в отдельных случаях их численность на глубине 50–100 м возрастала и достигала 140 кл/мл.

В восточной части моря отмечено значительное увеличение количества ПХБ-трансформирующей микрофлоры. Их численность достигала такого же уровня, как и в северо-западной части моря – около 500 кл/мл. Однако, высокие значения численности ПХББ у Одесского побережья зарегистрированы в поверхностном слое воды (0–10 м), тогда как в восточной части моря наибольшая плотность микроорганизмов этой группы отмечена на горизонтах 50 и 250 м. В поверхностных водах количество этих бактерий было сравнительно низким.

Промышленно-бытовое загрязнение морской среды создает непосредственную угрозу здоровью человека, что подтверждается многочисленными данными о связи между состоянием прибрежных вод и степенью ограничения их использования в рекреационных целях.

Особое внимание в последние годы уделяется изучению взаимосвязи между химическим и микробным загрязнением, изменений микрофлоры в морской воде и ее влиянию на планктон. В частности, показано влияние различных физико-химических условий на токсичные свойства *Vibrio cholerae* при культивировании в морской воде в присутствии зеленых водорослей. Полученные данные свидетельствуют, что холерный вибрион может выживать в морской воде без изменения патогенных свойств. Загрязнение морской воды нитратами, а также одновременно нитратами и фосфатами не только ухудшает гигиенические условия водопользования и ускоряет темпы эвтрофикации, но и в значительной степени влияет на способность к развитию и сроки сохранения жизнеспособности отдельных видов бактерий родов *Bacillus* и *Pseudomonas*. Установлено, что при одновременном загрязнении морской воды нитратами и фосфатами сроки сохранения жизнеспособности бактерий увеличиваются /Алтон, 1991/.

Санитарно-микробиологическими исследованиями у северо-западного побережья Черного моря показано, что бактериальная и грибковая контаминация культивируемых устриц на 1–2 порядка превышала

загрязнение морской воды /Пученкова, 1991/. При этом необходимо отметить, что морская вода района экспериментального выращивания устриц характеризуется невысоким уровнем микробного загрязнения и удовлетворительными процессами самоочищения. Однако, обнаружение в устрицах условно-патогенных микробов, а также возможное употребление устриц как пищевого продукта в сыром виде при промышленном выращивании этих моллюсков обуславливает необходимость комплексного санитарно-микробиологического контроля.

Численность санитарно-показательных, в особенности колиформных микроорганизмов в рекреационных водах прибрежных охраняемых районов Черного моря в последние десятилетия неоднократно свидетельствовала об эпидемическом неблагополучии или непосредственной опасности для населения различных видов водопользования и контактов с морской средой. Отмеченное увеличение заболеваемости кишечными инфекциями коррелировало в 70-е годы в СССР и на других территориях с ухудшением санитарной ситуации в ряде прибрежных районов моря.

П.2.2. Показатели состояния планктонных и нейстонных сообществ,

Негативные последствия антропогенного воздействия проявляются в Черном море в настоящее время в широком масштабе. Самые серьезные потери понесли биоценозы контурных сообществ. Наиболее резкие изменения касаются сообществ, населяющих поверхностную пленку воды - нейстона /Зайцев, 1991/. В нейстале Черного моря неизвестно ни одного вида рыб или беспозвоночных, численность которого в течение последних 20 лет возросла бы или сохранилась на прежнем уровне. Численность нейстонных личинок и мальков устойчивой к неблагоприятным условиям кефали уменьшилась за этот период в 10-15 раз, численность нейстонных личинок *Decapoda* - на 2-3 порядка.

Результаты анализа состояния мезозoopланктонного сообщества в сентябре 1991г. и сравнения многолетними данными свидетельствуют о его существенной деградации как в качественном, так и в количественном отношении. Из состава пелагической фауны неритических и мелководных районов выпали такие ранее массовые виды клодоцер, как *Eudae spinifera*, *E. nordmanni*, *Podon*

leucarti, *P.intermedius* , а в глубоководных районах *Centropages krogeri*, *Acartia laticetosa*, *Oithona minuta*.

Средние многолетние данные по численности мезозoopланктона в большинстве случаев были на порядок выше зарегистрированных в настоящее время.

Одной из вероятных причин резкого снижения численности и обеднения таксономического состава мезозoopланктона является массовое развитие в эпипелагиали Черного моря его потребителя средиземноморского вселенца – гребневика *Muemiopsis leidyi*.

В сентябре 1991г. гребневик-вселенец был обнаружен во всех обследованных акваториях. Наибольшие концентрации его зарегистрированы в западной прибрежной части Черного моря близ дельты р.Дунай, Одесском заливе и районе г.Сочи. В среднем численность гребневика в прибрежных районах составила 25 экз/куб.м, достигая в отдельных районах 51 экз/куб.м. Минимальные значения численности *Muemiopsis* были отмечены в открытой части моря. По сравнению с тем же периодом 1990 года, плотность гребневика заметно снизилась, особенно в прибрежных районах, в то время как характер его распределения в различных частях разреза остался прежним.

По данным исследований 1990г. известно, что *Muemiopsis* приурочен к верхнему 25-метровому слою. Новые данные подтвердили это заключение, хотя в двух случаях он был обнаружен в более глубоких слоях. Предварительный анализ вертикального распределения *Muemiopsis* по данным суточной станции показал, что в темное время суток гребневики мигрировали в верхний 10-м слой, а в остальное время обнаруживались в верхнем 25-м слое.

П.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ

Исследования донных сообществ в сентябре 1991г. показали, что доминирующим видом (37%) в шельфовой зоне северной части Черного моря на глубинах до 60 м являлась *Mytilus galloprovincialis* , достигавшая у берегов Крыма численности 108 экз/кв.м. Высокая встречаемость была характерна также для *Ascidella aspersa* , *Torebelides stroemi* , *Amphiura stepanovi* . Максимальное видовое разнообразие отмечалось в районе Керченского пролива, где биомасса макрозообентоса также была наибольшей и составляла со-

ответственно 430 и 529 г/кв.м.

Максимальная численность и биомасса организмов у Кавказского побережья составляла, соответственно, 2348 экз/кв.м и 504 г/кв.м.

В связи с сезонными процессами гипоксии на некоторых станциях представители макрозообентоса отсутствовали.

Средние показатели биомассы макрозообентоса в шельфовой зоне Крымского и Кавказского побережья были примерно одинаковы и составляли соответственно 164 и 169 г/кв.м, что ниже по сравнению с результатами 1981 года. В связи с воздействием речного стока в северо-западной части Черного моря наблюдалось изменение типичного состава макрозообентоса, сокращение численности, а иногда и полное исчезновение некоторых видов. Однако по сравнению с 1990 годом в северо-западной части Черного моря отмечалось сокращение зоны гипоксии и, в отличие от 1990г., в пробах разреза дельта Дуная – м.Тарханкут присутствовали живые донные организмы.

В целом необходимо отметить существенную деградацию донных сообществ шельфовой зоны моря.

В районе Одесского залива в прибрежной полосе в течение 20 лет на I-2 порядка сократилась численность всех видов губок, крабов, креветок, бычков, мидий. Исчез морской конек. Отмечено появление застойных зон, заиление песка. В западной половине шельфа на глубине более 5-7 м практически исчезли водоросли-макрофиты – вследствие эвтрофирования, дампинга, взмучивания донных осадков в процессе траления рыбы.

В северо-западном районе моря в результате ежегодно повторяющихся с начала 70-х годов массовых заморов донных и придонных организмов произошли глубокие изменения в бентических сообществах. В наиболее сложных случаях области гипоксии и заморов занимают площади до 20 тыс.кв.км. При этом погибает 200-300 тыс. т гидробионтов. Вследствие таких катастроф в жизни бентали изменились прежние границы донных сообществ, занимаемые ими площади дна, виды-доминанты биоценозов, возрастные и трофические структуры. Запасы массовых еще в 60-е годы видов крабов, креветок, моллюсков, бычков, камбалы сократились на I-3 порядка.

Явление гипоксии также свойственно междуречью Днестр-Дунай. В Каркинитском заливе слой ила, достигающий местами толщины

30–40 см, полностью уничтожил устричные и мицийные банки, практически все донные сообщества на площади более 1000 км. Ил был принесен течением из мест траления рыбы, расположенных на расстоянии 60–100 миль от залива.

II.3. Оценка состояния экосистем

Экосистемы Черного моря подвержены негативному антропогенному влиянию в разной степени. Наименее поврежденными являются экосистемы обоих центральных круговоротов восточного и западного. Их состояние можно оценить как переходное от стабильного к критическому. Эвтрофикация вод центральных районов выражена незначительно. Наблюдается упрощение структуры сообществ и уменьшение их видового разнообразия, что связано с интенсивным размножением и распространением хищного гребневика – вселенца из Средиземного моря.

В районе Крымского побережья, где состояние экосистем оценено так же как переходное от стабильного к критическому, упрощение структуры сообществ было более заметным, выявлено также незначительное изменение численности и биомассы планктона и бентоса. Здесь было зарегистрировано некоторое увеличение числа индикаторных микроорганизмов. В сильной степени ощущалось влияние гребневика-вселенца. Эвтрофирование вод также оказалось более выраженным, чем в центральных районах моря.

Критической была экологическая ситуация и в районе Кавказского побережья. Здесь выявлено резкое уменьшение биомассы планктона, упрощение структуры сообществ в связи с тем, что гребневик-вселенец практически заполнил собой прибрежные воды.

В мелководной северо-западной части моря в последние годы происходит экологическая катастрофа. По сравнению с районом Кавказского побережья, здесь наблюдалось еще более выраженное гиперэвтрофирование прибрежных вод, обеднение донной фауны вплоть до ее исчезновения в прибрежных бухтах. Состояние экосистемы можно охарактеризовать как катастрофическое.

По сравнению с предшествующими годами экологическая ситуация в Черном море в 1991г. еще более ухудшилась. На фоне постоянного и интенсивного антропогенного воздействия, эвтрофирования моря происходит дальнейшее разрушение экосистем под влиянием вселенца-гребневика. Дальнейшее уменьшение видового разнообразия, ухудшение состояния пелагических и донных ценозов, резкое сокращение численности промысловых рыб и беспозвоночных показывают, что экосистемы моря в целом находятся в угрожающем состоянии, на грани экологической катастрофы.

Ш. АЗОВСКОЕ МОРЕ

Азовское море – внутреннее море бассейна Атлантического океана, на юге европейской части России. Омывает берега России и Украины. Керченским проливом соединяется с Черным морем. Площадь – 39 тыс. кв. км, максимальная глубина – 13 м. Береговая линия изрезана, много песчаных кос и заливов, крупнейшими из которых являются Таганрогский, Темрюкский и Сиваш.

В Азовское море впадают крупные реки – Дон и Кубань. Главные города на побережье – Мариуполь, Таганрог, Ейск, Бердянск. Курорты.

Систематические наблюдения в рамках ОГСН в Азовском море проводятся, начиная с 1976 г.

В 1991 г. гидрохимические и гидробиологические наблюдения были выполнены только на акваториях Таганрогского и Темрюкского заливов специалистами Астраханской ГМО Севкавгидромета.

Ш.1. Краткая характеристика состояния загрязнения

Основными источниками загрязнения Таганрогского залива являются промышленные и бытовые стоки городов, воды оросительных систем, речной сток, сбросы портов и флота. В 1991 г. с территории Краснодарского края в Таганрогский залив поступило 4 т нефтепродуктов, 3,8 т СПАВ, около 2 т железа, 58 т соединений азота, 20 т фосфора, 847 т сульфатов, 1279 т хлоридов, 130 т взвешенных веществ, 56 т органических веществ (оценено по БПК₅); в восточную часть моря поступило 1,7 т нефтепродуктов, 0,74 т СПАВ, 2 т железа, около 100 т соединений азота, 59 т соединений фосфора, 569 т сульфатов, 1040 т хлоридов, 58 т взвешенных веществ, 18 т жиров, 316 т органических веществ и 8,5 т ордрема.

По сравнению с 1990 г., в 1991 г. среднее содержание НВ в Таганрогском заливе и устье р. Дон снизилось с 0,2 мг/л до 0,07 и 0,1 мг/л соответственно, среднее содержание СПАВ не изменилось и составило менее 0,1 мг/л, ХОП обнаружены в единичных пробах: альфа-ГХЦГ (7 и 37 нг/л), гамма-ГХЦГ (14, 20 и 30 нг/л), ХОП группы ДДТ не обнаружены. Несколько возросло

загрязнение ртутью поверхностных слоев воды: с 0 до 2 ПДК (максимум 15 ПДК) в Таганрогском заливе и с менее 1 до 1 ПДК (максимум 6 ПДК) в устье р.Дон; в 2-3 раза снизилось содержание аммонийного азота, но его концентрации по-прежнему не достигали ПДК, т.е. превышали 0,5 мг/л; среднее содержание общего фосфора в Таганрогском заливе не изменилось (90 мкг/л), но в устье р.Дон увеличилось почти в два раза и составило 212 мкг/л. Кислородный режим в целом был удовлетворительным, однако в июне на пяти станциях в Таганрогском заливе наблюдался острый дефицит кислорода (0,49-1,03 мг/л), сероводород не обнаружен.

По химическим показателям качество вод Таганрогского залива в 1991г. не изменилось (воды по-прежнему характеризовались как умеренно загрязненные), в устьевой области р.Дон качество вод несколько улучшилось (воды чистые).

Основные источники загрязнения Темрюкского залива - оросительные системы, речной сток и стоки г.Темрюка.

В Темрюкском заливе, на взморье р.Кубань и в лиманах среднее содержание НУ по сравнению с 1990г. практически не изменилось и составляло 0,07-0,08 мг/л, в дельте р.Кубань оно снизилось с 0,25 до 0,20 мг/л, а в рукавах практически не изменилось (0,15-0,20 мг/л); среднее содержание СПАВ во всех районах составило менее 0,1 мг/л, несколько снизилось содержание аммонийного азота, однако в рукавах дельты р.Кубань среднегодовые концентрации его, как и в 1990 году, остались выше 0,5 мг/л.

На взморье р.Кубань и в гирлах, вблизи п.Темрюк, по сравнению с 1990г. почти в 3 раза возросло содержание общего азота (более 1,2 мг/л) и в полтора раза - содержание общего фосфора; в лиманах содержание фосфора несколько снизилось, в дельте р.Кубани - осталось на уровне 1990г.

В дельте Кубани среднее содержание фенолов снизилось до уровня менее 0,003 мг/л, среднее содержание меди (3-4 ПДК) и цинка (1,5-2 ПДК) осталось на уровне 1990г.

Из фосфорорганических пестицидов отмечено присутствие метафоса: 219 (максимум 953) нг/л, на взморье рукава протока 550 (максимум 1021) нг/л, в дельте р.Кубань 8 (максимум 458) нг/л, в районе г.Темрюк 2 (максимум 156) нг/л, в п.Темрюк 17

(максимум 923) нг/л, а также – на взморье р.Кубань – рогора в концентрации 52 (максимум 1152) нг/л.

Концентрации ртути были ниже I ПДК. Кислородный режим в целом оказался удовлетворительным, однако в начале октября на взморье р.Кубань зарегистрировано пять случаев острого дефицита кислорода (минимум содержания кислорода составил 2,43 мг/л) сопровождавшихся гибелью рыбы в рыболовецких ставниках в юго-восточной части Темрюкского залива, органолептически отмечено присутствие сероводорода. Дефицит кислорода был вызван штилевой погодой, аномально высокой температурой воды (20°C) и сильным развитием фитопланктона.

По химическим показателям в 1991г., как и в 1990г., воды Темрюкского залива и устьевой области р.Кубань классифицировались как "чистые", воды дельты р.Кубань – как "умеренно загрязненные".

Состояние загрязнения прибрежных районов восточной части Азовского моря в период с 1987 по 1991 годы можно в основном рассматривать как стабильное. Из 14 контролируемых районов лишь в одном (Таганрогский залив) существует устойчивая тенденция к увеличению загрязненности, в остальных же 13 районах, несмотря на значительные колебания уровней загрязнения, достоверный тренд не выявляется.

Вследствие безвозвратного водопотребления и внутригодового регулирования стока рек экосистема Азовского моря в целом функционирует в среднемаловодных условиях, а в весеннее время – в исключительно маловодных.

Для моря в целом характерны процессы эвтрофикации, образования зон дефицита кислорода, влияние загрязняющих веществ на биоту.

III.2. Характеристика экологической ситуации

III.2.1. Показатели состояния планктонных сообществ

III.2.1.1. Фитопланктон и первичная продукция

В 1991г. по сравнению с 1990г. в составе фитопланктона Таганрогского залива каких-либо заметных изменений не произошло. Численность его колебалась в пределах от 1,79 тыс.кл/л

в октябре до 29,72 тыс.кл/л в июне, а биомасса – от 0,50 мг/л в октябре до 11,85 мг/л в июне. Максимальные значения указанных параметров были обусловлены активным развитием зеленых и синезеленых водорослей (цианобактерий), минимальные – влиянием загрязненных стоков г.Таганрог. Средняя за год биомасса фитопланктона в заливе по сравнению с предыдущими годами наблюдений не изменилась, но среднегодовые показатели численности несколько увеличились.

По биомассе преобладали цианобактерии, их численность по сравнению с соответствующими периодами 1990г. также возросла. Второе место по значению в летнем фитопланктоне занимали зеленые водоросли. Осенью, в отличие от 1990г., произошла смена доминанты, и преобладали диатомовые водоросли.

Число видов на разных станциях колебалось в пределах от 8 до 24. Изменился по сравнению с прошлым годом состав доминирующих видов исчезла зеленая водоросль *Ankistrodesmus* и доминировали диатомеи *Melosira*, *Stephanodiscus*, *Cyclotella*, синезеленая *Merismopedia* и зеленая водоросль *Kirchneriella*.

В Темрюкском заливе найдено 25 таксонов водорослей, из них 16 диатомей, 4 синезеленых, 2 зеленых водоросли и 3 перидинеи. Большинство из этих видов – солоноватые и морские, в районе порта Темрюк летом встречались и пресноводные виды. Летом в заливе преобладала солоноватоводная диатомея

Cyclotella осенью – солоноватоводные и морские *Rhizosolenia*, *Leptocylindrus*, *Skeletonema*.

В Таганрогском заливе наблюдалась тенденция увеличения первичной продукции с июня по октябрь. Интенсивность деструкции органического вещества оставалась летом и осенью почти неизменной. Величины валовой продукции колебались на разных станциях в пределах 0,27–0,87, а чистой 0,01–0,84 мг O_2 /л. сут. Величины деструкции изменялись по акватория залива от 0,01 мг O_2 /л.сут до 0,56 мг O_2 /л.сут. Р/Д коэффициент колебался от 1 до 78.

По сравнению с прошлым годом наблюдалась большая сбалансированность продукционно-деструкционных циклов. Возможно, это свидетельствует о тенденции восстановления природных процессов в заливе.

Ш.2.1.2. Зоопланктон

В Таганрогском заливе Азовского моря зоопланктон отличается невысоким видовым разнообразием. В течение всего периода наблюдений (апрель–октябрь) в зооценозе доминировали коловратки, и науплии веслоногих рачков. Наиболее беден в видовом и количественном отношении был зоопланктон в устье Дона, где доминирующее положение на протяжении всего вегетационного сезона занимали коловратки *Brachionus calyciflorus apurificiformis* и *Keratella quadrata*, а в целом количество видов в различных участках акватории в разные периоды изменялось от 3 до 16. Следует отметить, что по сравнению с 1990г. средняя численность и биомасса зоопланктона снизились, соответственно, в 6 и 12 раз, и составляли 1,68 тыс.экз/куб.м и 11,49 мг/куб.м. Можно говорить об относительной стабильности зооценоза Таганрогского залива в последние годы. Это касается и видовой структуры сообщества, в которой доминируют коловратки и ювенильные стадии (науплии и младшие копеподиты) веслоногих ракообразных.

Зоопланктон Темрюжского залива, где исследования проводились в августе–октябре, был чрезвычайно беден. В пробах обнаружены единичные экземпляры зоопланктеров – всего 7 видов.

Ш.2.2. Показатели состояния бентосных сообществ

В Таганрогском заливе на фоне незначительного уменьшения численности донных животных возросло количество наиболее требовательных к качеству воды животных – ракообразных (до 44% общей численности бентоса). При этом даже вблизи города Таганрог встречались мизиды, что, бесспорно, свидетельствует об улучшении качества воды. Кроме ракообразных доминировали традиционные для залива беспозвоночные – моллюски, олигохеты, полихеты.

Число видов в сообществах было незначительным, изменяясь от 1 до 4 (олигохеты до рода не были определены). Численность колебалась от 280 до 17280 экз/кв.м, а биомасса – от 1,02 до 62,14 г/кв.м.

В Темрюкском заливе донное население по видовому составу было очень бедным, встречены только полихеты рода *Nereis*, креветки *Raleman* и амфиподы (по I виду на станцию). Численность и биомасса бентоса оказались также весьма низкими. Численность донных животных колебалась от 40 до 680 экз/кв.м, а биомасса — от 0,32 до 17,36 г/кв.м. Бедность населения залива и одновременно относительно высокая доля ракообразных, весьма чувствительных к загрязняющим веществам, позволяет предположить, что Темрюкский залив не подвергается интенсивному воздействию загрязняющих веществ; угнетенное состояние донной фауны скорее является следствием заморных явлений, которые наблюдались в заливе в августе-сентябре.

III.2.3. Анализ изменений экологической ситуации

Таганрогский и Темрюкский заливы, где проводились наблюдения в рамках ОГСН, составляют лишь небольшую часть акватории моря. Поэтому при общей оценке экологической ситуации в море необходим более широкий анализ происходящих в нем процессов.

Антропогенное воздействие на экосистему Азовского моря обуславливает катастрофические изменения в его биотопах. В последние годы на акватории моря наблюдается целый ряд взаимосвязанных факторов, вызывающих крайне негативные последствия /Воловик, 1986/:

- Оттеснение слабосоленых вод к восточной и центральной частям Таганрогского залива в связи с зарегулированием стока рек, в первую очередь Дона.

- Связанное с этим увеличение солевой стратификации и вертикальной устойчивости вод в 3-5 раз, что приводит к ослаблению вертикальной циркуляции вод.

- Обусловленное этим ухудшение газового режима, особенно в придонном слое, что приводит к периодическим заморам, которые могут охватывать до 60% акватории моря.

- Увеличение скорости седиментации и накопление органического вещества на дне ведет к росту численности бактериобентоса /Толоконникова, 1978/, вследствие чего происходит увеличение потребления кислорода, развитие анаэробных процессов в верхнем слое осадков и в слое вода-дно /Александрова, Ролова, 1977/..

- Накопление трудноминерализуемых органических соединений в воде, развитие процессов сульфатредукции, снижение потенциальной способности к самоочищению от органических и других загрязняющих веществ и одновременный рост самозаражения продуктами анаэробного распада органического вещества, что приводит к ухудшению даже медико-санитарного состояния водоема.

- Замедление в 2-3 раза скорости прохождения биогеохимических циклов углерода, азота, фосфора, кремния приводит в конечном результате к уменьшению первичной продукции водоема с 34 до 20-24 млн.т С орг.

Перечисленные общие экосистемные изменения вызывают весьма ощутимые эффекты для населения дна и толщи вод. В частности, донные биоценозы твердых субстратов, характеризующиеся доминированием мидий *Mytilus galloprovincialis*, получили более широкое распространение, что связано с обрастанием твердых субстратов антропогенного происхождения. Общая площадь мидиевых биоценозов в Азовском море составила 5-7 тыс.кв.км /Закутский и др., 1990/. Однако общие запасы мидий при этом за последние 10 лет существенно уменьшились (например, в Керченском проливе они уменьшились вдвое и составили 37,6 тыс.т /Иванов, 1990/.

Население рыхлых грунтов, занимающих большую часть акватории моря, также претерпело изменения. Почти повсеместно распространен биоценоз *Mya arenaria*. Значительно увеличилась доля нематод, численность которых составляет 50-60% общей численности мейобентоса и достигает 17000 экз/кв.м./Воробьева, Кулакова, 1990/. Известно, что изменение спектра жизненных форм в сторону преобладания червеобразных роющих организмов может служить индикатором антропогенного воздействия /Свешников, Алигаджиев, 1989/. С этой точки зрения обилие нематод свидетельствует о негативных процессах в донных сообществах.

Произошли изменения фитопланктона моря. Если раньше доминировали синезеленые водоросли, то в последнее время наблюдается преобладание диатомей. Кроме того, практически исчезла такая важная группа водорослей, как перидиней. В планктоне в значительном количестве появились медузы - черноморские вселенцы *Aurelia aurita* и *Rhizostoma pulmo*, в результате чего резко снизилась численность мезозoopланктона, который служит

основным объектом питания промысловых рыб планктофагов — хамсы и тильки.

Существенные сдвиги произошли также в структуре ихтиоценоза. Исторически в Азовском море сосуществуют 2 фаунистические группировки рыб: (1) пресноводные и солоноватоводные, проходные и полупроходные рыбы и (2) морские (среди которых особенно велика роль тильки и хамсы, которые мигрируют из Черного моря и нагуливаются в высокопродуктивных азовских водах). В результате осолонения Азовского моря произошло выпадение ряда видов пресноводного комплекса и оттеснение остальных видов первой группировки в Таганрогский залив.

В целом за последние годы в Азовском море зарегистрировано 45 видов черноморских и средиземноморских вселенцев-рыб, медуз, донных моллюсков, среди которых следует особо отметить рапану, полностью уничтожившую черноморские устричные банки и повлекшую резкое сокращение запасов мидий. Долговременные последствия проникновения в экосистему Азовского моря других, менее известных видов труднопредсказуемы, но потенциально очень опасны.

Охарактеризованные изменения экосистемы Азовского моря, по-видимому, обратимы. Об этом свидетельствуют процессы, наблюдаемые в море в 1979–1981 годах. В это время за счет увеличения речного стока произошло распреснение моря до 11‰, и наблюдалась недолговременная тенденция возврата биогеохимических циклов основных биогенных элементов, а также структуры пелагических и донных сообществ к исходному состоянию. В результате изучения происходящих в море процессов было выделено четыре состояния экосистемы и показана их связь с соленостью моря /Воловик, 1986/: высокопродуктивное (соленость 9–10,5 ‰), продуктивное (10,6–11,5 ‰), среднепродуктивное (11,6–12,5 ‰) и низкопродуктивное (12,6–14,0 ‰). В этом ряду происходит уменьшение продукции фитопланктона (от 600 до 100 млн.т С орг), зоопланктона (от 6,5 до 1,5 млн.т С орг) и бентоса (от 48 до 29 млн.т С орг).

В 1989 году в Азовском море началась экологическая катастрофа, выразившаяся в том, что на фоне неблагоприятных, но постепенных изменений экосистемы моря произошло вселение гребневика *Mnemiopsis leidyi* из Черного моря. Гребневик впервые

появился в августе 1988 года в Керченском проливе. В июне 1989 года он встречался уже вдоль северного побережья моря, а в конце июля проник в Таганрогский залив, заняв всю акваторию моря. В июле-августе 1989 года его запасы в Азовском море оценивались в 18 млн. т при средней биомассе 60 г/куб.м /Студенкина и др., 1991/.

Гребневик является хищником, основной пищей ему служит мезозoopланктон. В летний период гребневик интенсивно размножается и использует свыше 80% продукции планктона, вытесняя других потребителей планктона: не только рыб, но и медуз. При этом последствия для рыбного промысла оказались поистине катастрофическими. В то время как до вселения гребневика запас основных промысловых морских видов - хамсы и тильки - достиг 730 тыс. т, в последние два года из-за неспособности личинок и взрослых рыб прокормиться наблюдается снижение их жирности до 10-15% и слабый ход рыб осенью /Студенкина и др., 1991/. Поэтому промысел тильки резко сократился, а промысел хамсы прекратился вовсе из-за отсутствия промысловых скоплений.

Гребневик *Mnemiopsis leidyi* проник в Азовское море из Черного, куда он, в свою очередь, был завезен из североамериканских вод Атлантического океана. Сходство экологических условий, отсутствие в новом сообществе хищников и видов, способных успешно с ним конкурировать, привели к резкой вспышке гребневика. Причем в более продуктивном и мелководном Азовском море наблюдается более резкая вспышка, чем в Черном море. Процессы экосистемных изменений в связи с вселением гребневика в Азовском море запаздывают по отношению к черноморским примерно на два года (в Черном море он появился в 1987 году, а первая вспышка его численности наблюдалась в 1988 году). Поэтому ситуация в Черном море, где за последний год наблюдается стабилизация численности гребневиков, может служить иллюстрацией тех процессов, которых следует ожидать в Азовском море в ближайшем будущем. С этой точки зрения можно прогнозировать стабилизацию численности гребневиков через год и ее незначительный спад в дальнейшем. Очевидно, что гребневик станет в дальнейшем сильным и постоянно действующим фактором антропогенного происхождения.

Необходимо, однако, иметь в виду некоторую условность такого подхода, так как экосистемы Азовского и Черного морей существенно различны. Последнее населено разнообразными сообществами (донные сообщества скал, песка, илов; пелагические глубоководные и мелководные, которые, хотя и функционируют как единое целое /Виноградов, Шушкина, 1978/, рядом авторов рассматриваются как самостоятельные структурные единицы /Петипа, 1980/. Структура экосистемы Азовского моря значительно проще, и ее устойчивость к воздействию возмущающего фактора (в данном случае – вселению гребневиков), по-видимому, ниже. Поэтому восстановление равновесия в экосистеме моря может занять больше времени и наступить позднее, чем через год.

Наконец, следует обратить внимание еще на одно обстоятельство. Гребневики в Черном море населяют преимущественно верхний 10-м слой, и воздействие их на нижние ярусы экосистемы опосредовано. Максимальная глубина Азовского моря – 13 м, поэтому гребневики населяют всю толщу вод и оказывают непосредственное влияние (выедание, конкуренция) на все население пелагиали и дна. Поэтому экосистему Азовского моря в настоящее время можно рассматривать как консорцию с видом-эдификатором *Mnemiopsis leidyi*.

Если учесть, что эдификатором служит вселенец, становится понятной крайняя потенциальная неустойчивость сообществ моря. Это связано с тем, что долговременное влияние окружающей среды на новый вид неизвестно: возможно истощение кормовой базы, массовое заражение местными паразитами и эпидемии, появление хищников и т.п. В результате следует ожидать распада консорции и катастрофических изменений в экосистеме. Сценарий этих изменений неизвестен: при постепенном истощении кормовой базы или выедании хищниками возможен возврат к исходному состоянию (оптимальный вариант); при массовой гибели гребневиков, например, в результате эпидемии, возможны заражение всей толщи вод моря продуктами распада, массовая гибель населения пелагиали и дна и дальнейшие труднопредсказуемые катастрофические изменения.

Ш.3. Оценка состояния экосистем

Анализ результатов многолетних наблюдений в рамках ОГСН, а также опубликованных в научной литературе материалов позволяет оценить состояние экосистем Азовского моря как критическое, приближающееся к катастрофическому. Это касается как центральной акватории, так и контролируемых заливов – Таганрогского и Темрюкского. На фоне значительного антропогенного загрязнения и интенсивного эвтрофирования вод не только в заливах, но и в центральной акватории, в Азовском море в последние годы наблюдается массовое размножение хищного гребневика-вселенца. При этом произошло резкое упрощение структуры сообществ (как планктонных, так и бентосных), особенно выраженное в центральной акватории моря. Резко снизились численность и биомасса планктона, произошло уменьшение видового разнообразия сообществ вплоть до выпадения отдельных видов. Многие виды рыб, в том числе промысловые, оказались под угрозой исчезновения.

По сравнению с предыдущими годами экологическая ситуация в Азовском море резко ухудшилась. Вселение и массовое размножение хищного гребневика оказалось новой и на этот раз непосильной для экосистем моря нагрузкой.

IV. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

Балтийское море – внутриконтинентальное море Атлантического океана, омывает берега Германии, Дании, Латвийской республики, Литвы, Польши, России, Финляндии, Швеции, Эстонии. Имеет площадь 419 тыс. кв. км, объем вод 21,5 куб. км, среднюю глубину 51 м. Датскими проливами соединяется с Северным морем. Крупные заливы: Ботнический, Финский, Рижский, Куршский, Вислинский. В море впадают крупные реки Нева, Висла, Неман, Даугава и др. На побережье расположены крупные города и порты: Рига (Латвийская республика), Таллинн (Эстония), Санкт-Петербург (Россия), Хельсинки (Финляндия), Стокгольм (Швеция), Гдыня, Гданьск (Польша) и др. Курорты.

Систематические гидробиологические наблюдения в рамках ОГСН в Балтийском море осуществляются с 1977 г. В 1991 г. гидрохимические наблюдения были выполнены специалистами СевЗап-гидромета, Калининградского гидромета и Литовского республиканского Управления по гидрометеорологии (Клайпедской ГМО), гидробиологические – сотрудниками Центра наблюдения за загрязнением природной среды Управления гидрометеорологии при Совете министров Латвийской республики (Рижский залив) и Эстонского республиканского Управления по гидрометеорологии (Финский, Таллиннский и Нарвский заливы).

IV.1. Краткая характеристика состояния загрязнения

Основным источником загрязнения восточной части Финского залива являются промышленные и бытовые стоки г. Санкт-Петербурга, основная часть которых поступает со стоком р. Невы. Однако, фактическими данными об объемах поступления ЗВ с предприятий Санкт-Петербурга и области Северо-Западное управление Роскомгидромета не располагает. В качестве оценки масштабов поступления ЗВ в восточную часть Финского залива можно воспользоваться расчетными данными, полученными в ГОИНе. По этим данным в воды залива с территории России ежегодно сбрасывается: нефтепродуктов – 4400 т, СПАВ – 2600 т, соединений фосфора – 4000 т, соединений азота – 25000 т, сульфатов – 38000 т, хло-

ридов - 31000 т, фенолов - 10 т.

Сведения о поступлении ЗВ в Куршский и Вислинский заливы с территории Калининградской области за 1991г. отсутствуют, но представление об антропогенной нагрузке на эти акватории можно получить по данным за 1988 год. В указанном году в Вислинский залив, например, с предприятий Калининградской области поступило: нефтепродуктов - 421 т, хлоридов - 6000 т, азота аммонийного - 2600 т, метанола, железа - по 1 т, меди - 2 т, хрома - 1 т, никеля - 3 т, цинка - 5,5 т. В Куршский залив с предприятий Калининградской области в 1988г. поступило: нефтепродуктов - 118 т, хлоридов - 62000 т, азота аммонийного - 14000 т, никеля - 10 т, меди - 5 т, цинка - 23 т, олова - 4 т.

В восточной части Финского залива (акватория, ограниченная защитной дамбой) в течение 1991 года практически во всех обследованных районах отмечена тенденция к увеличению загрязнения вод нефтяными углеводородами (с менее 0,6 до 0,8-1,2 ПДК), фенолами (с менее 3 до 3-4 ПДК). Средние концентрации СПАВ (0,5 ПДК), меди (7-6 ПДК), и марганца (1-2 ПДК) остались на уровне предыдущих лет, концентрации всех форм азота, фосфора, кадмия и свинца также оказались стабильными и не превышали уровня 1 ПДК. В водах залива обнаружены практически все виды ХОП, концентрации которых изменялись в пределах: ДДТ от менее 30 до 70 нг/л, ДДЭ от менее 10 до 20 нг/л, гамма-ГХЦГ от менее 1 до 6 нг/л и альфа-ГХЦГ от менее 1 до 37 нг/л.

Кислородный режим в целом за год в контролируемых акваториях Невской губы был удовлетворительным.

Воды Выборгского залива и акватории п.Выборг по сравнению с водами Невской губы в 1991г. были более загрязнены НУ и фенолами: их концентрации здесь достигали до 1,4 и до 5 ПДК соответственно. Содержание СПАВ и аммонийного азота на акватории п.Выборг практически достигали 1 ПДК, концентрации меди и свинца несколько превышали ПДК. В этих районах отмечена тенденция увеличения загрязнения вод общим азотом и фосфором, концентрации ХОП изменялись в пределах: ДДТ от менее 30 до 50 нг/л, ДДЭ от менее 10 до 20 нг/л, гамма-ГХЦГ от менее 1 до 7 и альфа-ГХЦГ от менее 1 до 8 нг/л.

Кислородный режим в целом за год был удовлетворительным.

В Куршском заливе средние значения концентрации НУ в воде остались на уровне 1990 года (0,6–0,8 ПДК), максимумы (3–4 ПДК) отмечались в апреле в центральной части залива.

По сравнению с первым полугодием 1990 года, среднее содержание фенолов снизилось с 17 до 5 ПДК, максимумы (18–20 ПДК) были выявлены в апреле в северной части залива. Среднее содержание СПАВ не превышало 1 ПДК. Из ХОП в водах залива весной (в мае) отмечены лишь следы гамма-ГХПГ в устьях рек, ДДЭ на выходе из Клайпедского пролива, ДДТ в устье Немана.

Кислородный режим в целом за год был удовлетворительным. Дефицит кислорода (6,64 мг/л), как и в предыдущие годы, отмечался в мае в устье р.Дейма.

Итак, анализ химического загрязнения контролируемых акваторий Балтийского моря позволяет сделать следующее заключение. В 1991 году воды Невской губы, как и в предыдущие годы, в наибольшей степени были загрязнены тяжелыми металлами, особенно медью и марганцем. По гидрохимическим показателям с учетом ИЗВ они могут быть отнесены к "грязным" и "очень грязным" водам.

По химическим показателям с учетом ИЗВ воды Выборгского залива в 1991г. характеризовались как "грязные".

В целом за период 1987–1991гг. отмечена устойчивая тенденция к увеличению уровней химического загрязнения вод в большинстве контролируемых акваторий восточной части Финского залива и Куршском заливе. С другой стороны, за последние три года (с 1989 по 1991 гг.) наметилась тенденция к снижению уровней загрязнения вод в северном курортном районе, в районе п.Ленинград, в Лужской и Копорской губах.

В Вислинском заливе за период 1985–1989 гг. прослеживалась тенденция к снижению уровней загрязнения вод, но за последние четыре года ситуация стабилизировалась и заметных улучшений не происходит.

IV.2. Характеристика экологической ситуации

IV.2.1. Микробиологические показатели

На территории Латвийской республики в 1991 году микробиологические исследования воды были выполнены в устьях рек Даугавы и Лиелупе и в центральной части Рижского залива в стандартные сроки: март, май, июль, август и сентябрь. Прибрежную часть Рижского залива обследовали в мае, августе, сентябре и октябре. Определяли наиболее вероятную численность сапрофитных (СБ) и нефтеокисляющих (НБ) бактерий на глубине 0,5 м и в придонном слое воды.

Во все периоды наблюдения обнаружены высокие значения микробиологических показателей. В устьях рек Даугавы и Лиелупе содержание СБ и НБ повысилось по сравнению с 1990 годом. Средние значения достигли 692 и 460 тыс. кл/мл соответственно. Максимальная концентрация НБ отмечена в июле - 2,5 млн.кл/мл.

В отличие от 1990г., в 1991г. влияния Слокского ЦБЗ на концентрацию микроорганизмов не прослеживалось.

По микробиологическим показателям воды во всех створах предустьевых участков рек Даугавы и Лиелупе характеризовались как грязные и загрязненные.

В прибрежной части Рижского залива отмечено высокое содержание СБ - 250-600 тыс.кл/мл, что соответствовало уровню 1990 года. Однако наблюдавшиеся в предыдущие годы неравномерности в вертикальном распределении клеток почти полностью исчезли; в ряде случаев отмечалось повышенное значение НВЧ микроорганизмов у дна. НВЧ НБ варьировала в очень высоких пределах: от 60 до 60 тыс.кл/мл, что значительно выше, чем в 1990г., особенно в придонном горизонте.

По микробиологическим показателям в 1991г. воды прибрежной части Рижского залива характеризовались в основном как загрязненные (особенно в районе водовыпуска очистных сооружений г.Риги) и умеренно загрязненные.

В центральной части Рижского залива самые высокие значения НВЧ СБ составили 250 тыс.кл/мл, нижний предел численности СБ - 600 кл/мл, т.е. был значительно ниже, чем в 1990г.

Концентрация СБ и НБ в центральной части залива оказалась на порядок ниже, чем в прибрежной. По микробиологическим показателям воды центральной части Рижского залива характеризовались как умеренно загрязненные.

IV.2.2. Показатели состояния планктонных сообществ

IV.2.2.1. Фитопланктон, фотосинтезирующие пигменты и первичная продукция

Изучение показателей фитопланктона было выполнено в мае, августе и октябре 1991г. в Финском, Таллиннском и Нарвском заливах.

В Финском заливе видовой состав фитоценоза, уровни его количественных характеристик и закономерности сезонных флуктуаций по сравнению с предшествующими годами не изменились. Основу флористического разнообразия фитопланктона, как и в предыдущие годы, составили представители 7 отделов. Наиболее разнообразно были представлены диатомовые - 33 вида, пиррофитовые - 17, зеленые - 12, синезеленые - 8, золотистые - 4, эвгленовые - 2 вида. Среди жгутиковых в основном преобладали вольвоксовые - 8 видов.

Наибольшее видовое разнообразие фитоценоза отмечено в мае - от 11 до 37 видов, в августе оно снижалось и колебалось в пределах от 13 до 19 видов, в октябре число видов изменялось от 3 до 25.

Весной фитопланктон залива на 12-37 % состоял из диатомовых, они же давали наибольшую величину биомассы - до 87 % от общей биомассы.

Пиррофитовые водоросли в планктоне были немногочисленными, но вклад их в формирование весенней биомассы фитопланктона оказался значительным. Из зеленых водорослей активно вегетировали *Ankistrodesmus spiralis* и мелкие *Euglenomonas* sp.

Синезеленые, эвгленовые и жгутиковые в развитие весенней ассоциации водорослей не вносили существенного вклада.

Максимальная численность фитопланктона - 17,6 тыс.кл/мл - зарегистрирована в восточной части залива, наименьшая - 0,845 тыс.кл/мл - обнаружена на западе.

В августе в составе фитоценоза заметное место занимали синезеленые водоросли. Численность и биомасса их достигали соответственно 78 и 25% от общих значений. Наибольшего развития достигали виды: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Nodularia spumigana*, *Anabaena* sp. . Возросла роль мелких жгутиковых из класса вольвоксовых. Численность их достигла почти 34% от общей. Пирофитовые составили около 61% от суммарной биомассы. Золотистые водоросли были представлены, главным образом, *Ebria tripartita* . Диатомовые в этот период были представлены мелкими видами *Cyclotella comta* и изредка встречались крупные виды *Diatoma elongatum*, *Fragilaria crotonensis*.

Уровень количественных характеристик фитопланктона к августу значительно уменьшился. Наибольшие концентрации фитоценоза 4,1 тыс. кл/мл отмечены у южного берега залива, наименьшие – 0,72 тыс.кл/мл – на западе. Значения летней биомассы были значительно ниже весенних и колебались от 0,31 до 2,35 мг/л.

В октябре в составе фитопланктона преобладали пирофитовые и зеленые водоросли. Их численность составляла соответственно 71,4–74,5% от общей. Диатомовые составляли 39% от общей численности. Остальные группы водорослей развивались слабо.

Таким образом, в открытой части Финского залива наиболее высокая численность и биомасса фитопланктона в 1991г. отмечены в мае, значения их соответственно составили в среднем 6,4 тыс.кл/мл и 13,5 мг/л. Летом количество водорослей и биомасса резко снижались: до 1,9 тыс.кл/мл и 0,97 мг/л, соответственно. Осенью, несмотря на снижение численности водорослей, биомасса несколько возрастала. Численность фитопланктона составила 0,39 тыс.кл/мл, биомасса – 5,25 мг/л. Число видов составило в среднем: весной – 27, летом – 14, осенью – 13.

Концентрация хлорофилла "а" в открытой части Финского залива в 0,5-метровом слое воды варьировала в пределах от 0,14 до 4,77 мкг/л, хлорофилла "в" от 0,17 до 5,89 мкг/л, хлорофилла "с" от 0 до 1,47 мкг/л.

В мае максимальные концентрации хлорофилла "а" (4,77мкг/л) были отмечены в пробах, собранных в районе о.Кери, минимальные (0,60 мкг/л) – в западной части залива. Концентрация хлорофилла "в" превалировала над значениями хлорофилла "а", а значения

концентраций хлорофилла "с" во все периоды наблюдений были низкими. Пигментный индекс весной изменялся в пределах от 1,04 до 3,09, индекс отношений пигментов "а" к "с" - от 2,2 до 63,4.

В августе произошло резкое уменьшение количественных характеристик и смена видового состава фитопланктона, что обусловило изменение концентрации фотосинтетических пигментов. Максимальное содержание хлорофилла "а" 2,84 мкг/л отмечено на выходе из залива, на остальной акватории концентрация хлорофилла "а" колебалась в пределах от 0,14 до 1,32 мкг/л. В августе наблюдалось некоторое увеличение пигментного индекса от 3,7 до 5,2.

В октябре содержание хлорофилла "а" колебалось от 0,29 мкг/л (в прибрежье южной части Финского залива) до 1,53 мкг/л на выходе из залива. Пигментный индекс оказался одинаковым по всей акватории залива и варьировал в пределах от 2,28 до 3,58, значения отношения хлорофилла "а" к хлорофиллу "с" изменялись от 3,0 до 25,5.

Суточная валовая продукция фитопланктона в Финском заливе весной составила в среднем 0,97 мг O_2 /л при колебании от 0,21 до 3,43 мг O_2 /л. В среднем суточное значение чистой продукции было отрицательным и составило 0,01 мг O_2 /л. Скорость разрушения органического вещества изменялась от 0,48 до 2,52 мг/л в сутки и в среднем равнялась 0,98 мг O_2 /л. Наиболее интенсивно продукционные процессы протекали к востоку от трассы Таллинн-Хельсинки. Максимальные значения продукционно-деструкционных процессов отмечены в районе о.Гогланд. Высокие скорости фотосинтеза и деструкции были зарегистрированы также в районе о.Кери. Минимальные значения продукционных процессов отмечены в мористой части залива, деструкции - в устье залива. В целом по заливу в весенний период преобладали процессы разрушения органического вещества.

Летом произошло снижение интенсивности процессов новообразования органического вещества и возрастание деструкционных процессов. Валовая суточная продукция в среднем составила 0,55 мг O_2 /л, чистая - 0,09 мг O_2 /л. Максимальные скорости фотосинтеза отмечены в отдельных районах как в западной, так и в восточной частях залива. Суточная скорость разрушения органического вещества в летний период в среднем

была равна 0,46 мг O_2 /л. Наиболее интенсивно деструкционные процессы протекали в центральной части Финского залива, менее интенсивно – в районе трассы Таллинн-Хельсинки. В целом по заливу в летний период деструкционные процессы преобладали над продукционными.

Осенью по сравнению с весенне-летним периодом интенсивность продукционно-деструкционных процессов была невысока. Средние значения суточной валовой и чистой продукции соответственно составили 0,30 и 0,22 мг O_2 /л.

Средний уровень суммарной деструкции органического вещества был равен 0,08 мг O_2 /л в сутки. Значительное преобладание процессов новообразования ОВ над скоростью его разрушения отмечалось на трассе Таллинн-Хельсинки. В районе о.Кери скорость деструкционных процессов преобладала над интенсивностью продукционных процессов.

Как и в предыдущие годы, максимальные значения валовой чистой продукции и деструкции органического вещества наблюдались в весенний период. Сохранилась тенденция убывания интенсивности продукционно-деструкционных процессов от весны к осени.

В Таллиннском заливе обнаружено 78 видов водорослей: диатомовые – 33 вида, пиррофитовые – 16, зеленые – 10, синезеленые – 8, золотистые – 3, эвгленовые – 2, жгутиковые – 6 видов.

В мае обнаружено наибольшее видовое разнообразие – II-28 видов, в августе – I2-I9, в октябре – I0-I8 видов. Наибольшее количество видов – 28 – выявлено весной в западной части залива, наименьшее – 10 видов – осенью в Старой гавани. Весной в планктоне доминировали диатомовые. Их численность и биомасса составляли около 95% от общих значений. Массового развития достигал только один вид – *Achnanthes taeniata*. Численность и биомасса пиррофитовых была невелика и составила всего лишь соответственно 6,3 и 25,8% от общих значений. Из зеленых водорослей заметную роль играли *Euglenomonas* sp. Численность и биомасса этих водорослей соответственно составили II,1 и 3,1% от общих значений. Уровни развития остальных групп фитоценоза оказались невысокими и вклад их в общую биомассу был невелик.

Весной распределение фитопланктона по заливу было равномерным и численность водорослей колебалась в пределах от 1,3 до 3,9 тыс. кл/мл, биомасса – от 1,36 до 3,72 мг/л.

Летом значительного развития достигали синезеленые, пиритовые, жгутиковые и золотистые водоросли. Из диатомовых чаще встречались виды: *Gyrodinium aureolum*, *Melosira varians*, *Tabellaria fenestrata*, *Nitzschii acicularis*.

Из пиритовых активно вегетировали виды *Cryptomonas* sp. и *Gymnodium simplex*. Несколько увеличилось разнообразие протококковых водорослей и мелких жгутиковых из класса вольвоксовых.

Видовое разнообразие и численность фитопланктона к лету несколько снижались. Наибольшие значения численности и биомассы фитопланктона зарегистрированы в западной части залива: соответственно 4,1 тыс. кл/мл и 1,22 мг/л; наименьшая численность – 0,58 тыс. кл/мл – обнаружена на выходе из залива, наименьшее значение биомассы – 0,13 мг/л – отмечено в центре залива.

Осенью в Таллинском заливе наблюдали интенсивное развитие крупной центрической диатомеи – *Coscinodiscus granii*. Изредка встречались *Chaetoceros borealis* и *Ch. danicus*, виды из рода *Navicula*, *Cyclotella*, *Melosira*, *Synedra*. Из синезеленых встречались отдельные нити *Aphanizomenon flos-aquae*, *Nodularia spumigena*, а также виды из рода *Oscillatoria* и *Gomphosphaeria*. Достаточно разнообразным осенью оказался видовой состав пиритовых – виды рода *Dinophysis*, *Cryptomonas* и *Amphidinium*. Золотистые водоросли встречались только в центральной части залива и в районе Старой гавани. Эвгленовые были обнаружены повсеместно и в незначительных количествах. Из протококковых вегетировали виды из рода *Oocystis*, *Ankistrodesmus* и *Gladophora*.

Численность осеннего фитопланктона была невелика – 0,13–0,68 тыс. кл/мл. Однако развитие крупных форм обусловило относительно высокие значения биомассы – 4,54–10,35 мг/л.

Качественный и количественный состав фитопланктона Таллинского залива соответствовал основному фону и уровню развития фитоценоза прошлых лет.

Численность и биомасса фитопланктона составляли в среднем по сезонам соответственно: в мае – 2,42 тыс. кл/мл и 2,56 мг/л;

в августе - 1,77 тыс.кл/мл и 0,79 мг/л; в октябре - 0,49 тыс. кл/мл и 7,25 мг/л.

Интенсивность продукционно-деструкционных процессов в Таллиннском заливе в весенний период была достаточно высокой. Суточные значения валовой продукции колебались в пределах от 1,46 до 2,94 мг O_2 /л и в среднем равнялась 2,23 мг O_2 /л, суточные значения чистой продукции изменялись от 1,19 до 1,39 мг/л в сутки и в среднем составляли 1,25 мг O_2 /л. Суммарная суточная деструкция ОВ варьировала в пределах от 0,26 до 1,69 мг O_2 /л, и в среднем равнялась 0,98 мг/л. Наиболее интенсивно продукционно-деструкционные процессы протекали в районе Таллиннского рейда и в кутовой части залива. Минимальные скорости фотосинтеза и деструкции отмечены в центральной части залива. В целом по заливу в весенний период преобладали процессы первичного продуцирования ОВ. П/Д - коэффициент был близок к единице.

В августе было зафиксировано снижение скорости продукционно-деструкционных процессов. Суточные значения валовой продукции изменялись от 0,15 до 2,53 мг O_2 /л, что в среднем составило 0,81 мг O_2 /л. Максимальная скорость новообразования ОВ наблюдалась в кутовой части залива, минимальная - на западном фарватере.

Скорость разрушения органического вещества варьировала в пределах от 0,18 до 0,96 мг O_2 /л и в среднем равнялась 0,68 мг O_2 /л в сутки. В целом по заливу деструкционные процессы преобладали над продукционными.

В октябре интенсивность как фотосинтеза фитопланктона, так и деструкции ОВ, была ниже, чем в весенне-летний период. Суточные значения валовой продукции изменялись в пределах от 0,27 до 0,78 мг O_2 /л, составляя в среднем 0,54 мг O_2 /л. Средняя суточная чистая продукция равнялась 0,37 мг/л. Скорость деструкционных процессов была низкой и в среднем составила 0,17 мг O_2 /л в сутки. В целом по заливу в осенний период преобладали продукционные процессы над деструкционными.

Таким образом, в отличие от 1990 года, в 1991г. максимальная интенсивность продукционно-деструкционных процессов в Таллиннском заливе наблюдалась весной. Сезонная динамика изменения продукционно-деструкционных процессов оказалась сходной

с их изменениями в открытой части Финского залива.

Концентрация хлорофилла "а" в течение 1991 года (май, август, октябрь) варьировала в Таллиннском заливе в пределах от 0,14 до 4,46 мкг/л, хлорофилла "в" – от 0,19 до 7,24, хлорофилла "с" – от 0 до 0,92 мкг/л.

В мае максимальные значения хлорофилла "а" (4,46 мкг/л) отмечены на Таллиннском рейде, минимальные (2,35 мкг/л) – на границе с Финским заливом. Суммарное содержание хлорофиллов на Таллиннском рейде составило 10,45 мкг/л. На остальной акватории залива содержание суммарного хлорофилла колебалось в пределах от 5,18 до 8,83 мкг/л. Пигментный индекс весной изменялся от 1,07 до 1,32.

В августе относительно высокие значения концентрации хлорофилла "а" отмечены на границе с Финским заливом. Суммарное содержание хлорофиллов составило 11,29 мкг/л. На остальной обследованной акватории залива хлорофилл "а" был распределен более-менее равномерно, его концентрация изменялась от 0,14 до 1,06 мкг/л. Пигментный индекс летом варьировал от 3,38 до 5,43.

В октябре содержание суммарного хлорофилла колебалось от 1,12 до 3,19 мкг/л. Наибольшие значения концентрации хлорофилла "а" (1,40 мкг/л) были выявлены на западе залива, наименьшие (0,45 мкг/л) – в районе влияния городской канализации. Пигментный индекс в октябре составил 2,65–3,86, индекс отношения хлорофилла "а" к хлорофиллу "с" изменялся от 1,8 до 7,8.

По содержанию и динамике хлорофиллов воды Таллиннского залива можно отнести к мезотрофным с тенденцией к эвтрофикации.

В Нарвском заливе наблюдения были проведены в мае. В этот период развивались диатомовые, пирофитовые водоросли и многочисленные мелкие жгутиковые. Из диатомовых в массовом количестве обнаружены два ранневесенних вида: *Skeletonema costatum* и *Achnanthes taeniata*. Из пирофитовых вегетировали *Cryptomonas* sp. и *Gonyaulax catenata*. Зеленые были представлены *Ankistodesmus spirilus* и *Pyraminonas*, синезеленые – отдельными нитями *Oscillatoria planktonica* и *Aphanizomenon flos-aquae*. Редко встречались *Nodularia spumigena*. Золотистые водоросли были представлены видами *Mallomonas* sp.

д *Eurya*. Общая численность фитопланктона колебалась от 1,74 до 9,68 тыс.кл/мл, биомасса – от 2,93 до 4,62 мг/л.

Валовая продукция фитопланктона изменялась в пределах от 0,37 до 0,61 мг O_2 /л в сутки. Процессы деструкции преобладали над продукционными процессами. Сравнительно высокая скорость деструкции OB наблюдалась в устье реки Нарвы и в мористой части залива.

На основании полученных результатов состояние фитопланктона Финского, Таллиннского и Нарвского заливов можно оценить в целом как благополучное, колебания количественных и качественных показателей не выходили за рамки естественных сезонных и межгодовых вариаций. По уровню развития фитоценозов и интенсивности продукционно-деструкционных процессов воды Финского, Нарвского и Таллиннского заливов характеризуются как мезотрофные с тенденцией к эвтрофированию.

IV.2.2.2. Зоопланктон

Наблюдения за состоянием зоопланктона Рижского залива охватывали период с мая по октябрь и носили комплексный характер. На основе результатов этих исследований в прибрежной части Рижского залива выявлено сокращение средней численности и биомассы планктонных животных по сравнению с предыдущим годом соответственно в 3, 5,8 и в 9 раз (Табл.IV.I). По акватории прибрежной части залива зоопланктон был распределен неравномерно. Максимальное его количество было зарегистрировано на разрезе близ устья р.Лиелупе, минимальное – в районе Балдерая. В то же время в 1991 году отсутствовала обычная для прибрежных вод разница в количественных характеристиках зоопланктона мелководных и более мористых акваторий. Максимальное и минимальное значения средней численности различались менее, чем в два раза.

Сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона в общем соответствовала многолетней норме, хотя в некоторых случаях осенние уровни численности превышали летние. Вероятно, низкая плотность зоопланктона в августе была обусловлена гидрологическими и метеорологическими условиями в период наблюдений.

В 1991 году по сравнению с 1990 годом сократилось число таксонов зоопланктеров: с 36 до 30. Наиболее представительными были группа клadoцер (11 видов), копепод (8 видов) и коловраток (7 видов), обычными в пробах были пелагические личинки донных животных. Доминирующими видами, как и в предыдущие годы, являлись *Acartia biphallosa*, *Eurytemora* ^{hi} *hyrundoidea*, *Synchaeta baltica*, *Keratella quadrata*. Повсеместно встречались *Limnocalanus grimaldii*, *Evadne nordmanni*, *Podon intermedius*. Сезонная сукцессия видов планктонных животных в основном соответствовала норме. Во все сезоны основной планктонного населения являлись копеподы *Acartia biphallosa* и *Eurytemora hyrundoidea*. В августе доминантом являлась клadoцера *Bosmina coregoni*, в октябре – коловратка *Synchaeta baltica*. Как и в 1990 году, в структуре сообщества отмечено сокращение числа доминирующих видов по сравнению с предыдущим десятилетием.

В центральной части Рижского залива качественный состав зоопланктона в целом был сходен с установленным в прибрежных водах. Количественные показатели планктонного населения весной и осенью мало отличались от значений численности и биомассы прибрежного зооцена. Напротив, летом численность и биомасса зоопланктона соответственно в 13 и 28 раз превышали уровень, зарегистрированный в прибрежных водах. Как видно из табл. IV.1, в 1990 году ситуация была обратная. По сравнению с 1990 годом, уровни количественных показателей (численности и биомассы соответственно) в 1991г. были в 18 и 16 раз ниже только в мае, а в целом за сезон примерно соответствовали результатам наблюдений 1990 года (Табл. IV.1). Возможно, полученные данные не полностью отражают действительную ситуацию в открытой части залива из-за отсутствия ряда наблюдений в мае и октябре. Поэтому приведенные сравнения достаточно условны.

Несмотря на недостаток информации становится очевидным, что зарегистрированные в 1991 году уровни количественных и качественных характеристик зоопланктонного сообщества прибрежной и открытой части залива соответствовали результатам, полученным ранее в течение многолетних наблюдений.

Таблица IV.1

Сезонные изменения количественных характеристик зоопланктона (*N* – численность, тыс.экз/куб.м, *B* – биомасса, мг/куб.м) Рижского залива

Месяцы наблюдений	Прибрежная часть				Открытая часть			
	1990		1991		1990		1991	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
май	24,3	207	3,7	28	84,8	672	4,7	42
август	224,4	3146	4,7	42	69,5	997	61,2	1177
октябрь	10,4	114	36,0	315	6,1	74	23,0	540
среднее	86,4	1156	14,8	128	53,5	581	29,6	586

IV.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ

В прибрежной части Рижского залива пробы зообентоса отбирали в мае, июне и октябре. Бентофауна прибрежных вод была представлена 12 таксонами донных беспозвоночных, обитавшими здесь и в прошлые годы. Повсеместное распространение и наибольшую численность имели олигохеты, двустворчатый моллюск *Macoma baltica* и полихета – *Polydora elegans*, часто встречались два вида бокоплавов и изопода *Mesidotea* sp. В период наблюдений организмы, играющие доминирующую роль, менялись. Наибольшее разнообразие видов зообентоса (до 8 таксонов) наблюдалось в районе устья р.Гауя, наименьшее (4 таксона) – на удалении от устья р.Даугава.

Хотя доля *Macoma baltica* в общей биомассе зообентоса на отдельных участках вдоль побережья составляла до 97-99%, количественное развитие этого двустворчатого моллюска оказалось меньшим, чем в прошлом году (в два и более раз) и достигало только 5-51 г/кв.м.

Максимально высокие значения численности и биомассы донных организмов (1283 экз/кв.м и 33,4 г/кв.м), как и в 1990 году, сохранялись на участке разреза от устья р.Лиелупе в открытые воды на границе с открытыми водами залива. При этом в участке близ устья р.Лиелупе прослеживалось ухудшение состояния донного сообщества – обеднен видовой состав, умень-

пились количественные характеристики.

В целом, на большинстве обследованных участков в прибрежных водах Рижского залива донные сообщества характеризовались низкой биомассой (около 1 г/кв.м) и невысокой численностью (в среднем 414 экз/кв.м), что отмечалось и ранее. Выраженных изменений их состояния не отмечено.

На акватории портов Вентспилс и Лиеная сохранялось более высокое видовое разнообразие (до 10-11 таксонов). Бентофауна контролируемых участков была представлена в основном мелкими олигохетами и бокоплавами, что обуславливало высокие значения численности организмов (до 1480 экз/кв.м) при их низкой биомассе. Состояние донных сообществ в портовых акваториях не улучшилось, но остается в последние годы относительно стабильным.

В центральной части Рижского залива видовое разнообразие бентоса оказалось незначительным (2-5 таксонов). Почти повсеместно были распространены те же виды, что и в прибрежной зоне. Наиболее высокая численность (170 экз/кв.м) и биомасса (27,3 г/кв.м) отмечена только в южной области залива, на остальных станциях биомасса составила 1 г/кв.м и менее. На глубоководных участках состав бентофауны был очень однородным, на мелководных - доминировали олигохеты. В целом структура донного сообщества центральной части залива по сравнению с предыдущими годами не изменилась, однако его количественные характеристики снизились.

Весной и летом 1991г. бентофауна Таллиннского залива была представлена 23 таксонами, относящимися к следующим группам: мшанки, нематоды, полихеты, кринагулиды, олигохеты, брюхоногие и двустворчатые моллюски, ракообразные (бокоплавы, мизиды, остракоды, усоногие и равноногие раки), насекомые (личинки хирономид), водные клещи.

Наиболее загрязненный участок сохранился в вершине залива в районе выхода сточных вод целлюлознобумажного комбината, илистое дно которого покрыто слоем целлюлозных волокон, имеющих запах сероводорода.

Весной здесь было обнаружено немногочисленное население (4 таксона, общая численность - 540 экз/кв.м, биомасса - 0,42 г/кв.м), основу которого составляли: двустворчатый мол-

люск *Macoma baltica* и олигохеты. Летом зообентос в пробах отсутствовал.

Особо выделялся глубоководный район, расположенный на выходе в Финский залив, для которого на протяжении ряда лет характерно слабое развитие донного сообщества. В состав его входило 6 таксонов донных беспозвоночных. Общая биомасса зообентоса не превышала 1,4 г/кв.м. Весной ее формировала амфипода *Pontoporeia femorata*, , летом — макома и остракоды. Общая плотность населения от весны к лету возрастала от 420 экз/кв.м до 3430 экз/кв.м.

На остальных обследованных участках залива в пробах находили по 8–12 таксонов донных животных. Общая биомасса изменялась в пределах 415–451 г/кв.м — весной и 8,995 г/кв.м — летом.

Как правило, на всех типах грунтов на глубинах 5–46 м по биомассе доминировала макома, за исключением одного участка, где преобладали остракоды (94%).

Общая численность бентосных организмов весной не превышала 7100 экз/кв.м. Максимальные значения весной были отмечены в районе выхода городского коллектора сточных вод (3050 экз/кв.м). Летом в этом районе суммарная численность зообентоса была на порядок выше за счет развития олигохет и молодки макомы.

Максимальное значение общей численности имела в центральной части залива — 41070 экз/кв.м, за счет массового развития остракод. В составе донных сообществ на Таллинском рейде и в районе выхода городского коллектора по численности преобладали олигохеты и *Macoma*. Двустворчатые моллюски в основном формировали численность и в бухте Копли (весной — *Macoma*, , летом — *Cerastoderma*). Характерны для данного биоценоза также брюхоногие моллюски рода *Hydrobia* и трубкостроящие полихеты *Pigospio* и *Manajunkia*. На западном фарватере по численности доминировали бокоплав *Pontoporeia affinis* и *Macoma*, в качестве субдоминантов выступали олигохеты и остракоды. Ракушечные раки были наиболее многочисленными в центральной части залива.

Вблизи южного побережья Финского залива на глубине 30–33 м сохранилось наиболее богатое в видовом отношении сообщество.

щество макомы (16 таксонов), обитающее на песчано-илистых осадках. Здесь отмечено некоторое снижение количественных характеристик зообентоса по сравнению с 1990 годом, а по отношению к уровню 1988 года произошло уменьшение численности и биомассы зообентоса почти в три раза. Так, средние суммарные показатели в 1988 году составили 70,9 тыс.экз/кв.м и 316,2 г/кв.м, в 1991 - 22,5 тыс.экз/кв.м и 119,3 г/кв.м, при этом структура сообщества и соотношение доминирующих видов и групп существенно не изменились. По биомассе преобладала макоча (59-89% от общей), летом в число субдоминантов входили мидии и *Mesidotea*.

На границе Нарвского и Финского заливов на глубине 41 м на мягких илистых грунтах обитало сообщество, в котором по численности и биомассе преобладал бокоплав *Pontoporeia affinis*. Общая биомасса зообентоса в мае составляла 7,01 г/кв.м, численность - 5345 экз/кв.м.

Весной на станциях, расположенных в окрестностях о. Готланд на глубине 63-65 м наиболее многочисленна была *Pontoporeia affinis* (68-84% от суммарной), по биомассе на илистых грунтах у северной оконечности острова доминировала *Pontoporeia femorata* (61%), на илисто-глинистых осадках к югу от острова биомассу на 50% формировала изопода *Mesidotea entomon*. *Pontoporeia affinis* занимала в обоих случаях субдоминирующее положение. Летом на песчано-илистом грунте обитало сообщество, представленное в основном остракодами и бокоплавами, первые доминировали по численности, но вклад обеих групп в формирование суммарной биомассы был примерно одинаков.

В глубоководных участках на продольном разрезе через Финский залив в 1991г. отмечено качественное и количественное обеднение зообентоса, что связано, по-видимому, с повышенной соленостью, ухудшенным газовым режимом и преобладанием илистых, глинистых и илисто-глинистых грунтов, где обнаруживалось присутствие сероводорода.

В центральной и западной частях залива на глубине 82-107 м численность и биомасса зообентоса оказались невелики и лежали в пределах: 135-645 экз/кв.м и 0,135-3,785 г/кв.м соответственно. Видовое разнообразие в данном районе было незначитель-

ным, в пробах встречалось от одного до 6 таксонов донных беспозвоночных. Максимальную численность и биомассу составляли *Pontoporeia femorata*, *Antinosella sarsi*, остракоды, иногда мизиды. Минимальные количественные показатели по заливу были отмечены на черном иле, где было найдено всего 15 экз/кв.м при биомассе 0,01 г/кв.м *Antinosella sarsi*.

На продольном разрезе Финского залива выделялась акватория центральной части залива. Весной здесь были зафиксированы повышенные, по сравнению с другими районами, значения общей численности и биомассы (347,5 экз/кв.м и 26,20 г/кв.м, соответственно). Численность формировали остракоды и бокоплавы, биомассу — двустворчатый моллюск — *Macoma*, который на других глубоководных станциях либо не обнаружен, либо не играл существенной роли.

В Нарвском заливе весной минимальные значения общей численности (38,880 экз/кв.м) и биомассы (154,26 г/кв.м) зообентоса были отмечены в мористой части залива, в прибрежной зоне эти показатели не превышали 2400 экз/кв.м и 20065 г/кв.м.

По биомассе в устье реки Нарва и к северо-западу от устья доминировала *Macoma baltica* (73-83%). У восточного побережья залива приблизительно одинаковую роль в формировании суммарной биомассы играли равноногие раки *Mesidotea entomon* (49%) и макома (40%), кроме того основу численности создавала также *Pontoporeia affinis* (62-86%) и 12-24% суммарной численности приходилось на долю олигохет. Доля бокоплавов и олигохет в формировании общей численности зообентоса была одинакова, 12% от суммарной оценки составлял *Corophium volutator*, являющийся характерным компонентом данного сообщества.

В сентябре на прибрежных станциях количественные характеристики зообентоса были выше весенних значений и лежали в пределах: общая биомасса — 4,705-96,26 г/кв.м, численность 23630-32280 экз/кв.м.

Основу биомассы образовывали те же виды, что и весной. По численности доминировала макома (53-59%), причем было отмечено присутствие молоди. Доля олигохет составляла 14-23% от суммарной оценки.

IV.3. Оценка состояния экосистем

Анализ результатов многолетних наблюдений в рамках ОГСН позволяет оценить состояние экосистем во всех контролируемых прибрежных акваториях Балтийского моря в 1991г. (Рижском, Финском, Нарвском и Таллиннском заливах) как переходное от стабильного к критическому. При этом следует отметить значительную изменчивость экологической ситуации не только в пределах моря, но даже в пределах отдельных заливов. В их кутовых частях, на акваториях портов, в приустьевых зонах рек экологическая ситуация приблизилась к критической, т.к. негативные тенденции здесь были выражены значительно более сильно, чем в открытых районах.

Во всех заливах за последние годы выявлено незначительное изменение численности и биомассы планктона и бентоса, в связи с чем в Рижском и Финском заливах произошло некоторое упрощение структуры донных сообществ. В Рижском заливе, единственном, где производились микробиологические наблюдения, выявлено увеличение концентрации индикаторных форм микроорганизмов, а также, как и в Нарвском заливе, отмечена тенденция исчезновения отдельных видов донной фауны, в противоположность Таллиннскому и Финскому заливам, где встречались такие требовательные к качеству воды животные, как мшанки и мизиды.

Во всех обследованных акваториях отмечена тенденция к эвтрофированию вод.

По сравнению с предыдущими годами наблюдается тенденция к стабилизации состояния морских биоценозов. Эвтрофирование вод, заиление прибрежных участков дна в основном происходит в кутовых частях заливов. В то же время в их открытых районах наблюдается стабилизация видовой структуры планктонных и бентосных сообществ.

По сравнению с предыдущими годами наблюдается значительное улучшение экологической ситуации в открытой части Таллиннского залива. В Рижском заливе на протяжении двух последних лет, а в Финском залива – в течение уже нескольких лет состояние морских экосистем практически не меняется.

У. БАРЕНЦЕВО МОРЕ

Баренцево море – открытый эпиконтинентальный водоем арктического характера, окраинное море Северного Ледовитого океана, омывает берега России и Норвегии. Расположено между северным побережьем Европы и островами Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Новая Земля. Площадь моря – 1424 тыс. кв. км, объем вод – 316 тыс. куб. м. Оно имеет обширный шельф, преобладающие глубины 360–400 м, максимальная глубина 600 м. В зимнее время море в значительной степени покрывается мощными плавучими льдами. Берег изрезан заливами и фьордами, к числу крупнейших из которых относятся Порсангер-фьорд, Барангер-фьорд, Мотовский и Кольский заливы, Печорская губа. Из островов Баренцева моря самый большой – о. Колгуев, крупнейшая река, впадающая в море – Печора.

К самым значительным городам на побережье моря относятся порты Мурманск (Россия) и Варде (Норвегия).

Систематические гидробиологические наблюдения за состоянием экосистем Баренцева моря в рамках ОГСН осуществляются с 1976 года.

При составлении данного обзора использованы результаты наблюдений, полученные в 1991 г. специалистами лаборатории наблюдения за состоянием водоемов Мурманского ЦНЗПС в открытой части Баренцева моря, Кольском, Мотовском заливах, Печенгской и Териберской губах.

У.1. Краткая характеристика экосистем и состояния их загрязнения

Гидрологические особенности открытой части Баренцева моря во многом обусловлены его географическим расположением, а именно, широким сообщением с Атлантическим и Арктическим бассейнами. Вследствие влияния теплых вод Атлантического океана, юго-западная часть моря зимой не замерзает. Температура атлантических вод, поступающих в море, колеблется от +4 до +12°C, их соленость составляет примерно 35‰. При перемещении на северо-восток атлантические воды охлаждаются и смешиваются с ба-

ренцевоморскими, в результате чего их температура понижается (даже до отрицательных значений), уменьшается и соленость.

В период проведения весенней съемки (март-апрель 1991г.) отклонений от многолетнего уровня в тепловом режиме моря не обнаружено. Температура поверхностных слоев воды на обследованной акватории изменялась от нуля Цельсия на севере до $4,5^{\circ}\text{C}$ на юго-западе моря. На границе Баренцева и Белого морей (разрез Канин Нос - Святой Нос) значения температуры воды были отрицательными. Содержание биогенных элементов весной было высоким, соответствующим начальной стадии вегетации фитопланктона. Концентрация фосфатов изменялась в пределах 15-22 мг/л, кремния - 106-152 мг/л, нитратов - 190-215 мг/л. В западной части моря, где в период обследования начиналась активизация фотосинтетической деятельности, содержание биогенов оказалось самым низким.

Во время летней съемки (июнь-август) преобладали ветры юго-западного направления, до 7 м/сек. Температура поверхностных слоев воды на большей части обследованной акватории поднялась до 8°C . Содержание биогенных элементов соответствовало среднему многолетнему летнему уровню, т.е. их запасы в поверхностных слоях воды были почти исчерпаны в результате весенней вспышки численности фитопланктона и пополнялись в основном за счет диффузии из нижележащих горизонтов водной толщи.

Результаты анализа данных гидрохимических наблюдений свидетельствуют о том, что главным источником загрязнения вод Баренцева моря в 1991г. по-прежнему были сточные воды промышленных предприятий. В целом, в 1991 году со сточными водами и из других источников загрязнения в море поступило 72,8 тонн нефтепродуктов, 62 тонны СПАВ, более 14 тыс. тонн взвешенных веществ. В наибольшей степени химическому загрязнению подвержены воды Кольского залива.

Распределение нефтяных углеводородов (НУ) по обследованным акваториям моря было сравнительно однородным, однако, наиболее загрязненной оставалась юго-восточная часть моря, где средние концентрации в поверхностном слое вод составили около 1 ПДК (0,05 мг/л), а максимальные до 8 ПДК (0,40 мг/л). В районах Северо-Мурманской и Лудловской структур концентрации НУ составляли 2-3 ПДК (0,10-0,15 мг/л).

Результаты авиасъемок свидетельствуют о том, что акватория моря стабильно загрязнена пленкой нефтепродуктов с интенсивностью от 0,2 до 0,8 балла, а в прибрежной и юго-восточной частях ее интенсивность достигает 1,4-1,6 баллов.

По данным химического анализа, за период с 1986 по 1991 годы во всех контролируемых акваториях открытого моря происходило устойчивое снижение уровней загрязнения вод.

Кольский залив вдается в берег материка на 31 милю и своими изгибами образует три колена - южное, среднее и северное. На циркуляцию вод в заливе значительное влияние оказывают приливно-отливные процессы. Высота приливной волны достигает 3-4 метров. В период проведения наблюдений воды залива были насыщены кислородом, температура воды в поверхностном горизонте изменялась от +8,14 до +9,74°C. Соленость воды в южном колене составляла 17-21‰, в среднем и северном - 26-30‰. По гидрохимическим показателям воды залива, как и в предыдущие годы, характеризовались как загрязненные. Основные источники загрязнения - хозяйственно-бытовые и промышленные стоки городов Мурманск и Североморск. Показано, что концентрации таких загрязняющих веществ, как СПАВ, фенолы, нефтепродукты, гексахлоран, полихлорбифенилы (ПХБ) в ручьях и реках, загрязненных стоками городов, на 1-2 порядка выше, чем в относительно чистых реках Кола и Тулома до их прохождения через поселки. Основное влияние на состояние загрязнения залива эти реки оказывают весной, когда они приносят в воды залива избыточные количества аммонийного азота.

Мотовский залив вдается в материк южнее полуострова Рыбачий. Залив глубоководен (глубины до 200 м), имеет хорошее сообщение с открытыми водами моря, в связи с чем соленость его вод достаточно высокая. В залив впадают реки Западная Лица и Титовка, приносящие в его воды разнообразные органические вещества, в том числе антропогенные. В период проведения работ кислородные условия в заливе были благополучными, температура поверхностного слоя вод изменялась от +10,34 до +10,50°C, соленость - от 33,09 до 33,64‰, что указывает на хорошее перемешивание вод. По гидрохимическим показателям воды залива оцениваются как умеренно загрязненные.

Печенгская губа представляет собой типичный северный фьорд со сравнительно большими глубинами – до 160 м. Кутовая часть губы с ноября по май покрывается льдом. В губу впадает река Печенга, оказывающая значительное влияние на гидрологический и гидрохимический режимы. Воды реки в значительной степени загрязнены, и вследствие этого загрязнение многими компонентами вод собственно губы часто превышает ПДК. Другой важный источник загрязнения – суда ВМФ. Грунты в северной части губы изобилуют шлаками. В период проведения съемки воды губы были хорошо аэрированы, с температурой $+10...+11^{\circ}\text{C}$ и оценивались по химическим показателям как умеренно загрязненные.

Териберская губа является открытым водоемом с интенсивным водообменом с прилегающими акваториями открытого моря. Глубины во внешней части губы достигают 120 м, во внутренней – 20–80 м. Основные источники загрязнения вод – хозяйственно-бытовые стоки поселка Териберка и суда ВМФ. В течение 1991г. воды губы систематически загрязнялись СПАВ, нефтепродуктами, отмечалось наличие пестицидов. В период проведения съемки кислородный режим в водах губы был благополучным, температура воды составляла $+9,87^{\circ}\text{C}$ в кутовой части губы и $+8,50^{\circ}\text{C}$ в открытой.

У.2. Характеристика экологической ситуации

У.2.1. Микробиологические показатели

Микробиологические наблюдения в открытой части Баренцева моря были проведены в марте-апреле и июне-августе.

Весной общая численность бактерий в обследованных акваториях составила в среднем 1 млн.кл/мл, что оказалось в 4–5 раз выше, чем в весенний период 1989 и 1990гг. Вертикальное распределение бактериопланктона было неравномерным, однако при анализе средневзвешенных по столбу воды значений заметных различий между обследованными акваториями не выявлено. Максимальная общая численность бактерий оказалась приурочена к прибрежным водам в юго-восточной части моря, где на глубине 50 м обнаружено значение ОЧБ 4,6 млн.кл/мл. В этом же районе отмечены повышенные средние (для всей водной толщи) значения

ОЧБ.

Численность сапрофитных бактерий весной изменялась в пределах, характерных для этого периода и в предыдущие годы наблюдений. Повышенные значения наиболее вероятной численности сапрофитных микроорганизмов (до 250 кл/мл) были приурочены к южной части зоны распространения атлантических вод, что совпадало с картиной распределения сапрофитных микроорганизмов, установленной в весенний период в предыдущие годы наблюдений. Однако по сравнению с 1990г. средневзвешенные по столбу воды значения НВЧ сапрофитных бактерий оказались здесь несколько выше.

Принимая во внимание результаты наблюдений предыдущих лет, следует отметить, что весной 1991г. несколько увеличилась численность сапрофитных бактерий в юго-западной части моря (на разрезе от м.Нордкап к о.Медвежьему). Это связано, очевидно, с более ранним, чем обычно, началом весенней вегетации фитопланктона (см.раздел "Фитопланктон и фотосинтетические пигменты"). В удаленных от берега водах восточной части моря НВЧ сапрофитных бактерий составила 25-60 кл/мл, что не превышало средних многолетних уровней, однако в прибрежных водах выявлена нетипично высокая для этой части моря концентрация сапрофитов - 60-250 кл/мл, обусловленная поступлением загрязненных стоков с суши.

В этом же районе моря выявлено наличие нефтеокисляющей микрофлоры, отсутствующей в весенний период на остальных обследованных акваториях. Несмотря на то, что численность нефтеокисляющих бактерий была невелика (до 10 кл/мл), их обнаружение указывает на хроническое нефтяное загрязнение вод в прибрежной юго-восточной части моря.

Потенциальная физиологическая активность баренцеморского бактериопланктона по разрушению нефтяных углеводородов, определенная кислородным методом, оказалась довольно низкой и изменялась в пределах 0-0,29 мг кислорода/л сут. Распределение значений ПФА по обследованной акватории имело мозаичный характер, максимальные уровни отмечены в северной части моря к востоку от о.Медвежий и в юго-восточной открытой части моря.

Во время летней съемки (июль-август) в состоянии бактерио-

планктона отмечены существенные изменения. Общая численность бактерий значительно понизилась и на большей части обследованной акватории не превышала 1 млн.кл/мл. Максимальные концентрации бактериопланктона (2 млн.кл/мл и более) отмечены только в северной и центральной частях моря на границе распространения атлантических вод. Вертикальное распределение бактериопланктона летом стало более равномерным.

Сапрофитная микрофлора летом была развита более обильно, чем весной, особенно в южной и центральной частях моря. Эти бактерии заселяли всю толщу вод вплоть до придонных горизонтов. В южной и центральной частях моря отмечено повышение концентрации сапрофитных микроорганизмов в поверхностных слоях воды – до 60–250 кл/мл. Отмеченное повышение концентрации сапрофитных бактерий было обусловлено большим количеством отмершего после весеннего "цветения" фитопланктона, вспышка численности которого в центральной области моря происходит позднее, чем в его западных и восточных районах.

Напротив, в прибрежной ^{южной} части моря активное развитие сапрофитной микрофлоры было вызвано загрязнением вод аллохтонным органическим веществом, поступающим с суши. На терригенное загрязнение вод в этом районе указывает и распространение нефтескисляющей микрофлоры, концентрация которой здесь в летний период 1991 года колебалась в пределах 6–25 кл/мл.

По совокупности микробиологических показателей воды Баренцева моря весной 1991г. оценивались в целом как чистые, олигосапробные. Однако воды прибрежных акваторий, особенно в юго-восточной части моря, характеризовались как бета-мезосапробные, умеренно загрязненные. Летом качество вод, оцененное по микробиологическим показателям, в западной и восточной областях оставалось чистым, олигосапробным; состояние вод в центральной и южной частях моря оценивалось как бета-мезосапробное, в глубинных слоях воды были относительно чистыми, в поверхностных – умеренно загрязненными.

В Кольском заливе одной из наиболее загрязненных является акватория в районе водпоста "Мурманск", поскольку она находится под непосредственным влиянием канализационных стоков города. Здесь микробиологические наблюдения выполнялись ежемесячно.

Результаты анализов позволили установить, что в районе водпоста общая численность микроорганизмов в течение года была относительно умеренной, менялась незначительно и составила в среднем 1,0 - 0,4 кл/мл. Концентрация же гетеротрофных сапрофитных бактерий в течение всего года не опускалась ниже 600 кл/мл, а в весенне-летний период достигала 60-200 тыс.кл/мл, что свидетельствует о значительном загрязнении вод легкоразлагающимися органическим веществом.

Воды в районе водпоста хронически загрязнены нефтепродуктами. Об этом свидетельствует постоянное присутствие в них углеводородокисляющих (нефтеоокисляющих) бактерий. Наиболее вероятная численность их составила в среднем за год 60 кл/мл, но с апреля по июнь количество нефтеоокисляющей микрофлоры в воде залива в районе водпоста увеличивалось и достигало 600 кл/мл.

Полномасштабная микробиологическая съемка Кольского залива была проведена в середине августа. Общая численность бактерий в заливе по сравнению с открытой частью моря была существенно ниже и составила в среднем около 1 млн.кл/мл. Плотность бактериопланктона при перемещении от кутовой части залива к его устью несколько понижалась.

Сапрофитная микрофлора выявлена во всей толще вод залива. Наиболее вероятная численность ее колебалась от 25 до 25 тыс. кл/мл. Наибольшего количественного развития гетеротрофные сапрофитные бактерии достигали в южной кутовой части залива. Уровни количественного развития и распространение сапрофитной микрофлоры свидетельствуют о том, что основное загрязнение вод залива органическими веществами происходит в черте городов и поселков, расположенных на его берегах. Микробиологические исследования в реках, впадающих в Кольский залив, показали, что уровни загрязнения водотоков в черте города Мурманска и поселков по всем параметрам многократно превышают уровни загрязнения рек Кола и Тулома (основных источников пресной воды для городского водопровода) выше по течению, т.е. до прохождения вод через поселки.

Нефтеоокисляющая микрофлора также была обнаружена практически во всех исследованных пробах воды, за исключением неос-

кольких, отобранных на горизонте 100 м в северной устьевой части залива. НВЧ ее составила в основном десятки-сотни клеток в 1 мл воды. Максимальное значение (2500 кл/мл) отмечено в придонном горизонте в районе рыбного порта, в районе хронического загрязнения вод и донных осадков нефтепродуктами.

По совокупности микробиологических показателей воды залива в районе водпоста "Мурманск" могут быть охарактеризованы как значительно загрязненные и грязные. Уровни загрязнения поверхностных вод здесь повышались в феврале-июне и августе-сентябре 1991г., увеличение загрязнения придонных вод было отмечено в январе, апреле-мае, августе и ноябре 1991г. В целом воды залива по микробиологическим показателям можно оценить как альфа-мезосапробные, от умеренно до значительно загрязненных. В наибольшей степени подвержены антропогенной нагрузке воды южного колена залива в его кутовой части. Здесь продолжают отмеченные в предыдущие годы процессы эвтрофирования. Поступающие в южную часть залива загрязняющие вещества не только распространяются с поверхностными течениями по всей акватории залива, но и имеют тенденцию к накоплению в его глубоководной центральной части.

В Мотовском заливе микробиологическая съемка была выполнена в августе 1991г. Воды залива, по сравнению с Кольским, меньше подвержены антропогенной нагрузке, к тому же она в значительной мере нейтрализуется интенсивным водообменом с открытой частью моря. В период исследований общая численность микроорганизмов в заливе оказалась сравнительно невысокой - от 0,3 до 1,4 млн.кл/мл. Сапрофитная микрофлора выявлена во всех обследованных акваториях залива, однако ее распространение было неоднородным. Если на выходе из залива характерные значения НВЧ сапрофитных бактерий не превышали 25-60 кл/мл, то в его кутовой части плотность сапрофитных микроорганизмов достигала на отдельных горизонтах 600 кл/мл. Причиной повышения численности сапрофитов в кутовой части залива, вероятно, является антропогенное загрязнение вод. Это подтверждается и наличием здесь нефтескисляющей микрофлоры, концентрация которой составила 6-25 кл/мл. В центральной части и на выходе из залива бактерии этой группы не обнаружены.

По комплексу микробиологических показателей воды залива в целом могут быть оценены как чистые – слабо загрязненные, поверхностные и придонные слои вод – умеренно загрязненные, придонные воды в кустовой части – загрязненные. По сравнению с предыдущим годом состояние бактериопланктона не изменилось, отмечено лишь незначительное повышение средней численности сапрофитных микроорганизмов.

В период проведения съемки (август 1991г.) бактериопланктон Печенгской губы характеризовался сравнительно низкой общей численностью – в среднем она составила 500 тыс.кл/мл, и только в устье губы в глубинных слоях воды (от 50 м до дна) ОЧМ превышала 1 млн.кл/мл.

Сапрофитная микрофлора была выявлена повсеместно. НВЧ ее изменялась от 25 до 600 кл/мл, составляя преимущественно 250 кл/мл, что соответствует уровню бета-мезосапрофных, умеренно загрязненных вод. Однако поверхностные слои вод во всех обследованных акваториях губы характеризовались по микробиологическим показателям как загрязненные. На это, в частности, указывало обнаружение в поверхностных слоях воды нефтеокисляющих микроорганизмов, НВЧ которых составляла 25–60 кл/мл.

Подобное распределение различных по качеству вод в губе является типичным и обусловлено влиянием р.Печенги, загрязненные воды которой составляют основу поверхностного течения в губе. Еще одним "накопителем" загрязняющих веществ являются придонные слои вод в глубоководной центральной части губы. На протяжении ряда последних лет в этом районе отмечаются повышенные концентрации как сапрофитных, так и нефтеокисляющих бактерий (в частности, в период проведения съемки 1991г. НВЧ сапрофитов здесь составила 250 кл/мл). Повышенные уровни загрязнения придонных вод объясняются, с одной стороны, тем, что более 20 лет грунты в центральной части губы представляют собой смесь шлаков и загрязненного нефтепродуктами ила, а с другой стороны, влиянием компенсационного придонного течения, "вымывающего" загрязняющие вещества из донных осадков и переносящего их на значительные расстояния.

Значения концентрации бактериопланктона в водах Териберской губы в период исследований (август 1991г.) были умеренными.

В центральной части значения общей численности микроорганизмов были несколько выше, чем на выходе из губы, однако в целом размах колебаний ОЧМ оказался небольшим и составил 0,7-1,6 млн.кл/мл. Вертикальное распределение бактериопланктона оказалось довольно равномерным.

Во всей обследованной толще вод отмечены высокие концентрации сапрофитных бактерий, при этом в поверхностном слое воды их содержание было в 5-10 раз выше, чем в глубинных, и составляло 2,5-6 тыс.кл/мл. К поверхностному слою вод была приурочена и нефтеокисляющая микрофлора. Значения НВЧ ее были сравнительно высокими: от 25 до 250 кл/мл.

Анализ микробиологических данных позволяет однозначно охарактеризовать поверхностные воды в Териберской губе как загрязненные, остальную водную толщу - как умеренно загрязненную. Учитывая открытый характер обследованной акватории, можно сделать вывод, что антропогенная нагрузка на экосистему Териберской губы достаточно велика, и только активный водообмен с открытой частью моря способствует тому, что уровни загрязнения вод губы в последние годы стабильны и не имеют тенденции к увеличению.

У.2.2. Показатели состояния планктонных сообществ

У.2.2.1. Фитопланктон и фотосинтетические пигменты

Исследования фитопланктона в открытой части Баренцева моря в 1991г. выполняли в марте-апреле и в июне-августе. Было определено 107 видов и разновидностей водорослей. Наибольшим видовым разнообразием отличались отд. *Rhodophyta* (50 видов) и *Bacillariophyta* (46 видов), также обнаружено 8 видов отд. *Chrysophyta*, 2 вида *Euglenopta* и 1 - отд. *Chlorophyta*

Для удобства анализа пространственного распределения планктонных и бентосных сообществ обследованная акватория была разделена, как и в 1990г., на 7 районов: западный, прилегающий к о.Медвежьему; юго-западный, находящийся между о.Медвежьим и побережьем материка; центральный, расположенный к востоку от о.Медвежьего; восточный, расположенный в мористой части

разреза от п-ва Канин Нос в открытое море; юго-восточный, находящийся в юго-восточной части моря; южный, расположенный мористее Горла Белого моря, и район разреза от п-ва Канин Нос до п-ва Святой Нос.

Весной численность и биомасса фитопланктона были невысокими: 61 тыс.кл./л и 19,2 мг/куб.м, соответственно. Массовое развитие имели диатомовые водоросли, которые были представлены 39 видами и составляли 63% от общей численности фитопланктона и 54% от его биомассы. Широко был представлен холодолюбивый комплекс диатомей *Fragilaria oceanica*, роды *Thalassiosira*, *Chaetoceros*, *Nitzschia*, а также перидиниевые водоросли, среди которых преобладали *Chilomonas marina*, *Gymnodinium wulffii*, *Euxviella baltica* и водоросли р. *Gymnodinium*. Пиррофитовые водоросли (29 видов) составляли 31% от общей численности и 44% от общей биомассы. Тип *Chrysophyta* был представлен 7 видами, а представители *Chlorophyta* и *Euglenophyta* встречались эпизодически.

Распределение фитопланктона по обследованным акваториям было неравномерным. Максимальные количественные показатели развития фитопланктона выявлены в западном районе моря близ о.Медвежий: на глубине 50 м установлена численность 20,9 тыс. кл./л, в поверхностном слое вод биомасса 110,9 мг/куб.м. Минимальные количественные характеристики оказались приурочены к центральному району моря: на горизонте 50 м численность и биомасса фитопланктона здесь составили соответственно 0,7 тыс. кл./л и 1,8 мг/куб.м. Вертикальное распределение фитопланктона во всех обследованных акваториях весной было довольно однородным.

Средняя по морю общая численность фитопланктона составила 6,1 тыс.кл./л, средняя биомасса - 19,2 мг/куб.м.

Индекс Шеннона, характеризующий сбалансированность фитоценоза, изменялся весной в целом по морю от 2,33 до 3,67, составляя в среднем 3,13, что указывает на благополучное состояние фитопланктона.

Средняя концентрация хлорофилла "а" (0,2 мкг/л), определенная в весенний период, оказалась типичной для начального периода развития фитопланктона, однако следует отметить, что в

1991г. значения ее оказались несколько более высокими, чем установленные в аналогичные периоды 1989 и 1990гг. Вероятно, это было связано с большим прогревом воды в 1991г. (примерно на 1°C), а также с несколько большей солнечной радиацией в период, предшествующий съемке. Максимальные значения концентрации хлорофилла "а" зафиксированы в юго-западном и юго-восточном районах моря. Отметим, что в этих же районах выявлены пониженные (по сравнению с центральной частью моря) концентрации биогенных элементов.

Обобщенные результаты исследований с привлечением материалов предыдущих лет свидетельствуют о том, что температурный оптимум для инициации весенней вспышки фитопланктона в Баренцевом море составляет $+4...+5^{\circ}\text{C}$, однако весенняя вегетация начинается уже при температуре $-1...0^{\circ}\text{C}$. Весенняя вспышка фитопланктона начинается, когда суточные значения суммарной солнечной радиации Q_0 достигают 400 кал/кв.м. , что в широтах Баренцева моря происходит в начале марта. Таким образом, в период проведения работ весной 1991г. ни температура, ни солнечный свет не лимитировали развития фитопланктона и, как показали результаты исследований, наращивание биомассы фитопланктона происходило линейно. Однако было отмечено, что активизация фотосинтеза фитопланктона в южной части моря наступала не одновременно по всей широте, а происходила в первую очередь в юго-западном и юго-восточном районах и имела векторы, совпадающие с направлениями основных течений. Эти данные свидетельствуют о том, что вегетацию фитопланктона в Баренцевом море иницируют не только температура воды, освещенность и концентрация биогенов, но и какие-то дополнительные факторы. Вероятно, свою роль при этом играют различия в видовом составе фитопланктона и особенности динамики водных масс.

В летний период в фитопланктоне открытого моря доминировали перидинии: они составили 49% от общей численности и 88% от общей биомассы фитопланктона. Эта группа была представлена 48 видами и разновидностями. Выявлена вспышка численности золотистой водоросли *Pontosphaera huxlevi* (в некоторых пробах она составляла до 93%), за счет чего доля *Chrysophyta* возросла с 6% от общей численности (весной) до 35% (летом). Доля *Bacil-*

lariorphyta летом составила 15% от численности и 9% от биомассы, всего определено 22 вида диатомей.

Летом были отмечены значительные колебания количественных и качественных характеристик фитопланктона по обследованным акваториям. Наименьшее количественное развитие фитопланктона оказалось характерным для западного района: на глубине 50 м вблизи о. Медвежий численность и биомасса фитопланктона составили соответственно 2,0 тыс.кл/л и 7,2 мг/куб.м; максимальные показатели численности - 192,8 тыс.кл/л - выявлены в поверхностном слое вод южного района, а биомассы - 1658 мг/куб.м - в том же горизонте центрального района. Средние показатели численности и биомассы фитопланктона возросли по сравнению с весной соответственно в 4,4 и 20 раз и составили 26,9 тыс. кл/л и 391,7 мг/куб.м.

Для юго-восточного и южного районов оказалось характерным некоторое снижение численности водорослей с увеличением глубины, в остальных обследованных акваториях вертикальное распределение фитопланктона было довольно равномерным.

В зоне смешивания баренцевоморских и беломорских вод (на разрезе Канин Нос - Святой Нос) состав фитоценозов был специфическим: в центральной части разреза доминировали диатомей *Leptocylindrus minimus* (67% от численности и 64% от биомассы), водоросли рода *Rhizosolenia*, а вблизи м.Канин Нос - перидиней *Gymnodinium arcticum*, *Peridinium bulla* (67% от численности и 96% от биомассы).

Значения биотического индекса Шеннона в летний период во всех обследованных акваториях, за исключением юго-восточного района, оказались довольно высокими и составили в среднем 3,08. В совокупности с другими показателями это свидетельствует о сбалансированности фитоценозов Баренцева моря и их устойчивости к антропогенному воздействию. Для юго-восточного района значения индекса Шеннона оказались гораздо ниже и составили в среднем 1,53. Здесь также выявлено массовое развитие водоросли *Pontosphaera huxlevi* - она достигала 71% от общей численности фитопланктона. Эти факты указывают на некоторую разбалансированность фитоценозов в юго-восточной части Баренцева моря, вызванную, по-видимому, антропогенным воздействием (см. также раздел "Микробиологические показатели").

В целом результаты наблюдений, выполненных в 1991г., показывают, что изменения количественных характеристик фитоценов открытой части Баренцева моря не превышали уровней естественных сезонных колебаний. Особенности года можно считать, во-первых, более раннее, по сравнению с 1990г., начало весенней вегетации фитопланктона в юго-западном и юго-восточном районах; во-вторых, более выраженное отставание вспышки численности фитопланктона в центральном районе открытой части моря по сравнению с западным и восточным районами.

В Кольском заливе исследования фитопланктона были выполнены в 1990-1991гг. ежемесячно на водпосту "Мурманск". В настоящий раздел вошли также результаты обследований всей акватории залива в августе 1990г. •

Ежемесячные наблюдения на в/п "Мурманск" показали, что по сравнению с 1989г. средняя численность фитопланктона за два последующих года уменьшилась примерно в 2 раза, также отмечено некоторое снижение среднегодовых значений биомассы фитопланктона. Об ухудшении состояния фитоценоа наиболее наглядно свидетельствует уменьшение видового состава фитопланктона: в 1989 г. в районе водпоста в течение года было определено 72 вида, в 1990г. - 68, в 1991г. - лишь 44 вида (таблица У.1).

Как и в предыдущий год, в 1990-1991гг. в составе фитопланктона доминировали диатомовые водоросли (66% от общей численности). В сезонном развитии фитопланктона в 1990г. выявлен один пик в июле с максимальными значениями численности 92 тыс. кл/л и биомассы 202,7 мг-куб.м, в 1991г. подобного рода пик отсутствовал и повышение численности фитопланктона в летние месяцы происходило более плавно. Отметим, что до 1989 года летний пик численности фитопланктона был связан с массовым развитием эвгленовых водорослей, а в 1989г. произошла смена доминирующих форм фитопланктона: ими стали колониальные диатомеи.

По результатам съемки, выполненной в августе 1990г., в Кольском заливе в целом выявлено 108 видов и разновидностей фитопланктона: отд. *Euglenophyta* - 48 видов, отд. *Bacillariophyta* - 42, отд. *Chrysophyta* - 9, отд. *Chlorophyta* - 5, отд. *Cyanophyta* - 3 и отд. *Euglenophyta* - 1 вид.

Таблица У.1

Характеристика сезонных и межгодовых изменений средних значений основных количественных показателей состояния фитопланктона (количество видов; индекс Шеннона - Shp ; численность - Np , тыс.кл/л; биомасса - Bp , мг/куб.м) на в/п "Мурманск" (Кольский залив Баренцева моря) в 1990-1991гг.

Год, сезон	Число проб	Количество видов	Shp	Np	Bp
1990					
зима	3	7-9	2,29	4,000	4,0
весна	2	10-25	3,56	7,150	37,0
лето	3	17-28	3,52	53,600	130,0
осень	4	7-20	3,01	9,650	44,0
За год	12	всего 68	3,05	18,800	54,6
1991					
зима	3	6-7	2,26	4,133	5,0
весна	2	8-17	2,85	18,900	37,0
лето	3	17-18	2,86	46,467	117,0
осень	4	7-15	2,26	6,975	12,0
За год	12	всего 44	2,51	18,125	40,6

В среднем по заливу количественные характеристики фитопланктона в 1990г. оказались невысокими: средняя численность составила 16,4 тыс.кл/л, средняя биомасса - 48,2 мг/куб.м. Эти показатели оказались ниже установленных в 1988г. соответственно в 21 и 3 раза. Однако это снижение количественных показателей объясняется, по-видимому, не ухудшением состояния фитоценоза, а разницей в сроках выполнения наблюдений: в 1988г. пробы были

отобраны в начале августа, а в 1990г. – в конце, когда летний пик максимума шел на убыль.

Распределение фитопланктона по обследованным акваториям залива в августе 1990г. было неравномерным: в южной кутовой и северной частях залива численность и биомасса фитопланктона оказались выше, чем в центральной (средней) его части.

Повышенные значения численности фитопланктона в кутовой части залива обусловлены сильным распреснением вод в результате влияния речного стока, поэтому здесь доминировали более многочисленными, чем морские, пресноводные и солоноватоводные виды. Наиболее развитыми в количественном отношении оказались диатомовые водоросли – они составили 53% от общей численности фитопланктона. Всего здесь было определено 57 видов водорослей, индекс Шеннона в среднем составил 3,11. По сравнению с 1988г.

В центральной (средней) части залива в августе 1990г. доминировали перидиниевые водоросли – 36% от общей численности, золотистые и диатомовые водоросли составили 27% и 26% соответственно. Всего было определено 50 видов, индекс Шеннона составил в среднем 2,80. Состояние фитоценоза по сравнению с 1988г. несколько улучшилось.

В открытой (утьевой) части залива доминировали перидинии, составившие 39% от общей численности и 80% от биомассы. В основном это были крупные представители р. *Ceratium* (39% от общей биомассы). Здесь определено наибольшее количество видов – 75, среднее значение индекса Шеннона составило 2,98.

У.2.2.2. Зоопланктон

В 1991г. в открытой части Баренцева моря исследования зоопланктона были проведены в марте–апреле и июле–августе. Видовой состав зоопланктона в обследованных районах моря оказался довольно разнообразным, в нем было ярко выражено доминирование немногих видов копепоид: *Oithona similis*, *Calanus finmarchicus*, *Microcalanus pusillus*.

Сезонная динамика доминирующих видов и количественное развитие зоопланктона были тесно связаны с изменением гидрологических

условий. Весной в пробах присутствовало много личинок донных животных, науплий, яиц копепод; летом в большом количестве обитали медузы, гребневники.

В южном районе моря (расположение условных районов описано в предыдущем разделе - "Фитопланктон...") весной средние значения численности и биомассы зоопланктона оказались низкими и составили соответственно 48 экз/куб.м и 3,92 мг/куб.м. По сравнению с аналогичным периодом 1990г. эти показатели уменьшились соответственно в 1,4 и 5 раз. Значения индекса Шеннона изменялись в пределах 0,94-2,48. Летом разнообразие зоопланктона в южном районе повысилось с 24 до 35 видов, численность по сравнению с весной возросла в 10, биомасса - в 4 раза. Колебания индекса Шеннона по району составили 0,25-2,52. По сравнению с 1990г. летом 1991г. показатели количественного развития зоопланктона остались на прежнем уровне, доминирующие виды не изменились - ими по-прежнему оставались *Oithona similis* и *Calanus finmarchicus*.

В юго-западном районе весной были отмечены наиболее низкие показатели развития зоопланктона среди всех обследованных акваторий Баренцева моря: численность 3-73 экз/куб.м, биомасса 0,21-2,12 мг/куб.м, видовое разнообразие - 19 видов. Однако в летний период все эти параметры возросли и достигли уровней значений, средних для всего моря. Число видов увеличилось до 35, численность возросла до 225 экз/куб.м, биомасса - до 22,2 мг/куб.м. По сравнению с аналогичным периодом 1989г. численность и биомасса зоопланктона возросли соответственно в 2 и 3 раза, число видов в 1,3 раза. Массовые виды остались теми же - *Oithona similis*, *Calanus finmarchicus*.

В западном районе в летний период (весной наблюдения не проводились) видовой состав и средние показатели количественного развития зоопланктона были почти такими же, как в юго-западном районе. Численность зоопланктона изменялась от 82 до 785 экз/куб.м, биомасса - от 2,82 до 49,11 мг/куб.м. По численности доминировали *Oithona similis*, *Pseudocalanus elongatus*, по биомассе - *Calanus finmarchicus*. Несмотря на достаточно большое количество видов (35), индекс Шеннона был относительно невелик и составил в среднем 2,08. По сравнению с

аналогичным периодом 1990г., средние значения численности и биомассы зоопланктона увеличились соответственно в 1,3 и 9 раз.

Центральный район характеризовался весной невысокими количественными характеристиками зоопланктона и неравномерным вертикальным распределением его: с глубиной численность значительно снижалась. Летом видовое разнообразие повышалось до 39 видов и оказалось самым высоким из всех обследованных акваторий моря, биомасса возросла с 2,47 до 6,43 мг/куб.м. По численности как весной, так и летом доминировали мелкие *Oithona similis*, субдоминировал *Pseudocalanus elongatus*. По биомассе доминировали копепоидные стадии *Calanus finmarchicus*. По сравнению с 1990г. численность и биомасса зоопланктона в центральном районе уменьшились соответственно в 1,2 и 3 раза, видовое разнообразие, напротив, значительно увеличилось.

В юго-восточном районе моря весной количественные характеристики зоопланктона были наиболее высокими за счет массового присутствия в пробах науплиев усногих ракообразных, которые составляли 70% численности и 77% биомассы. Летом в связи с активным размножением мелких ракообразных (*Oithona similis*, *Pseudocalanus* sp.) численность зоопланктона возросла в 1,3 раза, а биомасса понизилась в 2,4 раза. По сравнению с аналогичным периодом 1990г. количественные показатели зоопланктона в юго-восточном районе моря понизились: численность – в три, биомасса – в два раза, видовое разнообразие также несколько уменьшилось.

Анализ результатов наблюдений за состоянием зоопланктона в открытой части Баренцева моря позволяет сделать вывод о том, что в целом состояние зооцены в 1991г. оставалось стабильным и благополучным. Видовой состав и состав доминирующих видов в течение длительного времени (с 1976г.) практически не меняется, колебания численности и биомассы зоопланктона не выходят за рамки естественных межсезонных и межгодовых вариаций.

В Кольском заливе распределение зоопланктона по акватории в летний период было неравномерным. Наиболее высокие значения численности и биомассы зоопланктона – соответственно, 880 экз/куб.м и 22,45 мг/куб.м – выявлены в южной, кутовой части залива, но видовое разнообразие здесь было невелико – всего 18 ви-

дов и групп. В других обследованных акваториях средние значения численности и биомассы составили соответственно 698 экз./куб.м; 36 мг/куб.м (в центральной части залива) и 703 экз./куб.м, 15,06 мг/куб.м (в северной части). Число таксонов здесь составило соответственно 29 и 22.

В северной и южной частях залива по численности доминировала *Oithona similis* (41-75%), в центральной (средней) - личинки двусторчатых моллюсков (55%). Основную долю биомассы составили копеподитные стадии *Calanus finmarchicus* (до 60%), в южной части залива по биомассе доминировали личинки *Bivalvia* (54%). По сравнению с 1990г. численность и биомасса зоопланктона в южной части залива возросли соответственно в 2 и 1,4 раза; в центральной части численность увеличилась в 1,5 раза, биомасса не изменилась; в северной части численность зоопланктона незначительно увеличилась (в 1,1 раза), однако биомасса понизилась в 1,7 раза. В целом по заливу видовое разнообразие зоопланктона несколько увеличилось, доминирующие формы остались прежними.

Сезонные изменения состава и количественных показателей зооцены могут быть прослежены по результатам ежемесячных наблюдений на водпосту "Мурманск". Максимальные значения численности (4594 экз./куб.м) и биомассы (134,55 мг/куб.м) наблюдались в июне-августе, когда доминировали *O. similis*, *Pseudocalanus elongatus*, личинки *Bivalvia*. Те же виды копепод составляли основу зооцены осенью и зимой. Весенний период характеризовался самыми низкими средними значениями численности (373 экз./куб.м) и биомассы (14,58 мг/куб.м) зоопланктона, в котором доминировали меропланктонные организмы - младшие возрастные стадии донных животных (личинки полихет и науплии усоногих рачков). В течение последних двух лет в районе водпоста, где сообщества гидробионтов испытывают существенное влияние сточных вод города, наблюдается постоянное снижение количественных показателей зоопланктона.

В целом по заливу состояние зоопланктона может быть оценено, как удовлетворительное. Резких колебаний численности, биомассы, изменений видового состава, выходящих за рамки естественных межсезонных и межгодовых вариаций, за длительный период наблюде-

ний (с 1976г.) не отмечено. Проявления последствий антропогенного воздействия на зоопланктон, выражающиеся в незначительном снижении видового разнообразия, массовом развитии устойчивых и загрязнению форм зоопланктона, наблюдались в локальных участках в кутовой части залива, в прибрежной зоне в местах сбросов сточных вод.

В Мотовском заливе интенсивный водообмен с открытыми районами моря обуславливает относительно равномерное распределение зоопланктона по акватории. В 1991г. наблюдения были проведены в августе. Средняя численность зоопланктона составила 796 экз/куб.м, биомасса – 30 мг/куб.м; всего выявлено 29 видов и групп беспозвоночных. По сравнению с августом 1990г. биомасса снизилась в 1,7 раза, численность зоопланктона возросла в 1,2 раза, видовое разнообразие несколько уменьшилось (с 31 до 29 видов и форм). Индекс Шеннона не превышал 1.

Во всех обследованных акваториях залива от поверхности до дна по численности доминировали мелкие копепоиды *Oithona similis* (81%), на глубинах более 25 м основную часть биомассы составили копепоидные стадии *Calanus finmarchicus* (60%). Самая низкая концентрация зоопланктона – с биомассой 8,48 мг/куб.м – отмечена в центральной части залива в районе локального скопления арктической медузы *Cyanea vericarium*.

Из особенностей развития зоопланктона в заливе в 1991г. следует отметить появление в небольших количествах личинок видов *Вереа cuscumis* и *Agathidium digitale*, которые в предыдущие годы наблюдений не встречались.

Как и в предыдущие годы, в кутовой части залива количественные показатели зоопланктона были выше, чем в мористой. В целом состояние зооценоза Мотовского залива по-прежнему остается благополучным.

В Личинской губе при относительно высоком видовом разнообразии (27 видов и групп беспозвоночных) количественные показатели зоопланктона в 1991г. были очень низкими: средняя численность составила 545 экз/куб.м, средняя биомасса – 10 мг/куб.м. Основную долю численности в зооценозе составляла *Oithona similis* (до 68%), основную долю биомассы – IV-V копепоидные стадии *Calanus finmarchicus* (48%), в кутовой части – личинки *Bivalvia*.

Распределение зоопланктона по акватории губы было неравномерным. По мере продвижения из кутовой части к устью наблюдалось уменьшение численности планктеров при одновременном увеличении биомассы и повышении видового разнообразия. Наибольшая плотность зоопланктона была характерна для поверхностного слоя вод 0-10 м, с увеличением глубины численность его понижалась, а биомасса увеличивалась.

Видовой состав зоопланктона в губе на протяжении последних лет изменялся незначительно. Количественные показатели, резко снизившиеся (в 10 раз) в 1988г., последние три года практически не меняются, варьируя в пределах: средняя численность - 450-1300 экз/куб.м, средняя биомасса - 8-23 мг/куб.м.

Зоопланктон Териберской губы характеризовался высоким видовым разнообразием (25 видов и групп). Средняя численность составила 1069 экз/куб.м, средняя биомасса - 11,08 мг/куб.м. По численности доминировали мелкие копеподы *Oithona similis* (84%), по биомассе - возрастные стадии *Calanus finmarchicus* (35%).

Распределение зоопланктона по обследованным участкам губы было неравномерным. Максимум численности (2002 экз/куб.м) и биомассы (20,41 мг/куб.м) отмечен в слое 10-25 м в кутовой части губы.

Из особенностей развития зоопланктона следует отметить присутствие в небольших количествах хищных видов гребневиков, гидромедуз и аппендикулярий, которые в предыдущие годы здесь не обнаруживались.

По сравнению с аналогичным периодом 1990г. количественные характеристики зоопланктона в губе понизились: средние значения численности в 2 раза, биомассы - в 2,6 раза. Возможно, это снижение объясняется выеданием зоопланктона хищниками - гребневиками, аппендикуляриями и др. Видовое разнообразие и состав доминирующих видов не изменились.

В целом состояние зоопланктона в Териберской губе оценивается как благополучное.

У.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ

Пробы зообентоса в открытой части Баренцева моря в 1991 году были отобраны в марте-апреле и в июле-августе. При анализе материалов обследованные акватории были условно разделены на 6 районов, расположение которых описано в разделе "Фито-планктон и фотосинтетические пигменты".

Весной наибольшим видовым разнообразием отличался южный район. Здесь же отмечены максимальные значения численности и биомассы зообентоса (Таблица У.2).

При сравнении данных, полученных в 1991 и 1990 гг. становится очевидным, что наибольшие изменения в состоянии бентоса произошли в центральном районе, где средние значения его численности и биомассы уменьшились соответственно в 3 и 2 раза. В южной части моря оба эти показателя, напротив, примерно вдвое возросли. На разрезе Канин Нос - Святой Нос (граница Баренцева и Белого морей) численность зообентоса практически не изменилась, но его биомасса увеличилась примерно в 5 раз.

Несмотря на изменения количественных параметров, структурный состав бентофауны практически не изменился. Видовое разнообразие осталось прежним. Весной во всех обследованных акваториях доминировали многощетинковые черви - *Polychaeta*, субдоминировали двусторчатые моллюски - *Bivalvia*. На разрезе Канин Нос - Святой Нос выявлено изменение соотношения указанных доминирующих групп, но это отмечалось и в предыдущие годы наблюдений.

В целом структурные показатели и индексы Шеннона указывают на хорошее развитие донных сообществ в обследованных районах Баренцева моря весной 1991г.

Летом видовое разнообразие зообентоса практически не изменилось. Наиболее разнообразными в видовом отношении оказались донные сообщества северо-западного района.

При анализе сезонной динамики количественных характеристик бентофауны открытой части моря в 1991г. установлено, что наиболее заметный прирост средней плотности бентофауны произошел в центральной части моря. В западном районе и на разрезе

Таблица У.2

Значения численности (N, экз/кв.м) и биомассы (B, г/кв.м) зообентоса в отдельных районах Баренцева моря весной 1990 и 1991г.

Район	Год	К-во проб	К-во видов: мин-макс	N	B
				мин-макс/средн	мин-макс/сред
Южный	1990	6	12-35	88-392 / 272	4-231/59
	1991	6	15-35	136-952 / 584	4-525/114
Централь- ный	1990	3	13-24	156-1256/ 766	15-107/67
	1991	2	18	228-252 / 240	21-46 /33
Канин Нос- Святой Нос	1990	4	8-20	72-372/ 150	4-23 / 9
	1991	4	12-17	48-268/ 118	11-109/47

Канин Нос - Святой Нос изменение этих показателей было незначительным, а в южной части летом произошло их снижение.

Межгодовая динамика численности и биомассы (Таблица У.3) также носила сложный характер. Средние плотности поселения донных организмов в южной, центральной и юго-западной частях моря уменьшились, а в западном и на разрезе Канин Нос - Святой Нос возросли по сравнению с прошлым годом. Абсолютные значения биомассы изменились мало.

Значения информационных индексов Шеннона летом оставались на высоком уровне, что в совокупности с остальными характеристиками зообентоса свидетельствует о благополучном состоянии донных сообществ моря.

В Кольском заливе в районе водпоста "Мурманск" пробы отбирали над илами, сильно загрязненными сточными водами. Изменений количественных показателей зообентоса здесь по сравнению с прошлым годом практически не произошло. Численность почти не изменилась, биомасса увеличилась в 1,6 раза, видовое разнообразие осталось на прежнем уровне. Численность и биомасса организмов довольно равномерно увеличивалась от зимы до лета вклю-

чительно, а осенью несколько понижалась. Доминировали полихеты, составляя в среднем 96% общей численности зообентоса. Значительно меньшую роль играли двустворчатые и брихоногие моллюски, а также немертины.

Таблица У.3
Основные количественные характеристики бентофауны
некоторых районов Баренцева моря летом 1990 и 1991 гг.
(N - численность, экз/кв.м; В - биомасса, г/кв.м)

Район	Год	К-во проб	К-во видов: мин-макс	N мин-макс/средн	В мин-макс/средн
Запад- ный	1990	10	8-30	40-476/143	1-123/30
	1991	8	14-25	84-412/203	9-194/50
Юго-За- падный	1990	6	12-21	116-848/433	9-156/62
	1991	10	14-21	180-948/395	13-75/39
Южный	1990	13	25-49	556-1720/990	11-403/98
	1991	10	18-33	148-1056/449	27-157/59
Централь- ный	1990	13	10-24	216-2232/786	45-159/100
	1991	7	17-22	184-1764/738	56-345/147
Канин Нос Святой Нос	1990	6	13-22	68-316/142	5-167/73
	1991	5	13-22	92-404/212	9-130/50

На остальной части акватории Кольского залива по сравнению с 1990 годом также не произошло существенных изменений: средняя численность зообентоса уменьшилась в 1,6 раза, биомасса осталась на прежнем уровне (Таблица У.4).

Таблица У.4

Основные количественные характеристики бентофауны

Кольского залива летом 1990 и 1991 гг.

(N - численность, экз/кв.м; В - биомасса, г/кв.м)

Часть залива	Год	К-во проб	К-во видов: мин-макс	N мин-макс/средн	В мин-макс/средн
Кутовая	1990	7	17-28	760-3584/1858	82-351/191
	1991	4	17-23	512-2008/1381	30-263/171
Средняя	1990	4	6-15	52-208/132	7-28/16
	1991	4	7-15	200-236/216	21-112/45
Открытая	1990	3	15-26	120-572/304	1-54/40
	1991	3	12-30	92-372/248	34-107/68
Весь залив	1990	14	6-28	52-3584/1032	7-351/109
	1991	11	7-30	92-2008/648	21-263/98

Изменения затронули структуру качественного состава бентофауны. В кутовой части вновь восстановилось доминирование полихет (вместо двустворчатых моллюсков в 1990 году). Информационные индексы Шеннона по сравнению с прошлым годом практически не изменились. В средней части залива численность и биомасса, а также значения видового разнообразия оказались минимальными, что свидетельствует о неблагоприятных условиях существования зообентоса. В кутовой и открытой частях залива состояние зообентоса может быть признано удовлетворительным.

В Мотовском заливе продолжалось увеличение численности населения дна. По сравнению с предыдущим годом средняя численность возросла с 300 до 435 экз/кв.м, а биомасса - с 53 до 94 г/кв.м. Доминировали, как и в предыдущем году, полихеты, в значительном количестве встречались также двустворчатые моллюски, брюхоногие моллюски, кумовые раки и немертины. Высокие

количественные характеристики, большое видовое разнообразие указывают на то, что экологическая ситуация в заливе продолжает улучшаться.

В Печенгской губе численность зообентоса осталась на прежнем уровне, а биомасса увеличилась в 2,6 раза. Ведущую роль в составе донного населения играли полихеты и двусторчатые моллюски, вновь стали обычными морские звезды. В средней части Печенгской губы состояние сообществ было угнетенным, а в ее кутовой и открытой частях – удовлетворительным.

В Териберской губе значительно возросли численность и биомасса донного населения. Доминировали полихеты, кроме них значительную роль в сообществах играли морские звезды. Резкий рост численности и биомассы привел к дисбалансу структуры зообентоса Териберской губы, в связи с чем резко упал индекс видового разнообразия Шеннона: с 3,62 до 1,97. Происходящие процессы, видимо, носят естественный характер, и состояние сообществ можно признать удовлетворительным. Однако, уязвимость донных сообществ в настоящее время резко возросла, и увеличение антропогенной нагрузки может привести к их деградации.

У.2.4. Загрязняющие вещества в биоте

В 1991г. были проведены исследования аккумуляции хлорорганических пестицидов (ХОП) и полихлорированных бифенилов (ПХБ) гидробионтами. В открытой части моря (разрез Канин Нос-Святой Нос) были отловлены в качестве объектов анализа рыбы: три экземпляра песчанки обыкновенной (*Ammodytes hexapterus*) и одна мелкая особь семейства камбаловых. Из них были приготовлены две пробы для анализа. В Кольском заливе вблизи водпоста "Мурманск" была отловлена крупная морская звезда – *Asterias* sp., у которой были проанализированы лишь мягкие ткани, и один морской бычок, из которого были приготовлены препараты мышц и печени. Все пробы анализировались в двух повторностях методом хроматографии, усредненные результаты анализа представлены в таблице У.5.

Таблица У.5

Содержание ХОП и ПХБ (мг/г живой массы)
в тканях гидробионтов Баренцева моря в 1991г.

Объект	Место отбора	Дата отбора	Сумма ПХБ	Х О П				
				альфа ГХПГ	гамма ГХПГ	-ДДЭ	-ДДД	-ДДТ
Ammodontes hexapartus (целая)	разрез Канин Нос Святой Нос	29.03. 1991г.	54,4	0,0	1,0	2,2	0,6	2,9
Бычок (мышцы)	Кольский залив	09.04. 1991г.	217,8	0,0	0,0	10,9	0,5	5,0
Бычок (печень)	Кольский залив	09.04. 1991г.	6868,1	1,1	0,0	229,7	63,5	170,4
Asterias sp. (мягкие ткани)	Кольский залив	09.04	1819,7	0,9	0,6	85,8	0,0	103,9

Для сравнения укажем, что содержание органических загрязняющих веществ в воде Баренцева моря было очень низким: в открытой части моря выявлен только гексахлоран в концентрациях 1-3 мг/л, в кутовой части Кольского залива его содержание составило в среднем 3-5 мг/л. ДДТ и ПХБ в воде не обнаружены, но в донных отложениях кутовой части залива концентрация ДДТ

и его аналогов оказалась значительной - от 10 до 120 нг/г сухого грунта. Средняя концентрация ПХБ в грунтах достигала 100 нг/г абс.сухого грунта (в 1988г. составляла 130 нг/г сух. грунта).

Анализ полученных результатов показывает, что накопления в гидробионтах альфа- и гамма-ГХЦГ не происходит, концентрация этих веществ в тканях животных находится на уровне чувствительности метода их обнаружения.

ДДТ и ПХБ имеют заметную тенденцию к накоплению в грунтах и тканях гидробионтов, причем ПХБ аккумулируются в тканях организмов в гораздо большей степени, чем ДДТ.

Из проанализированных тканей самые высокие уровни накопления органических ЗВ обнаружены в печени. Отметим, что в 1990 г. в ходе аналогичных экспериментов максимум накопления ПХБ (329 нг/г) был выявлен также в печени - у пикши.

У.3. Оценка состояния экосистем

Результаты наблюдений, выполненных в 1991г., свидетельствуют о том, что по сравнению с предыдущими годами в открытых водах Баренцева моря существенных изменений в состоянии планктонных и бентосных сообществ не произошло. Отмеченные на отдельных участках обследованной акватории незначительные вариации количественных характеристик биоценозов не выходили за рамки естественных сезонных колебаний, характерных для Баренцева моря. Повышенное содержание сапрофитной микрофлоры и возросшая по сравнению с 1990г. численность зоопланктона в центральной части моря в летний период была обусловлена более поздней весенней вспышкой фитопланктона в этом районе, завершившейся в канун проведения съемки. По данным микробиологических наблюдений, в южном районе моря начинают проявляться негативные последствия антропогенного влияния, не распространившиеся еще пока, однако, на другие биотические компоненты экосистем - состояние планктонных и бентосных сообществ здесь остается по-прежнему благополучным. В целом состояние экосистем во всех обследованных акваториях открытой части Баренцева моря можно оценить как стабильное.

98

Результаты подтвердили наличие интенсивной антропогенной нагрузки на биоценозы Кольского залива. Наиболее ярко негативные последствия антропогенного воздействия проявляются на акватории залива, лежащей в границах города - в районе водпоста "Мурманск", где состояние экосистемы оценивается как катастрофическое. На остальных обследованных акваториях залива также отмечено низкое видовое разнообразие планктонных и бентосных сообществ, резко выраженное доминирование отдельных наиболее устойчивых к загрязнению форм. Состояние экосистем в заливе в целом оценивается как критическое.

В остальных обследованных прибрежных акваториях Баренцева моря (Мотовский залив, Печенгская, Териберская губы) прослеживаются негативные последствия антропогенного воздействия, но выражены они более слабо, чем в Кольском заливе. Состояние экосистем в целом может быть оценено как переходное от стабильного к критическому.

VI. БЕЛОЕ МОРЕ

Белое море – внутреннее море Северного Ледовитого океана, расположенное у северных берегов европейской части России между Кольским и Каниным полуостровами. На севере соединяется с Баренцевым морем. Площадь бассейна – 90 тыс. кв. км. Наибольшая глубина – 350 м. Северо-западные берега моря высокие и скалистые, юго-восточные – пологие и низкие. Крупные заливы: Мезенский, Двинский, Онежский, Канда拉克шский. Наиболее крупные острова: Соловецкие. Впадают крупные реки – Северная Двина, Онега, Мезень. Зимой покрыто льдом. Главные города: Архангельск, Онега, Кемь, Канда拉克ша.

Первые сведения об исследовании Белого моря относятся к 80-м годам прошлого века. Систематические гидрологические и гидрохимические наблюдения во всей акватории Белого моря начаты в конце 50-х годов Севгидрометом. Постоянные гидробиологические наблюдения в рамках ОГСН осуществляются с 1977г. При составлении обзора использованы результаты наблюдений, выполненных специалистами Севгидромета в 1991г.

VI.1. Краткая характеристика экосистем и состояние их загрязнения

Белому морю свойственен большой материковый сток, определяющий многие существенные особенности моря. Для Белого моря характерна трехслойная вертикальная структура вод: поверхностные распресненные, промежуточные и глубинные соленые. Несмотря на обильный речной сток и выраженную стратификацию, Белое море отличается хорошей вентиляцией глубинных вод за счет интенсивного водообмена с Баренцевым морем. Белое море – приливное. В связи с этим поверхностные течения формируются под влиянием ветрового и речного стока, а также под воздействием приливов. Климат Белого моря переходный от океанического к материковому. Влияние океана и суши проявляется во все времена года. Зима на Белом море продолжительная и суровая. Лето прохладное и умеренно влажное.

Характерными чертами формирования гидрохимического режима Белого моря являются: суровые климатические условия, определяющие короткий вегетационный период; мощный материковый сток, обогащенный органическим веществом; интенсивный водообмен с Баренцевым морем; расчлененность моря на отдельные районы, отличающиеся по морфометрии, динамике вод, степени влияния речного стока; трехслойная гидрологическая структура глубоководной части моря и т.д.

Большая часть толщи вод Белого моря занята мощным слоем сравнительно однородной соленой и холодной воды. Поверхностная водная масса глубоководной части отличается значительным прогревом в теплое время года, характеризуется пониженной соленостью (в среднем 23 ‰) и щелочностью, пересыщением вод кислородом и значительным содержанием органического вещества. В среднем в форме органических соединений в море находится около 90% связанного азота и 40% фосфора. В промежуточной водной массе соленость, щелочность и концентрация биогенных элементов несколько ниже по сравнению с поверхностным слоем. Промежуточные водные массы отличаются максимальными концентрациями нитратного азота, уменьшением с глубиной аммонийного азота и возрастанием нитратного азота и фосфора. Воды промежуточного слоя отличаются наиболее высоким для Белого моря БПК₅. Глубинная водная масса характеризуется максимальной для Белого моря соленостью и щелочностью, минимальной температурой, пониженной концентрацией растворенного кислорода, высоким содержанием минеральных соединений азота и фосфора, низкими значениями органического вещества.

Заливы Белого моря характеризуются своеобразием гидрологических и гидрохимических свойств. Структура этих свойств в глубоководной части Кандалакшского залива соответствует структуре Бассейна. Двинский залив характеризуется двухслойной структурой – опресненной водами Северной Двины и подстилающей, представленной трансформированными промежуточными водами глубинной части моря. Воды Онежского, Мезенского заливов, Горла и Воронки представляют собой весьма однородную по вертикали массу. Вся водная толща Онежского и Мезенского заливов подвергается влиянию речного стока. Особенности – низкая щелочность, пониженные значения pH, высокие концентрации био-

генных элементов. Для Горла Белого моря характерны значительные горизонтальные градиенты гидрохимических характеристик. Западная часть Горла отличается от восточной повышенной соленостью, щелочностью, повышенным содержанием растворенного кислорода.

Главным источником загрязнения моря является речной сток, с которым поступает основная масса ЗВ от целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих комбинатов, предприятий Министерства топлива и энергетики РФ, Роснефтепродукта, Минсельхоза РФ, Минжилкомхоза РФ, ММФ. За 1991г. с речными водами в море поступило 3900 т нефтепродуктов, 1435 т СПАВ, 21 т фенолов, 0,297 т ХОП; со сточными водами прибрежных предприятий и городов в море поступило 52 т нефтепродуктов, 51 т СПАВ, 1 фенолов; при аварийных разливах с судов - 13 т нефтепродуктов. По сравнению с 1990г. сброс нефтепродуктов снизился на 1227 т, фенолов - на 30 т, ХОП - на 0,53 т, а поступление СПАВ увеличилось на 502 т. Белое море относится к наиболее чистым морям России. Как и в 1990г., воды открытых районов моря и практически всех заливов классифицируются по гидрохимическим показателям как "чистые".

Среднее содержание НУ в водах всех контролируемых акваторий в 1991г. было менее 1 ПДК, фенолов - ниже уровня определения, несколько возросло содержание СПАВ в Двинском, Онежском и Канда拉克шском заливах: с 0,2 до 0,5 - 0,7 ПДК. Среднее содержание альфа- и гамма-ГХПГ во всех районах было на уровне 1-3 нг/л, ДДТ не обнаружены.

В целом за период с 1986 по 1991 год уровень загрязнения в Канда拉克шском заливе, в Бассейне, в Горле и в Воронке моря несколько понизился, в Онежском заливе, напротив, повысился, в Двинском и Мезенском заливах остался без изменения. Следует отметить, что в двух последних заливах с 1989 года отмечается некоторое увеличение концентраций ЗВ, которое, хотя и не достигло максимального уровня 1987-1988 годов, но является значимым.

УП.2. Характеристика экологической ситуации

УП.2.1. Микробиологические показатели

Весной 1991г. были выполнены исследования гетеротрофной

сапрофитной микрофлоры в Двинском, Онежском, Кандалакшском и ~~мезенском~~ заливах, а также в Горле и Бассейне моря. Летом аналогичные наблюдения проведены лишь в Двинском заливе.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что содержание сапрофитных бактерий весной в целом по морю изменялось в широких пределах. Количество их в поверхностном слое воды колебалось от 14 до 1396 кл/мл, в придонном – от 168 до 2026 кл/мл, и в среднем соответственно равнялось 688 и 739 кл/мл.

В мае на отдельных участках моря наблюдался достаточно высокий уровень развития сапрофитной микрофлоры. Например, в Двинском и Онежском заливах содержание сапрофитных бактерий в среднем достигало соответственно 939 и 711 кл/мл, что почти в 1,5 раза превышало значения, характерные для других районов моря. Сравнительно высокая численность сапрофитной микрофлоры в Двинском заливе связана с мощным стоком Северной Двины, воды которой богаты легкоусвояемой органикой. Значительное содержание сапрофитных бактерий в Онежском заливе обусловлено весенним пиком развития и интенсивностью фотосинтеза фитопланктона, в процессе чего окружающая среда обогащается лабильным органическим веществом.

Следует отметить, что содержание сапрофитных бактерий в придонных горизонтах было в 1,2 раза выше, чем в поверхностном слое.

Наблюдения, выполненные летом в Двинском заливе, показали, что содержание сапрофитных бактерий по сравнению с весенним периодом резко снизилось. Количество их в июле в поверхностном слое в среднем составило 384 кл/мл, в придонном – 271 кл/мл. В августе эти значения соответственно равнялись 247 и 319 кл/мл.

Сравнивая результаты, полученные в 1991г., с данными предыдущих лет, нельзя не отметить некоторую тенденцию к увеличению численности сапрофитной микрофлоры в Двинском и Онежском заливах, что может быть первым свидетельством эвтрофикации вод.

VI.2.2. Показатели состояния планктонных сообществ

VI.2.2.1. Фитопланктон и фотосинтетические пигменты

Наблюдения за фитопланктоном и количественное определение хлорофилла в Белом море проводили в мае-июне 1991г., а в Двинском заливе – в конце июля и середине августа.

Общая картина, полученная в результате изучения состояния весеннего фитопланктона, соответствовала результатам предыдущих лет. Всего было обнаружено 49 видов и разновидностей водорослей, из них 45 видов относились к отд. *Bacillariophyta*, 3 вида – к отд. *Pyrrophyta* и 1 вид – к отд. *Chrysophyta*. Наибольшей интенсивностью развития фитопланктона отличались Онежский и Двинский заливы, причем в Двинском заливе максимальное развитие фитопланктона отмечено в конце мая. Фитопланктон открытой части Кандалакшского и Мезенского заливов, Бассейна и Горла был беден количественно и качественно. В кутовой части Двинского залива в конце мая преобладали, как и в предыдущие годы, пресноводные виды: *Melosira granulata* и *Diatoma elongatum*. Эти же виды встречались и в открытой части залива, однако основная масса фитопланктона была представлена морскими формами: *p.p. Chaetoceros* и *Thalassiosira*. Содержание хлорофилла "а" изменилось от 1 до 2,0 мкг/л.

В июне и июле в кутовой части залива отмечено слабое развитие фитопланктона. В составе фитопланктона доминировала эвригалинная пресноводная *Diatoma elongatum*. Более интенсивное развитие фитопланктона наблюдалось в открытой части залива, где доминировал весенний эстуарный вид *Skeletonema costatum*. Содержание хлорофилла "а" колебалось в пределах от 1 до 1,21 мкг/л.

В Онежском заливе в составе фитопланктона в период наблюдения доминировали виды *Skeletonema costatum* и *Melosira arctica*.

В начале июня отмечено слабое развитие фитопланктона и минимальное содержание хлорофилла "а" в Кандалакшском, Мезенском заливах, в Бассейне и Горле Белого моря. В Кандалакшском заливе и Бассейне в незначительных количествах встречались водоросли из *p.p. Coscinodiscus*, *Chaetoceros*, *Ceratium*.

В Мезенском заливе в отдельных пробах встречались бентосные и пресноводные формы водорослей.

VI.2.2.2. Зоопланктон

Состав и уровни количественного развития зоопланктона в Белом море существенно колебались в течение года. В различных районах особенности зооценов определялись взаимодействием морского и неритического комплексов гидробионтов. В 1991 году исследования зоопланктона наиболее подробно проводились в Двинском заливе: с мая по август, на остальной акватории проводились разовые съемки в летний период (июнь).

В Бассейне моря в период проведения исследований численность зоопланктона колебалась в пределах 5600–36000 экз/куб.м, а биомасса – 155,2–967,2 мг/куб.м, при средних значениях этих показателей 22000 экз. и 450 мг/куб.м. Это несколько выше значений, установленных летом 1989 и 1990 гг. Видовой состав зоопланктона в этом районе на протяжении длительного периода оставался стабильным; доминировали виды *Oithona similis*, *Microsetella norvegica*.

В Горле моря в зооцено доминировали виды морского комплекса – *Pseudocalanus elongatus*, *Calanus glacialis*. В 1989–1990 гг. в июле в этом районе преобладали мезопланктонные организмы и виды неритического комплекса. Необходимо отметить, что в Горле Белого моря состояние зооцено тесно связано с гидрологическими процессами и зависело от ситуации в прилегающих районах. В 1991 г. количественные показатели зоопланктона были выше, чем в 1989–1990 гг.: средняя численность около 5000 экз/куб.м, средняя биомасса – 180 мг/куб.м.

В Двинском заливе весной в зооцено доминировали *O. similis* и *C. glacialis*, значительную долю численности составляли науплии копепода, отмечены "пятна" высокой численности и биомассы *Chaetognatha*, *Hydromedusae*, планктонных полихет. Численность и биомасса зоопланктона колебались в пределах 5000–10200 экз/куб.м и 108–1595 мг/куб.м соответственно. По сравнению с аналогичным сезоном 1990 г., средние показатели численности зоопланктона снизились, а биомассы возросли.

В летний период в зооцено доминировали *O. similis*.
отдельных районах кутовой части существенную часть составляли *Cladocera* и молодь *Cirripedia*; повсеместно в больших количествах в зоопланктоне присутствовали ранние копеподиты и науплии веслоногих ракообразных. По сравнению с весной численность зоопланктона возросла и достигала максимума в июле; биомасса же в связи с исчезновением из планктона крупных видов морского комплекса постепенно уменьшалась, достигая в августе 30 мг/куб.м. В целом можно отметить некоторое повышение биомассы зоопланктона в 1991г. По сравнению с 1990г. в зооцено весьма значительную роль играл вид *Aetidiopsis* sp.. Состояние зооцено в Двинском заливе благополучное.

В Кандалакшском заливе наблюдения проводили в июне. Видовой состав зоопланктона здесь оказался очень сходным с зоопланктоном Двинского залива. Доминирующий вид - *O. similis*, отмечено массовое присутствие копеподитов и науплиев *Copepoda*. На акватории залива численность зоопланктона варьировала в пределах 10400-25000 экз/куб.м, биомасса - 550-870 мг/куб.м. Средние показатели количественного развития зоопланктона были выше, чем в 1990г.

В Онежском заливе видовой состав зоопланктона представлял смесь морского и неритического комплексов. Во внешней части залива преобладали морские виды (*C. glacialis*, *Temora longicornis*, *Pelonyx*), в кутовой части - неритические и пресноводные виды (личинки донных животных и др.). Численность зоопланктона в июне составляла 6000-8800 экз/куб.м, биомасса 45-678 мг/куб.м и была несколько выше, чем в 1990г.

В Мезенском заливе в наибольшей степени проявляется влияние баренцевоморской фауны. Основную часть зооцено составляли копеподы *Pseudocalanus elongatus*, *C. glacialis*, копеподиты и науплии этих видов. Исследования проводились в открытой части залива, поэтому пресноводные виды в пробах почти полностью отсутствовали. Но, вместе с тем, отмечалось обилие организмов неритического комплекса - меропланктонные личинки *Cirripedia* и *Polychaeta*.

В отличие от 1990г., когда наблюдалось повсеместное доминирование *Aetidiopsis* sp., летом 1991 года в Мезенском заливе отдельные "пятна" повышенной численности этого вида

выявлены лишь в юго-западной части залива. Отмечалось снижение видового разнообразия и количества зоопланктона по сравнению с 1990г.: до 800-1600 экз/куб.м и 16-170 мг/куб.м, соответственно.

Характеризуя зоопланктон Белого моря в целом, можно сделать вывод о его относительно благополучном состоянии. Отдельные всплески численности нехарактерных для данных экосистем видов носят локальный характер и нивелируются стабильностью видового состава зоопланктона. Колебания количественных показателей зоопланктона находились в пределах естественных меж-годовых вариаций.

VI.3. Оценка состояния экосистем

Результаты исследований, выполненных в 1991г., свидетельствуют о том, что, несмотря на некоторое увеличение содержания органического вещества в поверхностных слоях водной массы, Белое море относится к наиболее чистым морям России.

По совокупности показателей состояние планктонных сообществ моря характеризуется как благополучное. По сравнению с предыдущими годами каких-либо существенных изменений в структуре планктонных сообществ не обнаружено. Следует отметить некоторое количественное увеличение в развитии сапрофитной микрофлоры и фитопланктона в Двинском и Онежском заливах, что может быть предвестником начавшейся эвтрофикации.

Таким образом, за период наблюдений с 1986 по 1991гг. произошло незначительное изменение количественных показателей состояния микробных ценозов в Кандалакшском заливе, Бассейне, Горле и Воронке Белого моря, но в целом состояние экосистем здесь может быть оценено по-прежнему как стабильное. В Онежском, Двинском и Мезенском заливах состояние экосистем также стабильное, структура пелагических и донных сообществ остается практически неизменной на протяжении последних 5 лет.

По сравнению с 1990г. состояние экосистем в обследованных акваториях Белого моря несколько улучшилось.

Карское море – окраинное море Северного Ледовитого океана, расположено у берегов России между островами Новая Земля, Земля Франца-Иосифа и Северная Земля. Проливами Карские ворота и Маточкин Шар сообщается на востоке с Баренцевым морем, проливами между островами Северная Земля и Вилькицкого – на западе с морем Лаптевых. Площадь моря составляет 883 тыс. кв. км. Наибольшая глубина не превышает 600 м. К крупным островам на акватории Карского моря относятся острова Арктического института, Известный ЦИК, Сергея Кирова, архипелага Норденшельда и др.; к крупным заливам: Обская губа и Енисейский залив.

Главными портами на побережье Карского моря являются Диксон и Амдерма.

Систематические гидробиологические наблюдения в рамках ОГСН были начаты в 1979 г. В настоящий обзор вошли результаты наблюдений специалистов Амдермагидромета (состояние загрязнения вод) и Комплексной сетевой лаборатории по контролю загрязнения природной среды Диксонгидромета (гидрометеорологические, гидрохимические и микробиологические наблюдения), выполненных в 1991 году.

УП.1. Краткая характеристика экосистем и состояние их загрязнения

Среднемежгодовая температура воды на большей части моря в течение всего года колеблется на уровне 0°C , только вблизи устьев рек температура воды летом достигает $+6^{\circ}\text{C}$. Большую часть года поверхность моря покрыта льдами. Среднегодовая соленость воды обычно варьирует от 10–12 (вблизи устьев рек) до 33‰.

В проливе Вега соленость поверхностного слоя вод в 1991 г. подвергалась значительной сезонной изменчивости. Зимой значения показателя составляли до 30,8‰, весной снижались до 14–16‰, а летний минимум достигал 1,2‰ в прибрежной зоне.

Значения pH в течение года оставались постоянными на уровне 7,3–7,9. Максимум отмечен в январе – 8,1.

Вертикальное распределение концентраций кремния имело четко выраженную неоднородность. Максимальные значения в течение года были приурочены к поверхностным горизонтам и достигали 2600 мкг/л. На глубине 11 метров содержание кремния уменьшалось до уровня - 900 мкг/л.

Среднее содержание фосфатов составляло 18,9 мкг/л. Наибольшие значения зарегистрированы зимой. В апреле концентрация фосфатов начинала уменьшаться и в июле не превышала уровня 5,0 мкг/л. Содержание общего фосфора варьировало от 18 до 37 мкг/л и было ниже по сравнению с прошлым годом.

Динамика изменения концентрации нитритов и нитратов была характерной для полярных районов Мирового океана. Их содержание в воде варьировало от 0,1 до 23,5 мкг/л и от 11 до 200 мкг/л соответственно. Минимальные концентрации были отмечены в июле (нитраты - 3,0 мкг/л). В целом концентрации нитритов и нитратов были выше, чем в предыдущем году.

Содержание аммонийного азота в водах пролива Ветса изменялось в широких пределах - от 1,5 до 105,7 мкг/л и находилось в интервале среднемежгодовых сезонных колебаний.

У северо-восточного побережья Карского моря воды имели соленость от 18,8 до 33,6‰. Значения pH изменялись в интервале 6,9-8,1.

Средняя концентрация кремния составляла 2188 мкг/л на станциях, расположенных вблизи берега и 527 мкг/л - в открытых водах района наблюдений.

Содержание в воде фосфатов варьировало в зависимости от сезона от 5 до 33 мкг/л. Концентрация общего фосфора составляла в среднем 24,7 мкг/л.

Средняя концентрация нитритов равнялась 1,5 мкг/л. Содержание в воде нитратов имело характер распределений, сходный с распределением концентраций другого биогенного элемента - кремния. Так на станциях, наиболее удаленных от берега, концентрации нитратов не превышали 2,8 мкг/л, а в кутовых частях заливов достигали 184 мкг/л.

Концентрация аммонийного азота составляла в среднем 15,1 мкг/л.

В открытых водах Енисейского залива в отдельных случаях зарегистрированы аномально высокие концентрации нитратов - 204 мкг/л, аммонийного азота - 1736,4 мкг/л.

Содержание НУ в течение 1991 года в открытых частях моря было в пределах 0-20 мкг/л, в Байдарацкой губе не превышало 40 мкг/л, Енисейском заливе - 30 мкг/л, Обской и Тазовской губах - меньше 50 мкг/л. Превышение ПДК (50 мкг/л) было отмечено только у мыса Харасавей - до 85 мкг/л.

Среднее содержание ХОП составило 0,35 мкг/л для группы ДДТ, 6,0 нг/л для ПХБ и 1,73 нг/л для суммы ГХЦГ. Наиболее высокие концентрации ХОП зафиксированы в водах Енисейского залива: ДДТ - 2,0 нг/л, ГХЦГ - 2,8 нг/л.

Концентрации свинца, кадмия, олова, меди в водах Карского моря изменялись в пределах от сотых до десятых долей мкг/л; содержание марганца, никеля, цинка достигало нескольких мкг/л, а концентрации железа достигали 20 мкг/л.

В открытых частях моря концентрации СПАВ изменялись от 0 до 25 мкг/л, фенолы в 90% исследованных проб отсутствовали (т.е. их содержание в водах оказалось ниже пределов чувствительности методов обнаружения).

В прибрежных водах Карского моря концентрации СПАВ резко возрастали. Так, например, в проливе Вега содержание СПАВ достигало 170 мкг/л (2 ПДК), в районе Амдермы - 790 мкг/л (8 ПДК). В прибрежной северо-восточной части моря концентрация СПАВ составила в среднем 0,07 мкг/л, однако в Енисейском заливе она достигала в отдельных случаях 0,74 мкг/л.

Загрязнение вод фенолами в проливе Вега не было постоянным в течение года и по сравнению с прошлым годом заметно снизилось. Наибольшая степень загрязнения зарегистрирована в летние месяцы. Концентрации фенолов варьировали от 1,0 до 16,0 мкг/л, составляя в среднем 4 мкг/л.

В водах Енисейского залива среднее содержание фенолов составило 22 мкг/л (22 ПДК), в Гыданском заливе 4 мкг/л (4 ПДК), в Пясинском заливе - 7 мкг/л (7 ПДК).

Концентрации НУ в проливе Вега в большинстве случаев не превышали ПДК и изменялись в интервале 0,01-0,12 мкг/л. Содер-

жание в воде XV оставалось на прежнем высоком уровне - 0,92 нг/л. Максимальная концентрация гамма-ГХП достигала 16,12 нг/л.

Загрязнение вод пролива Вега ДДТ, ДДЭ и ДДЦ имело эпизодический характер и отмечено только весной. Наличие ПХБ в воде не зарегистрировано.

УП.2. Краткая характеристика микробиологических показателей

В состав микробиологических наблюдений вошло определение общей численности и биомассы микроорганизмов, численности и распределения гетеротрофных сапрофитных, нефтеокисляющих и фенолоокисляющих бактерий.

В проливе Вега близ п.Диксон общая численность микроорганизмов в течение года изменялась от 140 тыс.кл/мл в апреле до 450 тыс.кл/мл в июне, составляя в среднем 240 тыс.кл/мл, что незначительно превышало прошлогоднее значение. Биомасса бактериопланктона варьировала от 0,30 мг С/куб.м - в январе, феврале до 0,44 мг С/куб.м - в июле, составляя в среднем 0,35 мг С/куб.м.

По сезонам средние значения общей численности изменялись следующим образом: зимой 190 тыс.кл/мл, ^{весной 300 тыс.кл/мл} летом 270 тыс.кл/мл и осенью 340 тыс.кл/мл. По сравнению с 1990г. произошло некоторое увеличение средних значений ОЧМ, особенно в весенний и осенний периоды.

Численность сапрофитных бактерий изменялась от 4 до 55 кл/мл, нефтеокисляющих - от 1 до 25 кл/мл, фенолоокисляющих - от 2 до 22 кл/мл. В зимний период численность всех групп микроорганизмов была ниже, чем летом и осенью. Численность нефтеокисляющих бактерий по сравнению с 1990г. несколько понижалась.

В Енисейском заливе общая численность бактерий составила в среднем 240 тыс.кл/мл. Максимальные значения (280 тыс.кл/мл) выявлены в мае. Среднее значение бактериальной биомассы составило 0,36 мг С/куб.м, что было незначительно меньше, чем в 1990г. Численность сапрофитной микрофлоры изменялась в преде-

лах от I до 20 кл/мл, среднее значение составило 5 кл/мл. Фенолоксиляющая и нефтеоксиляющая микрофлора выявлена во всех обследованных участках залива в незначительных количествах. Среднее значение численности нефтеоксиляющих бактерий не превышало 2 кл/мл, среднее значение численности фенолоксиляющих бактерий – 1 кл/мл. По сравнению с 1990г. произошло снижение количественного развития индикаторных микроорганизмов.

В Пясинском заливе общая численность бактерий варьировала в пределах 220 тыс.–330 тыс.кл/мл, составляя в среднем 280 тыс.кл/мл. Диапазон изменений бактериальной биомассы составил 0,11–0,41 мг С/куб.м (среднее значение 0,38 мг С/куб.м (среднее значение 0,38 мг С/куб.м). Численность гетеротрофных сапрофитных бактерий колебалась от единиц до нескольких десятков кл/мл, составляя в среднем 5 кл/мл, что несколько ниже значения этого показателя в 1990 году. Фенолоксиляющая и нефтеоксиляющая микрофлора обнаружена во всех обследованных участках залива, но была представлена единицами клеток в миллилитре воды.

Общая численность бактериопланктона в Гыданском заливе в апреле составила в среднем 220 тыс.кл/мл, биомасса – 0,35 мг С/куб.м. Среднее значение численности сапрофитных бактерий – 15 кл/мл. Среднее содержание нефтеоксиляющих бактерий составило 2 кл/мл. Численность фенолоксиляющих бактерий на горизонте 2 м составила в среднем также 2 кл/мл, а на горизонте 9 м они не были обнаружены.

В Северо-Восточной части Карского моря средние показатели общей численности и биомассы бактериопланктона составили соответственно 200 тыс.кл/мл и 0,34 мг С/куб.м, что примерно соответствовало значениям, выявленным в 1990г. Фенолоксиляющая и нефтеоксиляющая микрофлора была представлена единицами клеток в миллилитре воды.

УП.3. Оценка состояния экосистем

Основными источниками загрязнения вод в прибрежной зоне Карского моря являются загрязненные речные воды, бытовые стоки,

а также судоходство. Результаты гидрологического и гидрохимического анализа показали, что температурный режим, соленость водных масс и сезонная динамика биогенных элементов имели характер, типичный для арктических прибрежных районов Мирового океана. Уровни химического загрязнения вод относительно низкие. Концентрации ряда широко распространенных загрязняющих веществ, таких как фенолы, НУ, ПХБ, СПАВ в большинстве случаев не превышали ПДК. Высокие концентрации ХУ, фенолов, СПАВ в прибрежных водах обнаруживались лишь эпизодически.

Сезонная динамика показателей состояния микрофлоры была типичной для этого района на протяжении всего периода наблюдений: низкие значения показателей в зимние месяцы, высокие значения в весенне-летний сезон и особенно осенью. В целом пределы колебаний микробиологических показателей не выходили за рамки естественных межгодовых вариаций.

Результаты наблюдений за состоянием микробиологического сообщества в пелагиали обследованных районов свидетельствуют о том, что воды северо-восточной прибрежной зоны Карского моря остаются, как и на протяжении последних лет, умеренно загрязненными. В проливе Вега отмечено некоторое увеличение общей численности микроорганизмов. В то же время выявлено снижение значений численности ряда индикаторных групп бактерий, таких как фенолоксиляющие и нефтеоксиляющие. В целом по микробиологическим показателям состояние экосистем во всех обследованных акваториях оценивается как стабильное.

УШ. МОРЕ ЛАПТЕВЫХ

Море Лаптевых расположено между архипелагом Северной Земли, п-овом Таймыр – на западе и Новосибирскими островами – на востоке и относится к типу материковых окраинных морей. Площадь моря составляет 662 тыс. кв. км, средняя глубина – 533 м, максимальная – 3385 м. Наиболее значительные группы островов: Комсомольской Правды, Вилькицкого и Фаддея. Берега моря изрезаны и образуют заливы, губы, бухты, полуострова и мысы. К крупным заливам относятся: Хатангский, Анабарский, Оленекский, Янский; бухты: Кожевникова, Нордвик, Тикси; губы: Буор-Хая, Ванькина. Высокоширотное положение, удаленность от Атлантического и Тихого океанов, близость азиатского материка и полярных льдов придают морю Лаптевых черты одного из самых "суровых" среди арктических морей.

Главное направление хозяйственного использования моря, – транспортные перевозки по Северному морскому пути. Главный порт – Тикси. Промысел рыбы и морского зверя в устьевых районах незначителен и имеет местное значение.

При составлении обзора использованы результаты наблюдений, полученные в 1991г. специалистами Тиксигидромета. В состав гидробиологических показателей вошло изучение микробиологических параметров, фитопланктона, его пигментного состава, зоопланктона и зообентоса.

УШ.1. Краткая характеристика экосистем и состояние их загрязнения

Длительное сильное охлаждение и спокойный ветровой режим зимы – важнейшие климатические особенности моря. Существенную роль играет материковый сток, формирующийся в значительной степени за счет рек Лена, Хатанга, Яна, Оленек и Анабара. Большие площади моря круглогодично покрыты льдами. На протяжении осени, зимы и весны температура воды близка к точке замерзания. В августе на юге моря (губа Буор-Хая) температура воды на поверхности может достигать +14°C. Соленость вод изменяется от 1 до 34‰ в зависимости от района и сезона го-

да, но преобладают опресненные воды с соленостью 20-30‰. Воды моря богаты кислородом за счет поступления хорошо аэрированных вод из Центрального арктического бассейна. В конце лета насыщение кислородом вод поверхностного слоя в большинстве районов достигает 100%. Содержание фосфатов и нитратов относительно низкое и может сокращаться в результате потребления биогенов планктоном и ограниченного перемешивания вод до "биологического нуля".

Среднее содержание нефтяных углеводородов в водах открытых районов моря Лаптевых в 1991г. составило 15 мкг/л. В прибрежных районах наблюдений концентрации НУ распределялись следующим образом: бухта Тикси - 70 мкг/л, залив Неелова - 16 мкг/л, губа Буор-Хая - 130 мкг/л, Оленекский залив - 80 мкг/л, пролив Дм. Лаптева - 100 мкг/л. Следует отметить, что приведенные данные, вероятно, несколько завышены в связи с имеющимися нарушениями методики отбора, транспортировки и обработки проб.

Хлорсодержащие органические загрязняющие вещества группы ДДТ и ПХБ в подавляющем большинстве проб не обнаружены. Средняя концентрация в воде ГХЦГ составила 1,71 нг/л. Концентрации тяжелых металлов были различными: свинца, кадмия, олова, меди, никеля - сотые и десятые доли мкг/л; марганца, цинка, железа - единицы мкг/л.

Уровень загрязнения прибрежных вод СПАВ не превышал ПДК. Максимальные концентрации зарегистрированы в бухте Тикси - 20 мкг/л и заливе Булункан - 40 мкг/л.

Содержание фенолов в водах прибрежных районов моря варьировало в среднем от 4 мкг/л (4 ПДК) до 6 мкг/л (6 ПДК). Экстремально высокая концентрация фенолов отмечена в заливе Булункан - 260 мкг/л (260 ПДК).

УШ.2. Характеристика экологической ситуации

УШ.2.1. Микробиологические показатели

Микробиологические исследования в прибрежной зоне моря Лаптевых были выполнены в заливах Булункан, Неелова и бухте Тикси.

Наблюдения за состоянием микробиоценозов в заливе Булункан проводились ежедекадно в течение года. Анализ полученных данных свидетельствует о возрастании плотности бактериального населения от зимы к осени. Значения общей численности бактерий варьировали в пределах от 70 тыс. до 1,5 млн.кл/мл. Количество сапрофитных бактерий (СБ), являющихся индикатором наличия в воде легкоокисляемого органического вещества, изменялось от 25 кл/мл в январе до 250 тыс. кл/мл в августе и сентябре. Нефтеоокисляющие бактерии в водах залива зимой и весной не обнаружены, но к концу осени их численность достигала 250 тыс.кл/мл. В развитии фенолоокисляющих бактерий отмечена обратная тенденция. Зимой их численность достигала максимальных значений – 25 тыс.кл/мл, весной и летом эти микроорганизмы не найдены.

В 1991г. в заливе Булункан по сравнению с данными предыдущих лет отмечена тенденция к возрастанию уровней количественных показателей развития микробных ценозов. Так, общая численность бактерий увеличилась почти в 4 раза, количество сапрофитных бактерий – в 5 раз, нефтеоокисляющих бактерий – в 1,4 раза, фенолоокисляющих – в 4,7 раза.

По микробиологическим показателям воды залива Булункан характеризовались как альфа-мезосапробные, загрязненные.

Микробиологические наблюдения в заливе Неелова проводились на двух станциях 6 раз в год (февраль, март, май, август, сентябрь, октябрь). По полученным данным максимальное развитие микробных ценозов в водах залива отмечено в летне-осенний период наблюдения, минимальное – в зимне-весенний. Значения общей численности бактерий изменялись в пределах от 60 до 850 тыс.кл/мл, сапрофитных бактерий – от 25 кл/мл до 25 тыс.кл/мл, нефтеоокисляющих бактерий – от 0 до 79 кл/мл. По сравнению с данными, полученными за последние 5 лет, плотность бактериального населения в 1991 году не изменилась. Количество же сапрофитных бактерий уменьшилось на порядок, нефтеоокисляющих бактерий – на два порядка. По микробиологическим показателям воды залива Неелова характеризовались как бета-мезосапробные, умеренно загрязненные.

Микробиологические исследования в бухте Тикси проводились на трех станциях 6 раз в год. В течение года колебания численности микрофлоры составили: общая численность бакте-

рий - от 20 до 490 тыс.кл/мл, сапрофитные бактерии - от 0 до 60 тыс.кл/мл, нефтеокисляющие - от 0 до 2,5 тыс.кл/мл. Анализ полученных результатов показал, что в течение года развитие микробных ценозов происходило неравномерно. В летне-осенний период плотность бактериального населения возрастала по сравнению с зимне-весенним. Значения общей численности и численности нефтеокисляющих бактерий в 1991г. находились на уровне прошлых лет. Количество сапрофитных бактерий увеличилось на порядок. Воды бухты Тикси по микробиологическим показателям характеризуются как альфа-бета-мезосапробные, умеренно загрязненные - загрязненные.

УШ.2.2. Показатели состояния планктонных сообществ.

УШ.2.2.1. Фитопланктон и фотосинтетические пигменты.

В заливе Булунок весной доминировали синезеленые и жгутиковые водоросли. Общая численность и биомасса достигали соответственно 46,25 тыс.кл/мл и 0,081 мг/л, что примерно соответствует уровню прошлого года. В ходе сезонной сукцессии доминирующие группы менялись. Летом преобладали диатомеи родов *Melosira* и *Diatoma*. Общая численность и биомасса в это время составляли 61,88 тыс.кл/л и 0,07 мг/л. Таким образом, летний пик цветения был менее выражен, чем в прошлом году, численность и биомасса планктона были на порядок ниже. При анализе пигментного состава отмечено высокое содержание хлорофилла "а" (следствие доминирования диатомей), высокое значение пигментного индекса - 12,8 (интенсивное накопление каротиноидов). Наибольшая концентрация всех хлорофиллов (9,582 мкг/л) наблюдалась в августе. Воды залива, как и в предыдущий год, были мезотрофными.

На остальной акватории бухты Тикси динамика численности, биомассы и видового состава фитопланктона была сходной. Средняя численность возрастала летом до максимальных значений - 49,03 тыс.кл/л, что на порядок ниже, чем в прошлом году, и достигала осенью до 98,03 тыс.кл/л, что в 3 раза ниже, чем в прошлом году. Такое же уменьшение (в 2-4 раза) было характерным и для общей биомассы фитопланктона, которая в среднем составляла 0,09 мг/л летом и 0,13 мг/л осенью.

По составу индикаторных видов фитопланктона воды бухты можно отнести к бета-мезосапробным, умеренно загрязненным.

Наибольшая концентрация хлорофиллов наблюдалась в августе вблизи поверхности воды - 14,4 мкг/л, в январе пигменты в пробах отсутствовали. О высоком видовом разнообразии фитоценона свидетельствовало наличие в течение года всех основных групп хлорофиллов. Пигментный индекс колебался от 0 весной до 10,2 осенью. Воды бухты, как и в предыдущие годы, относились к мезотрофному уровню.

В губе Бур-Хая фитопланктонное сообщество было очень бедным, в количественном отношении. Летом в пелагиали доминировали диатомеи. Средние численность и биомасса водорослей едва достигали 20 тыс.кл/л и 0,07 мг/л, что на порядок ниже, чем в 1990 году. Состав индикаторных видов позволил определить воды губы как олигосапробные.

Концентрация хлорофиллов изменялась в пределах 0,07-7,41 мкг/л. Максимальная фотосинтетическая активность отмечена в марте. Воды губы можно охарактеризовать как мезотрофные.

В заливе Неедова видовой состав фитопланктона был наиболее разнообразным. В общей сложности отмечено 114 видов. Доминирующее положение занимали диатомовые, в меньшем количестве встречались зеленые, синезеленые и жгутиковые водоросли. Численность фитопланктона летом составляла 785,38 тыс. кл/л, а биомасса 1,05 мг/л, оставаясь на том же уровне, что и в 1990 году. Воды залива по составу индикаторных видов можно отнести к бета-мезосапробным, умеренно загрязненным.

Концентрация хлорофиллов была максимальной в августе - 6,09 мкг/л, а в зимнее время падала до 0,04-3,60 мкг/л. Воды залива относились к мезотрофному уровню.

В Оленекском заливе отмечено 20 видов, доминировали диатомеи. Наибольшие значения численности и биомассы наблюдались в августе - 150 тыс.кл/л и 0,18 мг/л соответственно, что на порядок ниже, чем в соответствующий период прошлого года. Воды залива характеризовались как бета-мезосапробные.

Концентрация хлорофиллов изменялась от 0,02 мкг/л весной до 2,56 мкг/л осенью. Воды залива, как и в прошлом году, были мезотрофными.

В Янском заливе и проливе Лм. Лаптева пробы отбирали весной. Фитопланктон обнаружен не был. Концентрация хлорофил-

гов составляла 0,5–2,0 мкг/л. Воды района в весенний период можно характеризовать как олиготрофные.

В открытой части моря Лаптевых пробы отбирали весной, когда уровни общей численности и биомассы были низкими – 35 тыс.кл/л и 0,04 мг/л соответственно. Доминировали диатомеи рода *Nitzschia*. Воды открытой части моря можно отнести к бета-мезосапробным. Концентрация хлорофиллов варьировала от 0,06 до 2,88 мкг/л, пигментный индекс – от 3,1 до 54. Воды акватории характеризовались как олиготрофные.

УШ.2.2.2. Зоопланктон

В прибрежной части моря Лаптевых сезонные и годовые колебания качественного и количественного состава зоопланктона существенным образом связаны с рядом природных факторов. Важнейшими из них можно считать изменения климата и речного стока. Крупные реки этого региона: Лена, Яна, Оленек – оказывали сильное влияние на формирование зооценоза, особенно в летний период, когда в большинстве районов значительную долю численности и биомассы составляли пресноводные формы: колостратки, ретивистоусые рачки. Сезонный ход развития зооценоза имел обычно два максимума – зимне-весенний и летне-осенний, когда в планктоне доминировали виды арктического неарктического комплекса: *Drepanopus bungei* и *Limnocalanus grimaldi*. Плотность их скопления обуславливала уровень количественного развития сообщества в заливах Булункан, Янском, Оленекском, в бухте Тикси.

Наибольшим разнообразием и обилием из контролируемых районов прибрежной зоны выделялись залив Булункан и бухта Тикси. В отдельные периоды максимального развития зоопланктона его концентрация доходила до 550–840 мг/куб.м, а в среднем за весь период наблюдений в заливе Булункан биомасса составляла 171 мг/куб.м, в бухте Тикси – 145 мг/куб.м. В целом видовой состав и количественные показатели зоопланктона в этих районах относительно стабильны, и состояние зооценоза – благополучное.

В губе Буор-Хая наблюдались аналогичные сезонные колебания состава и численности зоопланктона, однако зимне-ве-

сенний и летне-осенний максимумы были выражены гораздо слабее: зимой численность составляла 185-300 экз/куб.м, биомасса 12,8-15,2 мг/куб.м; в период осеннего максимума эти показатели не превышали 1200 экземпляров и 50 мг в куб.м воды. Соответственно и среднегодовые показатели плотности зоопланктона были невысокими - около 15 мг/куб.м. В отличие от залива Булунган и бухты Тикси, где скопления *L. grimaldi* формировали сезонные максимумы биомассы и обуславливали высокие средние показатели плотности зоопланктона, в губе Буор-Хая этот вид обнаружен не был, хотя является характерным обитателем этих вод, и постоянно доминировал в биомассе зооцены губы в предыдущие годы. При низкой среднегодовой плотности зоопланктона (27 мг/куб.м) наблюдалось два максимума - в феврале (14-56 мг/куб.м), образованный *D. bungei*, и в августе (180 мг/куб.м), когда доминировали мелкие *Cyclopoida*, *Cyrripedia*, науплии копепода, а также характерные для опресненных вод виды *Rotatoria*.

. В целом наблюдалась характерная картина сезонной сукцессии зооцены с традиционными для сезонов наблюдений видовыми комплексами; по сравнению с предыдущими наблюдениями 1989-1991 гг. средние показатели плотности зоопланктона изменились незначительно, но произошло смещение максимума на более поздний срок. Отсутствие наблюдений в ноябре-январе, когда в сопредельных районах отмечалось массовое развитие *L. grimaldi*, формировавшего осенне-зимний максимум, позволило предполагать занижение среднегодовых оценок плотности зоопланктона в заливе Невелова. В целом состояние зооцены в этом районе моря Лаптевых стабильное.

В период наблюдений в Оленекском заливе в апреле и августе видовой состав зооцены представлял собой смесь арктических неритических видов, среди которых доминировали *D. bungei*, *Calanus finmarchicus*, *L. grimaldi*, и пресноводных - ветвистоусых ракообразных и коловраток. В апреле концентрации зоопланктона были очень низкой - 0,42-0,72 мг и 95-140 экз. в куб.м, в августе значительно выше - 50,6-335,2 мг и 870-1740 экз. в куб.м. Сравнение с результатами предыдущих исследований показывает существование значительных сезонных и межгодовых вариаций количественного развития зоопланктона, но в целом состояние зооцены остается благоприятным.

В Янском заливе, где наблюдения проводились только в марте, зоопланктон отличался низкими значениями видового разнообразия и обилия, что характерно для ранне-весеннего периода. Аналогичная картина отмечена в марте 1990г. Однако эти разовые наблюдения в этот период года не позволяют достаточно ясно представить состояние зооценоза в Янском заливе.

В проливе Дм. Лаптева и Янском заливе видовой состав зооценоза очень сходен, но количественные показатели его состояния в марте, когда проводились исследования, были несколько выше - 4,13-23,55 мг/куб.м. В марте 1990г. эти показатели были еще выше (биомасса до 700 мг/куб.м). Очевидно, поздняя весна 1991г. обуславливала запаздывание начала активного размножения планктона.

В открытой части моря Лаптевых систематические исследования зоопланктона проводились в марте-апреле. В 1991г. в этот период времени численность зоопланктона составляла 12-152 экз/куб.м, биомасса 0,06-8,93 мг/куб.м (в среднем 28 экз. и 2,02 мг в куб.м). Более чем на 99% зооценоз состоял из особей *D. bungei* и науплиев копепод. В этом районе в меньшей степени сказывается влияние речного стока на зооценоз, и пресноводный планктон представлен единичными экземплярами. Некоторое снижение концентрации зоопланктона в этом районе по сравнению с 1989-1990гг. связано, по-видимому, с климатическими факторами.

УШ.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ

Распределение бентоса на исследуемой акватории было неоднородным. В бухте Тикси состояние сообществ было относительно благополучным. Доминировали полихеты и двустворчатые моллюски рода *Portlandia*. В значительных количествах встречались изоподы и амфиподы. Численность и биомасса зообентоса по сравнению с прошлым годом несколько снизились и составили в среднем соответственно 1860 экз/кв.м и 40,2 г/кв.м.

В заливе Булункан на акватории Тиксинского морского торгового порта состояние сообществ было неблагоприятным, встречались только олигохеты и нематоды. Численность и биомасса зообентоса были в 2 раза меньше, чем в прошлом году и достигали соответственно 120 экз/кв.м и 7,8 г/кв.м.

В губе Буор-Хая в донных сообществах не произошло существенных изменений. Как и в прошлом году, общая численность составляла около 1000 экз/куб.м (при биомассе 130,1 г/кв.м). В сообществе доминировали двусторчатые моллюски *Portlandia* и полихеты.

В заливе Неедова максимальные численность и биомасса в донных сообществах достигали 490 экз/кв.м и 5,4 г/кв.м, что примерно соответствует прошлогодним показателям.

В Янском заливе наблюдения проводились зимой, и в это время биомасса была низкой, колеблясь в пределах 10,0–11,8 г/кв.м, в то время как численность составляла 350–600 экз/кв.м.

В глубоководном проливе Дмитрия Лаптева и Янском заливе донные сообщества подвергались антропогенному воздействию в меньшей степени и отличались большим, чем в других районах, разнообразием. Доминировали крупные моллюски *Tridonta* и *Micania*, гидроида и полихеты-спироницы. Состояние сообществ, как и в предыдущие годы, было благополучным.

В Оленекском заливе весной биомасса бентоса колебалась в пределах 17,2–40,5 г/кв.м, что было примерно в два раза меньше, чем в тот же период предыдущего года. Общая численность бентоса также снизилась в несколько раз и составила 520–1390 экз/кв.м вместо 2390 экз/кв.м в 1990г.

В открытой части моря на трассе Северного морского пути экологическую ситуацию, как и в 1990 году, можно охарактеризовать как благополучную. Биомасса зообентоса в этом районе колебалась в пределах 17–98,2 г/кв.м, а плотность поселений 870–2640 экз/кв.м. Видовое разнообразие в донных сообществах было выше, чем в других контролируемых акваториях.

УШ.3. Оценка состояния экосистем

Состояние экосистем большинства обследованных акваторий моря Лаптевых (за исключением залива Булункан) в целом не претерпело существенных изменений за последние 5 лет и может быть оценено по основным показателям как стабильное.

Развитие и распределение бактерио-, фито-, зоопланктона, концентрация в воде фотосинтетических пигментов отражали естественный ход сезонной сукцессии, характерный для короткого вегетационного периода в арктических регионах и значения их количественных параметров не выходили за рамки межгодовой variability.

В водах бухты Тикси, губы Буор-Хая и Оленекском заливе количество фитопланктона в 1991г. по сравнению с тем же периодом 1990 года снизилось на порядок величин, что, вероятно, связано с более поздним началом развития планктона. Воды контролируемых районов по микробиологическим показателям и составу индикаторных видов фитопланктона относились к умеренно загрязненным. Наибольшее разнообразие и обилие донной фауны отмечено в открытых районах моря Лаптевых.

Экосистема залива Булунган, подверженная наиболее интенсивному антропогенному влиянию бытовых стоков и загрязнению с судов, находилась в критическом состоянии. В 1991 году в водах залива произошло увеличение общей численности бактерий в 4 раза, количества сапрофитной микрофлоры - в 5 раз, нефтеокисляющих микроорганизмов - в 1,4 раза, фенолоокисляющих - в 4,7 раза. Деградация сообщества донных животных продолжала прогрессировать. Количество бентосных организмов, представленных исключительно нематодами и немертинами, уменьшилось по сравнению с предыдущим годом в два раза.

IX. ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ

Восточно-Сибирское море является окраинным морем Северного Ледовитого океана, омывающим берега СССР. На западе оно сообщается с морем Лаптевых, на востоке — с Чукотским морем. Площадь — 913 тыс. кв. км, наибольшая глубина — 915 м. Крупные заливы: Чаунская губа, Колымский залив, Омуляхская губа. Крупные острова — Новосибирские, Медвежий, о. Айон. Впадают реки Индигирка, Алазея, Колыма. Важнейший порт — Певек (в Чаунской губе). Ежегодно в море поступает около 250 куб. км/год речной воды. В летний период распределение температуры и солености определяется ледовыми условиями, стоком речных вод и водообменом с соседними морями. На восточную часть моря сильное влияние оказывает Арктический бассейн. В отдельные годы в восточную часть из Чукотского моря проникают трансформированные тихоокеанские воды, что приводит к повышению температуры на поверхности. Средняя температура воды близ устьев рек летом 4–8°C, зимой 1,2–1,8°C. Соленость от 5‰ (близ устьев рек) до 20‰ в западной части моря и до 30‰ в северной. Большую часть года море покрыто льдом, летом освобождается лишь прибрежная зона. Уровень моря сильно варьирует. Максимальное его положение в июне–июле, когда велик приток речных вод. Сокращение стока в августе приводит к понижению уровня моря на 50–70 см.

Систематические гидробиологические наблюдения в рамках ОГСН осуществляются с 1984 года. При составлении обзора использованы результаты наблюдений, полученные в 1991 г. специалистами Певекгидромета в Чаунской губе, включая бухту Певек. В состав гидробиологических показателей вошло изучение микробиологических параметров и характеристик зообентоса.

IX.1. Краткая характеристика состояния загрязнения

Средняя концентрация нефтяных углеводородов составила 10 мкг/л, относительное повышение концентрации до 35 мкг/л было отмечено в районе Чаунской губы. По данным Певекского

УГМ в прибрежных водах (Чаунская губа) среднее значение нефтяных углеводородов не превышало ПДК (50 мкг/л). Следует отметить снижение уровня загрязнения вод Чаунской губы нефтепродуктами по сравнению с 1990г. и предыдущими годами. Среднее содержание хлорорганических пестицидов в воде составило соответственно 0,32 нг/л для группы ДДТ, 3,5 нг/л для ПХБ и 2,22 нг/л для суммы ГХЦГ. Наиболее высокие концентрации отмечались в районе Чаунской губы.

Содержание тяжелых металлов в водах моря такое же, как и в других арктических морях. Как и в прошлые годы относительно повышенные концентрации характерны для прибрежных районов, в зонах влияния пресных вод рек Яны, Индигирки, Колымы (места расположения ГОКов).

Содержание фенолов составило, 0-3 мкг/л (0-3 ПДК) при среднем 2 ПДК, что несколько ниже прошлогоднего значения.

Концентрации синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в водах Чаунской губы незначительны и представляют собой, как и в прошлом году, следовые количества 0-5 мкг/л при среднем 1 мкг/л (0,01 ПДК).

Основным источником загрязнения вод Чаунской губы по-прежнему остаются промышленные и хозяйственно-бытовые отходы г.Певек и суда морского флота, на которых отсутствуют достаточные емкости для сбора и хранения нефтесодержащих вод.

IX. 2. Характеристика экологической ситуации

IX.2.1. Микробиологические показатели

Проведенные исследования включали изучение общей численности бактериопланктона, а также наиболее вероятной численности (НВЧ) гетеротрофных сапрофитных и нефтеокисляющих бактерий.

Общая численность бактериопланктона (ОЧБ) в Чаунской губе в течение 1991 года изменялась незначительно. В апреле ее колебания составили 320 тыс. - 1 млн.400тыс. кл/мл (среднее значение 590 тыс. кл/мл), в августе она варьировала от 190 тыс. до 630 тыс. кл/мл, составляя в среднем 310 тыс.кл/мл.

Отметим, что среднегодовой уровень ОЧБ в Чаунской губе в 1988 году составил 810 тыс.кл/мл, в 1988г. – 1 млн.300тыс.кл/мл, в 1990г. – 470тыс.кл/мл и в 1991г. – 500 тыс.кл/мл, т.е. изменения среднегодовых значений ОЧБ незначительны и не выходят за рамки естественных колебаний.

Содержание сапрофитной микрофлоры изменялось в апреле от нуля до 450 кл/мл, в августе – от нуля до 1,1 тыс.кл/мл, составляя в среднем 180 кл/мл и 450 кл/мл соответственно.

Нефтеоокисляющие бактерии в апреле в исследованных семи пробах воды не были выявлены, но в августе они обнаружены в шести из восьми проб. НВЧ их колебалась от единиц до десятков кл/мл, составляя в среднем 11 кл/мл.

По сравнению с предыдущим 1990г., когда этот показатель составил в среднем 750 кл/мл, в 1991г. произошло заметное уменьшение НВЧ нефтеоокисляющих бактерий в Чаунской губе, что свидетельствует об улучшении экологической ситуации в контролируемых прибрежных акваториях.

Ежемесячные наблюдения в бухте Лавек позволили установить, что в течение 1991 года средние значения общей численности бактерий колебались от 530 тыс.кл/мл в апреле до 4млн. 200тыс.кл/мл в октябре и составили в среднем 1 млн.200тыс. кл/мл, что существенно превышало прошлогодние уровни этого показателя.

НВЧ гетеротрофных сапрофитных бактерий была подвержена сезонным колебаниям; средние ее значения оказались минимальными зимой (в январе–марте 19 кл/мл), а максимальными летом (в мае–июле 170 кл/мл).

По сравнению с 1990г. численность сапрофитной микрофлоры несколько понизилась. Нефтеоокисляющие микроорганизмы в течение всего года в большинстве исследованных проб отсутствовали, там же, где они были обнаружены, НВЧ их не превышала десятков клеток в миллилитре воды, что также не достигало средних уровней, отмеченных в 1990 году.

Анализ микробиологических данных позволяет охарактеризовать воды контролируемых акваторий в целом, как слабо и умеренно загрязненные, мезотрофные.

IX.2.2. Показатели состояния бентосных сообществ

В бухте Певек отбор проб зообентоса проводился в августе в Чаунской губе. Бентофауна бухты представлена 52 видами (по материалам траловых проб) беспозвоночных животных и макрофитов. Как и в предыдущие годы, доминирующее положение занимают полихеты – 24 вида.

В районе косы Певек отмечено наибольшее видовое разнообразие бентоса – 47 видов, представителей 15 крупных таксонов. Численность и биомасса организмов достигали соответственно 3920 экз/кв.м и 537 г/кв.м, что в несколько раз выше, чем в прошлом году. В бентофауне косы группа полихет составляла 56,1% от общей численности, наиболее многочисленны – нематоды. Биомасса бентоса сформирована в целом двустворчатыми моллюсками (94,4% от общего значения), главным образом – моллюском *Tridonta borealis* (86,1% от общей биомассы).

Видовой состав и количественные показатели донного биоценоза находились в пределах многолетних колебаний. Состояние бентосного сообщества следует считать благополучным.

Необходимо, однако, отметить, что донные отложения этого района хронически загрязнены включениями конкреций, мелкого угля, шлака, камней и проч.

В акватории Чаунской губы обнаружено от 21 до 44 видов макрофитов и беспозвоночных животных, относящихся к 24 таксономическим группам. Как и в предыдущие годы, наибольшее видовое разнообразие характерно для полихет (7–24 вида) и моллюсков (до 18 видов). Пределы колебаний численности донных организмов составляли 560–9940 (в среднем 4406 экз/кв.м), биомассы – 28–1350 (в среднем 300 г/кв.м). В бентофауне доминируют: по численности – полихеты (повсеместно, 46–91% от общего значения), по биомассе – полихеты (37–85%) и двустворчатые моллюски (до 98% общей биомассы), что всегда отмечалось и ранее.

На выходе из губы бентосное сообщество почти полностью сформировано из моллюсков, и имеет максимально высокие показатели численности и биомассы. В бентосе трех станций присутствовали макрофиты – постоянный компонент сообществ во все пре-

длущие годы (за исключением 1989г.).

Средние значения численности и биомассы донных организмов на большинстве обследованных станций в Чаунской губе в 2-3 раза превышали показатели 1990г. и приближались к значениям, отмечавшимся ранее в 1988-1989гг.

Увеличение численности и биомассы бентоса могло быть обусловлено благоприятными условиями - повышенной температурой вод губы, наблюдавшейся летом 1991г.

Состояние донных биоценозов Чаунской губы в целом благополучное, видовой состав и количественные характеристики бентофауны сохранялись в пределах многолетних колебаний наблюдавшихся ранее.

Исключение составила станция у м.Матвеева в районе горно-обогатительного комбината. Здесь отмечено неблагоприятное состояние донного биоценоза, выразившееся в наименьшей (по сравнению с остальными обследованными станциями) численности организмов, при этом их биомасса на 98% состояла из двусторчатых моллюсков.

Отмеченная ситуация вызвана, очевидно, негативным воздействием неочищенных стоков горно-обогатительного комбината, сбрасываемых в этом месте в воды губы.

IX.3. Оценка состояния экосистем

Анализ результатов многолетних наблюдений позволяет сделать вывод, что состояние микробных ценозов в Восточно-Сибирском море остается неизменным по сравнению с предыдущими годами, начиная с 1984г. Незначительные вариации в количественных и качественных характеристиках микрофлоры не выходили за рамки естественных сезонных и межгодовых колебаний. Так, например, в 1991 году по сравнению с 1990г. заметно уменьшилась наиболее вероятная численность (НВЧ) нефтеокисляющих и сапрофитных бактерий в Чаунской губе, что свидетельствует о некотором улучшении экологической ситуации, однако для оценки устойчивости наметившейся тенденции необходимо дальнейшее продолжение и расширение программы мониторинга.

В целом воды контролируемых по микробиологическим показателям акватории можно окенить как слабо и умеренно загрязненные, мезотрофные. Состояние донных биоценозов в целом удовлетворительное. В 1991г. произошло увеличение численности и биомассы бентоса в Чаунской губе по сравнению с предыдущим годом, что обусловлено, по-видимому, повышенной температурой вод губы.

Таким образом, наблюдения, выполненные в рамках существующей программы мониторинга позволяют охарактеризовать состояние прибрежных экосистем Восточно-Сибирского моря как стабильное.

Х. ОХОТСКОЕ МОРЕ

Охотское море – полужамкнутое море Тихого океана. Отдалено от океана п-овом Камчатка, Курильскими о-вами и о.Хоккайдо. Проливами Татарским и Лаперуза сообщается с Японским морем, Курильскими проливами – с Тихим океаном. Площадь моря – 1603 тыс.кв.км, наибольшая глубина – 3521 м, средняя глубина – 777 м.

Наблюдения за состоянием экосистем Охотского моря в рамках ОГСН осуществляются Сахалингидрометом (г.Южно-Сахалинск). В 1991г. гидрохимические и гидробиологические наблюдения были выполнены в прибрежной зоне моря вблизи портов и населенных пунктов о.Сахалин, а также в открытых акваториях заливов Анива, Терпения и в юго-западной части моря на разрезе мыс Анива-мыс Докучаева.

В прибрежной части Охотского моря у берегов Камчатки (пос.Октябрьский) в июне, августе и октябре 1991г. были выполнены гидрохимические наблюдения сотрудниками Камчатского гидромета.

Х.1. Краткая характеристика состояния загрязнения

В северную часть Охотского моря с территории Магаданской области от предприятий Минжилкомхоза, судоремонтных и строительных подразделений и торгового порта в 1991г. со сточными водами, сбрасываемыми практически без очистки, поступило 2201 т взвешенных веществ, 18 т нефтепродуктов, 2193 т органических веществ, 268 т хлоридов, 709 т сульфатов, 39 т соединений азота, 11 т СПАВ, 10 т фосфора и 28 т жиров; кроме того, в результате аварийных и преднамеренных сбросов с судов и предприятий в море поступило около 4,5 т нефтепродуктов.

Основными источниками загрязнения прибрежных вод Камчатки являются предприятия судоремонтной и рыбообрабатывающей промышленности, коммунальные стоки, суда рыбопромыслового и торгового флота, речной сток, склад ГСМ Минобороны. С территории Камчатки в прибрежную часть Охотского моря в 1991г. поступило

564 т взвешенных веществ, 68 т соединений азота, 35,5 т СПАВ, 5 т фенолов и 38 т соединений фосфора.

С побережья о.Сахалин в море в 1991г. было сброшено 2184 т нефтепродуктов, 68 т фенолов, 467 т СПАВ, 580 тыс.т соединений серы, 160 т меди, 309 т цинка, 14 тыс.т аммонийного азота, 2227 тыс.т взвешенных веществ, причем около 90% сброса приходится на речной сток. В апреле на Корсаковской нефтебазе произошел аварийный разлив мазута (228 т), последствия этого разлива в сочетании с увеличением поступления НУ с речным стоком (почти на 800 т) прослежены во многих районах шельфа.

На шельфе о.Сахалин основными источниками загрязнения являются Долинский, Макаровский и Поронайский ЦБЗ, рыбодобывающий и транспортный флот, речной сток.

В местах деятельности рыболовецкого флота отмечался повышенный уровень загрязнения поверхности моря нефтяной пленкой (до 4 баллов, при средних уровнях 1,3-2,2 балла).

Практически во всех прибрежных районах о.Сахалин гидрохимические наблюдения в 1991г. были выполнены 1-2 раза и только в первом полугодии. В период наблюдений среднее содержание НУ в проливе Лаперуза составило 10 ПДК (0,5 мг/л), в заливе Анива 12 ПДК (0,6 мг/л), в бухте Лососей 43 ПДК (2,2 мг/л), в районе Корсакова 74 ПДК (3,7 мг/л), в районе Стародубского 4 ПДК (0,2 мг/л), Макарова 26 ПДК (1,3 мг/л), в других районах НУ не обнаружены. Загрязнение поверхностного слоя вод в обследованных районах, как правило, в два и более раз превышало загрязнение придонного слоя, максимальные уровни загрязнения вод нефтяными углеводородами отмечены в районе Корсакова (31,3 мг/л, или 626 ПДК). Весной 1991г. содержание фенолов оказалось незначительным даже в акваториях, где прежде отмечалось экстремально высокое загрязнение. В основном оно изменялось в пределах 0-4 ПДК, за исключением района Стародубского (0,011 мг/л, или 11 ПДК) и Поронайска (0,08 мг/л, или 8 ПДК).

Концентрации СПАВ и аммонийного азота в период наблюдений повсеместно были ниже 1 ПДК, дефицит кислорода отмечен только в заливе Анива (единичное наблюдение).

По результатам гидрохимических наблюдений весной 1991г.

воды в районе Корсакова, Макарова и бухты Дососей классифицировались как "чрезвычайно грязные", в заливе Анива как "очень грязные", в проливе Лаперуза и в районе Стародубского - как "грязные", в районе Поронайска - как "умеренно загрязненные", в заливе Терпения, Новиковском и Вахрушевском районах - как "чистые".

В прибрежной части Охотского моря у берегов Камчатки (пос. Октябрьский) в 1991г. по сравнению с 1990г. среднее содержание НУ снизилось с 6 ПДК до нуля, фенолов возросло с 4 до 6 ПДК, концентрация СПАВ не изменилась и несколько превышала ПДК, ХОП не обнаружены, содержание биогенных веществ осталось на уровне прошлых лет, кислородный режим был удовлетворительным.

В северной части моря (бухты Нагаева и Гертнера) за период 1986-1991гг. по химическим показателям прослеживается тенденция к увеличению уровня загрязнения.

В юго-восточной части моря (шельф о.Сахалин) за последние 5-6 лет уровни загрязнения оставались в основном стабильными, за исключением района п.Корсаков, где отмечено некоторое снижение, и района Стародубского рейда, где проявилась тенденция к увеличению уровней загрязнения и ухудшению качества вод.

Х.2. Характеристика экологической ситуации

Х.2.1. Микробиологические показатели

Исследования, проведенные в различных районах Охотского моря, показали, что пространственное распределение микробиологических показателей тесно связано с гидрологическими особенностями и степенью антропогенного воздействия. Количественное развитие бактерий, распределение индикаторных групп микроорганизмов существенно различны в прибрежной (побережье о.Сахалин) и открытой частях моря.

Микробиологические наблюдения в прибрежных водах п.Корсакова Охотского моря проводили дважды: весной (28 апреля) и летом (5 июля). По сравнению с 1990 годом степень развития микробных ценозов в весенний и летний периоды стала ниже в

1,5-2 раза. Максимум общей численности бактерий - 5 млн.300 тыс. кл/мл обнаружен в поверхностном слое воды весной в юго-западной части обследованной акватории. Летом вертикальное распределение бактериопланктона было относительно равномерным. В полуметровом горизонте среднее значение ОЧМ составило 1 млн.900 тыс.кл/мл, в придонном - 1 млн.600 тыс.кл/мл.

Как в поверхностном, так и в придонном слоях воды по сравнению с прошлым годом отмечено было высокое содержание гетеротрофных сапрофитных бактерий: весной в 3-70 раз, летом в 3-15 раз. Средневесенние количества их достигали 19 тыс.кл/мл у поверхности и 16 тыс.кл/мл - у дна. Летом средние значения численности сапрофитных бактерий составили 66 тыс. в поверхностном и 16 тыс.кл/мл в придонном слоях воды.

По сравнению с 1990г., весной 1991г. зарегистрирована вспышка развития нефтеокисляющей микрофлоры, что было обусловлено аварийным разливом мазута в прибрежной зоне порта Корсаков: НВЧ нефтеокисляющих бактерий варьировала от единиц до сотен и тысяч клеток на миллилитр воды. Летом НВЧ нефтеокисляющих бактерий снизилась в среднем в 10 раз, но их содержание все же было выше, чем в июле предыдущего года, особенно в придонном горизонте (в 40 раз).

Качество вод в районе п.Корсаков по микробиологическим показателям можно оценить весной 1991г. как значительно загрязненные (альфа-мезосапробные), летом - умеренно загрязненные (альфа-бета-мезосапробные).

Количественное развитие микробных ценозов в бухте Лососей в 1991 году в весенне-летний период было почти в 2 раза ниже по сравнению с предыдущим годом. В апреле общая численность бактерий колебалась в пределах 2 млн.100 тыс. - 3 млн.100 тыс. кл/мл. Общее содержание бактерий у дна было выше, чем в поверхностных слоях воды. Средние значения ОЧБ составили соответственно 2 млн.700 тыс. и 2 млн.300 тыс.кл/мл. Летом вертикальное распределение бактериопланктона было более равномерным. Численность микробных клеток варьировала в пределах 1 млн. - 2 млн.200 тыс.кл/мл, составляя в среднем 1 млн. 700 тыс.кл/мл. как в поверхностном, так и в придонном горизонтах.

Средняя плотность гетеротрофной сапрофитной микрофлоры в

весенний период возрастала от поверхностного к придонному горизонту: от 84 тыс. до 140 тыс. кл./мл. Это на два порядка выше, чем в 1990 году. В летний сезон пик содержания гетеротрофных сапрофитных бактерий переместился в поверхностный горизонт, где средняя численность сапрофитных микроорганизмов была 63 тыс. кл./мл.

Наиболее вероятная численность нефтеокисляющих микроорганизмов в апреле изменялась от 940 клеток до 8 тыс. кл./мл. Особенно высокое содержание нефтеокисляющих бактерий было отмечено в водах северо-западной бухты – тысячи и десятки тысяч клеток на миллилитр воды. Из-за высокого уровня загрязненности вод нефтепродуктами, происшедшего в результате разлива мазута в прибрежье порта Корсаков, весной 1991 года отмечено увеличение НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов на 2–3 порядка по сравнению с предыдущим годом. Летом их количество значительно понизилось.

На основании микробиологических данных воды бухты Лососей можно классифицировать в весенний период как загрязненные (альфа-мезосапробные), в летний – умеренно загрязненные (альфа-бета-мезосапробные).

Микробиологический анализ вод в районе п. Стародубское проводили 22 мая на четырех станциях. В это время на большей части контролируемой акватории было обнаружено загрязнение вод нефтепродуктами. Отмечено понижение общей численности бактериопланктона на 10–20% по сравнению с предыдущим годом. Общая численность бактерий изменялась от 2 млн. 300 тыс. до 4 млн. 400 тыс. кл./мл, имея среднюю концентрацию микроорганизмов в поверхностном слое 3 млн. 300 тыс. кл./мл, в придонном – 3 млн. кл./мл. Максимум численности обнаружен в водах южной акватории порта.

Выявлено повышенное (на 2–3 порядка) по сравнению с 1990г. содержание сапрофитных бактерий. Максимум их численности наблюдался также в южной части припортовой акватории, где отмечен пик загрязнения вод нефтяными углеводородами (50–18 ПДК). НВЧ гетеротрофной сапрофитной микрофлоры колебалась от 600 клеток до 250 тыс. кл./мл. Среднее содержание сапрофитных микроорганизмов было одинаковым как в поверхностных, так и в придонных водах – 140 тыс. кл./мл.

Количество нефтеокисляющих бактерий по сравнению с 1990г.

возросло от единиц до десятков клеток в миллилитре воды: 25-250 кл/мл. Наибольшая плотность нефтеокисляющих бактерий была обнаружена в придонном горизонте центральной части акватории порта, наиболее удаленной от берега.

По микробиологическим показателям воды у п.Стародубское можно оценить как значительно загрязненные (альфа-мезосапробные).

Микробиологические наблюдения в районе п.Макаров проводили в мае. Сравнивая полученные результаты с данными предыдущего года, необходимо отметить уменьшение общей численности бактерий в 1,5 раза. В 1991 году общая численность микробных клеток варьировала в пределах 1 млн.200 тыс. - 2 млн.600 тыс.кл/мл. Средняя концентрация бактериопланктона в поверхностном слое воды достигала 1 млн.600 тыс.кл/мл, в придонном - 1 млн.900 тыс.кл/мл.

Плотность гетеротрофной сапрофитной микрофлоры по сравнению с маем предыдущего года в поверхностном слое увеличилась в 20 раз, у дна осталась без изменения. Диапазон колебания численности сапрофитных бактерий составил 2,5 тыс.-250 тысяч кл/мл в полуметровом слое и 600 клеток - 25 тыс.кл/мл - у дна.

Выявлено наличие нефтеокисляющих бактерий: их наиболее вероятная численность составила десятки клеток в миллилитре воды (в мае 1990г. эта группа бактерий в обследованных водах отсутствовала).

Увеличение доли сапрофитных и нефтеокисляющих бактерий в бактериопланктоне свидетельствует о росте сапробности и снижении качества воды.

Воды побережья п.Макаров весной 1991г. по микробиологическим данным можно оценить как умеренно загрязненные (альфа-бета-мезосапробные).

Микробиологические исследования в районе п.Поронайск проводили в мае на трех прибрежных станциях.

Изменения численности бактериопланктона в весенний период лежали в пределах 1 млн.700 тыс.- 2 млн.600 тыс.кл/мл. Максимальная концентрация выявлена в поверхностном горизонте южной части обследованной акватории - 5 млн.400 тыс.кл/мл. Среднее содержание общей численности микробных клеток в поверхностном горизонте составило 3 млн.200 тыс.кл/мл, в придонном - 2 млн.

кл/мл, т.е. оставалось на уровне 1990 года.

Количество сапрофитных и нефтеокисляющих бактерий в 1991 г. увеличилось в 10 раз. Наиболее вероятная численность сапрофитной микрофлоры у поверхности была на порядок больше, чем у дна и составила в среднем 19 тысяч кл/мл, в придонном – 2,4 тысячи кл/мл.

Нефтеокисляющие бактерии выявлены не только в поверхностном, но и, в отличие от 1990г., в придонном горизонте воды в количестве 25 клеток в миллилитре.

По микробиологическим показателям прибрежные воды п.Поронайск весной 1991г. можно характеризовать как умеренно загрязненные (альфа-бета-мезосапробные).

Микробиологические работы на акватории залива Анива проводили в апреле на 13 станциях. В этот период плотность бактериального населения в поверхностных горизонтах вод варьировала в пределах 400 тысяч – 2 млн.900 тысяч кл/мл, в придонных – 500 тысяч – 3 млн.500 тысяч кл/мл. Максимальное количество бактериопланктона было отмечено в восточной части залива. Оно достигало 3 млн.500 тысяч кл/мл. Высокое содержание микроорганизмов в поверхностном слое обнаружено в северо-западной и юго-восточной акваториях залива – 2 млн.900 тыс. – 2 млн.700 тысяч кл/мл. Минимальная концентрация бактериальной микрофлоры (400-500 тыс.кл/мл) выявлена также в юго-восточной части залива на станции, расположенной вблизи мыса Анива. В среднем содержание микробных клеток у поверхности воды составило 3 млн.200 тысяч кл/мл, у дна – 2 млн.кл/мл.

Наиболее вероятная численность сапрофитных бактерий изменялась от 25 клеток до 250 тысяч кл/мл. В поверхностном слое ее среднее значение равнялось 33 тыс.кл/мл, в придонном – 29 тыс.кл/мл. На основании распределения сапрофитной микрофлоры акваторию залива Анива можно условно разделить по долготе Корсакова на две части: западную и восточную. В водах западной части содержание сапрофитных бактерий в основном составляло десятки и сотни клеток, в восточной – десятки и сотни тысяч клеток в миллилитре воды. Исключением являлись акватории, принадлежащие к мысу Крильон (юго-западное побережье) и мысу Анива (юго-восточное). Здесь происходило относительное повышение

(юго-западное побережье) и понижение (юго-восточное побережье) НВЧ сапрофитной микрофлоры.

Граница относительно низкой концентрации нефтеокисляющих бактерий (25-250 кл/мл) была смещена к западной и юго-восточной части залива. Она проходила по западным и северо-западным прибрежным акваториям и на юго-востоке у мыса Анива. Воды остальной части залива содержали нефтеокисляющие бактерии в количестве 600 клеток - 25 тысяч кл/мл. Среднее содержание нефтеокисляющих микроорганизмов в поверхностном слое воды составляло 3,9 тыс. кл/мл, в придонном - 910 кл/мл.

Сравнивая полученные результаты с данными 1990 года, необходимо отметить, что произошло снижение количества бактерий в 1,5-2 раза, при возросшей концентрации сапрофитных бактерий на два порядка, нефтеокисляющих - на 2-3 порядка. Распространение нефтеокисляющей микрофлоры стало повсеместным, частота встречаемости увеличилась от II до 100%.

Возросшая численность индикаторных групп бактерий на фоне общего снижения обилия бактериопланктона указывает на усилившееся загрязнение вод залива Анива. По микробиологическим показателям их можно охарактеризовать как загрязненные (альфа-мезосапробные).

Микробиологическая съемка вод залива Терпения была выполнена 19-21 мая на пяти станциях. По наблюдениям в мае общая численность бактерий в поверхностном слое воды колебалась в пределах 900 тысяч - 5 млн. кл/мл, в придонном - 900 тысяч - 2 млн. 300 тыс. кл/мл. Пик общей численности бактерий обнаружен в водах центральной части залива. По сравнению с маем прошлого года, общая численность бактериопланктона снизилась в 2,5-3 раза.

Отмечена равномерность распределения гетеротрофной сапрофитной микрофлоры в водах залива, за исключением прибрежных акваторий. Но их наиболее вероятная численность в поверхностном слое воды по сравнению с 1990 годом увеличилась в 3 раза, у дна осталась на прежнем уровне. Средняя численность сапрофитных бактерий в поверхностном горизонте воды равнялась 2 млн. 100 тыс. кл/мл, в придонном - 15 тыс. кл/мл.

Изменился характер распространения нефтеокисляющих микро-

организмов: вместо локального оно стало широким и равномерным. Средняя численность нефтеокисляющих бактерий в 1991г. составила 25 клеток в миллилитре воды у поверхности и 32 кл/мл - в придонном горизонте воды.

На основании микробиологического анализа воды залива Терпения в весенний период можно оценить как умеренно загрязненные (альфа-мезосапробные).

Микробиологические исследования на вековом разрезе мыс Анива - мыс Докучаева проводили 15 мая на четырех станциях. По сравнению с 1990 годом, общая численность бактерий существенно не изменилась. В полуметровом горизонте общая численность микробных клеток варьировала в пределах 1 млн.100 тыс. - 3 млн.600 тыс.кл/мл, на горизонте 100 м - 2 млн.400 тыс. - 4 млн.900 тыс.кл/мл. Средние значения были равны 2млн.500 тыс.кл/мл и 3 млн.700 тыс.кл/мл соответственно. Отмечена повышенная (в 1,5-2 раза) плотность бактериопланктона у сахалинского и курильского берегов, по сравнению с удаленными от берега точками.

В поверхностном горизонте количество нефтеокисляющей микрофлоры имело постоянное значение: 25 клеток в миллилитре. По-прежнему осталось высоким содержание нефтеокисляющих бактерий на глубине 100 м у о.Сахалин - 25 кл/мл.

Воды разреза м.Анива - м.Докучаева по микробиологическим показателям можно оценить как умеренно загрязненные (бета-мезосапробные).

Х.2.2. Показатели состояния планктонных сообществ

Х.2.2.1. Фитопланктон и первичная продукция

Уровень количественного развития фитопланктона, соотношение интенсивности процессов новообразования органического вещества и его разрушения гетеротрофными организмами были определены в ряде прибрежных районов Охотского моря в разные биологические сезоны.

Исследование фитопланктона порта Корсаков проводилось в апреле и мае. В апреле было зарегистрировано от 8 до 12 видов в каждом участке акватории. Преобладали диатомовые водоросли р. Chaetoceros, Nitzschia, Thalassiosira.

В двух случаях встречена перидиниевая водоросль *Oxutoxum gladiolus*, один раз - кремнежгутиковая водоросль *silicosirculus*. Средняя численность составила 0,430 тыс. кл/мл, средняя биомасса - 2,94 мг/л. По сравнению с 1990г. численность практически не изменилась, а биомасса уменьшилась в 6,94 раза.

В икме видовое разнообразие снизилось до 2-7 видов на каждый обследованный участок. Несколько изменился видовой состав, среди диатомовых преобладали р. *Rhizosolenia*, *Skeletonema*,

Navicula. Средняя численность фитопланктона - 0,328 тыс. кл/мл, что сравнимо с данными 1990г., средняя биомасса - 2,54 мг/л - меньше прошлогодней в 3,5 раза.

За весь период исследований в целом по акватории п. Корсаков деструкционные процессы преобладали над синтезом органического вещества. В апреле чистая продукция имела отрицательное значение: $-0,28 \text{ мг } O_2/\text{л.сут.}$ По сравнению с предыдущим годом активность фотосинтеза и деструкции понизилась соответственно в 1,3 и 1,2 раза.

Состояние фитоценоза в обследованной акватории в целом может быть оценено как благополучное.

В водах бухты Лососей съемка проводилась в апреле и икме. В апреле видовое разнообразие составило 8-12 видов на станцию, это несколько ниже, чем в 1990г. В фитопланктоне отмечены только представители диатомовых: преобладали р. *Chaetoceros*, также весьма часто встречались *Nitzschia*, *Closterium*, *Navicula* sp. В прошлом году здесь было зарегистрировано массовое развитие *Peridinium monospinum*, который в этом году отсутствует. Средняя численность фитопланктона - 0,241 тыс. кл/мл, биомасса в среднем - 2,34 мг/л. По сравнению с 1990г. количественные показатели снизились соответственно в 1,4 и 6,9 раз.

В икме уменьшилось видовое разнообразие планктона - 3-5 видов. Среди диатомовых наибольшее развитие получили виды р. *Rhizosolenia*, *Skeletonema*. В некоторых пробах встречены перидиниевые водоросли. Общая численность клеток в среднем составила 0,511 тыс. кл/мл, а биомасса - 2,47 мг/л, что по сравнению с 1990г. меньше соответственно в 1,2 и 4,9 раза.

Деструкция в апреле и икме в общем по бухте Лососей была вы-

ше продукционных процессов. Чистая продукция в апреле имеет отрицательное значение: $-0,20 \text{ мг } O_2/\text{л.сут.}$, в июле также отрицательное значение: $-0,73 \text{ мг } O_2/\text{л.сут.}$ По сравнению с 1990г. активность продукционно-деструкционных процессов снизилась, и выход чистой продукции уменьшился весной в 2,2 раза, летом в 2 раза.

Состояние фитоценоза по сравнению с предыдущим годом несколько ухудшилось, но в целом может быть охарактеризовано как благополучное.

Исследования прибрежных вод в районе п.Стародубское проводили в конце мая. Видовое разнообразие сохранялось на уровне прошлого года: 7-14 видов на каждом участке. Немного изменился видовой состав: в этом году преобладали диатомовые водоросли рр. *Thalassiosira*, *Navicula*, массовыми были виды рр. *Grammatophora*, *Rhizosolenia*, *Biddulphia*.

Средние численность и биомасса диатомовых по сравнению с предыдущим годом снизились соответственно в 2,7 и 11,6 раза и составили соответственно 0,112 тыс.кл/мл и 2,44 мг/л.

На ст.74 отмечен *Silicocirculus*, относящийся к кремнежгутиковым. Перидиниевых водорослей в отличие от предыдущего года найдено не было.

Процесс деструкции в районе п.Стародубское преобладал над синтезом органического вещества и чистая продукция имела отрицательное значение $-0,21 \text{ мг } O_2/\text{л.сут.}$, в отличие от прошлого года, когда она была положительной. Активность продукционных процессов по сравнению с 1990г. снизилась в 2,4 раза, а деструкции - в 1,7 раза. Состояние фитоценоза было благополучным.

Исследования прибрежных вод в районе п.Макаров проводили в мае. Видовое разнообразие составило 5-6 видов на каждом участке - ниже, чем в прошлом году. Доминировали водоросли, относящиеся к диатомовым: рр. *Navicula*, *Chaetoceros*, *Thalassiosira*. Их численность в среднем равнялась 0,027 тыс.кл/мл, биомасса - 0,62 мг/л. По сравнению с предыдущим годом численность и биомасса уменьшились соответственно в 2,9 и 10,3 раза. Из перидиниевых водорослей в пробах присутствуют *Peridinium monospinum*, *Dinophysis acuta*, их численность в 2 раза ниже, чем в 1990г.

В центральной и южной части обследованной акватории про-

цессы образования первичной продукции превалировали над деструкцией. Чистая продукция здесь составила 0,14 мг O_2 /л.сут. На севере деструкционные процессы идут более интенсивно, чистая продукция имеет отрицательное значение: -0,42 мг O_2 /л.сут.

Состояние фитоценоза в районе п.Макаров ухудшилось по сравнению с 1990г., но в целом характеризовалось как удовлетворительное.

Съемки прибрежных вод в районе п.Поронайск проводили в мае. На каждый обследованный участок акватории приходилось по 3-9 видов, как и в 1990г., но видовой состав диатомей был несколько иным: массовыми стали виды рр. *Chaetoceros*, *Fragilaria*, *Rhizolenia*, *Navicula*. Численность диатомовых в среднем составила 0,065 тыс.кл/мл, биомасса - 0,35 мг/л. В центральной части обследованной акватории доминировала перидиниевая водоросль *Peridinium monospinum*: до 33,3% от общей численности, что выше на порядок по сравнению с 1990г., и до 96,5% от общей биомассы.

Процесс фотосинтеза в акватории близ Поронайска превалировал над деструкционными процессами. Чистая продукция составила 0,58 мг O_2 /л.сут. По сравнению с 1990г. процессы продуцирования и деструкции были активнее соответственно в 2 и 1,6 раза, выход чистой продукции увеличился в 1,8 раза. Состояние фитоценоза благополучное.

Наблюдения за фитопланктоном залива Анива проводили в мае. Было зарегистрировано от 4 до 18 видов. В фитопланктоне доминировали диатомовые. Наиболее широко был представлен р. *Thalassiosira* (66,9% от численности, 59,1% от биомассы), также массовыми были виды рр. *Chaetoceros*, *Corethron*. Средняя численность составила 0,394 тыс.кл/мл, биомасса - 4,71 мг/л. По сравнению с предыдущим годом численность увеличилась в 1,6 раза, а биомасса снизилась в 2,9 раза (за счет более мелких форм). В центральной и юго-восточной частях залива были отмечены *Oxutoxum gladiolus*, *Peridinium pallidum*, *P. monospinum*, относящиеся к перидиниевым. Их средняя численность равнялась 0,004 тыс.кл/мл, биомасса - 0,44 мг/л. По сравнению с 1990г. эти показатели снизились соответственно в 1,8 и 3,1 раза.

Процессы синтеза органического вещества в целом превалиро-

вали над процессами разрушения органики. В восточной и южной частях залива чистая продукция имела положительное значение: 0,25 мг O_2 /л.сут. В северо-западной части залива деструкция шла активнее продукции, чистая продукция была отрицательной: -0,11 мг O_2 /л.сут. В центральной части синтез и распад имели одинаковую скорость, чистая продукция была равна нулю. По сравнению с 1990г. процессы фотосинтеза и деструкции были менее активными. Состояние фитоценоза оценивалось как благополучное.

Съемка в заливе Терпения проводилась во второй половине мая. Видовое разнообразие составило 3-15 видов. Доминировали диатомеи. Массовыми были виды рр. *Chaetoceros*, *Thalassiosira*, *Thalassiothrix*, *Navicula*. Общая численность в среднем составила 0,047 тыс.кл/мл, биомасса - 1,18 мг/л. По сравнению с предыдущим годом численность возросла в 1,7, а биомасса снизилась в 2,5 раза (за счет водорослей с маленьким весом). В пробах северо-восточной акватории залива были обнаружены перидиниевые водоросли *Dinophysis acuta*, *Oxytoxum gladiolus* со средней численностью 0,005 тыс.кл/мл и биомассой 0,03 мг/л.

Чистая продукция в среднем по акватории залива Терпения была отрицательной. В северной части залива продукционные процессы превалировали над деструкционными, и чистая продукция составила 0,614 мг O_2 /л.сут. На ст.99 чистая продукция была равна нулю. В центральном разрезе деструкционные процессы были активнее синтеза органического вещества, чистая продукция имела отрицательное значение: -0,14 мг O_2 /л.сут. По сравнению с 1990г. продукционно-деструкционные процессы менее активны. Состояние фитоценоза в период исследований было благополучным.

Изучение фитопланктона векового разреза МНС Анива - МНС Докучаев проводилось в середине мая. Видовое разнообразие составило 7-10 видов. В фитопланктоне доминировали диатомовые водоросли холодноводного комплекса. Наиболее массовой была р. *Thalassiosira* (63,7% от численности, 79,3% от биомассы), также часто встречались виды рр. *Chaetoceros*, *Navicula*, *Skeletonema*. Во всех акваториях отмечены перидиниевые и кремнежгутиковые водоросли. Средняя численность фитопланктона

- 0,208 тыс.кл/мл, биомасса - 3,88 мг/л, что по сравнению с 1990г. ниже соответственно в 2 и 3 раза, а по сравнению с 1989г. - соответственно в 3,4 и 6,7 раз.

Продукционные процессы в основном превалировали над деструкционными. Чистая продукция положительная: 0,45 мг O₂/л.сут. - выше, чем в 1990г. в 1,2 раза. В целом состояние фитоценоза оценивается как благополучное.

Х.2.2.2. Зоопланктон

Структура и функционирование зоопланктонных сообществ, сезонные изменения этих параметров тесно связаны с особенностями гидрологии в различных районах Охотского моря.

Съемку зоопланктона в водах рейда п.Корсаков в 1991 году проводили в апреле и июле. Изменения распределения, состава и структуры планктонных сообществ носили сезонный характер. В апреле в составе зоопланктона встречались представители 14 таксонов. Концентрация и биомасса зоопланктона в среднем составили соответственно 11,6 тыс.экз/куб.м и 369 мг/куб.м, что соответствует данным, зарегистрированным в предыдущие годы (Табл. X.I). В составе зоопланктона по-прежнему доминировали взрослые и науплиальные стадии веслоногих рачков *Acartia longiremis*, *Pseudocalanus minutus*, составляющие обычно основу холодноводной неарктической и коарктической группировок. Субдоминировали в сообществе личинки донных животных и ранние возрастные стадии эуфаузиид.

В июле значения количественных показателей существенно возросли и в среднем составили 74,7 тыс.экз/куб.м и 1460 мг/куб.м, что немного меньше показателей прошлого года (ср.105,9 тыс.экз/куб.м и 2000 мг/куб.м). Видовое разнообразие летнего зоопланктона увеличилось до 21 таксона. Как и весной доминирующую роль в планктонном сообществе играли популяции неарктических веслоногих рачков *A. longiremis*, *Oithona similis*. Летом основную их массу составляли взрослые стадии. Так же, как и в прошлые годы, в летнем зоопланктоне были обильно представлены ветвистоусые рачки, коловратки, икра, личинки рыб и эуфаузиид, личинки полихет и иглокожих.

В целом состояние зоопланктона оценено как благополучное.

В бухте Лососей (залив Анива) в апреле в составе зоопланктона присутствовали животные, относящиеся к 14 таксономическим группам. Средние количественные характеристики зоопланктона (численность – 12,2 тыс. экз/куб.м, биомасса – 213 мг/куб.м) не выделялись в ряду многолетних наблюдений (Табл.Х.1). Основную роль в весеннем сообществе зоопланктона по количественным показателям играли, как и в 1989 году, науплии копепод и яйца эуфаузиид. Роль представителей северотихоокеанской группировки веслоногих рачков *A. longiremis* и *P. minutus* была в количественном отношении несколько ниже, чем в предыдущие годы, где эти холодноводные рачки доминировали практически повсеместно. В летний период численность и биомасса зоопланктона увеличились примерно в 2 раза (соответственно до 20,5 тыс. экз/куб.м и 456 мг/куб.м). Количественные показатели в целом практически не отличались от зарегистрированных в предыдущие годы. На формирование летнего комплекса видов планктонных животных оказала влияние низкая температура воды в июле. Вероятно, этот фактор помешал массовому развитию типичных представителей летне-осеннего планктона – кладоцер, аппендикулярий и коловраток. В результате основу планктонного населения составляли взрослые стадии холодноводных веслоногих рачков *A. longiremis*, *Oithona similis*, вытеснившие весеннюю доминанту – ранние стадии эуфаузиид на второстепенную позицию. Таким образом, зоопланктонное сообщество весной – летом 1991 года характеризовалось рядом особенностей, которые укладывались в рамки сезонной изменчивости структурных показателей и позволили сделать заключение о благополучном состоянии зоопланктона в контролируемом районе.

Наблюдения за состоянием зоопланктона в прибрежных водах п.Стародубское (залив Терпения) проводили весной. Количественные характеристики планктонного сообщества (численность и биомасса) в 1988 году в среднем составляли соответственно 13,3 тыс. экз/куб.м и 317 мг/куб.м. Как видно из табл.Х.1, эти значения сходны с результатами наблюдений 1989 года, но значительно меньше (в 5 раз), чем в 1990 году. Вероятно, это естественные межгодовые колебания количественных характеристик планктона. В составе весеннего зоопланктона выделили 18 таксо-

Таблица X.I

Значения средних количественных показателей (N - численность, тыс.экз/куб.м,
В - биомасса, мг/куб.м) зоопланктона в прибрежных водах Охотского моря
весной 1989-1991гг.

Годы	Р а й о н ы															
	п.Корса- ков		бухта Лососей		п.Старо- дубское		п.Макаров		п.Поро- найск		залив Анива		залив Терпения		вековой разрез мыс Анива-мыс Докучаев	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
1989	11,3	302	14,1	278	10,1	138	16,6	256	12,6	314	17,5	563	11,7	326	8,7	210
1990	18,3	426	8,4	186	72,6	1120	44,8	13,8	13,7	534	10,1	297	55,6	1777	8,7	177
1991	11,5	376	12,2	213	13,4	317	12,7	326	26,4	482	10,4	212	11,2	312	11,1	402

номических групп. Из них ведущую роль играли представители холодноводной североатлантической группировки – *A. longiremis*, *P. minutus*, *O. similis*, а также их науплиальные стадии. Субдоминантное положение в одном случае занимали личинки полихет.

По сравнению с наблюдениями двух предыдущих лет видовой состав планктона претерпел некоторые изменения. В отличие от 1990г., из состава зоопланктона практически исчезли встречавшиеся ранее в массовых количествах яйца и личинки эуфаузиид, значительно сократилась численность полихет, в отдельных случаях 70% общей численности. В ловах зоопланктона 1991г. не были обнаружены инфузории тинтиниды – доминанта 1989 года. Структурные изменения в видовом составе зоопланктона показаны в табл. X.2.

Таблица X.2

Доминирующие группы зоопланктона в водах
п.Стародубское весной 1989–1991гг.

Год	Доминирующие группы	Субдоминирующие группы
1989	<i>Tintinnidae</i> , <i>Copepoda nauplii</i>	<i>Oithona similis</i> , <i>Pseudocalanus minutus</i> , <i>Meroplankton</i>
1990	<i>Polychaeta larvae</i> , <i>Copepoda nauplii</i>	<i>Euphausiidae larvae</i> , ово, <i>Oithona similis</i>
1991	<i>Acartia longiremis</i> , <i>Copepoda nauplii</i>	<i>Polychaeta larvae</i> , <i>Oithona similis</i> , <i>Pseudocalanus minutus</i>

В целом уровни количественных структурных показателей состояния зоопланктона и его видовое разнообразие были достаточно высокими, что дает основание назвать его благополучным.

Наблюдения за состоянием зоопланктонного сообщества в прибрежных водах п.Макаров (залив Терпения) проводили только в мае. В весенних ловах зоопланктона встречались представители 19 таксономических групп. Количественные показатели, характеризующие развитие сообщества, по уровню соответствовали данным 1989 года, но были более, чем в 4 раза ниже прошлогодних (Табл.Х.1). Средние значения численности и биомассы составили в мае 1991 года 12,7 тыс.экз/куб.м и 326 мг/куб.м соответственно. При этом распределение планктонных животных на обследованной акватории было неоднородным и для отдельных станций различалось в 10 раз. Основу планктонного сообщества весной составляли науплии копепоид и представители восточно-сахалинской неритической группировки - веслоногие рачки *A. longiremis*, *A. tumida*, *P. minutus*. На станции с минимальным содержанием зоопланктона доминировала медуза *Aglatha digitale*, а веслоногие рачки имели субдоминирующее значение. В целом состояние зоопланктонного сообщества по количественным показателям и видовому разнообразию было оценено как благополучное.

Для оценки состояния зоопланктонного сообщества в районе п.Поронайск (залив Терпения) исследователи располагали только данными, полученными в мае. Количественные показатели развития зоопланктона в среднем составили 26,4 тыс.экз/куб.м и 482 мг/куб.м, что примерно в 2 раза превышало значения численности двух предыдущих лет (Табл.Х.1). Значения биомассы зоопланктона за период исследований 1989-1991гг. остались на прежнем уровне.

В составе зоопланктона в мае были отмечены представители 16 таксономических групп беспозвоночных и рыб. Как и в прошлом году основу планктонного населения составляли науплиальные стадии и взрослые особи веслоногих рачков *A. tumida*, *A. longiremis*. Второстепенное значение имели личинки пластинчатожаберных моллюсков. В последние два года из состава зоопланктона практически полностью исчезли инфузории тинтиниды ранние стадии эуфаузиид, доминировавшие в весеннем планктоне в 1989 году. Основываясь на анализе полученных данных, было сделано заключение о благополучном состоянии зоопланктона в районе п.Поронайск.

В водах залива Анива анализ проб зоопланктона проводили в мае. Полученные данные о развитии планктонного населения были неоднородны для отдельных частей обследованного района. Численность организмов изменялась от 0,9 до 23 тыс. экз/куб.м, биомасса от 5,4 до 517 мг/куб.м. Такое низкое содержание зоопланктона было впервые зарегистрировано в северной и северо-восточной частях залива, что, вероятно, указывает на обострение экологической обстановки в этих районах.

В среднем значения количественных показателей составляли 10,3 тыс. экз/куб.м для численности и 212 мг/куб.м для биомассы. Из табл. X.I видно, что суммарные количественные характеристики практически не отличались от полученных в прошлом году и примерно в два раза меньше отмеченных в 1989 году. Очевидно, что эти показатели не выходят за рамки межгодовых колебаний динамики развития зоопланктона.

Видовое разнообразие зоопланктона также возрастало по направлению от северной кутовой (8-12 таксонов) к южной морской части залива (16-23 таксона). Основу планктонного сообщества составляли науплии и взрослые стадии холодноводных веслоногих рачков *P. minutus*, *O. similis*

Нередко значительную роль в сообществе играли ранние стадии эуфеузиид, щетинкочелюстные и крылоногие моллюски. В целом видовой состав зоопланктона был сходен с описанным в мае 1989 года. По сравнению с прошлым годом изменения в качественном составе были более заметными: в 1991 году в пробах отсутствовали массовые ранее *A. longiremis*, мизиды, икринки рыб, сократилось число регистраций центральноохоотскоморских видов *C. plumehrus*, *Metridia ochotensis*.

То есть, по сравнению с прошлым годом произошло обеднение видового состава. Из вышесказанного следует, что существенных изменений в качественном и количественном составе зоопланктона не наблюдалось, за исключением некоторых северных районов, где состояние зоопланктона было признано неблагоприятным.

Съемка зоопланктона в водах залива Терпения проводилась в мае. Развитие весеннего зоопланктона характеризовалось следующими показателями: средняя численность составляла 11,2 тыс. экз/куб.м, биомасса 312 мг/куб.м. Как видно из табл. X.I,

эти значения не отличались от полученных в 1989 году и были ниже примерно в 5 раз, чем в 1990 году.

Видовое разнообразие планктонного населения было сравнительно высоко — в среднем в пробах регистрировалось 19 таксономических групп беспозвоночных и рыб. В состав доминирующего комплекса входили науплии копепод и взрослые веслоногие рачки *A. longiremis*, *A. tumida*, *O. similis*, *P. minutus*.

Нередко встречались щетинкочелюстные, эуфаузииды, меропланктон (личинки полихет и пластинчатожаберных), икринки и личинки рыб. По сравнению с предыдущими годами видовой состав зоопланктонного сообщества не претерпел существенных изменений. Сокращение численности и биомассы зоопланктона в 1991 году по сравнению с 1990г. было обусловлено уменьшением содержания массовой ранее *A. tumida* и раковинных инфузорий.

Тем не менее, состояние зоопланктонного сообщества было оценено как благополучное, т.к. колебания его характеристик не выходили за пределы естественных межгодовых вариаций.

Количественные характеристики развития весеннего зоопланктона в открытой части Охотского моря (разрез мис Анива — мис Докучаев) содержатся в табл.Х.1. Средняя численность и биомасса планктонных животных составляли соответственно 11,1 тыс. экз/куб.м и 402 мг-куб.м, что несколько выше данных, полученных в 1989 и 1990 годах.

Основу планктонного сообщества составляли популяции крупных центральноохотскоморских копепод *M. ochotensis*, *C. plumch-gus*.

Массового развития достигали также обычные для Охотского моря веслоногие рачки *P. minutus*, *O. similis*

и их науплиальные стадии. В пробах изредка встречались щетинкочелюстные, крылоногие, эуфаузииды и мизиды. В среднем в пробах зарегистрировано 19 таксонов беспозвоночных. По сравнению с 1990 годом качественный состав планктонного населения изменился слабо. В целом по стандартным показателям состояние зоопланктона оценено как благополучное.

Х. . Оценка состояния экосистем

Анализ результатов наблюдений, выполненных в 1991 году, позволяет сделать вывод о резком ухудшении экологической ситуации в прибрежных водах о.Сахалин, связанном с аварийным разливом мазута на Корсаковской нефтебазе. Это проявилось в значительном увеличении численности нефтеокисляющей микрофлоры в акваториях п.Корсаково бухты Лососей, п.Старолубское, п.Макарова, п.Поронайск, заливов Анива и Терпения, а также в изменении количественных и качественных показателей фитопланктона: уменьшении видового разнообразия, смене доминирующих группировок водорослей. Отмечены также сдвиги качественного состава зоопланктона при сохранении естественных межгодовых флуктуаций количественных характеристик.

В открытых водах Охотского моря на разрезе м.Анива - м.Докучаева по сравнению с предыдущими годами наблюдений состояние микробных ценозов и планктонных сообществ практически не изменилось.

Таким образом, проведенные наблюдения позволяют оценить состояние контролируемых экосистем в открытой части Охотского моря на разрезе м.Анива - м.Докучаев как стабильное, а в прибрежных акваториях, бухтах и заливах - как переходное от стабильного к критическому. Наиболее близким к критическому является состояние экосистем в кутовых частях заливов, в акваториях портов и вблизи населенных пунктов.

XI. ЯПОНСКОЕ МОРЕ

Японское море – полузамкнутое море Тихого океана. Оно расположено между материком Евразия, Корейским полуостровом, Японскими островами и о.Сахалин. Омывает берега России, Японии, КНДР и Южной Кореи. Соединяется проливами Татарским, Невельского и Лаперуза с Охотским морем, Сангарским проливом – с Тихим океаном, Корейским проливом – с Восточно-Китайским и Желтым морями. Площадь моря – 1062 тыс. кв. км, наибольшая глубина – 3720 м. Крупные заливы – Восточно-Корейский и Петра Великого. Главные порты: Владивосток, Находка, Восточный (Россия), Нипгата, Цуруга, Майцзур (Япония), Вонсам, Хыннам, Чхонджик (КНДР).

Систематические гидробиологические наблюдения в рамках ОГСН выполняются в Японском море с 1977г.

Мониторинг состояния экосистем Японского моря в 1991г. проводился специалистами Приморскгидромета (в заливах Петра Великого, Амурском, Уссурийском, Находка, бухте Золотой Рог, проливе Босфор-Восточный, а также в открытой части моря) и специалистами Сахалингидромета (в Татарском проливе и прибрежных акваториях у портов о.Сахалин).

XI.1. Краткая характеристика состояния загрязнения

Загрязнение вод залива Петра Великого обусловлено сбросами недостаточно очищенных хозяйственно-бытовых стоков населенных пунктов, промышленных предприятий. Воды залива загрязняются балластными и льдальными водами судов, определенная часть ЗВ поступает в залив с речными стоками. Ежегодно в залив сбрасывается свыше 100 т нефтепродуктов, 20 т СПАВ, 20 т токсичных металлов, 20 тыс. т взвешенных веществ, 100 т аммонийного азота. В 1991г. содержание НУ во всех акваториях залива практически сохранилось на уровне 1990г. и составило около 1 ПДК (0,05 мг/л), в бухте Золотой Рог – 2 ПДК.

В северную часть моря в 1991г. с речным стоком, от судов и промстоками ЦБЗ с дельфы о.Сахалин поступило 177 т

нефтепродуктов, 4 т фенолов, 56 т СПАВ, 11,5 тыс. т соединений серы, 11 т меди, 18 т цинка, 119 т аммонийного азота, 248 тыс. т взвешенных веществ.

Среднее содержание фенолов во всех акваториях Японского моря, контролируемых Приморским УГМ, в 1991г. несколько возросло и составило 6 ПДК (в бухте Находка - 4 ПДК), среднее содержание СПАВ также повсеместно возросло, но не превышало 1 ПДК (0,1 мг/л).

Среднее содержание меди во всех контролируемых акваториях оказалось близким к ПДК, среднее содержание железа снизилось во всех районах и превышало ПДК только в Уссурийском заливе. Среднее содержание ртути и кадмия во всех районах моря было менее 1 ПДК, концентрации ХОП во всех контролируемых акваториях в среднем не превышали 3 нг/л, однако максимальные концентрации ПДТ в бухте Золотой Рог и в Уссурийском заливе оказались выше 20 нг/л. Кислородный режим в целом во всех обследованных акваториях моря в 1991г. был удовлетворительным, однако в придонном слое вод в бухте Золотой Рог в июле-сентябре в 60% проанализированных проб концентрация кислорода оказалась ниже 6,0 мг/л, т.е. не достигала ПДК, также зафиксированы 6 случаев ВВЗ и 2 случая ВЗ по кислороду.

Гидрохимические наблюдения на шельфе о.Сахалин в 1991г. проведены специалистами Сахалингидромета только в мае, в районе п.Александровск - в мае и октябре.

В период наблюдений отмечено высокое загрязнение вод нефтяными углеводородами: в районе п.Александровск их концентрации достигали 0,45 мг/л (9 ПДК), в районе п.Углегорск - 2,8 ПДК (максимум 138 ПДК), в районе п.Томари - 20 ПДК (максимум 120 ПДК), в районе п.Чехов - 3 ПДК, в районах п.п.Холмск, Невельск и Горнозаводск НУ не были обнаружены.

Содержание СПАВ, фенолов и аммонийного азота во всех акваториях, контролируемых Сахалингидрометом, в 1991г. оказалось ниже чувствительности методов определения.

*Кислородный режим был удовлетворительным.

В апреле в районе п.Томари при внеплановом обследовании, проведенном в связи с замором рыбы, установлены высокие концентрации фенолов - 0,031 мг/л (31 ПДК), протолитгина - 5,93 мг/л, повсеместно отмечено присутствие сероводорода (0,28-1,30 мг/л).

По химическим показателям с учетом ИЗВ в 1991г. не менялось качество вод в бухте Золотой Рог и в Уссурийском заливе (воды "грязные"), а также в заливе Находка (воды "умеренно загрязненные"). Качество вод в Амурском заливе и в открытой части залива Петра Великого ухудшилось (от "загрязненных" к "грязным"). Прибрежные воды о.Сахалин в районах пп. Углегорск и Томари по химическим показателям с учетом ИЗВ характеризовались в 1991г. как "чрезвычайно грязные", в районе п.Александровск - как "грязные", в районе п.Чехов - как "умеренно загрязненные", в остальных прибрежных акваториях о.Сахалин воды оценивались как "чистые".

В целом за 1986-1991 годы в районе залива Петра Великого в основном проявилась тенденция к росту уровня загрязнения вод, наиболее отчетливо - в открытой части залива.

За тот же период в районе п.Александровск (Татарский пролив) отмечена устойчивая тенденция к снижению уровня загрязнения вод.

XI.2. Характеристика экологической ситуации

XI.2.1. Микробиологические показатели

Акватории Амурского залива обследовали в 1991г. ежеквартально с мая по ноябрь, а в отдельных участках выполняли ежемесячные наблюдения. Общая численность микроорганизмов в среднем составила 530 тыс.кл/мл, не превышая максимума 1 млн. 100тыс.кл/мл. Биомасса микроорганизмов колебалась около значения 250 мг/куб.м. Максимальные значения общей численности бактерий и их биомассы выявлены летом и осенью в центре Амурского залива и в районе выхода городской канализации. Минимальное значение ОЧМ (120 тыс.кл/мл) отмечено в ноябре в придонном слое воды. Количество гетеротрофных сапрофитных бактерий изменялось от 25 до 25 тыс.кл/мл, однако сезонные колебания наиболее вероятной численности ГСБ были невелики.

Концентрация углеводородокисляющих бактерий (УБ) варьировала от 0 до 25 тыс.кл/мл; сезонные колебания также были выражены слабо. Количество УБ по сравнению с 1990г. возросло примерно в 6 раз при средней концентрации 900 кл/мл, но по общей

численности и биомассе клеток отмечалось некоторое уменьшение показателей по сравнению с 1990г. Воды Амурского залива могут рассматриваться как мезотрофные, загрязненные (бета-мезосапробные).

В Уссурийском заливе при общей средней биомассе микробных клеток 135 мг/куб.м годовые колебания общей численности укладывались в пределах от 50 тыс.кл/мл до 660тыс.кл/мл. Максимум обнаружен в августе в поверхностном горизонте воды. Сезонные колебания незначительны. Минимальные значения (80 тыс. и 50 тыс.кл/мл) выявлены в мае месяце в поверхностном и придонном горизонтах северо-западнее острова Аскольда на выходе из залива. Наиболее вероятная численность ГСБ изменялась от 25кл/мл до 25 тыс.кл/мл, с максимальными значениями весной и летом. НВЧ нефтеокисляющих бактерий при среднем значении 2 тыс.кл/мл весной возрастала до максимального уровня - 3,1 тыс.кл/мл.

По сравнению с 1990г. отмечено некоторое снижение общей численности и биомассы бактерий, количества гетеротрофных сапробитных и нефтеокисляющих бактерий. По микробиологическим показателям воды Уссурийского залива следует отнести к бета-мезосапробным - чистым - умеренно загрязненным, мезотрофным.

Общая численность микроорганизмов в бухте Золотой Рог и проливе Босфор-Восточный варьировала от 50 тыс.кл/мл до 2 млн.200тыс.кл/мл при среднем значении 890 тыс.кл/мл. При этом средняя биомасса бактерий составила 408 мг/куб.м. В августе месяце биомасса и численность клеток достигали максимума (1015 мг/куб.м и 2 млн.200тыс.кл/мл соответственно). Наименьшие значения этих показателей отмечены в мае и в ноябре в придонных слоях воды. Минимальные значения НВЧ гетеротрофных сапробитных бактерий также зафиксированы в ноябре.

По сравнению с 1990г. отмечено снижение уровней изученных микробиологических показателей: общей численности, количества гетеротрофных сапробитных и нефтеокисляющих бактерий, но несмотря на это воды в обследованном районе характеризуются как умеренно загрязненные - загрязненные (альфа-бета-мезосапробные), эвтрофированные, а состояние морских вод по-прежнему остается критическим.

В заливе Находка в 1991г. максимальных значений как общая численность, так и биомасса микроорганизмов достигали в июле: 1 млн.130тыс.кл/мл и 518 мг/куб.м соответственно. Средние значения этих показателей были на уровне предыдущего года. Однако наиболее вероятная численность нефтеокисляющих бактерий возросла в три раза в связи с загрязнением вод залива нефтепродуктами.

По микробным показателям воды залива Находка следует отнести к умеренно загрязненным (бета-мезосапробным), мезотрофным.

Открытая часть залива Петра Великого характеризовалась сравнительно чистыми водами, которые соответствовали показателям олигосапробной (олиготрофной) группы. Средние значения микробной биомассы не превышали 48 мг/куб.м, а максимальная общая численность микробных клеток составила 280 тыс.кл/мл, при этом максимальное количество ГСБ не превышало 25 тыс. кл/мл. Нефтеокисляющих бактерий на всех обследованных горизонтах водной толщи обнаружено меньше, чем в 1990г. Вертикальное распределение микробных клеток по горизонтам было неравномерным.

Микробное население открытой части Японского моря изучали в марте, апреле и в августе. Общая численность бактерий колебалась от 10 тыс.кл/мл до 520 тыс.кл/мл. Средние значения биомассы - 66 мг/куб.м. При анализе вертикального распределения отмечено уменьшение числа клеток с возрастанием глубины.

Численность ГСБ составила в среднем 16 тыс.кл/мл, изменяясь от нуля до 25 тыс.кл/мл. В таких же пределах варьировали и значения наиболее вероятной численности нефтеокисляющих бактерий.

По микробиологическим показателям воды открытой части Японского моря можно отнести к чистым - умеренно загрязненным.

При анализе микробиологических данных, характеризующих состояние вод Японского моря в районе п.Углегорск (Татарский пролив) в 1991г. установлено, что в весенний период общая численность бактерий в поверхностных горизонтах в среднем составила 1 млн.700тыс.кл/мл, в придонных - 2 млн.400тыс.кл/мл, биомасса бактерий достигала 1005 и 1410 мг/куб.м соответственно

Наиболее вероятная численность гетеротрофных сапрофитных бактерий колебалась в пределах от 600 кл/мл до 60 тыс.кл/мл, составляя в среднем у поверхности моря 17 тыс.кл/мл. В придонном горизонте НВЧ ГСБ снижалась до 15 тыс.кл/мл, изменяясь от 25 клеток до 60 тыс.кл/мл.

НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов в поверхностном слое вод в среднем равнялась 980 кл/мл, варьируя от 25 клеток до 2,5 тыс.кл/мл, а у дна - 25-600 кл/мл, составляя в среднем 450 кл/мл.

Наиболее высокая численность гетеротрофных сапрофитных и нефтеокисляющих бактерий зарегистрирована в районе загрязнения вод нефтепродуктами, которое имело форму пятна, расположенного в центральной части пролива к югу от п.Углегорск. Численность сапрофитных бактерий здесь достигала 60 тыс.кл/мл, нефтеокисляющих - 2,5 тыс.кл/мл.

По сравнению с 1990г., общая численность микроорганизмов в 1991г. возросла в два раза, НВЧ ГСБ увеличилась на три порядка, нефтеокисляющих - до сотен клеток в миллилитре воды.

Анализ микробиологических данных свидетельствует о том, что качество вод в весенний период (май 1991г.) в районе п.Углегорск по сравнению с 1990г. снизилось: от умеренно загрязненных (бета-мезосапробных) до значительно загрязненных (альфа-мезосапробных).

Микробиологические исследования вод в районе п.Томари были проведены в мае 1991г. По данным наблюдений общая численность бактерий изменялась в пределах 1 млн.300 тыс. - 6 млн. 100 тыс.кл/мл. Среднее количество микроорганизмов в поверхностном слое воды 3 млн.кл/мл, в придонном - 1 млн.500 тыс.кл/мл. Наивысшая концентрация бактерий выявлена, как и в 1990г., в поверхностном горизонте южной части обследованной акватории.

Отмечена неравномерность распределения гетеротрофных сапрофитных бактерий. В поверхностном слое их НВЧ колебалась от 2 до 250 тыс.кл/мл, у дна - от 60 клеток до 250 тыс.кл/мл, составляя в среднем 9 тыс. и 12 тыс.кл/мл соответственно.

Максимум концентрации нефтеокисляющих бактерий выявлен также в южной части обследованного региона в поверхностном горизонте - 2,5 тыс.кл/мл. На всех других обследованных станциях нефтеокисляющие микроорганизмы обнаружены как у поверхности,

так и у дна в количестве 25–60 кл/мл.

Сравнивая полученные результаты с данными 1990г., необходимо отметить, что общая численность микроорганизмов в поверхностном горизонте моря снизилась в 1,2 раза, в придонном – в 2,5 раза. Но в то же время произошло увеличение содержания сапрофитной микрофлоры в 10 раз у поверхности моря и в 30 раз у дна. Возросла частота встречаемости и количество нефтеокисляющих бактерий, что свидетельствует об увеличении загрязненности вод нефтепродуктами. Этот вывод хорошо согласуется с гидрохимическими данными.

Таким образом, по микробиологическим показателям весной 1991г. воды Японского моря в районе п.Томари характеризовались как умеренно загрязненные и загрязненные (альфа-бета-мезосапробные).

Микробиологические наблюдения в районе п.Чехов были проведены также в мае 1991г.

Максимум численности бактериопланктона был приурочен к поверхностному горизонту вод – 3 млн.400 тыс.кл/мл, в придонном общая численность микроорганизмов составила 2 млн.300 тыс.кл/мл.

Содержание гетеротрофных сапрофитных бактерий у поверхности изменялось от 250 клеток до 13 тыс.кл/мл, у дна – от 13 тыс. до 250 тыс.кл/мл.

Нефтеокисляющие бактерии обнаружены на всех контролируемых станциях как в поверхностном горизонте, так и у дна. В поверхностном слое водной массы плотность нефтеокисляющих микроорганизмов была выше (максимум НВЧ. достигал 250 кл/мл), чем у дна (25 кл/мл).

Максимальные значения сапрофитных и нефтеокисляющих бактерий отмечены в водах южной части обследованной акватории района с высоким уровнем загрязнения нефтепродуктами (46 ПДК).

По сравнению с весенним периодом 1990 года плотность бактериального населения снизилась вдвое, но численность сапрофитных бактерий возросла на 2–4 порядка, а нефтеокисляющих микроорганизмов – на 1–2 порядка, что указывает на снижение качества вод.

По данным микробиологического анализа, водные массы в районе п.Чехов можно оценить как умеренно загрязненные и загрязненные (альфа-бета-мезосапробные).

Отбор проб на микробиологический анализ в прибрежной акватории порта Холмск проводили в начале мая.

Отмечена неравномерность в вертикальном распределении бактериопланктона. Повышенные концентрации отмечены в поверхностном микрослое вод - I млн.700 тыс.кл/мл, у дна - I млн.кл/мл. Эти значения оказались в 2-4 раза ниже, чем в весенний период 1990г.

Необходимо отметить значительное увеличение (на 3-4 порядка) численности гетеротрофной сапрофитной микрофлоры в 1991г. по сравнению с 1990г. НВЧ ГСБ в поверхностном слое колебалась в пределах 2,5 тыс.- 250 тыс.кл/мл, в придонном - 600 клеток - 25 тыс.кл/мл, составляя в среднем 170 тыс. и 10 тыс.кл/мл соответственно. Наибольшие количества ГСБ выявлены в поверхностном микрослое вод в северной и центральной части обследованной акватории.

В 1991г. в пробах воды из обследованной акватории обнаружено присутствие нефтеокисляющих микроорганизмов в количестве десятков и сотен клеток в миллилитре воды. Ранее (в 1989 и 1990гг.) здесь эти микроорганизмы в весенний период отсутствовали.

Анализ микробиологических показателей свидетельствует о некотором снижении качества вод по сравнению с 1990 годом. В весенний период воды акватории порта Холмск можно охарактеризовать как загрязненные, умеренно загрязненные (альфа-бета-мезосапробные).

XI.2.2. Показатели состояния планктонных сообществ

XI.2.2.1. Фитопланктон, фотосинтетические пигменты и первичная продукция

Наблюдения за фитопланктоном Амурского залива проводили с мая по октябрь. Всего было обнаружено 79 видов водорослей, относящихся к 4 отделам: отд. *Bacillariophyta* - 46 видов, отд. *Pyrrophyta* - 29 видов, отд. *Chrysophyta* - 3 вида, отд. *Baglenophyta* - I вид. Максимальная вегетация фитопланктона зафиксирована в конце мая - начале июня. По сравнению с 1988-1990гг. наблюдалось резкое снижение плотности фитоценоза.

В целом по заливу вспышек "цветения" воды не замечено. В каждом локальном обследованном участке залива выявлено 5-11 видов. Доминировали диатомовые *Thalassionema nitzschoides*, *Nitzschia seriata*. Общая численность в среднем составила 730 кл/мл, биомасса - 2,21 мг/л. В середине июня численность водорослей заметно снизилась. В августе при видовом разнообразии 5-7 видов на каждом обследованном участке зарегистрированы еще более низкие значения средней численности и биомассы - 30 тыс.кл/мл и 0,41 мг/л соответственно. В конце сентября - начале октября наблюдалось увеличение видового разнообразия (8-13 видов на участке) и изменение видового состава: наряду с диатомеями часто встречались пиррофитовые водоросли. Численность фитопланктона возросла практически до уровня, отмеченного в мае: 120 кл/мл, биомасса немного повысилась: 0,411 мг/л. Состояние фитоценоза хорошее, качество вод оценено как эвтрофное. В целом по заливу активность фотосинтеза превышала деструкцию органического вещества (кроме кутовой части залива); среднее значение чистой продукции: 0,56 мг O_2 /л сут. весной, 0,20 мг O_2 /л сут - летом, 0,21 мг O_2 /л сут - осенью. Фотосинтетическая активность повышалась от весны к осени. Весной среднее значение концентрации хлорофилла "а" составило 0,7 мкг/л, хлорофилла "в" - 0,3 мкг/л, хлорофилла "с" - 0,47 мкг/л. Пигментный индекс - 3,5. Летом концентрация хлорофилла "а" в среднем равнялась 0,67 мкг/л, хлорофилла "в" - 0,63 мкг/л, хлорофилла "с" - 0,38 мкг/л. Пигментный индекс - 7,3. Осенью средняя концентрация хлорофилла "а" - 0,88 мкг/л, хлорофилла "в" - 0,9 мкг/л, хлорофилла "с" - 2,1 мкг/л. Пигментный индекс понизился до 0,6. По содержанию хлорофилла "а" воды залива относятся к олиго-мезотрофному типу в весенне-летний период, а осенью - к мезо-эвтрофным.

Фитопланктон Уссурийского залива был представлен 32 видами водорослей. Видовое разнообразие - 5-12 видов на каждый обследованный участок - меньше, чем в 1990г. В 1991 году количественные показатели фитопланктона также были значительно ниже, чем в 1990 г. Максимальная общая биомасса зарегистрирована в мае - 0,74 мг/л, при среднем значении численности 270 кл/мл. В комплекс доминирующих видов входят золотистая водоросль *Dinobryon balticum* и диатомея *Skeletonema costatum*. Последняя активно вегетировала в конце лета, и за счет нее шел основ-

ной прирост численности - 310 кл/мл в икме и 410 тыс.кл/мл в конце августа. Состояние вод залива в целом оценено как благополучное, они относились к эвтрофному типу.

В отличие от 1990 года, процессы синтеза органического вещества шли чуть активнее деструкции. Чистая продукция в среднем составила 0,24 мг O_2 /л сут - весной и 0,26 мг O_2 /л сут - летом. Содержание хлорофилла "а" было сравнимо с прошлогодним. Весной его количество в среднем равнялось 0,69 мкг/л, пигментный индекс - 3,6. Летом фотосинтетическая активность несколько возросла, средняя концентрация хлорофилла "а" - 0,83 мкг/л, пигментный индекс на уровне весеннего. По содержанию основного пигмента воды Уссурийского залива относились к олиго-мезотрофному типу.

В сильно загрязненной бухте Золотой Рог в августе найдено всего 12 видов водорослей: отд. *Bacillariophyta* - 5 видов, отд. *Pyrrophyta* - 5 видов, отд. *Chryzophyta* - 1 вид, отд. *Euglenophyta* - 1 вид. На каждый обследованный участок приходилось по 7-9 видов. Средняя численность фитопланктона - 710 кл/мл, средняя биомасса - 1,09 мг/л, это ниже, чем в 1990г. - видимо, "цветение", отмеченное в 1990 году, было пропущено при сборе проб 1991 года. Преобладали в основном мелкие жгутиковые и пиритовая водоросль *Procentrum triestinum*. Воды бухты Золотой Рог соответствовали эвтрофному типу.

В проливе Босфор Восточный зарегистрировано 22 вида водорослей: отд. *Bacillariophyta* - 10 видов, отд. *Pyrrophyta* - 11 видов, отд. *Euglenophyta* - 1 вид. Весной доминировала диатомея *Nitzschia seriata*. Максимальная средняя биомасса отмечена в июне - 3,65 мг/л, при доминировании той же *N.seriata*. В середине июля активно вегетировала диатомовая водоросль *Skeletonema costatum*, численность фитопланктона достигала очень высоких значений: 1,47 тыс.кл/мл в среднем (при биомассе 1,489 мг/л). Летом также в массе встречались диатомовые *Rhizosolenia setigera* и *Ditylum brightwellii*. К осени количественные показатели фитопланктона снижались, но возрастало видовое разнообразие - до 13 видов на каждом участке. Помимо *N. seriata* и *Procentrum triestinum*, в пробах в значительном количестве присутствовала водоросль *Perdinium trochoideum*. Обследованные районы пролива относятся к

эвтрофному типу. Деструкция органического вещества незначительно превышала фотосинтетические процессы. Чистая продукция имела нулевое или отрицательное значение. Содержание хлорофилла "а" в водах бухты было высоким - 15,7 мкг/л, пигментный индекс - 2,6.

В бухте Дюмид концентрация хлорофилла "а" в среднем составила 2,8 мкг/л; пигментный индекс изменялся от 2,9 до 6,2. Воды бухты и пролива относились к мезо-эвтрофному типу.

В заливе Находка определено 22 вида водорослей: отд. *Bacillariophyta* - 10 видов, отд. *Pyrrophyta* - 9 видов, отд. *Chrysophyta* - 2 вида, отд. *Euglenophyta* - 1 вид. На каждый обследованный участок приходилось по 6-10 видов. Весной плотность фитопланктона равнялась 320 кл/мл. В основном это диатомовые *Chaetoceros pseudocirinitus* и *Ch. decipiens*.

В восточной части залива доминировала золотистая водоросль *Dinobryon balticum*. Летом численность и биомасса фитопланктона повысились и составили в среднем 970 кл/мл и 1,02 мг/л соответственно. Массовое развитие получила *Cocconeis costatum*, в западной части залива отобрано много *Euglena* sp. Воды залива Находка относились к эвтрофному типу. Чистая продукция изменялась от 0 до 0,32 мг O_2 /л сут. Концентрация хлорофилла "а" в мае равнялась в среднем 0,93 мкг/л, хлорофилла "в" - 0,49 мкг/л, хлорофилла "с" - 0,33 мкг/л; пигментный индекс - 4,2. В июле концентрация хлорофилла "а" была значительно ниже по сравнению с 1990г. (4,5 мкг/л) и равнялась 0,52 мкг/л, хлорофилла "в" - 0,21 мкг/л, хлорофилла "с" - 0,56 мкг/л. Пигментный индекс в среднем составил 3,1. Воды залива Находка относились к олиго-мезотрофному типу.

В открытой части залива Петра Великого обнаружено 8 видов водорослей: отд. *Bacillariophyta* - 5 видов, отд. *Pyrrophyta* - 3 вида. По качественным и количественным показателям фитопланктон оставался на уровне предыдущих лет. В июле средняя численность была невысока - 14 кл/мл и средняя биомасса - 0,084 мг/л. Доминировала *S. costatum*. Воды залива были эвтрофными. Активность фотосинтеза в июле оказалась значительно выше августовских показателей, деструкционные процессы оставались примерно на одном уровне, соответственно чистая продукция за июнь достигла 0,8, а в августе - 0,16 мг O_2 /л сут.

Концентрация хлорофилла "а" в июле равнялась 0,27 мкг/л; пигментный индекс - 6,1. В августе показатель хлорофилла "а" повысился в среднем до 0,92 мкг/л. По содержанию пигментов воды залива относились к олиго-мезотрофным.

В открытой части Японского моря встречено 45 видов водорослей: отд. *Bacillariophyta* - 33 вида, отд. *Pyrophyta* - 10 видов, отд. *Chrysophyta* - 1 вид. и отд. *Euglenophyta* - 1 вид. Количественные показатели фитопланктона в августе были выше, чем в апреле. Общая численность достигала в среднем 140 кл/мл, биомасса - 0,36 мг/л. Преобладал диатомовый комплекс: виды р.р. *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Fragillaria* и *Leptocylindrus*.

Воды Японского моря характеризовались как олиго-мезотрофные. Содержание хлорофилла "а" было ниже 1 мкг/л, лишь в одном случае зарегистрировано 1,4 мкг/л. По анализу пигментного состава воды открытой части Японского моря относились, как и в предшествующие годы, к олиготрофным.

В Татарском проливе съемку в районе п. Александровска проводили в мае и октябре. Весной планктон был однородным, количество видов в пробе - 9-10; в основном это диатомовые р. *Chaetoceros*, часто также встречались р.р. *Thalassiosira*

и *Nitzschia*. Средняя общая численность составила 390 кл/мл, биомасса - 3,44 мг/л, что было выше, чем весной 1990г. Наблюдалось более равномерное, чем в 1990г., распределение фитопланктона. Процессы фотосинтеза в основном преобладали над деструкцией, среднее значение чистой продукции составило 0,23 мг O_2 /л сут. В октябре видовое разнообразие возросло до 14 видов на каждом участке. По численности доминировали виды р. *Nitzschia*. Большая часть биомассы приходилась на виды р. *Thalassiotrix*. Массовыми остались виды - представители р.р. *Thalassiosira*, *Chaetoceros*, *Navicula*. Средняя численность составила 1,06 тыс. кл/мл, биомасса 15,12 мг/л. Процессы деструкции преобладали над синтезом органического вещества, чистая продукция имела отрицательное значение: -0,58 мг O_2 /л сут. Состояние фитоценоза в рассматриваемый период было благополучным.

В акватории п. Угледорск съемку проводили в мае. Количество видов в пробе колебалось от 3 до 7, это меньше, чем в 1990г.

Преобладали диатомовые водоросли, массовыми были виды р. *Nauicula*, *Nitzschia*, *Fragilaria*. Средняя численность составила 37 кл/мл, биомасса - 0,14 мг/л, что значительно ниже аналогичных характеристик, зарегистрированных в этом районе в мае 1989г. Продукционные процессы преобладали над деструкционными. Валовая продукция составила в среднем 0,41 мг O_2 /л сут. В целом состояние фитоценоза можно оценить как благополучное.

В районе п.Томари исследования проводили в мае. Количество видов на каждом участке - от 3 до 7. Доминировали диатомы холодноводного комплекса: р.р. *Thalassiosira*, *Scletonema*. Весьма развитыми в количественном отношении были перидиниевые водоросли, например *Peridinium monospinum*, *Dinophysis acuta* и *Oxytonum gladiolus*.

Средняя численность диатомовых в 5 раз превышала среднюю численность перидиней, а биомасса - в два раза. Общая численность фитопланктона в среднем составила 99 кл/мл, биомасса - 4,40 мг/л, т.е. были примерно на уровне 1990г. Валовый фотосинтез здесь в основном преобладал над деструкционными процессами. Активность продукционных процессов по сравнению с 1990г. увеличилась в 1,5 раза, деструкции - снизилась в 0,7 раза. В целом состояние фитоценоза оценено как благополучное.

Наблюдения за фитопланктоном на рейде п.Чехов проводили в начале мая. Видовое разнообразие - 2-3 видов на каждый участок. Доминировали диатомовые холодноводного комплекса: р.р. *Chaetoceros*, *Thalassiosira*, *Scletonema*. В некоторых случаях встречался *Peridinium monospinum*, который за счет своих крупных размеров составлял до 80,3% от общей биомассы. Общая численность в среднем - 39 кл/мл при биомассе 1,16 мг/л. По сравнению с 1990 годом состав фитопланктона почти не изменился, плотность фитопланктона снизилась в 1,7 раза, биомасса - в 3,6 раза, а по сравнению с 1988г. - в 12,7 и 2,4 раза, соответственно. Наибольшего развития фитопланктон достигал в этом районе в 1989г. Процесс продукции органического вещества преобладал над разрушением, чистая продукция составила в среднем 0,23 мг O_2 /л сут. Активность продукционных и деструкционных процессов по сравнению с предыдущим годом снизилась в 3,4 и 3,1 раза соответственно. Состояние фитоценоза в целом характеризовалось как благополучное.

Съемка в районе п. Холмск проводилась в мае. Видовое разнообразие - 7-12 видов на каждый обследованный участок, что оказалось почти в два раза больше, чем в 1990 году. Преобладали диатомовые водоросли р.р. *Chaetoceros* и *Thalassiosira*, встречался также *Peridinium* *monospinum*.

Среднее значение общей численности фитопланктона было выше, чем в 1990 году и составило 231 кл/мл; биомасса в среднем - 2,37 мг/л, что сравнимо с показателями 1990 года. Продукционные процессы преобладали над деструкционными. Чистая продукция составила в среднем 0,16 мг O_2 /л сут. Активность продукционных процессов была выше, чем в 1990г. в 1,6 раза, а деструкционных - в 9,4 раза. Состояние фитоценоза оценено как благополучное.

XI.2.2.2. Зоопланктон

Наблюдения за состоянием зоопланктонного сообщества в водах Амурского залива проводили в 1991г. с конца мая до второй половины ноября, в результате было получено полное представление о сезонной динамике количественных и качественных показателей зоопланктона. Максимальные значения численности зоопланктона и массы сестона были зарегистрированы в конце мая: соответственно 26,8 тыс.экз/куб.м и 667 мг/куб.м. В последующие периоды количество планктонных животных постепенно снижалось и к ноябрю составляло всего 11,3 тыс.экз/куб.м. Масса сестона в осенний период также уменьшалась, но была сравнительно высокой за счет фитопланктона и детрита (Таблица XI.1).

Изменения качественного состава зоопланктона носили сезонный характер. В течение всего периода наблюдений основу планктонного населения Амурского залива составляли копеподы. Доля их численности от общей изменялась от 91% в конце мая до 65% в конце сентября. В начале лета в планктоне господствовали представители северо-тихоокеанской холодноводной и неритической группировок: веслоногие рачки *Oithona similis*, *Pseudocalanus minutus*, *Acartia* и их науплиальные стадии. В кутовой части залива преобладали неритические виды, характерные для загрязненных вод - *Acartia clausi* и *Eurytemora pacifica*. В осенний сезон (сентябрь-октябрь) основными компонентами со-

Таблица XI.1

Количественные характеристики зоопланктона Японского моря (численность - N, тыс.экз/куб.м; масса сестона - S, мг/куб.м) в 1991 году

Район	М е с я ц ы н а б л ю д е н и й									
	апрель-май		июнь-июль		август-сентябрь		октябрь		ноябрь	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Амурский залив	26,8	667	19,1	491	13,0	291	14,3	349	11,3	319
Уссурийский залив	24,9	538	17,7	650	16,0	537	16,6	483	12,8	388
бухта Золотой Рог	50,8	1000	14,4	460	11,0	443	13,4	406	9,0	352
Залив Находка	19,4	397	8,2	276	11,6	380	-	-	-	-
Залив Петра Великого	-	-	17,6	480	20,6	453	-	-	-	-
Японское море	11,8	273	8,8	332	-	-	-	-	-	-

общества становятся представители тепловодной северо-тихоокеанской группировки *Oithona brevicornis*, *Paracalanus parvus*, а также неритические веслоногие рачки *A. clausi* и *Centropages abdominalis*. Увеличилось также количество личинок бентосных животных, аппендикулярий и ветвистоусых рачков. В ноябре видовой состав сообщества, как и весной, преимущественно состоял из холодноводных *O. similis* и *Ps. minutus*. Характер сезонных изменений качественного состава зоопланктона в 1991 году практически не отличался от результатов наблюдений в предыдущие два года /"Обзоры экологического состояния морей.... за 1989, 1990 гг."/. Количественные показатели (численность, масса сестона) также были на уровне 1989 и 1990 годов.

В водах Уссурийского залива развитие зоопланктонного сообщества, наблюдаемое с конца мая по ноябрь, имело сезонный характер. Максимальная плотность зоопланктона — 24,9 тыс. экз/куб.м, была зарегистрирована в конце мая, а в последующие сезоны происходило постепенное ее снижение до 12,8 тыс. экз/куб.м. Масса сестона в течение сезона изменялась от 650 мг/куб.м в июне до 388 мг/куб.м в ноябре. В целом уровни количественных показателей состояния зоопланктона в 1991 году отличались от зарегистрированных в 1990 году незначительно, но в 2-3 раза превышали результаты 1989 года (Таблица XI.1).

Основу планктонного населения, как и в предшествующие годы, составляли характерные северо-тихоокеанские группировки копепоид: весной и осенью холодноводная *Oithona similis* и *Pseudocalanus minutus*, летом — тепловодная *Oithona brevicornis* и *Paracalanus parvus*. Весной и в начале лета в планктоне в массе встречались науплии копепоид, которые осенью практически исчезли. Начиная с июля в пробах значительно выросло количество типичных представителей летне-осенней фауны — личинок донных животных, неритических ветвистоусых и веслоногих рачков.

По сравнению с результатами наблюдений 1989 и 1990 годов существенных изменений в структуре и сезонной сукцессии зоопланктонного сообщества не обнаружено.

Кутовая и открытая части бухты Золотой Рог, как и в предыдущие годы, сильно различались по состоянию планктонного насе-

ления. В мае в водах внешней части бухты наблюдалось интенсивное развитие типичной планктонной фауны – холодноводных *Oithona similis* и *Pseudocalanus minutus* и их науплиальных стадий. Численность животных и масса сестона при этом были максимальными для всего периода наблюдений и составляли соответственно 50,8 тыс.экз/куб.м (Табл.ХІ.І). Наблюдения в кутовой части бухты весной не велись, а в открытой части бухты в середине июня значения численности планктонных животных и массы сестона составляли соответственно 14,4 тыс.экз/куб.м и 460 мг/куб.м.

Среди планктонного населения весной преобладали неритические веслоногие рачки *Oithona brevicornis*, *Paracalanus parvus*, *Cladocera* и личинки донных животных. Многочисленными были типичные обитатели загрязненных вод *Eurytemora pacifica* и *Acartia clausi*. Однако не они играли доминирующую роль в сообществе.

Сходная картина состояния зоопланктона в разных частях бухты была получена и в октябре. Количественные показатели зоопланктона в открытой части бухты более чем в два раза превышали средние для всей акватории. В кутовой части бухты с течением времени содержание зоопланктона уменьшалось – в ноябре оно составило 9,0 тыс.экз/куб.м (Табл.ХІ.І). Масса сестона в период с июня по ноябрь была примерно одинаковой – около 400 мг/куб.м.

Видовой состав осеннего зоопланктона отличался повышенным содержанием представителей меропланктона и сменой доминирующей тепловодной группировки на холодноводную. В целом состояние зоопланктона в загрязненной кутовой части бухты не изменилось по сравнению с 1989 и 1990 годами.

Наблюдения за развитием зоопланктона в водах залива Находка проводили только в мае и июне. Данные по численности планктонных животных и массе сестона приведены в табл.ХІ.І, где показано, что максимальная концентрация планктонных животных (19,4 тыс.экз/куб.м) была зарегистрирована в мае, а летом сократилась примерно вдвое. Как и на всей контролируемой акватории Японского моря, в данном районе преимущественное развитие получили веслоногие рачки. Весной их численность составляла 88%, а осенью – 68% от общей. В структуре зоопланктона весной доминировал типичный холодноводный комплекс, основу которого составляли, в первую очередь, науплиальные стадии копепод, а также

Oithona similis и *Pseudocalanus minutus*. Перитические виды *Acartia clausi* и *Pseudocalanus gracilis* и личинки бентосных организмов играли весной второстепенную роль.

В иле основу планктонного населения (34% общей численности) по-прежнему составляла *Oithona similis*, субдоминирующее значение имели науплии копепод, тепловодные *Pseudocalanus parvus*, *Metridia pacifica* и ветвистоусые рачки. В целом наблюдаемая картина сезонной сукцессии зооценоза залива Находка не отличалась от закономерностей развития зоопланктона в контролируемых прибрежных районах Японского моря и результатами наблюдений предыдущих лет. В количественном отношении планктонное население по сравнению с 1989 годом уменьшилось в полтора раза, масса сестона на 25%. Очевидно, что эти данные являются отражением естественных межгодовых колебаний количественных характеристик зоопланктона, не выходящих за пределы естественных норм.

Таким образом, состояние зооценоза в водах залива Находка можно считать благополучным.

В 1991 году в заливе Петра Великого наблюдения были выполнены только летом. Численность зоопланктона в иле и августе оказалась примерно одинаковой – соответственно 17,6 и 20,6 тыс. экз/куб.м (Табл. XI. I). Масса летнего сестона была практически постоянной и превышала уровень прошлого года в 2,5 раза. В качественном отношении летний зоопланктон представлял собой типичный комплекс холодолюбивых видов, состоящий на 60–70% из *O. similis* и *Ps. minutus*. В конце августа к ним прибавились тепловодные *Ps. gracilis*.

. Личинки бентосных животных и клadoцеры играли в летнем планктоне очень незначительную роль.

В целом можно заключить, что состояние зоопланктона в водах залива Петра Великого по качественным и количественным оценкам благополучное.

Весной и летом количество зоопланктона в открытой части Японского моря было примерно одинаковым и составляло соответственно 11,8 и 8,8 тыс. экз/куб.м. (Табл. XI. I). Масса сестона в иле также практически не изменилась. Видовой состав зоопланктонного сообщества по сравнению с весенним, напротив, характеризовался рядом особенностей. На смену доминирующего холодноводного комп-

декса copepod в нем появились теплолюбивые *Oncaea brevisornis*,
Paracalanus parvus, субтропические copepodы *Coqualecia*,
Eucleithrisella minor, *Agrocalanus* spp

Аналогичные сезонные изменения видового состава планктонной фауны прослеживались и в наблюдениях предыдущих лет. По уровню количественных показателей результаты 1991 года не выделялись на общем фоне многолетних наблюдений. Экологическая ситуация в открытой части Японского моря по состоянию зоопланктона оценивается как стабильная.

Отборы проб зоопланктона на акватории порта Александровск-Сахалинский проводили только в мае. Количество таксонов планктонных животных в это время было достаточно высоким и в разных районах акватории составляло от 19 до 23. Концентрация зоопланктона варьировала от 11,2 до 77,5 тыс. экз/куб.м, биомасса - от 77 до 513 мг/куб.м и в среднем составляли соответственно 38 тыс.экз/куб.м и 241 мг/куб.м. Значения суммарных количественных показателей в 1991 году на 20-30% превышали уровень 1990 года (Таблица XI.2). В качественном отношении состав зоопланктона изменился незначительно.

Таблица XI.2

Значения средних количественных показателей

(N - численность, тыс.экз/куб.м; В - общая биомасса, мг-куб.м) зоопланктона в прибрежных водах Японского моря у о.Сахалин весной 1988-1991гг.

Годы	№ Район наблюдений									
	Александров- Св- Халинский		п.Углегорск		п.Томари		п.Чехов		п.Холмск	
	N	В	N	В	N	В	N	В	N	В
1988	НД	НД	2,7	544	10,0	95	8,5	239	6,6	286
1989	НД	НД	2,7	169	19,7	295	25,6	369	25,7	823
1990	29,6	204	13,3	347	9,9	103	3,4	40	18,9	182
1991	38,0	241	4,7	152	0,3	81	0,6	300	2,8	55

НД - нет данных

Основу планктонного населения в 1991 году по-прежнему составляли науплии копепод и инфузории тинтинны – соответственно 43% и 64% от общей численности. Представители других таксонов – хетогности, личинки полихет, ранние стадии эуфаузиид встречались повсеместно, но в количественном отношении в сообществе весеннего зоопланктона играли второстепенную роль.

На основании проведенных в мае 1991 года наблюдений можно заключить, что состояние зоопланктона в водах рейда г.Александровск-Сахалинский было благополучным.

На акватории п.Углегорск в мае 1991г. в составе исследованного зоопланктона встречались представители 12 систематических групп беспозвоночных, икра и личинки рыб. На рейде порта распределение зоопланктона в количественном и качественном отношении было сравнительно однородным. Численность животных изменялась от 3,0 до 6,5 тыс.экз/куб.м, биомасса варьировала от 105 до 233 мг/куб.м. В среднем значения численности и биомассы составили соответственно 4,7 тыс.экз/куб.м и 152 мг/куб.м. По сравнению с 1990 годом эти значения снизились более, чем в два раза (Табл.ХI.2). Однако по результатам наблюдений 1988 и 1989 года основные количественные показатели состояния зоопланктона были в 1,7 раза ниже, чем в 1991 году. Таким образом, средние значения количественных показателей состояния зоопланктона в 1991 году не выходили за рамки многолетних наблюдений.

По сравнению с периодом 1989–1990гг., структура видового состава зоопланктона существенно изменилась. В пробах отсутствовали велигеры пластинчатожаберных моллюсков и щетинкочелюстные, биомасса которых составляла в 1990г. 34% от общей. Исчезли инфузории тинтинны, составлявшие в том же году 1/4 всего планктонного населения. Крайне малочисленными были икра и личинки рыб, биомасса которых в 1989г. достигала 55% от общей. Из всего комплекса копепод, в массе населяющих Татарский пролив, здесь развивалась только *Acartia longiremis* и доля копепод (в основном науплиальные стадии) составляла 95% всей численности планктонного сообщества.

Состояние зоопланктона в районе п.Углегорск можно считать в целом удовлетворительным. Однако существенное обеднение ви-

дового состава зоопланктона и изменение структуры планктонного сообщества свидетельствует о неблагоприятной экологической ситуации в этом районе моря.

Ситуация, подобная рассмотренной выше, наблюдалась в мае 1991 года и в водах рейда п.Томари. В составе планктона были обнаружены представители всего 9 групп беспозвоночных и рыб. Значения численности и биомассы зоопланктона в среднем составляли 300 экз/куб.м и 81 мг-куб.м соответственно. Это количество было в 33 раза меньше, чем в 1990 и в 1988 годах. Из состава зоопланктона в период исследований выпали инфузории, тинтинны, в 1990 году составлявшие половину сообщества, исчезли яйца и личинки эуфаузиид, личинки полихет и велигеры пластинчатожабберных моллюсков. В планктоне доминировали (92% от общей численности) науплии копепод, взрослые стадии которых практически не встречались.

Таким образом, в районе п.Томари весной 1991 года сложилась несомненно неблагоприятная экологическая обстановка, результатом чего явилось угнетенное состояние зоопланктонного сообщества.

На рейде п.Чехов в мае в составе зоопланктона были встречены представители 18 таксономических групп. Численность и биомасса планктонных животных не были однородными и варьировали от 216 до 771 экз/куб.м и от 98 до 639 мг/куб.м. Среднее значение численности (600 экз/куб.м) уменьшилось в 1991 году в 5,5 раз по сравнению с 1990 годом и в 42 раза по сравнению с 1989г. Это самый низкий количественный показатель за последние четыре года (табл. XI.2). Значение биомассы (300 мг/куб.м), однако, осталось практически на том же уровне, благодаря присутствию в пробах крупных мизид.

Доминирующей по численности группой в течение всего указанного периода оставались веслоногие рачки *Oithona similis* и науплии. В мае 1991 года их роль в зоопланктонном сообществе, по-видимому, возросла. Другие же группы, субдоминировавшие в предыдущие годы, особенно личиночные стадии, практически исчезли. Их заменили мизиды, в предыдущие годы не зарегистрированные в весенних ловах планктона. Вероятно, эти изменения являются симптомами ухудшения состояния зоопланктонного сообщества в связи с напряженной экологической обстановкой в при-

брежных акваториях п.Чехов и дают основание оценить его состояние как неудовлетворительное.

Таблица XI.3

Доминирующие формы зоопланктона в водах Японского моря у п.Чехов весной 1989-1991 гг. (% - доля от общей численности, %; % В - доля от общей биомассы, %)
- нет данных

Год	Таксоны										Доминирующие формы
	Copepoda		Tintin-Euphausiidae		Mysidacea		Macroplankton		Copepoda		
	%Н	%В	%Н	%В	%Н	%В	%Н	%В			
1989	65	25	-	-	-	-	-	-	10	32	Copepoda nauplii, Acartia longiremis
1990	57	80	36	4	4	7	-	-	-	-	Acartia longiremis Oithona similis
1991	91	6	-	-	-	-	3	81	-	-	Oithona similis Copepoda nauplii

Средние значения численности и биомассы зоопланктона весной 1991г. на рейде п.Холмск составили соответственно 2800 экз/куб.м и 55 мг/куб.м (Табл.ХI.2). В отдельных случаях значение биомассы снижалось до 26 мг/куб.м. Видовое разнообразие планктонных животных, однако, оставалось на высоком уровне. В среднем в пробах регистрировалось 19 групп беспозвоночных и рыб. Доминирующее положение, как и в 1990 году, занимали науплии копепода и *Oithona similis*, которая весной 1989 года в пробах не отмечалась. Субдоминирующую роль, как и в 1990 году, играли личиночные стадии и яйца эуфаузиид и рыб. Благодаря высокому видовому разнообразию состояние зоопланктона в водах близ п.Холмск может быть оценено как удовлетворительное.

Анализируя состояние зоопланктонных сообществ, необходимо отметить, что в целом на обследованных акваториях Татарского пролива, прилегающих к портам о.Сахалин, экологическая ситуация по сравнению с предыдущими годами явно ухудшилась: на

акваториях 3-х из 5-ти портов зарегистрированы самые низкие уровни развития зоопланктона, его обеднение, выпадение из состава крупных таксономических групп. Самое напряженное положение отмечено в районах портов Томари и Чехов, относительно благополучное состояние зоопланктона сохраняется в районе портов Александровск-Сахалинский и Холмск.

ХІ.2.3. Показатели состояния бентосных сообществ

В Амурском заливе вследствие прогрессирующего с каждым годом загрязнения все более расширяется зона сильного заиления донных отложений и субстратов. Наличие песка отмечено только в устьевой части залива. На отдельных участках (бух.Славянка, западное побережье г.Владивостока) в составе природных донных отложений выявлены значительные включения шлака, камней, мусора и бытовых отходов. Вследствие этого в заливе сохраняется отмечавшаяся и ранее низкая численность и биомасса донных организмов, обедненный видовой состав (4-15 видов), почти повсеместное отсутствие подвижных форм (ракообразных, иглокожих и др.). Более высокое разнообразие бентосных сообществ (20-32 вида) обнаружено на выходе из залива. В целом по сравнению с 1990г. значительных изменений в состоянии зообентоса не произошло. Численность и биомасса донных организмов залива составляла в среднем 248 экз/куб.м и 276 г/кв.м соответственно. Максимальные значения (1343 экз/кв.м и 1294 г/кв.м) отмечены также в устьевой части.

Вследствие высокой заиленности в заливе повсеместно доминируют полихеты, в частности, *Maldane sarsi*, составляющий 48-86% биомассы донных организмов.

Угнетенное состояние бентосных сообществ, как и в прошлые годы, сохраняется в ктовой и центральной частях залива. В устьевой акватории залива состояние сообществ донных организмов более стабильно и остается благополучным.

В Уссурийском заливе преобладают илистые и песчаные грунты, в 1990-91гг. наблюдалась тенденция к их еще большему заилению. В прибрежной акватории близ г.Владивостока в донных отложениях присутствуют включения шлака. Зообентос в заливе представлен 17-23 видами (в основном полихеты, моллюски, офиуры). Их средняя

численность и биомасса составляли 826,3 экз/кв.м и 1058,7 г/кв.м. Доминирующей группой во всех бентосных сообществах были полихеты, в основном *Maldane sarsi* (до 84% и 90% от общей численности и биомассы соответственно). На песчаных участках распространены двусторчатые моллюски (в основном - р. *Volia*), составляющие более половины общей биомассы бентоса,

В целом, состояние бентосных сообществ оставалось благополучным, ухудшения обстановки в заливе не наблюдалось. Исключение составляет район дампинга грунтов, где по сравнению с прошлым годом отмечено дальнейшее угнетение бентосных организмов - сообщества сформированы только 5 видами полихет.

В бухте Золотой Рог загрязнение донных отложений (в т.ч. бытовыми отходами и мусором) по-прежнему оставалось максимальным высоким. Так же, как и в 1990 году, организмы макрозообентоса на всей его акватории полностью отсутствовали.

В проливе Босфор Восточный бентосные сообщества находятся в угнетенном состоянии - крайне неблагоприятном. В бентофауне обнаружены только отдельные (не более 24 экз/кв.м) полихеты I-4 вида. Донные отложения содержат большое количество мусора, пластика, бытовых отходов.

В заливе Находка донные отложения в южной и западной частях значительно загрязнены пластиком и бытовыми отходами. Бентосные организмы полностью отсутствовали или находились в крайне угнетенном состоянии (обнаружено только I-2 вида полихет). В районе дампинга грунта бентофауна также угнетена (2-3 вида полихет). Подобная обстановка сохраняется уже несколько лет. Исключение составляет восточное побережье центральной части залива, где на песчаных грунтах бентосное сообщество представлено II видами полихет и 7 видами двусторчатых моллюсков.

В заливе Петра Великого сохраняется стабильное благополучное состояние бентосного сообщества (глубина 83 м), представленного 14 видами при доминировании 8 видов полихет (до 96% общей численности и биомассы).

XI.3 Оценка состояния экосистем

На обширной акватории Японского моря отмечается антропогенная нагрузка, варьирующая в зависимости от региона. Анализ результатов многолетних наблюдений в рамках ОГСН позволяет оценить состояние экосистем в прибрежных и открытых частях Японского моря следующим образом.

В Амурском заливе состояние экосистем характеризуется как переходное от стабильного к критическому. В этом районе по сравнению с предыдущим годом произошло резкое увеличение численности нефтеокисляющей микрофлоры, снизилась плотность фитопланктона. Отмечается, как и в прошлые годы, угнетенное состояние бентосных сообществ.

В Уссурийском заливе выявлено снижение численности и видового разнообразия фитопланктона, продолжается эвтрофирование вод. Состояние экосистем этого региона рассматривается как переходное от стабильного к критическому.

Состояние экосистем бухты Золотой Рог, пролива Босфор-Восточный, залива Находка оценено как критическое на основании ухудшения микробиологических показателей, угнетенного состояния бентоса и фитопланктона. В открытой части залива Петра Великого, также как и в открытой части Японского моря, колебания численности, биомассы и видового разнообразия микрофлоры, планктона и бентоса незначительны, что позволяет считать состояние экосистем этого района стабильным.

По данным микробиологических наблюдений в 1991 году в прибрежных водах Татарского пролива отмечается резкое возрастание количества сапрофитной микрофлоры, свидетельствующее об увеличении загрязненности вод нефтепродуктами, бытовыми и промышленными стоками.

В районе п.Углегорск и п.Томари неблагоприятная экологическая ситуация проявляется также в снижении численности биомассы планктонных сообществ, обеднении их видового состава, наличии вселенцев. Состояние экосистем этого района оценено как переходное от стабильного к критическому. Вблизи пос.Чехов и порта Холмск по сравнению с предыдущими годами

произошло изменение численности и биомассы планктона, однако упрощения структуры сообществ не выявлено.

Отмечается существенное обогащение видового разнообразия фитопланктона в районе порта Холмск.

Состояние экосистем стабильное.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка современного состояния экосистем в контролируемых морских акваториях была выполнена на основании анализа сложившейся в них в последние годы экологической ситуации в соответствии с концепцией комплексного экологического мониторинга океана /Израэль, Цыбань, 1989/.

Согласно этому подходу, при анализе и обобщении результатов долгопериодного экологического мониторинга были определены шесть наиболее существенных экологических показателей, по степени изменения которых можно не только выявить негативные последствия антропогенного воздействия на фоне природных флуктуаций, но и оценить уровень антропогенного поражения контролируемых морских экосистем.

В число этих показателей вошли:

1. Изменение средней биомассы популяций планктонных и бентосных организмов;
2. Упрощение структуры сообществ морских организмов, уменьшение видового разнообразия, полное исчезновение отдельных видов и замена их на более устойчивые к антропогенному воздействию;
3. Появление и цикаторных форм микроорганизмов, увеличение их численности и расширение ареалов распространения;
4. Исчезновение донной фауны (макрозообентоса);
5. Появление видов-"вселенцев" либо массовое развитие отдельных видов, ведущее к перестройке ценозов;
6. Эвтрофирование вод и связанные с этим явления изменения биологического и химического режимов.

После обобщения результатов наблюдений за состоянием морских экосистем были сведены в таблицу (Таблица I), причем каждая степень изменения контролируемых экологических показателей получила свое условное обозначение: при отсутствии выраженных изменений ситуация обозначалась знаком (-), незначительные изменения обозначались знаком (+), заметные - знаком (++) и сильные - знаком (+++).

Шкала качественных оценок состояния экосистем также включала в себя четыре градации:

1. "Стабильное" состояние экосистем характеризуется высоким видовым разнообразием планктонных и бентосных сообществ, флуктуации их количественных характеристик не выходят за рамки естественных межсезонных и межгодовых колебаний. Изменения оцениваемых экологических показателей либо полностью отсутствуют, либо в некоторых случаях имеются незначительные отклонения от естественного состояния, т.е. в табл. I они имеют условные обозначения (-), (+).

2. В случае ухудшения экологической ситуации, проявляющегося в том, что все оцениваемые экологические показатели либо подавляющее большинство их претерпевают антропогенные изменения разной степени - от незначительных до заметных, т.е. в таблице I имеют условные обозначения (-), (+), (++) , состояние экосистем оценивалось как "Переходное" (от "Стабильного" к "Критическому").

3. Дальнейшее ухудшение экологической ситуации приводит к тому, что контролируемые экосистемы переходят в "Критическое" состояние: антропогенное воздействие, как и в предыдущем случае, сказывается на всех оцениваемых экологических показателях, но степень их изменений варьирует от незначительных до сильных - условные обозначения в таблице I (+), (++) , (+++).

4. И, наконец, в случаях разрушения экосистем, выражающихся в глубокой необратимой деградации структурных и функциональных показателей планктонных и бентосных сообществ, происходящих в результате интенсивного антропогенного воздействия и связанных с ним явлений, состояние экосистем оценивалось как "Катастрофическое". Изменения всех оцениваемых показателей при этом были ярко выражены, в таблице I условные обозначения (++) и (+++) (Таблица I).

Анализ современной ситуации в контролируемых морях позволяет сделать вывод о том, что экологическое состояние лишь в половине из всех обследованных акваторий (51%) является стабильным. В первую очередь стабильное состояние выявлено в обследованных районах Белого, Восточно-Сибирского, Карского морей, а также в открытых, удаленных от берега частях Баренцева и Каспийского морей.

Оценка состояния морских экосистем в контролируемых районах

Море, контролируемый район	Измене- ние средней биомассы планкто- на и бентоса	Упроще- ние стру- ктуры со- обществ морских организ- мов, сни- жение ви- дového разнооб- разия	Увеличе- ние чис- ленности индикатор- ных форм микроор- ганизмов	Исчезнове- ние донной фауны (макрозоо- бентос)	Появле- ние ви- дов-все- ленцев или ви- дов, ве- дущее к пере- стройке ценозов	Эвтрофиро- вание и гиперэвтро- фирование вод	Оценка состо- яния экосис- тем
I	2	3	4	5	6	7	8
<u>Каспийское море</u>							
р-н г.Сумгаит	++	-	+++	-	-	++	критическое
пос.Билья	+	-	++	-	-	++	переходное
р-н Нефтяные Камни	+	-	+	-	-	++	переходное
р-н Шихово	++	-	++	-	-	+	переходное
о-в Булла	-	-	++	-	-	++	переходное
центральная часть Среднего Каспия	-	+	+	-	-	-	стабильное
банка Макарова	-	-	+	-	-	-	стабильное
Куринское взморье	-	-	+	-	-	-	стабильное

I	2	3	4	5	6	7	8
Бакинская бухта	+++	+++	+++	+++	-	+++	катастрофическое
Красноводская бухта	-	-	+	-	-	+	стабильное
Туркменский залив	-	-	+	-	-	+	стабильное
р-н г. Бекдаш	-	-	-	-	-	-	стабильное
р-н м. Челекен	-	-	+	-	-	-	стабильное
предустьевой р-н р. Волги	+	++	НД	+	-	++	переходное
Центральное мелко- водье	+	+	НД	-	+	+	стабильное
Уральская Бороздина	+	++	НД	+	-	+	переходное
Центральная часть Северного Каспия	-	+	НД	-	-	+	стабильное
<u>2. Черное море</u>							
Мелководная северо- западная часть	+++	++	++	++	+++	+++	катастрофическое
Крымское побережье	+	++	+	-	++	++	переходное
Кавказское побережье	++	++	++	+	+++	++	критическое
Восточный круговорот	НД	+	-	-	++	+	переходное
Западный круговорот	НД	+	-	-	++	+	переходное
<u>3. Азовское море</u>							
Центральная акватория	НД	+++	НД	-	+++	++	критическое
Таганрогский зал.	НД	++	НД	-	++	++	критическое

I	2	3	4	5	6	7	8
Генгукский залив	НД	+++	НД	-	++	++	критическое
<u>4. Балтийское море</u>							
Рижский залив	+	+	+	+	-	++	переходное
Финский залив	+	+	НД	-	-	++	переходное
Нарвский залив	+	-	НД	+	-	++	переходное
Таллинский залив	+	-	НД	-	-	++	переходное
<u>5. Баренцево море</u>							
Открытая часть моря:							
западный р-н	-	-	-	-	-	-	стабильное
юго-западный р-н	-	-	-	-	-	-	стабильное
центральный р-н	+	-	-	-	-	-	стабильное
восточный р-н	-	-	-	-	-	+	стабильное
юго-восточный р-н	-	-	+	-	-	+	стабильное
южный р-н	-	-	+	-	-	+	стабильное
Канин нос - Святой нос	+	-	-	-	+	-	стабильное
Кольский залив:							
вогност "Мурманск"	++	+++	+++	-	++	++	катастрофическое
залив в целом	+	++	++	-	-	++	критическое
Мотовский залив	+	+	+	-	+	+	переходное
Печенгская губа	+	+	+	-	-	+	переходное
Териберская губа	+	-	+	-	+	++	переходное

I	2	3	4	5	6	7	8
<u>6. Белое море</u>							
Двинский залив	+	-	НД	НД	+	+	стабильное
Онежский залив	-	-	НД	НД	-	+	стабильное
Кандалакшский зал.	+	-	НД	НД	-	-	стабильное
Мезенский залив	-	+	НД	НД	-	-	стабильное
Бассейн	-	-	НД	НД	-	-	стабильное
Горло	-	-	НД	НД	-	-	стабильное
<u>7. Карское море</u>							
прол. Вега	НД	НД	-	НД	НД	+	стабильное
Енисейский залив	НД	НД	-	НД	НД	-	стабильное
Пясинский залив	НД	НД	-	НД	НД	-	стабильное
Гыданский залив	НД	НД	-	НД	НД	-	стабильное
Северо-западная часть моря	НД	НД	-	НД	НД	-	стабильное
<u>8. Море Лаптевых</u>							
зал. Булунган	++	+++	+++	+++	-	++	катастрофическое
зал. Неелова	-	-	-	-	-	-	стабильное
бухта Тикси	+	-	+	-	-	-	стабильное
губа Буор-Хая	+	++	НД	-	-	-	переходное
Янский залив	НД	НД	НД	-	-	-	стабильное
Оленекский залив	+	-	НД	-	-	-	стабильное
пр. Дм. Лаптева	НД	НД	НД	-	-	-	стабильное
Открытая часть моря	-	-	НД	-	-	-	стабильное

I	2	3	4	5	6	7	8
<u>9. Восточно-Сибирское</u>							
Чаунская губа	-	-	-	-	НД	-	стабильное
бухта Певек	-	-	-	-	НД	-	стабильное
<u>10. Охотское море</u>							
п. Корсаков	+	++	++	НД	-	++	переходное
бухта Лососей	++	+	++	НД	-	++	переходное
порт Стародубское	++	++	+	НД	-	++	переходное
порт Макаров	++	+	++	НД	-	+	переходное
порт Поронайск	+	+	++	НД	-	+	переходное
зал. Анива	+	++	+++	НД	-	-	переходное
зал. Терпения	++	-	+	НД	-	++	II-критич.
м. Анива-м. Докучаев	+	-	+	НД	-	+	стабильное
<u>11. Японское море</u>							
Амурский залив	++	—	+	-	-	+	переходное
Уссурийский залив	++	++	-	-	-	+	переходное
зал. Петра Великого:							
бух. Золотой Рог	++	-	-	+++	—	++	критическое
прол. Босфор-Восточ.	++	-	+	+++	-	++	критическое
зал. Находка	+++	+	+	+++	—	+	критическое
Открытая часть зал.	+	-	-	-	-	-	стабильное

1	2	3	4	5	6	7	8
Открытая часть Японского моря	-	НД	-	-	-	-	стабильное
Татарский пролив:							
п. Углегорск	++	++	+	НД	+	+	переходное
п. Томари	++	+	+	НД	+	+	переходное
п. Чехов	++	+	+	НД	+	НД	стабильное
порт Холмск	-	-	+	НД	+	+	стабильное
дос. Александров-Сахалинский	++	-		НД	-	+	переходное

Условные обозначения:

Критерии изменения основных показателей состояния экосистем:

(+++) - сильное; (++) - заметное; (+) - незначительное;

(-) - изменения отсутствуют. НД - нет данных

С другой стороны, в трех морских акваториях состояние экосистем продолжает оставаться катастрофическим. Эти акватории расположены исключительно в зонах с высокой степенью антропогенной нагрузки: Бакинская бухта (Каспийское море), часть Кольского залива в черте г. Мурманск (Баренцево море), залив Булунган бухты Тикси - акватория порта (море Лаптевых). В результате экспедиционных наблюдений и анализа литературных данных установлено, что катастрофическая ситуация складывается также в обширной акватории мелководной северо-западной части Черного моря - в результате значительного антропогенного загрязнения, интенсивного эвтрофирования вод и влияния нового для планктонных ценозов вида-"вселенца", хищного средиземноморского гребневика. *Mnemiopsis*.

В 10% обследованных морских акваторий экологическое состояние признано критическим. В основном это акватории заливов, бухт, а также прибрежные зоны и районы вблизи устьев рек в Японском, Каспийском, Баренцевом и Черном морях. Лишь в Азовском море ареалы зон, в которых наблюдается критическое состояние экосистем, распространились уже и на открытые, удаленные от берега части моря.

В остальных акваториях (35% от всех обследованных) состояние экосистем оценено как переходное от стабильного к критическому, с той или иной степенью антропогенных изменений изученных экологических показателей.

Всесторонний анализ негативных эффектов, возникающих в экосистемах под воздействием антропогенных факторов, позволил установить, что к числу наиболее широко распространенных явлений относятся следующие:

- изменение средней биомассы планктонных и бентосных сообществ;
- увеличение численности и расширение ареалов распространения индикаторных форм микроорганизмов;
- эвтрофирование вод с сопутствующими ему изменениями биологического и химического режимов.

Итак, результаты наблюдений за состоянием морских экосистем, выполненных в 1990-1991 гг. специалистами морской сети Роскомгидромета, Центра наблюдения за загрязнением природной среды Управления гидрометеорологии при Совете министров Латвийской республики, Эстонского и Азербайджанского республиканских Управлений по гидрометеорологии, а также данные, полученные сотрудниками ИТКЭ и Одо ГОИНа (с 1992 г. - Украинский научный центр экологии моря Министерства охраны окружающей природной среды Украины) в ходе комплексной экологической экспедиции в Черном море позволяют ранжировать моря по степени деградации экосистем в контролируемых акваториях следующим образом (в порядке убывания масштабов изменений):

1. Азовское море
2. Черное море
3. Каспийское море
4. Японское море
5. Балтийское море (прибрежные районы, заливы)
6. Баренцево море
7. Охотское море
8. Море Лаптевых
9. Белое море
10. Восточно-Сибирское море
11. Карское море

Наиболее ярко негативные последствия антропогенного воздействия на морские экосистемы проявляются в морях европейской части России, а также в Японском море. В арктических морях экологическая ситуация остается в целом стабильной.

По сравнению с 1990 г., в Азовском, Черном, Японском и Баренцевом морях (прибрежные акватории) экологическая ситуация изменилась в сторону ухудшения, в Охотском море, море Лаптевых, Восточно-Сибирском и Карском осталась без изменений. Как положительный факт можно отметить некоторое улучшение экологической ситуации в ряде районов Каспийского, Белого и Балтийского морей, однако для оценки устойчивости наметившихся тенденций необходимо дальнейшее продолжение мониторинга и анализ результатов многолетних наблюдений с помощью автоматизированной базы данных.

1. Алдакимова Т.М. Состояние популяций основных промысловых рыб и перспективы их промысла. В кн.: Тез.докл.областн. научн.конф. по итогам работ Азовского НИИ рыб.хоз-ва в X пятилетке. Ростов н/д, 1981, с.6-8.
2. Александрова З.А., Ролова М.Г. Роль грунтов в формировании придонного дефицита кислорода в Азовском море. В кн.: Вопросы биогеографии Азовского моря. Л.: Изд-во геогр.о-ва СССР, 1977, с.80-83.
3. Алтон Л.В. Жизнеспособность бактерий рода *Bacillus* и *Pseudomonas* в морской и речной воде, загрязненной нитратами. Гигиена и санитария, М., 1991, 6, с.26-28.
4. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. Особенности вертикального распределения черноморского зоопланктона. В кн.: Экосистемы пелагиали Черного моря. М.: Наука, 1990, с.179-191.
5. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Мусаева Э.И., Сорокин П.Ю. Новый вселенец в Черное море - гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A.Agassiz) (Stenophora:Lobata). Океанология, 1989, т.29, № 2, с.293-299.
6. Воловик С.П. Основные черты преобразования экосистемы Азовского моря в связи с развитием народного хозяйства в его бассейне. Вopr.ихтиологии, 1986, т.26, № 1, с.33-47.
7. Воловик С.П., Луц Г.И., Мирзоян З.Л., Прякин Ю.В., Рогов С.Ф., Студенкина Е.И., Ревина Н.И. Вселение гребневика мнемипсиса в Азовское море: предварительная оценка последствий. Рыб.хоз-во, 1991, № 1, с.47-49.
8. Воробьева Л.В., Кулакова И.И. Состав и пространственное распределение *Nematoda* и *Copepoda Naupacticoidea* в Азовском море. Гидробиол. ж., 1990, т.26, № 2, с.11-16.
9. Гаевская А.В., Солонченко А.И., Белофастова И.Н., Нестерова Р.П. Паразитологическая ситуация на мидийных плантациях Крымского побережья. Рыбное хоз-во, М.: "Колос", 1991, 12, с.65-67.
10. Ежегодник качества вод по гидрохимическим показателям за 1991 год. Обнинск, ВНИИГМИ-МЦД, 1992, 185с.

11. Зайцев Ю.П. Антропогенные изменения в сообществах биологически активных зон Черного моря. В кн.: Изменчивость экосистем Черного моря. Естественные и антропогенные факторы. М.: Наука, 1991, с.306-310.

12. Закутский В.П., Горгона Ю.М., Шишкин В.М., Куропяткин А.П., Резниченко О.Г. Изменение фауны Азовского моря в связи с изменениями его режима. В кн.: Тезисы докл. 5 Всес. конф. по промысл. беспозвоночным, Минск, 1990, с.14-15.

13. Иванов А.И. Современное состояние распределения и запасов мидий в Керченском проливе. В кн.: Тезисы докл. 5 Всес. конф. по промысл. беспозвоночным, Минск, 1990, с.45-49.

14. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. Л.: Гидрометеоиздат, 1989, 528с.

15. Нестеров А.И., Намсараев Б.Б., Борзенков И.А. Процессы бактериального хемосинтеза в западном циклоническом круговороте Черного моря. В кн.: Изменчивость экосистем Черного моря. Естественные и антропогенные факторы. М., Наука, 1991, с.167-173.

16. Обзор экологического состояния морей СССР и отдельных районов Мирового океана за 1989 год (п/ред. Ю.А.Израэля, А.В.Цыбань). Л.: Гидрометеоиздат, 1990, 174с.

17. Обзор экологического состояния морей СССР и отдельных районов Мирового океана за 1990 год (п/ред. Ю.А.Израэля, А.В.Цыбань). СПб: Гидрометеоиздат, 1992, 144с.

18. Пученкова С.Г. Санитарно-микробиологические исследования устриц и морской воды у побережья Северного Кавказа. Гигиена и Санитария, 1991, 3, с.22-24.

19. Свешников В.А., Алигаджиев М.М. Жизненные формы бентосных беспозвоночных Каспийского моря. Махачкала, 1989, 128с.

20. Сорокин Ю.И., Сорокин Д.Ю., Авдеев В.А. Активность микрофлоры и окислительные процессы серного цикла в толще воды Черного моря. В кн.: Изменчивость экосистем Черного моря. Естественные и антропогенные факторы. М.: Наука, 1991, с.173-188.

21. Студенкина Е.И., Воловик С.П., Мирзоян И.А., Луц Г.И. Гребневик *Membranipora leidyi* в Азовском море. Океанология, 1991, № 6, с.981-985.

188

22. Толоконникова Л.И. Распределение бактерий в пелагиали и бентали Азовского моря. В кн.: Тезисы докладов на II Всесоюзной конференции по биологии шельфа. Севастополь, 1978, с.91-92.