

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КРАТКИЙ ОБЗОР  
ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ  
МОРЁЙ СССР  
за 1978 г.

*Под редакцией*  
доктора биологических наук А. В. ЦЫБАНЬ

МОСКВА 1979

"Краткий обзор гидробиологического контроля морей СССР за 1978 год" составили: зав.лаборатории ГОИНа, доктор биологических наук А.В.Цыбань, младший научный сотрудник Г.В.Панов, к.б.н.В.Н.Михеев, Ю.Л.Володкович, С.П.Баринова, Н.М.Мирошниченко, М.В.Вентцель, Г.Ф.Беневоленская, О.Л.Фонарева, Н.М.Добрынина.

Обзор составлен на основании материалов УГКС Латвийской ССР (исполнители: Дацш Л.В., Орлова Э.Р., Кирсе И.Э., Зариня Л.Г., Берг Л.Г., Костюков Я.Л.); УГКС Литовской ССР (исполнители: Штурова З.А., Маннанова С.С.); УГКС Эстонской ССР (исполнители: Каракаева Л.Г., Прачкина В.И., Целикова Н.В.); Сахалинского УГКС (исполнители: Усова Н.Г., Филатова В.И., Хольная Г.Г.); Севастопольского отделения ГОИНа (исполнители: Белявская В.Б., Беляева О.И., Моисеенко А.Д., Панкратова М.Е.); Мурманского УГКС (исполнители: Сохина Л.И., Еданова Т.И., Гуляев В.М., Кошелев И.Д., Пшеничная Г.Ю., Дворникова Н.Я.); Северного УГКС (исполнители: Гоголицын В.А., Плещкова Н.И., Агеева Н.Г.); Северо-Кавказского УГКС (исполнитель: Белоусов В.В.); ДВНИГМИ (исполнители: Гончар В.И., Милемкина Р.И., Хромова В.В.); Тиксинского УГКС (исполнители: Замадикова О.Д., Никитина З.В.); ИПГ (исполнители: Холикова Н.И., Умнова Н.Б.); ГОИНа (исполнители: А.В.Цыбань, Г.В.Панов, С.П.Баринова, Н.М.Мирошниченко, Ю.Л.Володкович).

## Введение

"Краткий обзор гидробиологического контроля морей СССР за 1978 год" подготовлен в лаборатории биологического мониторинга морской среды Государственного океанографического института по материалам отчетов гидробиологических лабораторий и подразделений УГКС Латвийской ССР, УГКС Литовской ССР, УГКС Эстонской ССР, Мурманского, Северного, Сахалинского, Тихоокеанского, Северо-Кавказского УГКС, ДВНИГИИ и Севастопольского отделения ГОИНа.

В 1978 году гидробиологические наблюдения проводились на Балтийском, Баренцевом, Черном, Азовском, Охотском и Японском морях (рис. I). Они охватили отдельные прибрежные и открытые области морей, устья рек, заливы и акватории портов. Биологические исследования в открытой части Балтийского моря были выполнены в марте 1978 года сотрудниками Государственного океанографического института и Института прикладной геофизики в период II советско-шведской экспедиции в Балтийском море. Большинство гидробиологических подразделений провели сезонную съемку контролируемых районов морей, а гидробиологические лаборатории Сахалинского УГКС, УГКС Латвийской и Эстонской ССР выполняли ежемесячный контроль отдельных биологических показателей на контрольных станциях, расположенных в относительно чистых и хронически загрязненных регионах морей.

В течение 1978 года сотрудниками гидробиологических лабораторий морской сети Госкомгидромета было отобрано 6413 проб воды и 70 проб донных отложений, под контролем находилось 228 гидробиологических станций (табл. I).

В 1978 году гидробиологические наблюдения на морях СССР проводили по следующим показателям:

### I. Микробиологические -

- а) определение общей численности микроорганизмов и их биомассы;
- б) определение количественного распределения индикаторной микрофлоры (гетеротрофные сапротитные бактерии, гетеротрофные бактерии, окисляющие нефть, парафиновые, ароматические углеводороды, полихлорированные углеводороды, фенолы, целлюлозу);
- в) определение потенциальной физиологической активности микробных популяций;

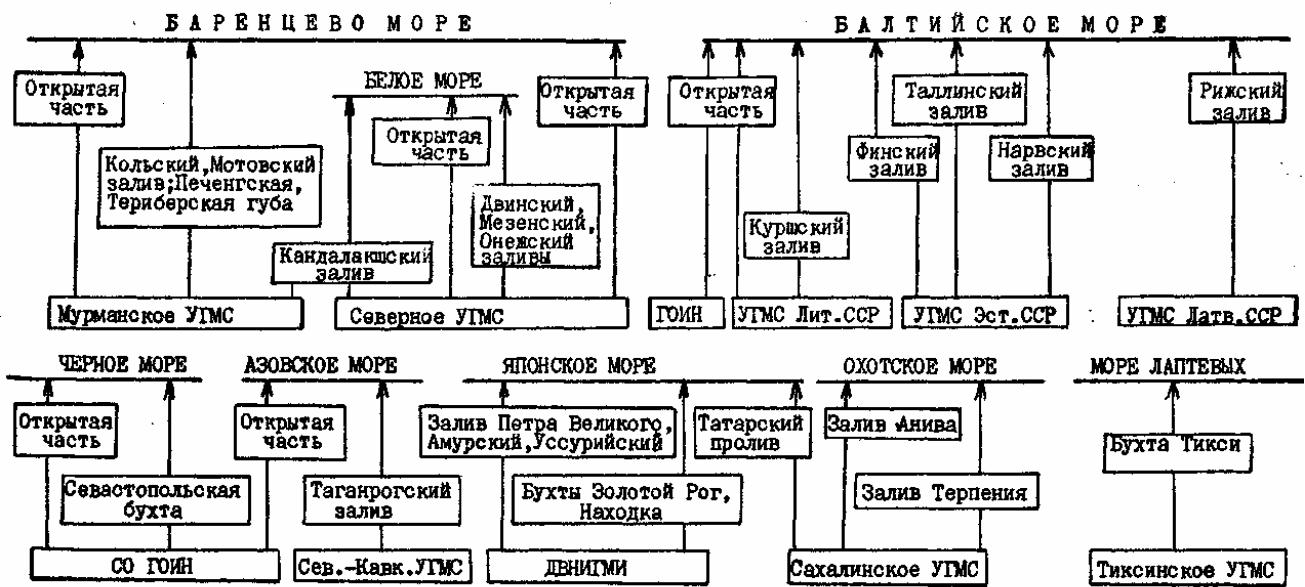


Рис. 1. Размещение гидробиологических наблюдений, выполненных в 1978 г.  
гидробиологическими подразделениями морской сети ГК ГМП

Таблица I

Объем гидробиологических работ на морской сети Госкомгидромета СССР в 1978 году

Наименование	Контролируемая акватория	Число станций	Число проб
Северное УГМС	Баренцево море, Белое море		
Архангельская ГМО (в т.ч. заливы Двинский, Мезенский, Онежский, Кандалакшский)		45	2574
Мурманское УГМС	Баренцево море, Кольский и Мотовский заливы, Печенгская и Териберская губы; Белое море (Кандалакшский залив)	58	103
Мурманская ГМО			
УГМС Эстонской ССР	Балтийское море (заливы: Таллинский, Финский, Нарвский)	16	84
Таллинская ГМО			
УГМС Латвийской ССР, Рижская ГМО	Балтийское море (Рижский залив)	9	671
УГМС Литовской ССР, Клайпедская ГМО	Балтийское море (Куршский залив)	13	1728
СО ГОИНа	Черное и Азовское море, Севастопольская бухта	42	788
Сев.-Кавк.УГМС	Азовское море (Таганрогский залив)	9	81
Донская УС			
ДВНИГМИ	Японское море (заливы Петра Великого, Уссурийский, Амурский; бухты Золотой Рог, Находка)	10	189
Сахалинское УГМС	Охотское море (заливы Анива, Терпения), Японское море (Татарский пролив)	24	149
Окино-Сахалинская ГМО			
Тихоокеанское УГМС	Море Лаптевых		
Тихоокеанская ГМО	(бухта Тихой)	2	46

г) установление соотношений между общей численностью микроорганизмов и сапротитными бактериями; между гетеротрофными сапротитными бактериями и микроорганизмами, окисляющими разные органические соединения (индикаторные бактерии).

2. Продукционно-деструкционные -

- а) определение скорости продукции органического вещества;
- б) определение скорости деструкции органического вещества;
- в) установление П/Д коэффициента.

3. Фотосинтетические пигменты -

- а) хлорофиллы "а", "б" и "с";
- б) феофитин;
- в) установление коэффициентов соотношения между отдельными пигментами.

4. Состояние фитопланктона -

- а) определение общей численности, биомассы, общего числа видов водорослей основных систематических групп;
- б) определение количества видов в каждой группе фитопланктона и выделение видов-индикаторов сапробности.

5. Определение зоопланктона -

- а) установление общей численности и суммарной биомассы;
- б) определение общего числа видов, численности основных групп и количества видов в этих группах;
- в) установление числа массовых видов и видов-индикаторов.

6. Определение зообентоса -

- а) установление основных систематических групп и определение числа видов по основным группам;
- б) определение количества экземпляров и биомассы вида.

Наиболее полно состав гидробиологических наблюдений был представлен гидробиологическими лабораториями УГКС Латвийской ССР, Северного, Мурманского и Сахалинского управлений, ДЗНИГМИ. Остальные гидробиологические подразделения определяли по 2-3 биологических показателя.

В 1978 году впервые введено определение фотосинтетических пигментов. Хлорофилл "а", основной функцией которого является поглощение световой энергии, играет ведущую роль в процессе фотосинтеза. При разрушении хлорофилла образуется феофитин, поэтому процентное содержание феофитина характеризует состояние фитоценоза, а высокое содержание феофитина свидетельствует о не-

благоподучном состоянии фитопланктонного сообщества. Фотосинтетическую активность фитоценоза определяет также соотношение хлорофиллов "а" и "с".

Поскольку состояние биологических процессов в морской среде определяется ее физико-химическими условиями, в том числе уровнем и характером загрязнения, в "Обзоре" представлена также самая краткая характеристика гидрохимического фона районов гидробиологических работ.

#### Краткая характеристика использованных методов

Гидробиологические наблюдения на морской сети Госкомгидромета выполнялись в целом по единой схеме методов, представленных во Временных методических инструкциях ГОИНа по микробиологическому анализу морских вод, по определению продукциио-деструкционных характеристик и фотосинтетических пигментов.

При обобщении микробиологических материалов использована шкала качества морских вод по микробиологическим показателям, опубликованная в Методических указаниях № 41 ГОИНа (1977).

При изучении состояния фито-, зоопланктона и зообентоса использовали следующие методические приемы.

Пробы воды для определения фитопланктона отбирали с поверхности горизонта в количестве 1 л и фиксировали 2 мл раствора Люголя (часть проб фиксировали смесь хромовой, ледяной уксусной кислоты, формалина и раствора Люголя). Для концентрирования проб фитопланктона применяли метод осаждения или фильтрационный при помощи фильтровального аппарата Зейтца через мембранный фильтр № 6. Подсчет численности клеток фитопланктона и расчет биомассы осуществляли по общепринятой методике. Сапробность определяли по методу Пантле и Букка.

Пробы зоопланктона отбирали планктонной сетью БСД (большая сеть Джеди, диаметр входного отверстия 37 см, газ № 38) и сетью Р-2. Ловы проводили тотально, в слое 0-100 м или от дна до поверхности (при меньших глубинах). В Рижском заливе в период выраженной стратификации водной толщи облавливали слой термоклина, а также выше- и нижележащий слои. Пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина. Качественный и количественный анализ проводился в камере Богорова. Обработка проб заключалась в

определении видового и возрастного состава, массовых видов зоопланктона, их численности и биомассы.

Пробы зообентоса отбирали с судна дночерпателем Петерсена с площадью облова  $1/40 \text{ м}^2$ . Промывку пробы проводили на металлическом сите с диаметром ячеек 0,5 мм. Выборку организмов осуществляли под бинокуляром. Полученный материал фиксировали 4%-ным формалином.

Обработку проб зообентоса проводили с учетом общей численности и биомассы, а также численности и биомассы основных систематических групп и видов - индикаторов сапробности вод. Индекс сапробности в Рижском заливе определен по системе, разработанной в Институте Биологии АН Латвийской ССР.

## I. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

В 1978 г. систематический контроль за состоянием биологических процессов проводился специалистами ГОИНа и гидробиологических подразделений Клайпедской ГМО УГМС Литовской ССР, Рижской ГМО УГМС Латвийской ССР, Таллинской ГМО УГМС Эстонской ССР в открытой части Балтийского моря и в заливах (Куршском, Рижском, Финском, Таллинском и Нарвском) (рис. I, 2).

Комплексные гидробиологические и физико-химические исследования открытой Балтики проводились в зимний период, для которого характерны следующие явления:

- отсутствие сезонного скачка плотности;
- однородное распределение кислорода в слое 0-50 м;
- зимние ассоциации планктонных организмов и низкая плотность популяций.

Поверхностные воды открытой части Балтийского моря были хорошо аэрированы; насыщенность кислородом колебалась в пределах 94-111% (абсолютное содержание 8,96-9,66 мл/л). Минимальные концентрации  $O_2$  (9,00-9,30 мл/л) наблюдались в южной части моря, в северной части абсолютное содержание  $O_2$  достигало 9,40-9,60 мл/л. Район, прилегающий к Датским проливам, оказался хорошо аэрированным от поверхности до дна, что, по-видимому, является следствием подтока североморских вод.

Резкое понижение содержания кислорода до 2,0-3,0 мл/л наблюдалось лишь в слое 70-100 м в глубоководных впадинах центральной и северной части моря; концентрация  $O_2$  глубже 100 м не превышала 1,0 мл/л.

Период стагнации, который наступил в ноябре 1977 г., продолжался и в марте 1978 г. Значительная часть центрального района моря характеризовалась концентрацией кислорода порядка 1,07-1,96 мл/л. Зоны с содержанием кислорода меньше 0,5 мл/л обнаружены в районах Готландской и Ландсортской впадин. Более благоприятный кислородный режим наблюдался в придонных слоях северной части моря, а также в районе южных впадин.

Содержание фосфатов в деятельном слое Балтийского моря изменилось по сезонам. Максимальные величины регистрировались зимой и, обычно, не превышали 10 мкг/л. Результаты мартовской съемки показали необычно высокое содержание фосфатов (13-21 мкг/л) в

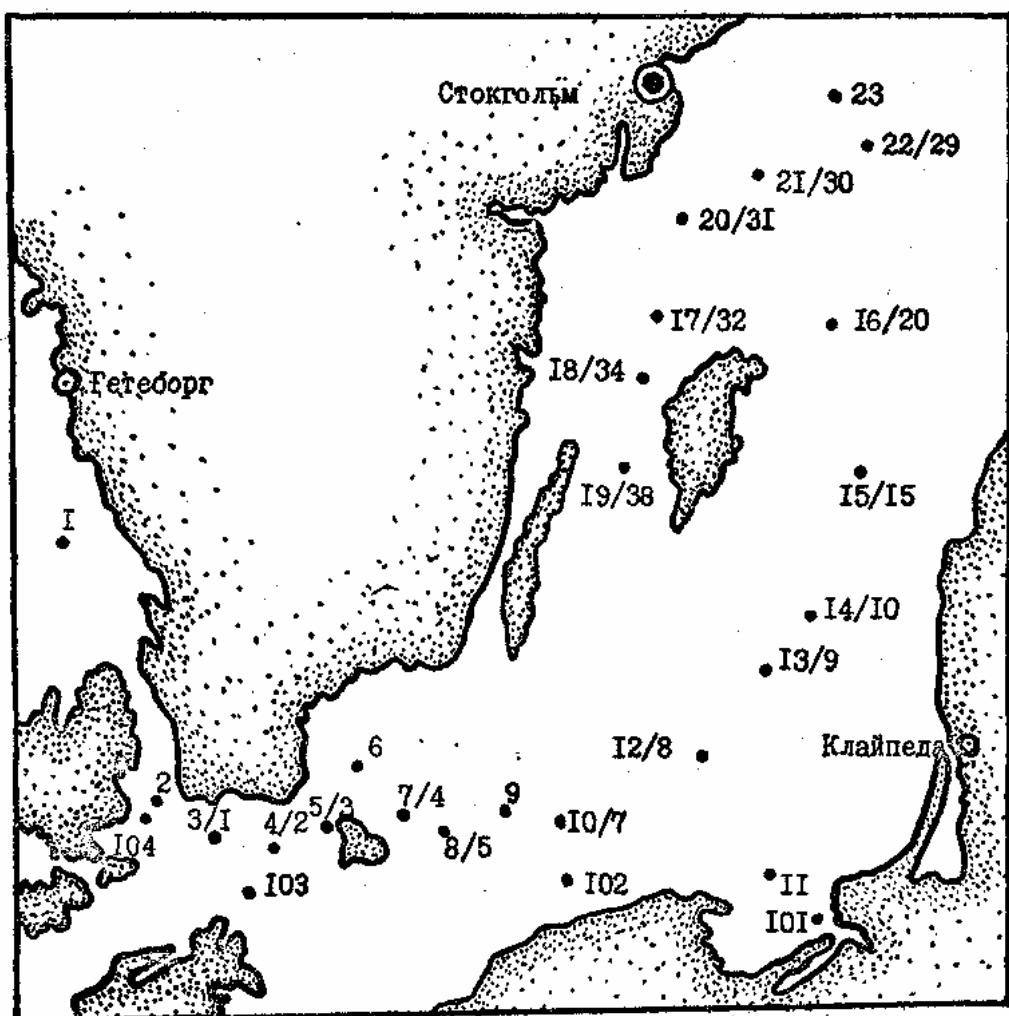


Рис. 2а. Карта-схема расположения гидробиологических станций

в Балтийском море

(П советско-шведская экспедиция, март 1978 г.)

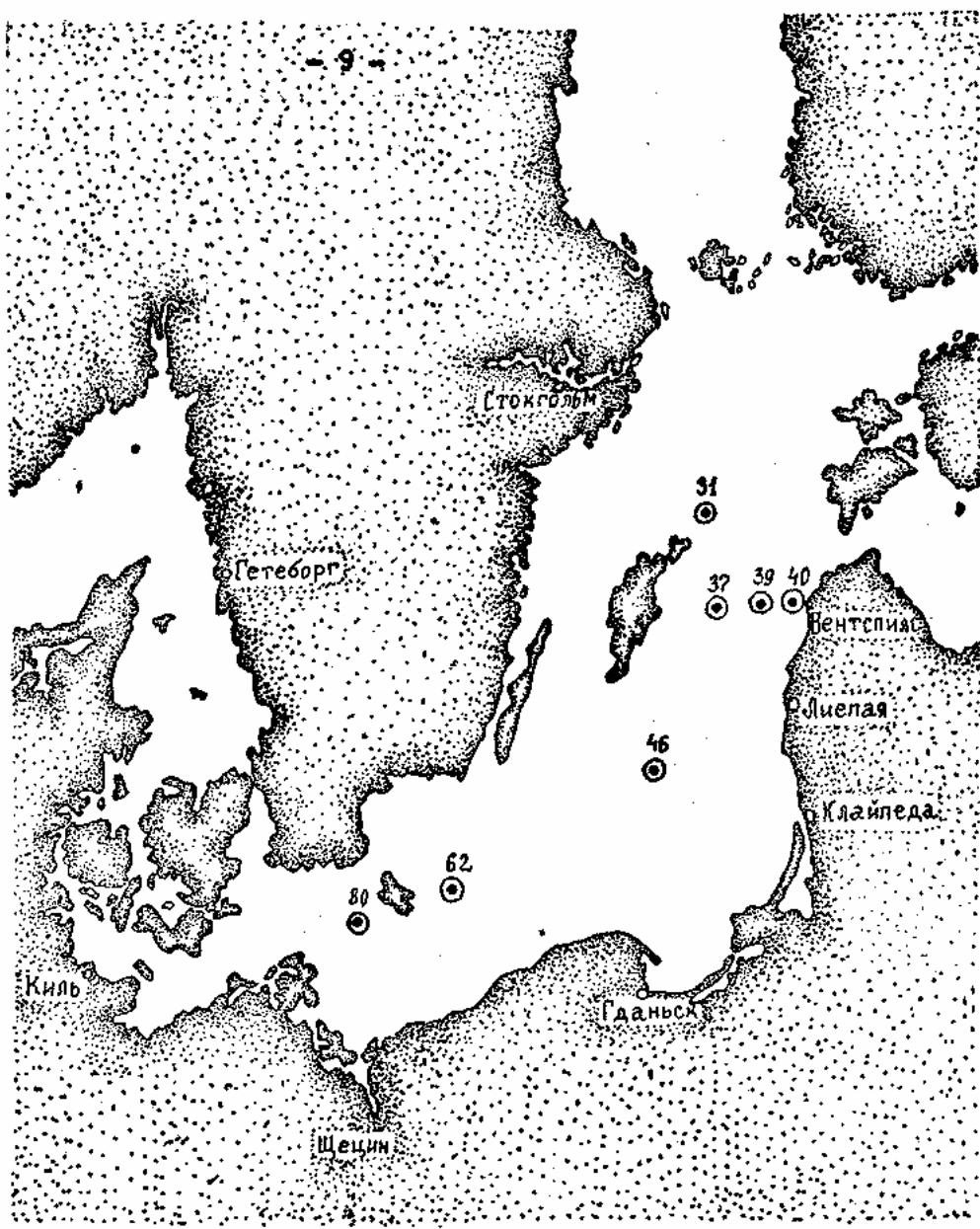


Рис. 26. Карта-схема расположения гидробиологических станций в  
Балтийском море  
(Съемка Клайпедской ГМО УГКС Литовской ССР, март 1978 г.)

действительном слое. С одной стороны, это является признаком слабого развития биологических процессов, с другой - обусловлено, по-видимому, поступлением фосфатов из глубинных слоев, более богатых этими соединениями.

Определения нитратов в водах Балтики показали, что концентрация их достигает значительных величин. Пределы колебания составляли 58-160 мкг/л. Максимальное содержание (170 мкг/л) отмечено в придонном слое Арконской впадины. В поверхностном слое концентрация нитратов находилась в пределах 71-170 мкг/л.

Заметные количества нитритов (3,1-4,6 мкг/л) отмечены лишь в прибрежных районах. Максимальные концентрации в поверхностном слое обнаружены в районе Вентспилса - 4,7 мкг/л и на юго-западе моря - 4,1 мкг/л.

Концентрация детергентов в поверхностном слое моря превышала ПДК. Наибольшее содержание детергентов наблюдалось в районе Вентспилса и в юго-западной части моря.

Концентрация фенолов составляла 1,5-2,5 мкг/л и являлась, по-видимому, фоновой.

Содержание бенз/а/пирена в воде центральной части Балтики колебалось в пределах 0,01-0,2 мкг/л. Наибольшая его концентрация (0,1-0,2 мкг/л) обнаружена в районах Арконской, Борнхольмской впадин и в проливе между островами Готланд и Эланд.

Пределы колебания концентрации нефтепродуктов в поверхностном слое моря 0,18-0,92 мг/л, в придонном 0,00-0,82 мг/л. Максимальное содержание нефтепродуктов отмечено в юго-западной части моря, где в среднем их концентрация составляла 23 ПДК. На Вентспилском разрезе в среднем наблюдались величины около 1,8 ПДК.

Содержание ПХБ (полихлорированные бифенилы) в грунтах Балтийского моря колебалось от следовых количеств до 18 мг/г (среднее - 8,5 нг/г сухого грунта), ХОП - от 1 нг/г до 36 нг/г (среднее - 8,0 нг/г сухого веса). Сравнение полученных результатов с литературными данными показывает, что картина загрязнения Балтики хлорированными углеводородами в последнее время резко не изменилась.

## I.I. Биологическая характеристика открытой части моря

### I.I.I. Микробиологические показатели

Количественное содержание микрофлоры в зимнее время колебалось в пределах 50-1200 тыс. кл/мл воды. Наиболее развитые микробиоценозы встречены в районах Каттегата, Арконской и Борнхольмской впадин. Средняя биомасса микроорганизмов составляла здесь 74 мг/м<sup>3</sup> (мин. - макс. = 8-343 мг/м<sup>3</sup>). По мере продвижения на север численность и биомасса микробных популяций снижалась в 5-10 раз. Так, в центральных районах моря биомасса микроорганизмов колебалась от 8 до 77 мг/м<sup>3</sup>, в среднем 27 мг/м<sup>3</sup>, а в северных районах она составляла 7-41 мг/м<sup>3</sup>, в среднем 21 мг/м<sup>3</sup>.

Вертикальное распределение бактериального населения по центральному балтийскому разрезу довольно равномерное (рис.3). Эта черта развития микробиоценозов характерна, в основном, для зимнего времени года. Летом в поверхностных слоях воды резко выражены максимальные скопления микрофлоры.

Неравномерное вертикальное распределение микрофлоры было обнаружено зимой лишь в приповерхностном микрогоризонте и в слоях 10-20 м в районах Каттегата и Арконской впадины. Эта область Балтийского моря характеризовалась наиболее высокой бактериальной активностью и может быть отнесена к эвтрофным водам, даже в зимний период года. Остальные районы Балтики - мезотрофные.

Величина биомассы микроорганизмов, развивающихся в Балтийском море зимой, указывает на высокий уровень развития микробной жизни и на значительную степень эвтрофирования вод (рис.4).

Об этом свидетельствуют также результаты определения бактериальной продукции и деструкции органического вещества. Величина деструкции в 3-10 раз превышала продукцию в эуфотическом слое. Эти данные свидетельствуют о большом поступлении в открытые воды моря и накоплении там аллохтонного органического вещества; они составляют важное доказательство эвтрофирования Балтийского моря, прогрессирующего в последние годы.

Изучение индикаторной микрофлоры показало, что в исследованных районах моря в составе микробиоценозов были обнаружены гетеротрофные сапрофитные бактерии, гетеротрофные парафинокисляющие, ксилолокисляющие, ПХБ окисляющие и бенз/а/пирен окисляющие микроорганизмы.

Сапрофитные бактерии были широко распространены по всему

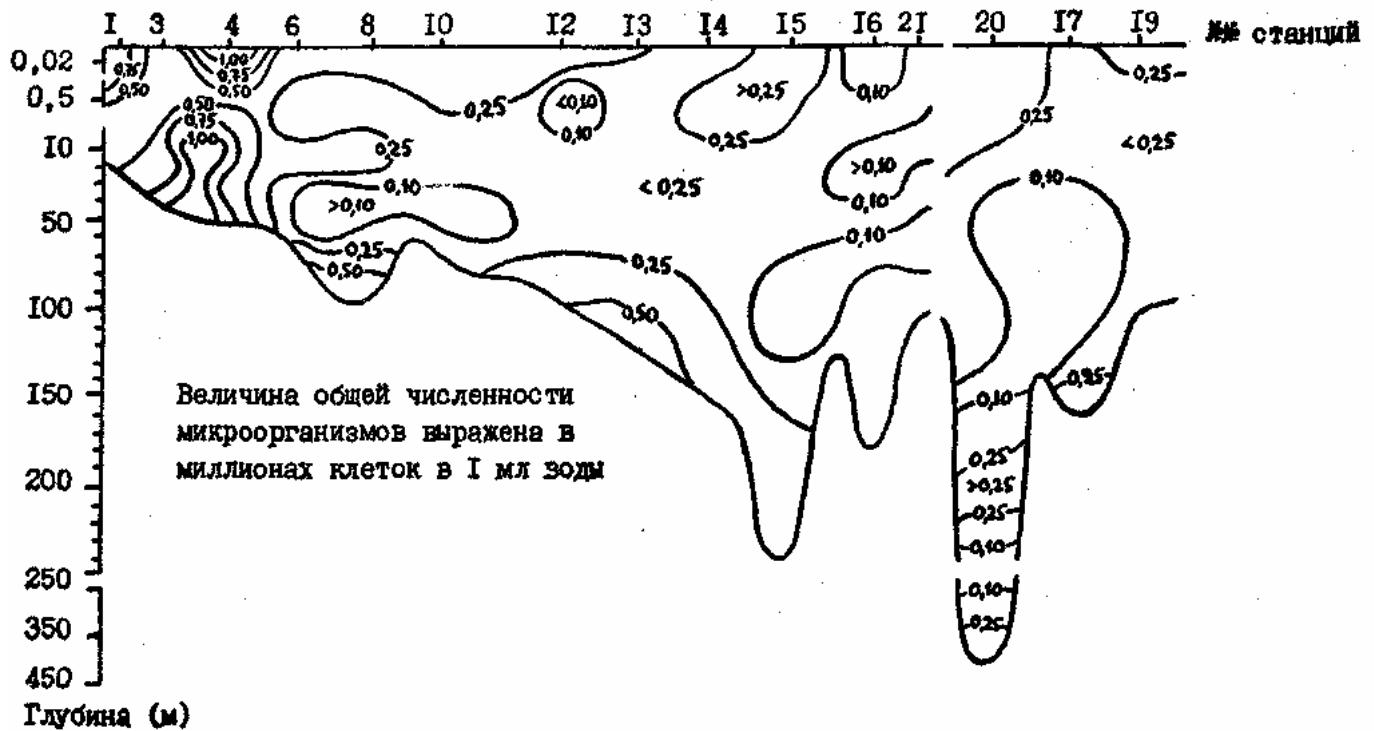


Рис. 3. Вертикальное распределение общей численности микроорганизмов на разрезе Балтийского моря (П советско-шведская экспедиция, март 1978 г.)

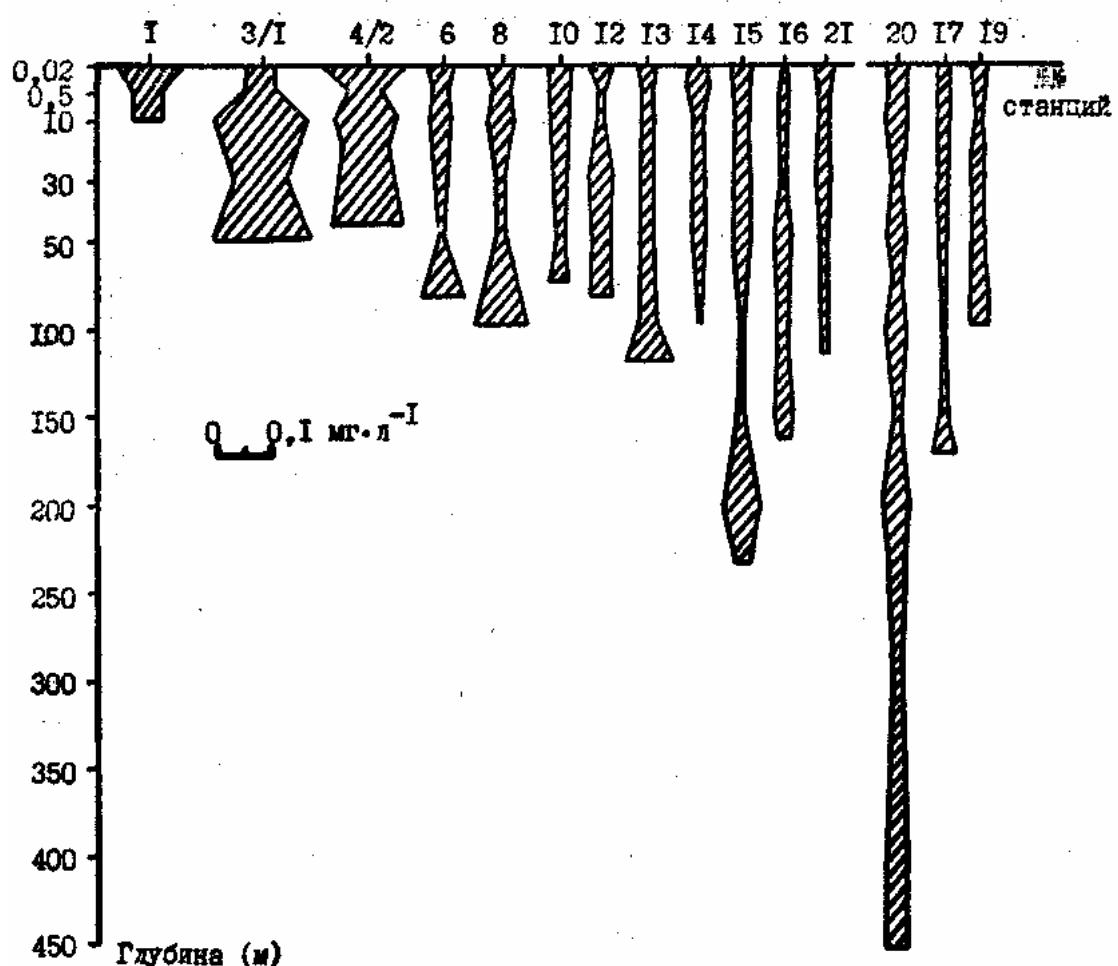


Рис.4. Биомасса микроорганизмов на центральном осевом разрезе Балтийского моря (зимой)

осевому разрезу Балтики (рис.5). Наибольшая плотность сапропитной микрофлоры, свидетельствующая обeutрофном характере вод, установлена в районах Аркенской, Борнхольмской впадин и юго-западной части моря.

Парафинокисляющие и коилолокисляющие бактерии обнаружены на многих станциях разреза. Наиболее распространенными они оказались вблизи острова Готланд, в проливе между островами Готланд и Эланд и в юго-западном районе моря, что соответствовало их распределению в летний период. Этот факт свидетельствует о хроническом загрязнении нефтяными углеводородами вышеуказанных акваторий Балтийского моря (рис. 6 и 7).

Характер распределения ПХБ-окисляющей и бенз/а/пирен окисляющей микрофлоры в общем был сходен (рис.8 и 9). Довольно активное развитие этой индикаторной микрофлоры свидетельствует о широком распространении в водах Балтики полиароматических и полихлорированных углеводородов, обладающих, как известно, мутагенным и канцерогенным действием. ПХБ-окисляющие и бенз/а/пирен-окисляющие бактерии были приурочены, в основном, к приповерхностному микрогоризонту и придонным слоям воды. Обращает на себя внимание массовый характер загрязнения Борнхольмской впадины и юго-востока Балтики, где обнаружена наибольшая плотность всех групп индикаторных микроорганизмов.

### 1.1.2. Интенсивность продукциино-деструкционных процессов

В зимнее время года в открытых районах Балтийского моря процессы деструкции органического вещества значительно преобладали над процессами его первичного синтеза. Величина первичной продукции в I л интегрированной пробы колебалась от 0,0003 до 0,0017 мг С/л.сут., при среднем значении 0,0007 мг С/л.сут. Под 1 м<sup>2</sup> моря образовывалось от 3 мг С/м<sup>2</sup>.сут. Величина деструкции колебалась от 0,011 до 0,041 мг С/л.сут., в среднем составляет 0,027 мг С/л.сут., в столбе воды разрушалось в среднем 684 мг С/м<sup>2</sup>.сут.

Величины первичной продукции на всей акватории Балтики были низкими; в распределении величины деструкции отмечалась большая неоднородность: так, наибольшая скорость разрушения органического вещества была обнаружена в районе Готланда и в северо-восточной части моря.

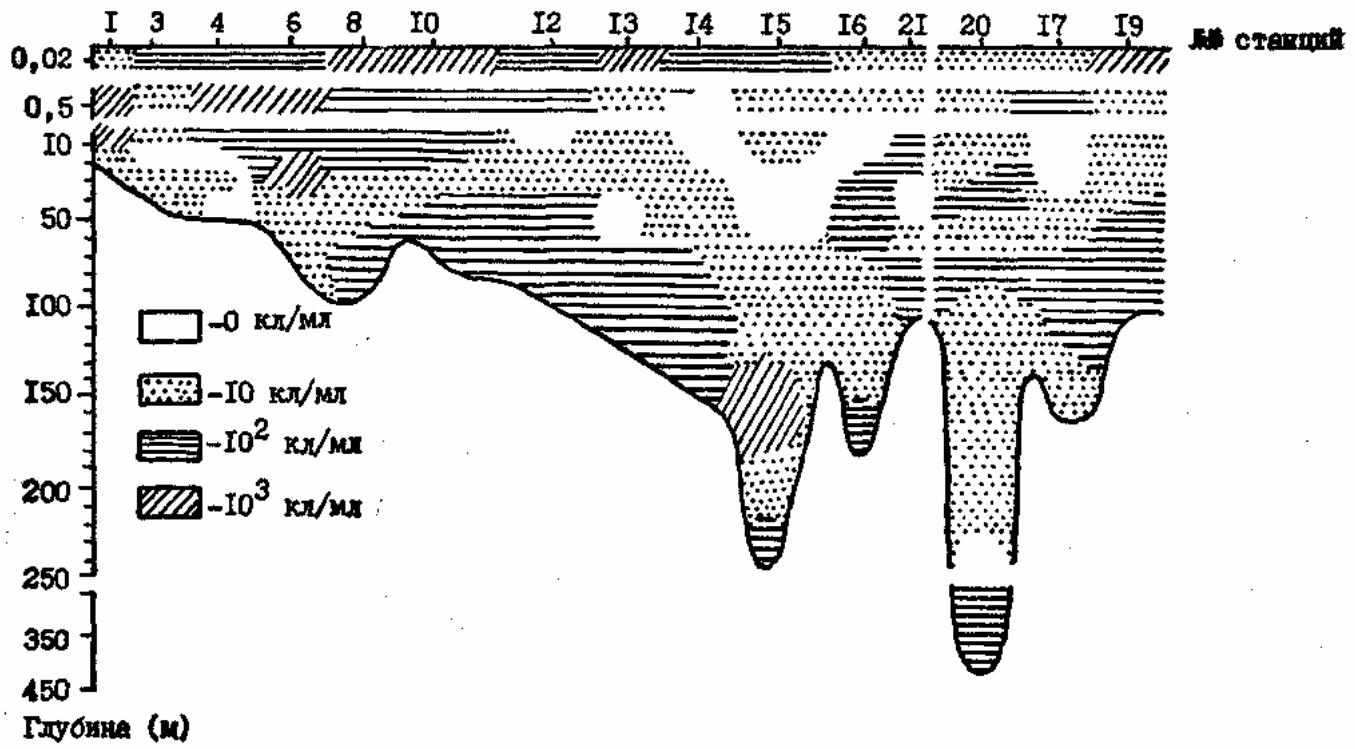


Рис. 5а. Вертикальное распределение сапротитной микрофлоры на разрезе Балтийского моря  
(II советско-шведская экспедиция, март 1978 г.)

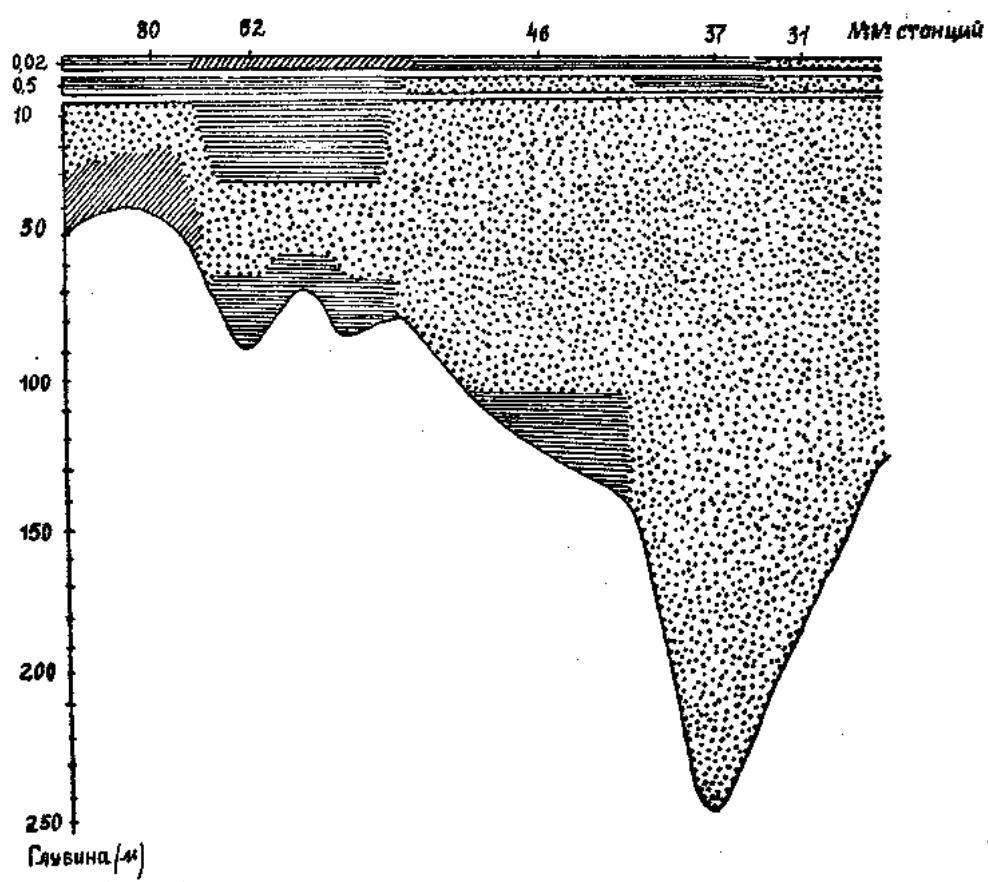


Рис. 5б. Вертикальное распределение численности сапропитных бактерий на продольном разрезе Балтийского моря.  
Март 1978 г.

- 10 кл/мл
- 10<sup>2</sup> кл/мл
- 10<sup>3</sup> кл/мл

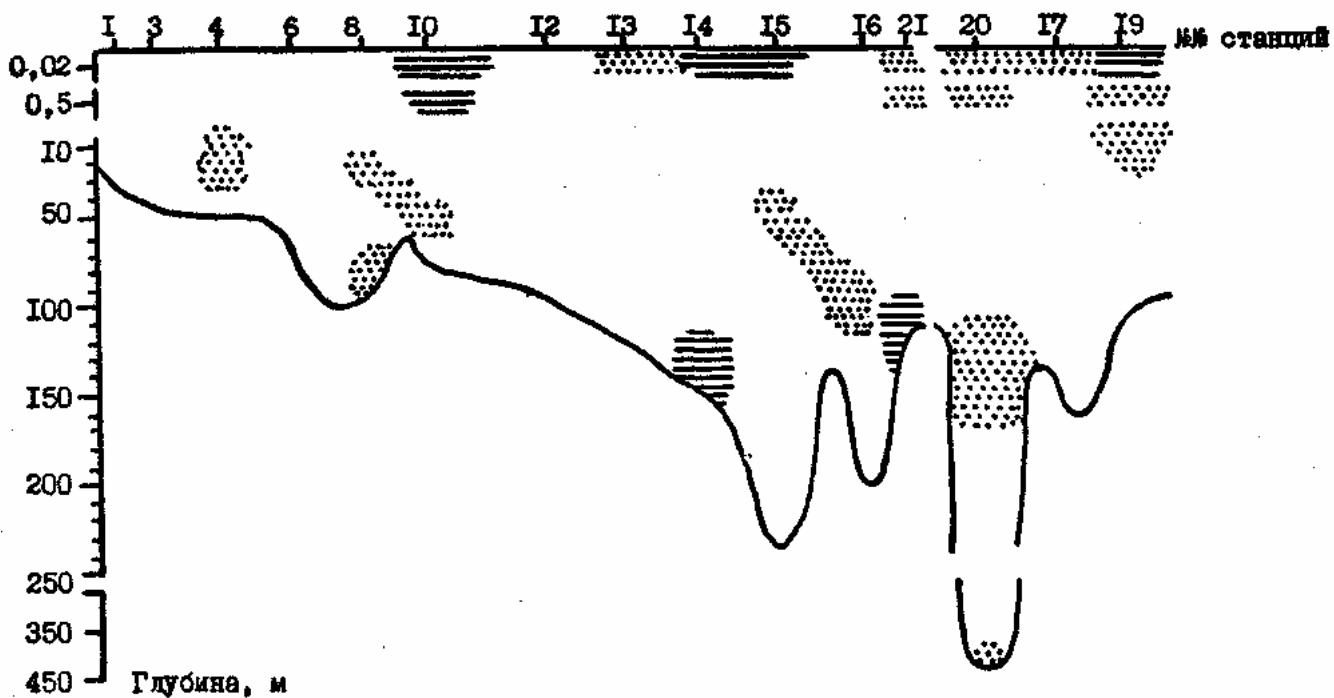


Рис. 6. Вертикальный профиль распределения парафинокисляющих микроорганизмов на разрезе Балтийского моря (март, 1978 г.). Условные обозначения см. на рис. 5.

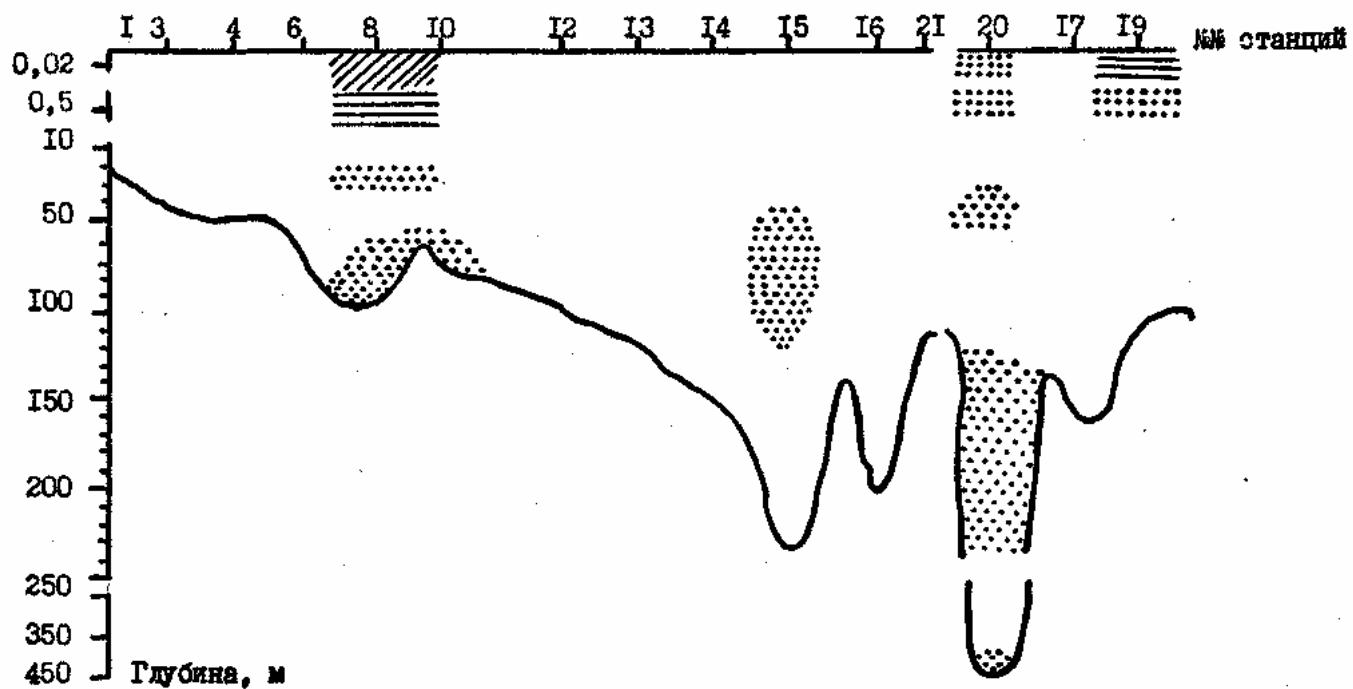


Рис.7а. Вертикальный профиль распределения киловокисляющих микроорганизмов на разрезе Балтийского моря (март, 1978 г.). Условные обозначения см. на рис.5.

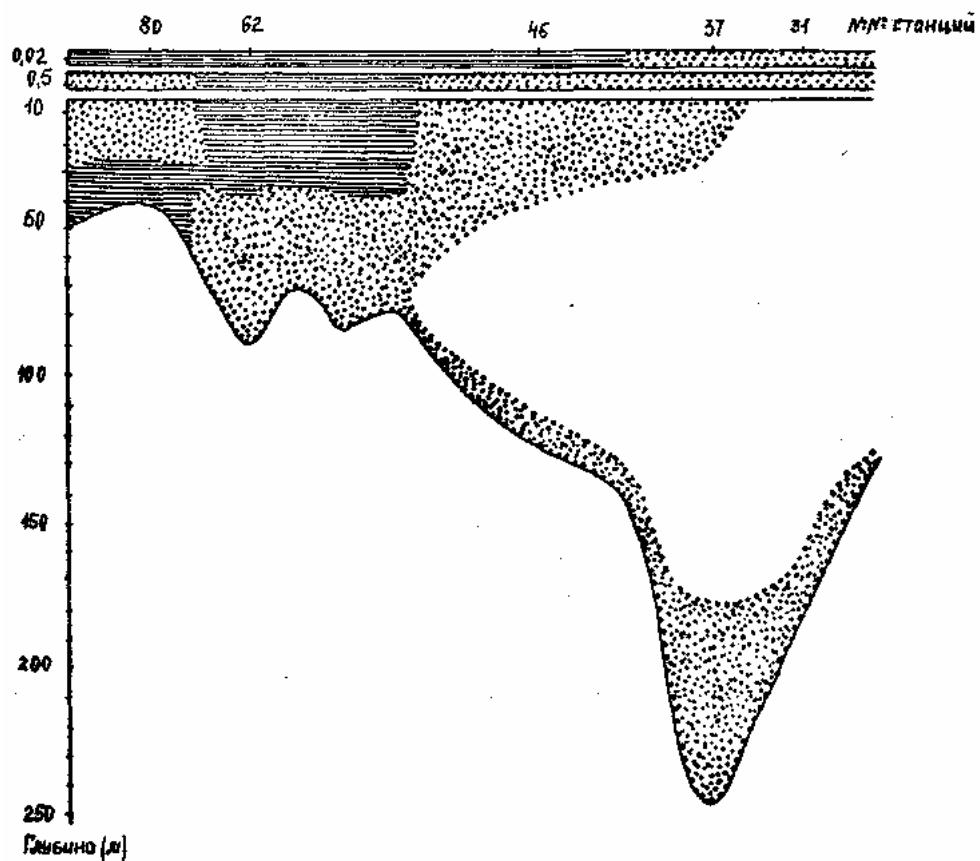


Рис.7б. Вертикальное распределение численности кислолокисляющих бактерий на продольном разрезе Балтийского моря. Март 1978г.

[white box] - 0 кл/мл

[dotted box] - 10 кл/мл

[solid black box] -  $10^2$  кл/мл

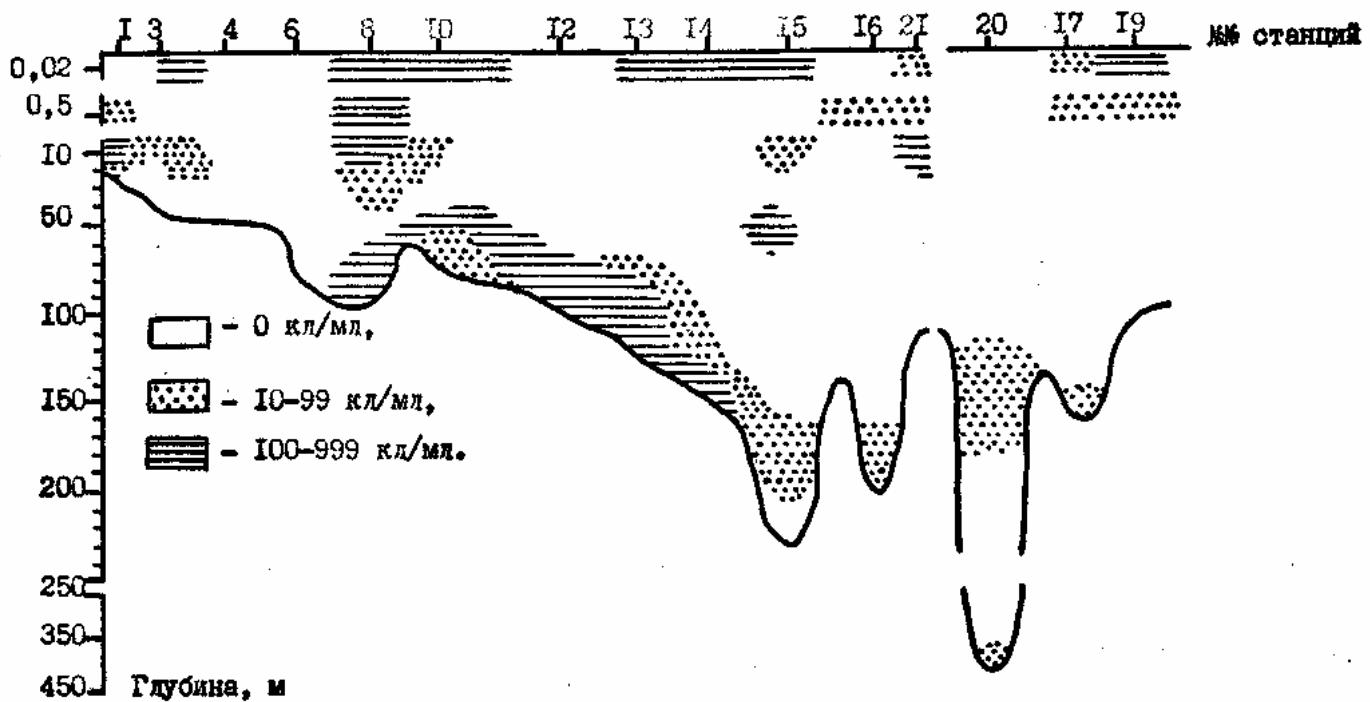


Рис. 8. Вертикальный профиль распределения бактерий, разрушающих полихлорированные бифенилы (PCB), на продольном осевом разрезе Балтийского моря (март, 1978 г.).

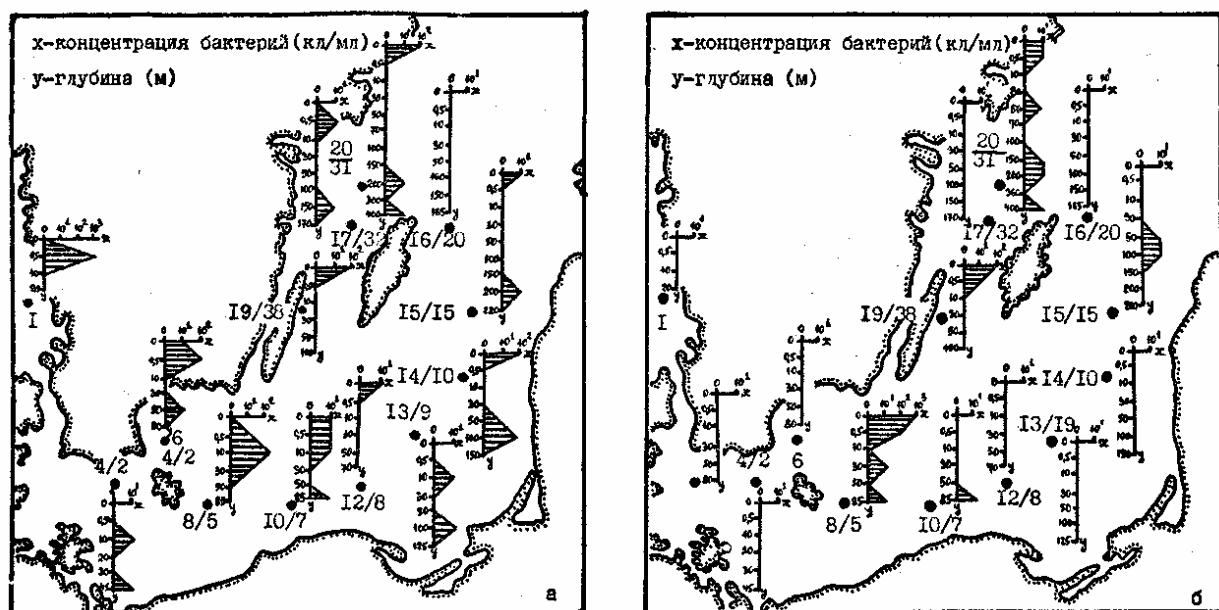


Рис. 9а. Распространение индикаторной микрофлоры в открытой части Балтийского моря  
а) микроорганизмы, окисляющие бенз(а)пирен,  
б) ксилолоксилолитические микроорганизмы.

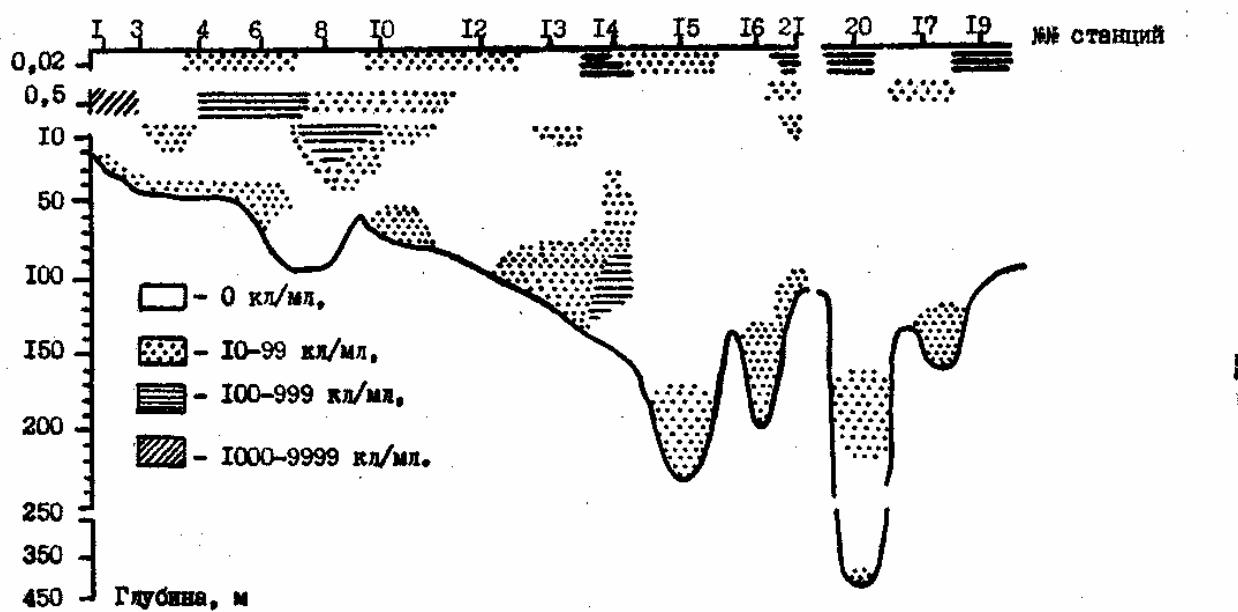


Рис.96. Вертикальный профиль распределения микроорганизмов, разрушающих бенз(а)пирен, на разрезе Балтийского моря (март, 1978 г.).

Сравнение процессов первичного продуцирования и деструкции показало, что в зимний период в Балтийском море в среднем разрушение органики происходит более чем в 100 раз быстрее, чем создается в результате первичного синтеза. Эти данные свидетельствуют о большом поступлении в открытые воды моря и накоплении там аллохтонного органического вещества и могут служить одним из доказательств эвтрофирования Балтийского моря, прогрессирующего в последние годы (рис.10).

### I.I.3. Фитопланктон

Видовой состав, низкая численность и биомасса фитопланктона на большей части открытых вод Балтики в марте 1978 г. свидетельствовала о зимнем состоянии фитоценоза. Повсеместно были обнаружены следующие виды одноклеточных водорослей: *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros danicus*, *Ch. wighamii*, *Ch. decipiens*.

Все перечисленные виды входят в зимнюю ассоциацию фитопланктона.

Однако такие виды как *Achnanthes taeniata*, *Goniaulax catenata*, так же характерные для зимнего периода, встречались крайне редко.

Самые высокие величины численности и биомассы фитопланктона были обнаружены в районе Датских проливов ( $68458 \times 10^6$  кл./м<sup>3</sup> и 32607 мг/м<sup>3</sup>). Эти результаты свидетельствуют о состоянии фитоценоза в этом районе как близком к "весеннему цветению". На остальной акватории открытой части моря численность и биомасса были значительно ниже ( $2-16 \times 10^6$  кл./м<sup>3</sup> и 3-28 мг/м<sup>3</sup>).

Наблюдавшийся в районе проливов однородный состав фитопланктона на всех горизонтах вплоть до нижней границы эуфотической зоны может свидетельствовать о поступлении в Балтику североморских вод. На этот факт также указывает обнаружение комплекса видов фитопланктона атлантического происхождения, в котором доминировали *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros holsaticus*, *Ch. socialis*, *Ch. wighamii*, *Rhizosolenia delicatula*.

Эти виды и создавали основную численность фитопланктона в период "цветения".

Вертикальное распределение водорослей на всем разрезе (кроме района Датских проливов) было сходным: максимум численности наблюдался у поверхности, с глубиной численность резко уменьшалась. Сходству вертикальной структуры фитоценоза почти на

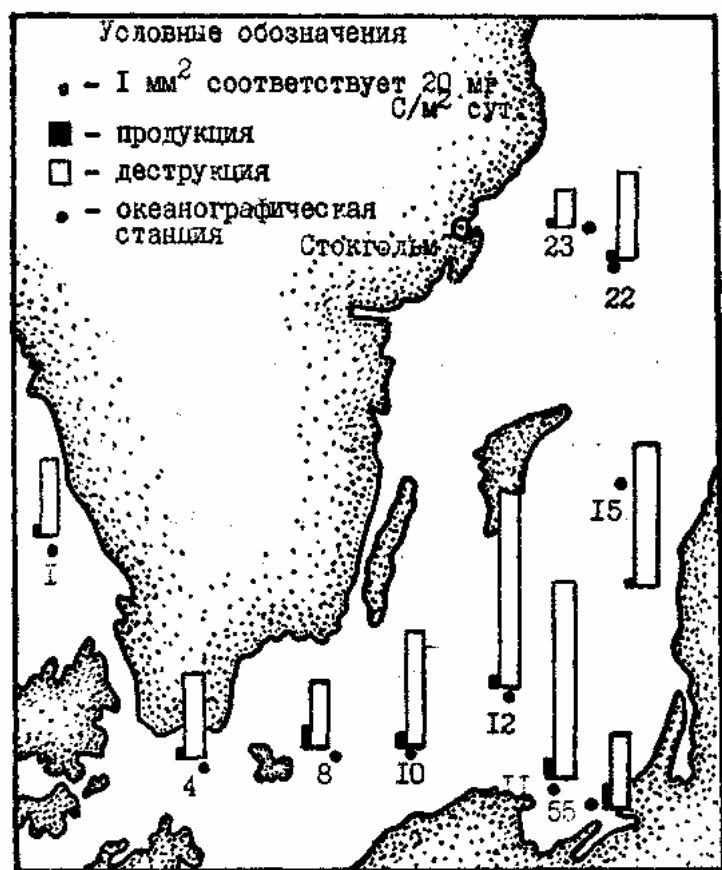


Рис.10. Интенсивность процессов продукции и деструкции органического вещества в открытой части Балтийского моря, март 1978 г.

всем разрезе способствовали большая глубина однородного слоя и низкая инсолиция.

#### I.I.4. Зоопланктон.

Развитие популяций зоопланктона в открытых водах Балтийского моря в марте 1978 г. свидетельствует о зимнем состоянии зоопланктона. Численность ветвистоусых ракообразных, которые представлены в Балтике тепловодными видами, в этот период очень низка. В целом, преобладают веслоногие ракки (copepoda). Наибольшее их содержание наблюдалось в южном и среднем районах Готланда, наименьшее – в районе Арконы. Как по численности, так и по биомассе, доминировали копеподы *Pseudocalanus minutus elongatus* и *Acartia* spp. Другие виды представлены случайно и малочисленно. Всего в этот период обнаружено 7 видов веслоногих и 3 вида ветвистоусых ракообразных.

Вертикальное распределение общей численности веслоногих характеризовалось заметной неоднородностью. Так, в районе Борнхольма максимум общей численности веслоногих наблюдался в поверхностном 25-метровом слое, а в остальных районах Балтики в слое 25–50 м. Распределение отдельных возрастных стадий копепод свидетельствует о том, что размножение ракков происходило в поверхностных водах. Науплии *P. m. elongatus* встречались по всей акватории моря в наибольшем количестве в слое 0–25 м. Максимум численности взрослых особей наблюдался в более глубоких слоях воды. Для видов *Acartia* обнаружена иная картина: все возрастные стадии ракка образовывали максимум численности в поверхностном слое.

#### I.I.5. Зообентос

В целях наблюдения за состоянием придонных вод и донных отложений в открытой части Балтийского моря в зимний период (март) 1978 г. на 18 международных станциях были проведены гидробиологические исследования и отобрано 58 проб макрозообентоса.

На 7 обследованных станциях грунты были илистые, с включением песка и гравия; на 9 станциях – илы. В грунтах 10 станций отмечено присутствие  $H_2S$ . На 7 из 18 обследованных станций бентосные организмы не обнаружены.

Зообентос открытой части Балтийского моря состоял из 34

видов донных беспозвоночных, относящихся к 9 систематическим группам. Наиболее многочисленными (14 видов) и широкораспространенными были полихеты и особенно *Scoloplos armiger*, присутствовавший в бентосе 11 станций. Основную часть биомассы (44-93%) донного населения 11 станций составляли моллюски. Видовое разнообразие бентофауны менее 10 видов отмечено только на трех станциях (ст. № 8, 9, 22/34).

Наиболее богатая фауна донных животных обнаружена в юго-западной части Балтийского моря (район моря Аркона). Здесь отмечено наибольшее разнообразие донного населения (до 25 видов), плотность организмов превышала 6000 экз./м<sup>2</sup> (максимальное значение - 16750 экз./м<sup>2</sup>), биомасса зообентоса составляла в среднем 113,31 г/м<sup>2</sup> (максимальное значение - 222,86 г/м<sup>2</sup>).

Донное население района Борхольм состояло из 11-16 видов, при численности 1650-4200 экз./м<sup>2</sup>, биомасса зообентоса здесь была значительно ниже, в среднем - 83,9 г/м<sup>2</sup>.

Еще более низкие значения отмечены для района южнее Готланда (4-6 видов, менее 600 экз./м<sup>2</sup> и менее 9 г/м<sup>2</sup>) и, особенно, для более северных районов.

Следует отметить, что наиболее благоприятное состояние донных биоценозов и придонных слоев воды наблюдалось на станции № 3/1 и, особенно, на станциях № 4/2 и № 2. Донное население последней наиболее богато, в его составе многочисленны организмы, характерные для умеренно загрязненных - относительно чистых вод (это приапулиды, остракоды, несколько видов полихет). Сравнение данных наблюдений 1976 и 1978 гг. показало заметное оздоровление бентофауны станции № 3/1. Возросшее разнообразие видов, численности животных и, особенно, остракод (почти в 2 раза) указывает на улучшение состояния придонных вод этого района.

Наиболее неблагоприятные условия придонных вод наблюдались севернее Готланда (ст. № 22/34, 26/ и особенно угрожающее - на станции № 18/39. В 1976 г. бентофауна этой станции состояла из 11 видов с плотностью населения II 170 экз./м<sup>2</sup> (в т.ч. 1980 остракод) и биомассой 31 г/м<sup>2</sup>. В 1978 году на станции № 18/39 никаких донных беспозвоночных не обнаружено, в грунтах отмечено присутствие H<sub>2</sub>S .

### I.I.6. Выводы

1. Открытая часть Балтийского моря является в значительной степени эвтрофированной. Об этом свидетельствует, в первую очередь, соотношение между процессами первичной продукции и деструкцией органического вещества. В среднем для акватории в зимний период величина деструкции более чем в 100 раз превышает величину первичной продукции.

Состояние микробиологических процессов (биомасса, стадия развития сапрофитных бактерий) в зимний период года свидетельствует об эвтрофировании ряда районов Балтийского моря, в первую очередь Арконской, Борнхольмской впадин и юго-восточной части моря. О большом поступлении и накоплении аллохтонного органического вещества в водах Балтийского моря свидетельствует высокая скорость бактериальной деструкции.

2. Хроническое загрязнение акватории в районе островов Готланд и Эланд юго-восточной и юго-западной части моря нефтяными углеводородами как в летний, так и в зимний периоды показано на примере распространения парафинокисляющих и ксилолокисляющих микроорганизмов.

3. Широкое распространение ПХБ-окисляющих и бенз/а/пирен-окисляющих микроорганизмов, а также положительная связь между локализацией этой микрофлоры, с одной стороны, и распределением ПХБ и ПАУ, с другой, подчеркивает индикаторную роль этих микроорганизмов и свидетельствует о циркуляции и накоплении в среде Балтийского моря химических соединений, обладающих мутагенным и канцерогенным действием. Наиболее неблагоприятными, с точки зрения ПАУ и ПХБ, являются районы Борнхольмской впадины и юго-восточной Балтики, где концентрация ПАУ в десятки раз превышает фоновые уровни ПАУ в воде и донных отложениях.

4. Анализ микробиологических данных свидетельствует о том, что воды открытой Балтики являются, в основном, умеренно-загрязненными, а - мезосапробными.

5. На большей части акватории Балтийского моря в марте 1978 г. наблюдалось зимнее состояние фитопланктона. В юго-западной части Балтики обнаружены высокие концентрации одноклеточных водорослей, характерные для периода весеннего, "цветения", а также виды фитопланктона антарктического происхождения, что свидетельствует о регулярных затоках североморских вод через Датские проливы.

6. Зоопланктон открытой Балтики в период исследований находился в угнетенном состоянии, характерном для биологической зимы. Численность и биомасса были низкими, а видовой состав обедневшим. Наибольшая численность организмов наблюдалась в южном и среднем районах Готланда, наименьшая в районе Арконской впадины. Всего обнаружено 10 видов зоопланктеров, среди которых доминировали широкораспространенные в Балтике виды солоноватоводного комплекса.

7. Исследования макрообентоса показали, что в сравнении с предыдущими годами средние величины биомассы донной фауны увеличились в 1978 г. в 1,7 раза, число видов возросло от 21 до 34. Увеличение биомассы произошло на большей части обследованной акватории Балтики, за исключением юго-восточной части моря, Борнхольмской впадины, акватории между островами Готланд и Эланд, и северного района Готланда, где донные беспозвоночные обнаружены не были. Наиболее неблагополучным в этом отношении районом является юго-восточная часть моря. В целом данные по количественному развитию и качественному составу макробентоса свидетельствуют о некотором оздоровлении донных биоценозов Балтийского моря.

#### I.2. Биологическая характеристика Рижского залива

В весенний период кислородный режим в предустьевом взморье залива в целом оказался удовлетворительным. Содержание биогенов, как правило, уменьшалось от устьевых участков рек к центру залива. Устьевые участки рек были повсеместно загрязнены амиаком. Фенольное загрязнение, по сравнению с предыдущим годом, весной оказалось несколько повышенным.

Летом содержание кислорода по средним значениям в водах залива осталось практически на уровне предыдущих лет. Отмечались низкие концентрации кислорода в придонных горизонтах на мелководье. В летние месяцы в период массового развития водорослей концентрация аммонийного азота достигала максимальных значений. В июне наблюдалось повышенное загрязнение предустьевых участков залива фенолами.

Осенью содержание кислорода в поверхностном слое мелководных приустьевых станций (№ 2, 20) было пониженным. В октябре и ноябре отмечены максимумы концентрации фенолов.

Уровень загрязнения вод Рижского залива тяжелыми металлами не значителен, кроме меди, концентрации которой превышают ПДК

во всех районах, особенно много ее в водах устьевых участков р.Лиелупе и Даугава. Незначительные количества пестицидов обнаружены только в замыкающих створах устьев р.Лиелупе и Даугава. Загрязнение прибрежных вод залива детергентами невелико. Среднегодовые концентрации составили 0,3 ПДК. Максимальные концентрации нефтепродуктов наблюдались в летние месяцы. Как следствие высокого уровня загрязнения устьев рек, а также интенсивного судоходства, содержание нефтепродуктов значительно в районах реперных пунктов и предустьевого взморья.

### I.2.1. Микробиологические показатели

Наблюдения за качеством вод Рижского залива проводились на 6 станциях, расположенных в разных частях залива. в районах приустьевого взморья рек Даугава, Лиелупе и Гауя (рис. II ). Наблюдения выполнялись ежемесячно: на ст.2,4,9,11,20 и 23 – с мая по ноябрь, на ст.119 – с мая по декабрь, на реперном пункте Даугавгрива – в течение года.

В состав микробиологических наблюдений вошло определение общей численности микроорганизмов, установление НВЧ (наиболее вероятной численности) сaproфитной, углеводородокисляющей и фенолокисляющей микрофлоры, а также установление индексов их соотношения.

В мае общая численность (ОЧ) микроорганизмов варьировала в пределах 1284-5181 млн кл/мл, составляя в среднем 3830 млн. кл/мл). Максимальные значения ОЧ были выявлены в районе предустьевого взморья р.Даугава (ст.2). К осени величина ОЧ микроорганизмов возрасла. Так, летом она составила уже 6162 млн кл/мл, осенью 7443 млн. кл/мл. Осенью максимальные значения общей численности бактерий обнаружено так же, как и в весенний и летний периоды, в районе предустьевого взморья р.Даугава. Минимальные величины ОЧ в летний период (3328 млн кл/мл) зарегистрированы в наиболее удаленном от берега районе (ст.119), осенью (4145 млн. кл/мл) – в относительно удаленном от устья р.Гауя районе взморья.

Прибрежная полоса залива значительно обогащена сaproфитной и углеводородокисляющей микрофлорой. По мере удаления от берега численность всех исследованных групп индикаторных микроорганизмов уменьшается (рис.I2).

НВЧ сaproфитных микроорганизмов в мае изменилась от  $2,3 \cdot 10^3$  кл/мл до  $7,33 \cdot 10^4$  кл/мл, составляя в среднем  $3,0 \cdot 10^4$  кл/мл.

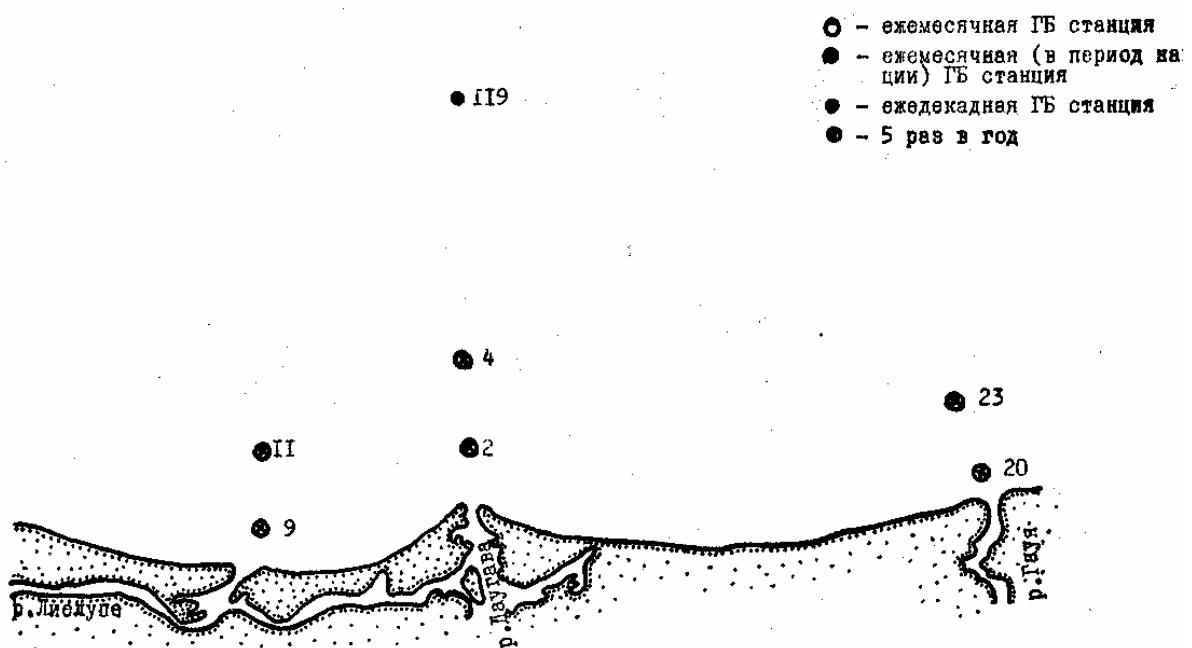


Рис. П. Карта расположения гидробиологических станций на территории УГКС Латвийской ССР.

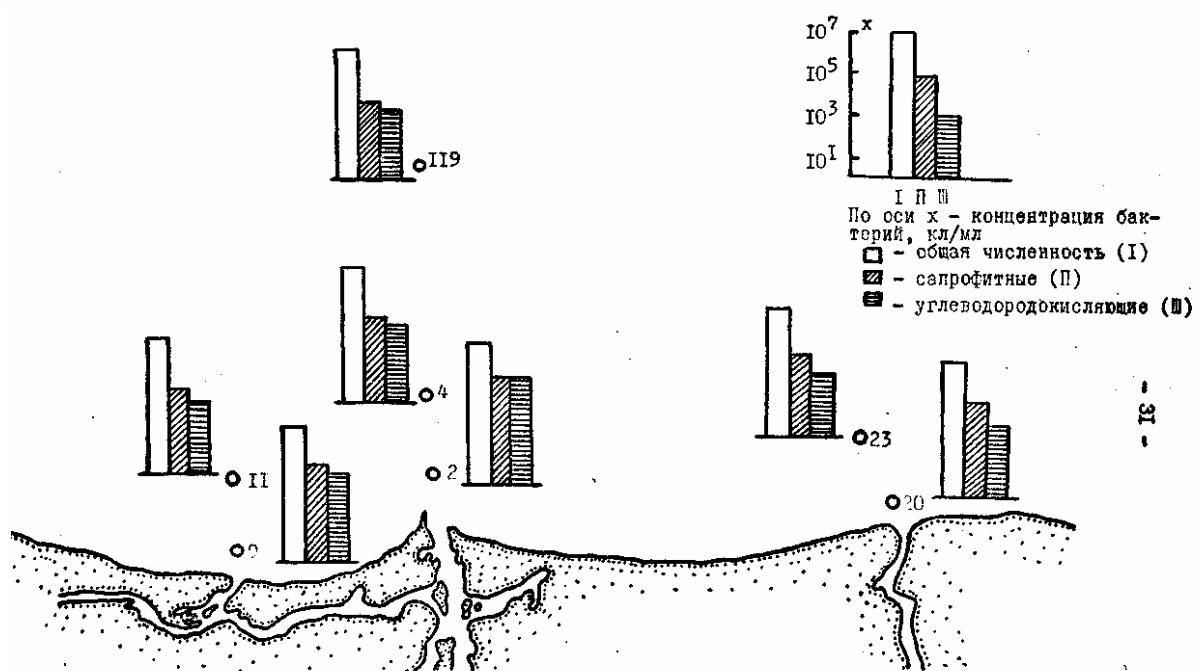


Рис. 12. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в прибрежной части Рижского залива.

Максимальные концентрации сапрофитов зарегистрированы на ст.2 (предустьевое взморье р.Даугавы), минимальные - в открытых водах залива (ст.И19).

НВЧ нефтеокисляющих бактерий варьировала в пределах  $6,0 \cdot 10^3$ - $6,0 \cdot 10^3$  кл/мл. Горизонтальное распределение их было аналогичным распределению сапрофитов.

Фенолокисляющая микрофлора в весенний период была выявлена лишь на станциях предустьевого взморья р.Лиелупе (ст.9, II), Гауда (ст.20) и реперном пункте р.Даугава. НВЧ ее была низкой и составила, в основном, десятки клеток в миллилитре воды. Лишь на реперном пункте Даугавгрива концентрация их оказалась равной  $10^2$  кл/мл.

Индексы отношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры были больше единицы и изменялись от 2 до 55, что указывает на относительно благополучное состояние микробиоценозов в весенний период.

Данные микробиологического анализа указывают на то, что в весенний период воды Рижского залива были, в основном, умеренно загрязненными,  $\alpha$  - мезосалиногенными.

Летом сапрофитные бактерии обнаружены на всех обследованных станциях. НВЧ их колебалась в пределах  $3,9 \cdot 10^3$  до  $1,93 \cdot 10^5$  кл/мл составляя в среднем  $4,5 \cdot 10^4$  кл/мл. Максимальные величины численности сапрофитов были выявлены на реперном пункте Даугавгрива и предустьевом взморье р.Даугавы (ст.2), минимальные - в открытой части залива (ст.И19) и на ст.II, расположенной в относительно удаленной от берега зоне предустьевого взморья р.Лиелупе.

Углеводородокисляющая микрофлора в летний период была обнаружена также на всех обследованных акваториях. Максимальное количество бактерий ( $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл) установлено в районе предустьевого взморья р.Даугавы (ст.2), минимальное ( $2,5 \cdot 10^4$  кл/мл) - в открытых районах залива. В среднем по заливу НВЧ углеводородокисляющих бактерий составила  $3,9 \cdot 10^4$  кл/мл.

Фенолокисляющая микрофлора в летний период зарегистрирована лишь на реперном пункте Даугавгрива. НВЧ ее была низкой - десятки клеток в 1 л воды.

Коэффициенты отношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры в летний период, в основном, оказались больше единицы (максимальное отношение - 65), но встречались значения и меньше единицы, что указывает на ингибирующее влияние углеводородного загрязнения на сапрофитную микрофлору.

Осенью количество сапрофитных бактерий изменялось в пределах  $1,6 \cdot 10^2$ - $9,1 \cdot 10^4$  кл/мл, составляя в среднем  $1,8 \cdot 10^4$  кл/мл. Максимальные количества сапрофитов были попрежнему выявлены на ст.2, минимальные - на ст.119.

Количество углеводородокисляющих бактерий к осени возрастало. НВЧ составляло в среднем  $5,2 \cdot 10^3$  кл/мл. Максимальное количество углеводородокисляющей микрофлоры ( $1,1 \cdot 10^5$  кл/мл) зарегистрировано на реперном пункте Даугавгрива и приусыпом взморье р. Даугава, минимальное - на ст.11 (удаленный от берега участок взморья р. Лиелупе).

Фенолокисляющая микрофлора в осенний период на обследованных акваториях залива не обнаружена.

Коэффициенты отношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры изменились в пределах 0,5-3,5, что свидетельствует о накоплении в водах залива в осенний период углеводородов нефтяного происхождения и, в связи с этим, ухудшении структурных показателей микробиоценозов.

### I.2.2. Фитопланктон

Оценка антропогенного влияния на фитопланктон Рижского залива проводилась по результатам ежемесячных (в период навигации: V-XI) наблюдений - станции 9, 11, 2, 4, 119, 20, 23. Также были использованы данные по пресноводному фитопланктону; замыкающий створ р. Даугава, замыкающий створ р. Лиелупе - ежемесячные наблюдения; створ Андрей-Оста, створ о. Доле, створ Гате, створ Слокского ЦБЗ - наблюдения проводились 8 раз в год.

Фитопланктон Рижского залива, как и в предыдущие годы, отличался значительным разнообразием: для него характерно присутствие морских, соловатоводных и, особенно в летнее время, пресноводных форм. В видовом составе фитопланктона также наблюдалась заметная неоднородность: в просмотренном материале были обнаружены представители четырех типов водорослей: Diatomeae, Flagellatae, Chlorophyceae, Cyanophyceae. Указанные особенности флоры планктона Рижского залива определялись сложностью и разнообразием биотопа фитоценоза, представляющего собой зону смешения пресных вод рек Даугава, Лиелупе, Гауя и более соленых - морского происхождения. Ведущее положение в фитопланктоне обследованного района занимали диатомеи, их преобладание прослеживалось в течение всего периода наблюдений. Значительное

разнообразие синезеленых, жгутиковых и зеленых наблюдалось в июне-августе и в некоторых случаях они превосходили тип *Diatomeae* по числу таксонов. Поздней осенью и зимой фитопланктона мало и не было явно выраженного доминирования определенной группы видов.

За период наблюдений происходили резкие изменения количества фитопланктона: его численность колебалась от 18800 до 1989000 кл/л, биомасса - от 0,0805 до 3,6 мг/л. В целом, сезонный ход изменения обилия водорослей характеризовался наличием двухников - весеннего и осеннего, однако на некоторых станциях один из них был слабо выражен; летом также иногда происходило увеличение количества фитопланктона. Поздней осенью и зимой уровень вегетации оказался низким.

Исследование влияния загрязнения на фитопланктон Рыбского залива проводилось методами корреляционного анализа, для чего были вычислены корреляционные отношения между:

биомассой фитопланктона (0,0004-22,3019 мг/л) и концентрацией фенолов (0-22 ПДК/л),

численностью фитопланктона (800-2,445800 кл/л) -"-

числом видов в пробе (3-32) -"- ,

биомассой фитопланктона и концентрацией нефтепродуктов (0-22,6 ПДК/л,

численностью фитопланктона -"- ,

числом видов в пробе -"- .

Установлено, что численность фитопланктона уменьшалась при увеличении концентрации фенолов - корреляционное отношение  $\rho = 0,54$ , критерий Романовского  $R_t = 6 > 3$ , критерий Фишера  $r = 4,46$ , таким образом, зависимость достоверна на 99,9%-ном доверительном уровне; во всех остальных случаях достоверная связь не обнаружена. Анализ корреляционной решетки показал, что наблюдаемая связь нелинейна и относительно резкое изменение численности происходит при концентрации фенола - 3,75-5,25 ПДК/л. Так как биомасса фитопланктона при действии фенольного загрязнения закономерно не изменяется, а численность падает, происходит увеличение среднего объема клеток в сообществе.

На станциях, расположенных в Рыбском заливе, содержание фенолов более 3,75 ПДК/л наблюдалось редко - в 4-х пробах из 42-х. Поэтому значительных изменений в фитоценозе Рыбского залива под действием фенолов не происходило.

Степень эвтрофированности вод Рижского залива оценивалась по величине индекса сапробности (ИС), рассчитанному по Пантле и Букку. Все полученные значения ИС лежали в пределах 1,75-2,25 и, следовательно, исследованные пробы характеризуются, как  $\beta$ -мезосапробные.

Сравнение полученных результатов с литературными данными по фитопланктону района работ показало, что значительных отклонений в составе доминирующих видов и характере сезонной смены фитоценоза не наблюдалось. Учитывая, что при увеличении сапробности вод происходит пропорциональное изменение видового состава населяющего их фитопланктона, можно сделать вывод, что степень эвтрофированности Рижского залива значительно не изменилась и примерно соответствует  $\beta$ -мезосапробному уровню.

Выводы: I. Обследованный район по использованным показателям является умеренно эвтрофированным.

2. Влияние нефтепродуктов на фитопланктон по использованным показателям не прослеживалось.

3. Загрязнение фенолами оказывало слабое угнетающее действие на фитопланктон Рижского залива, вызывая уменьшение численности и увеличение среднего объема клеток в сообществе.

### 1.2.3. Зообентос

Гидробиологические наблюдения по морскому зообентосу производили в прибрежной части Рижского залива на семи основных станциях: разрез Даугавгрива (ст. № 2 и № 4); станция № II9;; разрез Лиелупе (ст. № 9 и № II); разрез Гауя (ст. № 20 и № 23). Наблюдения проводили в период навигации, ежемесячно с мая по ноябрь (на ст. № II9 - с 9.06.-7.XII) одновременно с выполнением гидрохимических и гидрологических наблюдений.

На разрезе Даугавгрива контролировали станцию № 2 (расположена при впадении р.даугава, 10-ти метровая изобата, грунт - мелкозернистый песок со значительной примесью ила и растительных остатков) и станцию № 4 (30-ти метровая изобата, грунт илистый).

В период наблюдений 1978 г. на станции № 2 обнаружено наибольшее по сравнению с другими станциями разнообразие донного населения (12 видов) и наиболее высокая биомасса зообентоса - в среднем 145 г/м<sup>2</sup> при средней численности 35II экз./м<sup>2</sup>. Доминирующая по численности группа - олигохеты (36-72% от общего числа).

Наибольшая их численность отмечена в августе ( $3160 \text{ экз}/\text{м}^2$ ), наименьшая - в ноябре ( $1600 \text{ экз}/\text{м}^2$ ). Доминирующий вид *Tubifex costatus*. Большую часть биомассы - до 99% - составляли моллюски *Macoma baltica*. На станции №2 преобладали *M.baltica*, *T.costatus*, являющиеся индикаторами  $\alpha$ -мезосапробного загрязнения.

Присутствие организмов-индикаторов  $\beta$ -мезосапробности очень незначительно. Названные виды доминируют как по численности, так и по биомассе, характеризуя состояние грунтов и придонных слоев воды как  $\alpha$ -мезосапробное, загрязненное. Незначительное изменение соотношения численности видов-индикаторов наблюдалось в июле и ноябре.

Донное население станции № 4 состояло, как и в прошлом году, только из 6 видов бентосных организмов. Их средняя численность  $2563 \text{ экз}/\text{м}^2$ , средняя биомасса -  $8 \text{ г}/\text{м}^2$ , что значительно меньше, чем на станции № 2. В бентофауне преобладали олигохеты (85-95%) и бокоплавы. Моллюски в небольшом числе обнаружены только в сентябре и ноябре. Отсутствие их в зообентосе станции № 4 определяет, вероятно, низкие значения биомассы донных животных.

Соотношение видов-индикаторов такое же, как на станции № 2. Исключением является октябрь, когда отмечено значительное увеличение численности видов индикаторов  $\beta$ -мезосапробного загрязнения, в основном, за счет олигохеты *Paranais frici*.

Оценивая состав и численность видов-индикаторов в зообентосе, состояние грунтов и придонных вод этих станций можно охарактеризовать как следующее: на станции № 2 - загрязненное ( $\alpha$ -мезосапробная зона), на станции № 4 - загрязненное ( $\alpha$ -мезосапробная зона), некоторое улучшение состояния вод отмечено в июле и, особенно, в октябре. Такое состояние вызвано загрязняющим действием вод р. Даугава, особенно в период май-июнь. Состояние донных биоценозов разреза Даугавгрива - удовлетворительное.

Сравнение полученных данных с материалами прошлого, 1977 г. указало на сохранение загрязненного уровня состояния вод этого района, вследствие чего в зообентосе значительно (в 3-4 раза) возросла численность и биомасса олигохеты *Paranais frici* - организма, характерного для загрязненных вод.

На наиболее удаленной от берега и расположенной против устья р. Даугава станции № 119 (40 метровая изобата, ил) донная

фауна состояла из 1-3 видов. Средняя численность организмов - 4691 экз/м<sup>2</sup>, биомасса - 33 г/м<sup>2</sup>. Здесь доминировали бокоплавы (98-100%) и главным образом - индикатор  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробных вод - *Pontoporeia affinis*, не встречавшийся на станциях № 2 и № 4. Присутствие олигохет и полихет очень незначительно. Заметного влияния загрязненных вод р. Даугава на зообентос станции № II9 не отмечено.

Состояние грунтов и придонных вод этой станции можно оценить как относительно чистое,  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробное, существенных изменений по сравнению с 1977 г. не произошло.

На разрезе Лиелупе контролировали станции № 9 (5-ти метровая изобата, песок) и № II (20-ти метровая изобата, илистый песок).

На станции № 9 обнаружено 8 видов животных. Их средняя биомасса - 4 г/м<sup>2</sup>, что является минимальным значением для всех станций прибрежной части Рижского залива. Средняя численность донных животных - 823 экз/м<sup>2</sup>, наиболее многочисленными являются бокоплавы *Bathyporeia pilosa* (44-89% от общей численности). По биомассе доминируют бокоплавы и моллюски (молодые экземпляры).

Значительную часть зообентоса (62-95%) составляют организмы индикаторы  $\beta$ -мезосапробных вод. Их доля в зообентосе была минимальной в июне и октябре. Придонные воды и грунты станции № 9 можно охарактеризовать как умеренно загрязненные,  $\beta$ -мезосапробные. Состояние донного населения удовлетворительное. Следует отметить, что по сравнению с 1977 годом уровень загрязненности вод на этой станции сохранился, а биомасса донных животных возросла в 8 раз (при увеличении численности животных вдвое). При этом обитавшие здесь в прошлом году *P. affinis* и 3 вида олигохет не наблюдались. Аналогичная картина отмечена и на устьевой станции № 2. Самая высокая численность организмов на станции № II; в среднем - 6140 экз/м<sup>2</sup>. Донное население характеризуется также высокой биомассой - 82,91 г/м<sup>2</sup> и большим разнообразием видов - II. Основную часть биомассы составляют моллюски *M. Baltica* - 64 - 95% биомассы.

По численности доминируют остракоды *N. sogdiana* и олигохеты. В период наблюдений соотношение организмов-индикаторов загрязненности вод в донной фауне менялось. Численность организмов, характерных для олиго- и  $\beta$ -мезосапробных вод с мая по октябрь постепенно снижалась (с 55 до 22% от общего числа),

но была максимальной в ноябре (65%), когда остракода *N. vorviana* была особенно многочисленна.

В летний период преобладали олигохеты и моллюски (до 68%) - организмы, характерные для  $\alpha$ -мезосапробных вод.

Придонные воды и грунты ставции № II можно охарактеризовать как относительно чистые ( $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробные) в весенний и осенний период, но загрязненные ( $\alpha$ -мезосапробные) - в летний период. Остракоды - очень чувствительные к загрязнению вод, в августе-сентябре не наблюдались. Состояние зообентоса благополучное.

Сравнение данных 1977/78 гг. указывает на отсутствие изменений в состоянии придонных вод ставции № 9.

В целом, придонные воды района разреза Лиелупе как и в 1977 году - умеренно загрязненные - относительно чистые. Загрязняющее действие вод р. Лиелупе на ставцию № II выражено незначительно, так как для бентофауны этой ставции характерны многочисленные остракоды.

На разрезе Гауя контролировали ставцию № 20, расположенную при впадении р. Гауя в Рижский залив (5-ти метровая изобата, грунт - мелкий песок) и ставцию № 23 (30-ти метровая изобата, илистый песок).

Видовой состав зообентоса ставции № 20 - 8 видов и аналогичен ставции № 9. Донное население очень малочисленно - в среднем 691 экз./м<sup>2</sup>, биомасса - 7,1 г/м<sup>2</sup>. По численности доминируют моллюски и бокоплавы, по биомассе - моллюски *M. baltica* (молодые экземпляры).

В донной фауне преобладают организмы, характерные для  $\alpha$ -мезосапробного загрязнения вод (42-80% от общей численности). В июле-августе отмечено значительное увеличение численности бокоплавов - организмов-индикаторов  $\beta$ -мезосапробных вод, что свидетельствует о некотором уменьшении загрязненности вод. Грунты и придонные воды ставции № 20 можно охарактеризовать как  $\alpha$ -мезосапробные, загрязненные по сравнению с 1977 г. Заметных изменений в состоянии вод и донного биоценоза не наблюдалось.

На ставции 23 обнаружено 6 видов бентосных организмов. Средние значения их численности и биомассы выше, чем на той же глубине против устья р. Даугавы (ст. № 4) и составляют - 3083 экз./м<sup>2</sup> и 56 г/м<sup>2</sup>. Наиболее многочисленной группой являются олигохеты (59-89%). В период наблюдений по биомассе чаще доминировали бокоплавы. Моллюски отмечены только в августе и октябре.

В составе донного сообщества по численности преобладает олигохета *T. costatus* -индикатор  $\alpha$ -мезосапробного загрязнения, но постоянно многочислены (18-32%) и бокоплавы *P. affinis*, *P. femorata* -организмы, чувствительные к загрязнению, индикаторы  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробных вод. Ввиду этого, грунты и придонные воды станции № 23 можно охарактеризовать как  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробные, относительно чистые (особенно в июле и октябре), состояние биоценоза благополучное.

В целом район разреза Гауя можно отнести к умеренно загрязненным водам.

Наименьшее загрязнение вод отмечено в июле и в октябре (для ст. № 23). Воды реки Гауя заметного загрязняющего действия на бентофауну этой станции не оказывают. Состояние биоценозов благополучное, аналогичное 1977 г.

На наиболее удаленной от берега и расположенной против устья реки Даугава станции № 119 (40 метровая изобата, ил) донная фауна была представлена 1-3 видами. Их средняя численность - 4691 экз/ $m^2$ , биомасса - 33 г/ $m^2$ . Здесь доминировали бокоплавы (98-100% от общей численности) и главным образом, индикатор  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробных вод - *Pontoporeia affinis*, не встречавшийся на станциях № 2 и № 4. Присутствие олигохет и полихет очень незначительно. Заметного влияния загрязненных вод р.Даугавы на зообентос станции № 119 не отмечено.

Состояние грунтов и придонных вод этой станции можно оценить как относительно чистое,  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробное, существенных изменений по сравнению с 1977 г. не произошло.

На разрезе Лиедупе контролировали станции № 9 (5-ти метровая изобата, песок) и № 11 (20-ти метровая изобата, илистый песок)

На станции № 9 обнаружено 8 видов животных, их средняя биомасса 4 г/ $m^2$ , что является минимальным значением для всех наблюдаемых станций Рижского залива. Средняя численность донных животных - 823 экз/ $m^2$ , наиболее многочисленным является бокоплав *Bathyporeia pilosa* (44-89% от общей численности). По биомассе доминируют бокоплавы и моллюски (молодые экземпляры *M. baltica*)

Значительную часть зообентоса (62-95%) составляют организмы-индикаторы  $\beta$ -мезосапробных вод. Их доля в зообентосе в июне и октябре была минимальной. Придонные воды и грунты станции № 9 можно охарактеризовать как умеренно загрязненные,  $\beta$ -мезосапробные. Состояние донного населения - удовлетворительное.

Следует отметить, что по сравнению с 1977 годом уровень загрязненности вод на этой станции сохранился, а биомасса донных животных возросла в 8 раз (при увеличении численности животных вдвое). При этом обитавшие здесь в прошлом году *P. affinis* и З вида олигохет не наблюдались. Аналогичная картина отмечена и на устьевой станции № 2.

Итак, анализ состояния донных биоценозов свидетельствует, что:

1. В прибрежной части Рижского залива наиболее распространеными и многочисленными организмами зообентоса были олигохеты (доминирующий вид *Tubifex costatus*) и бокоплавы (доминирующий вид *Pontoporeia affinis*). Для биомассы бентофауны характерно преобладание моллюсков и бокоплавов.

2. В период наблюдений численность и биомасса донных животных на трех станциях прибрежного заморья колебалась в пределах 691-3511 экз./м<sup>2</sup> и 4-145 г/м<sup>2</sup>, составляя в среднем 1675 экз./м<sup>2</sup> и 52 г/м<sup>2</sup>; на четырех станциях, удаленных от берега, пределы изменения составляли 2563-6140 экз./м<sup>2</sup> и 5,6-82,9 г/м<sup>2</sup>, средние значения 4119 экз./м<sup>2</sup> и 32 г/м<sup>2</sup>. По контролируемой акватории средние значения 2897 экз./м<sup>2</sup> и 42 г/м<sup>2</sup>.

3. Бентофауна большинства контролируемых станций состояла из 6-8 видов. Наибольшее разнообразие видов отмечено в зообентосе устья р. Даугава (станция № 2).

4. В сравнении с 1977 годом установлено увеличение общей численности (в 2-4 раза) и биомассы (в 3-8 раз) донного населения прибрежной части Рижского залива.

5. Численность *Macoma baltica*, их размеры (в основном, преобладали молодые экземпляры) и, как следствие этого, биомасса моллюсков на контролируемой акватории по сравнению с прошлым 1977 г., несколько снизилась.

6. Анализ численности биомассы и видового разнообразия зообентоса (с учетом соотношения видов-индикаторов уровня загрязненности вод) позволил оценить состояние грунтов и придонных слоев вод прибрежной части Рижского залива в целом как умеренно загрязненное - α·β-мезосапробное. Изменения в составе донных биоценозов (по видам-индикаторам) указали на некоторое увеличение загрязнения вод в мае-июне.

7. Значительное преобладание (80-95% от общей численности)

организмов-индикаторов  $\alpha$ -мезосапробных вод, обнаруженное в фауне разреза Даугавгрива, свидетельствует о выраженном хроаническом загрязнении донных отложений этой части Рижского залива под влиянием загрязненных вод р.Даугава.

8. Наиболее глубоководные районы (ст. № 119, ст. № 23) и акватория разреза Лиелупе соответствовали олиго-  $\beta$ - и  $\beta$ -мезосапробной или относительно чистой зоне.

9. Полученный в 1978 г. биологический материал позволяет оценить состояние зообентоса контролируемой части Рижского залива в целом, как относительно благополучное.

#### I.2.4. Выводы

1. Состояние микробного населения (общая численность бактерий, численность сапротитной и углеводородокисляющей микрофлоры) приуськового взморья Рижского залива позволяет в целом отнести эти воды к категории загрязненных ( $\alpha$ -мезосапробные). Наиболее загрязненный участок расположен вблизи устья р.Даугава; при удалении от берега воды становились чище: район 30-40 м. изобат относится к категории умеренно-загрязненных ( $\beta$ -мезосапробный).

2. По сравнению с 1976-77 гг. качество вод по акватории в целом изменилось мало. Заметное ухудшение состояния (увеличилась общая численность, а также численность сапротитной и углеводородокисляющей микрофлоры) произошло в районе устья р.Даугавы. Очевидно, что основной источник загрязнения этого участка - сток р.Даугава, которая недалеко от устья загрязняется сбросами из горколлектора и придаточных систем.

Вторым по загрязненности является приуськовой участок р. Лиелупе. Здесь также происходит улучшение качества вод по мере удаления от берега. Этот факт также подтверждает положение о том, что один из основных источников загрязнения прибрежных вод залива - речной сток.

3. Степень эвтрофирования прибрежных вод Рижского залива, оцененная по индикаторным видам фитопланктона и индексу сапробности, свидетельствует об умеренной загрязненности ( $\beta$ -мезосапробная зона) контролируемой акватории. По сравнению с предыдущими годами, уровень эвтрофирования по этим показателям практически не изменился.

4. Обнаружено слабое угнетающее влияние фенолов на фитопланктон прибрежных вод Рижского залива; оно выражалось в уменьшении численности одноклеточных водорослей.

5. Состояние грунтов и придонных слоев воды в прибрежной части Римского залива, в целом, характеризуется как загрязненное ( $\alpha$ -мезосапробное). Об этом свидетельствует анализ численности, биомассы, видового разнообразия (с учетом видов - индикаторов загрязнения).

Данные по составу видов-индикаторов характеризуют данные отложения в районе разреза Даугавгрива как хронически загрязненные

6. Состояние донных биоценозов в 1977 г. по сравнению с 1976-1977 гг. в целом не изменилось. Некоторое увеличение загрязнения придонных слоев воды произошло в мае-июне, о чем свидетельствуют изменения в составе видов-индикаторов.

### 1.3. Биологическая характеристика Финского залива

В весенний период на контролируемой акватории залива температура воды у поверхности изменялась от 4,1 до 8,6°C, соленость от 4,99 до 7,28‰. Содержание кислорода в верхнем 50 м слое было довольно высоким (4,2-10,46 мл/л). Лишь в придонном слое глубоководной части залива концентрация кислорода снижалась до 0,68-0,76 мл/л. В мае наблюдалось наиболее высокое содержание фенолов (0-13 ПДК в верхнем 10-м слое). Содержание детергентов весной и летом не превышало ПДК.

Летом (в августе) температура воды у поверхности составляла 15,1-18,2°C, соленость - 4,91-7,28‰. Содержание кислорода в слое 0-50 м колебалось от 5,19 до 7,93 мл/л. Минимальные величины (порядка 0,1 мл<sup>2</sup>/л) наблюдались у дна в глубоководной части залива. Концентрация фенолов в этот период во всей толще воды изменялась от 0 до 5 ПДК.

К осени (октябрь) температура воды у поверхности снижалась до 6,2-7,8°C, величина солености колебалась от 3,99 до 7,12‰. Концентрация растворенного О<sub>2</sub> в слое 0-50 м составляла 8,08-7,52 мл/л. В придонном слое содержание О<sub>2</sub> снижалось до 2,12 мл/л. Максимальное количество фенолов (до 5 ПДК) наблюдалось к востоку от разреза Таллин-Хельсинки. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов отмечено на глубине 10 м южнее о. Готланд.

#### 1.3.1. Микробиологические показатели

Микробиологические наблюдения в Финском заливе выполнялись на 7 станциях, расположенных в открытой части залива по продоль-

ному разрезу от о.Гогланд до входа в залив (рис.ІЗ ). Основная часть работ выполнена в виде сезонных съемок весной, летом и осенью 1978 г.

В комплекс микробиологических наблюдений вошло определение наиболее вероятной численности (НВЧ) и распределения сапрофитной, углеводородокисляющей и фенолокисляющей микрофлоры. Всего отобрано и обработано 78 проб воды из обследованных акваторий залива.

Во время весенней съемки наибольшая концентрация сапрофитной микрофлоры ( $10^4$  кл/мл) зарегистрирована в западной части залива у южного берега (ст.23а) и на ст.20 в поверхностном горизонте. У дна численность сапрофитных бактерий уменьшалась на 1-2 порядка и составляла в среднем  $10^2$  кл/мл.

Максимальное количество углеводородокисляющих бактерий -  $10^4$  кл/мл отмечено в также в западной части залива на ст.23а (поверхность). В придонном горизонте углеводородокисляющая микрофлора составляла в среднем  $10^2$  кл/мл.

Фенолокисляющие бактерии на всей продольной оси Финского залива обнаружены повсеместно, исключением является ст.22 (вход в воды залива. НВЧ этих бактерий варьировалась от 10 до  $10^3$  кл/мл, составляя в среднем 10 кл/мл.

Коэффициент отношения численности сапрофитных и углеводородокисляющих бактерий изменялся от 0,01 до  $10^2$ , в среднем составляя 1, что свидетельствует о неблагополучном состоянии микробиоценоза.

Данные микробиологического анализа показывают, что весной воды Финского залива были в основном умеренно загрязненными,  $\beta$ -мезосапробными.

Летом максимум сапрофитной микрофлоры ( $10^5$  кл/мл) отмечен в поверхностных слоях воды при входе в залив (ст.22) (рис.І4 ). Количество сапрофитов увеличилось на 1 порядок величин почти на всех станциях.

Увеличение численности углеводородокисляющих бактерий отмечалось в придонном горизонте в центральной и западной частях залива - на ст. 17, 14 и 23а. НВЧ их варьировалась в пределах от 10 до  $10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $10^2$  кл/мл (рис.І4 ).

Фенолокисляющие бактерии в августе были отмечены на поверхности ст.23а, 22 (западная часть залива) и 14 (центральная часть). Количество их изменялось от 10 до  $10^3$ . Максимальная

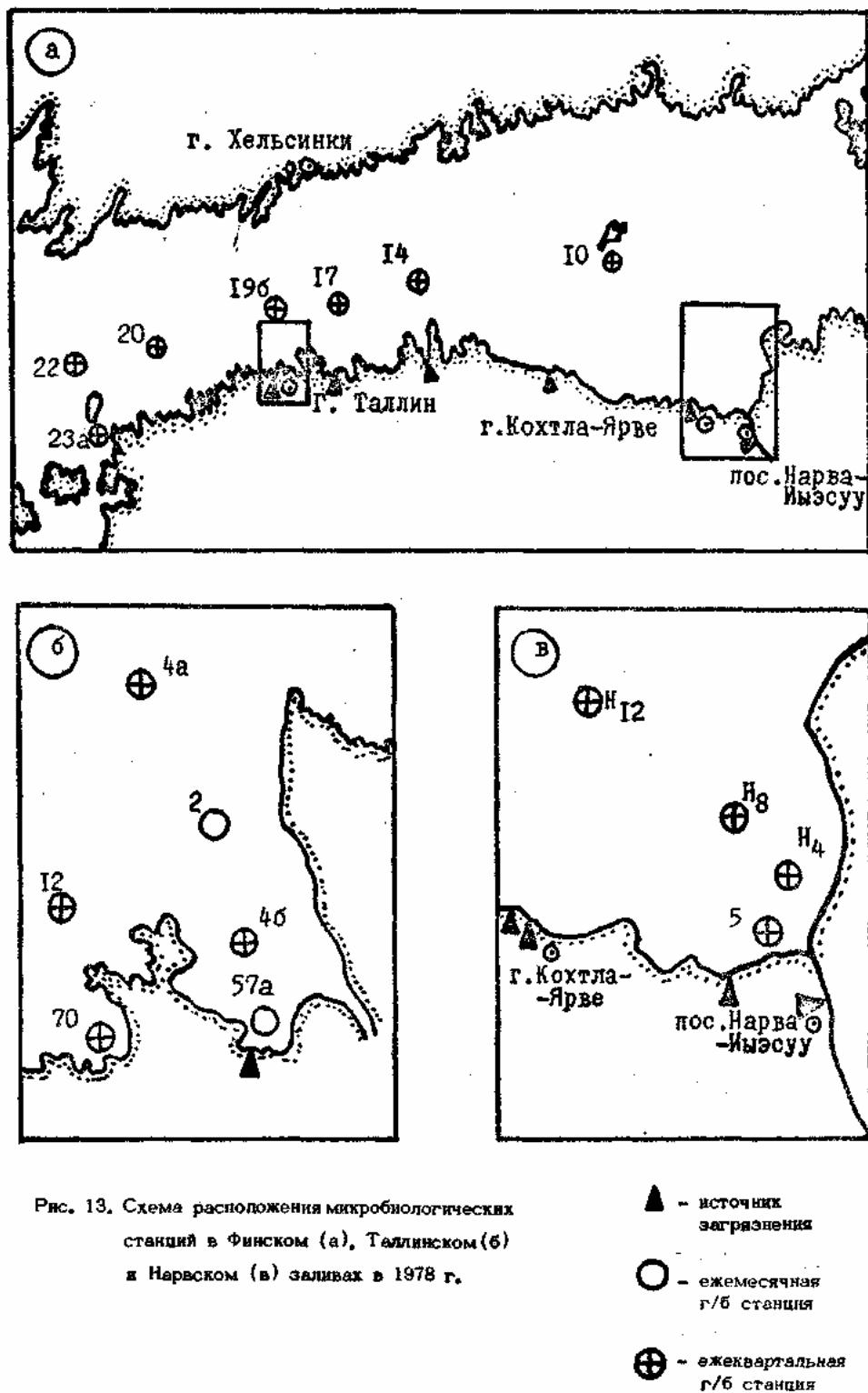


Рис. 13. Схема расположения микробиологических станций в Финском (а), Таллинском (б) и Нарвском (в) заливах в 1978 г.

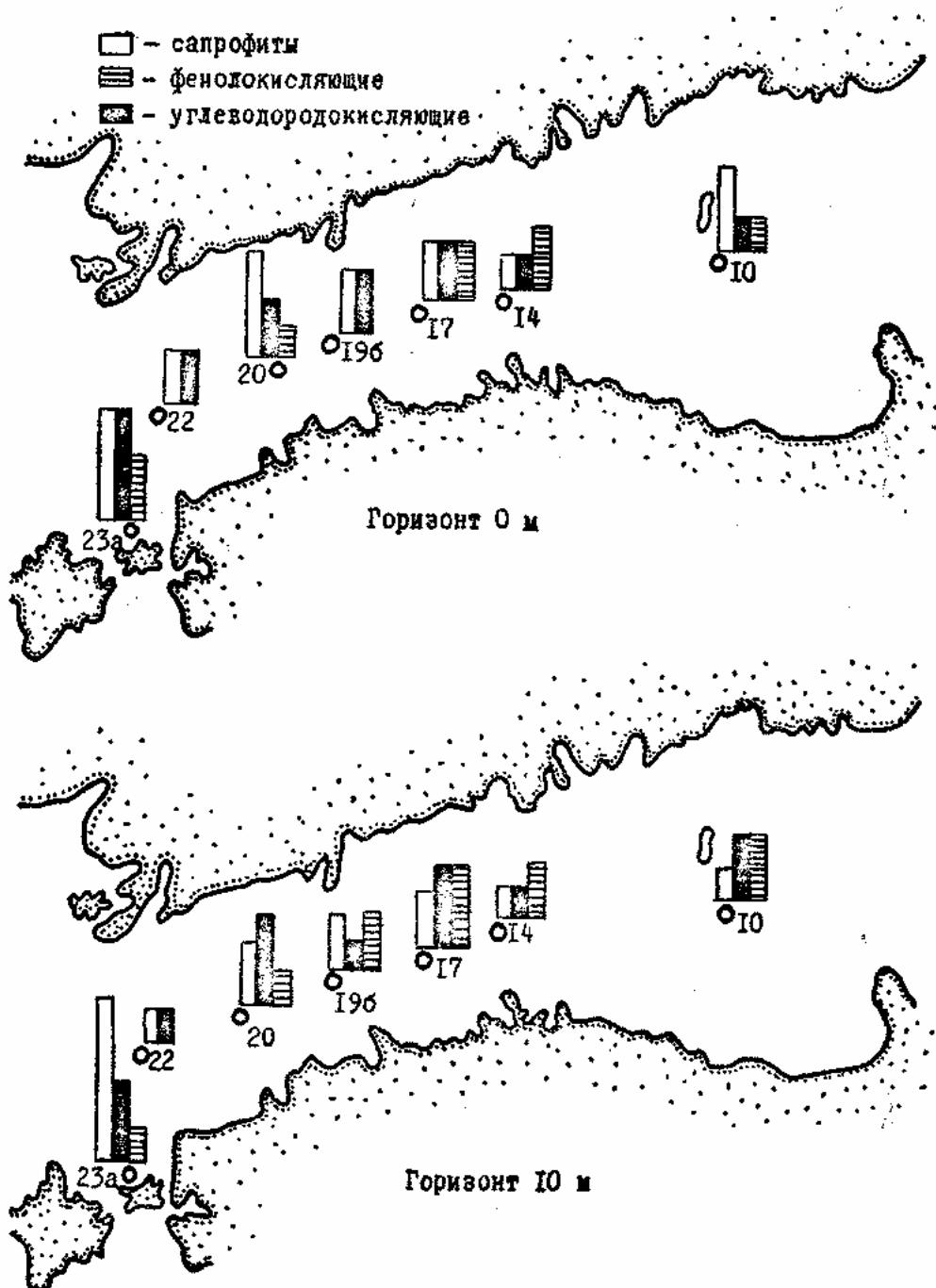


Рис. 14а. Горизонтальное распределение численности макроорганизмов в Финском заливе, май – июнь 1978 г.

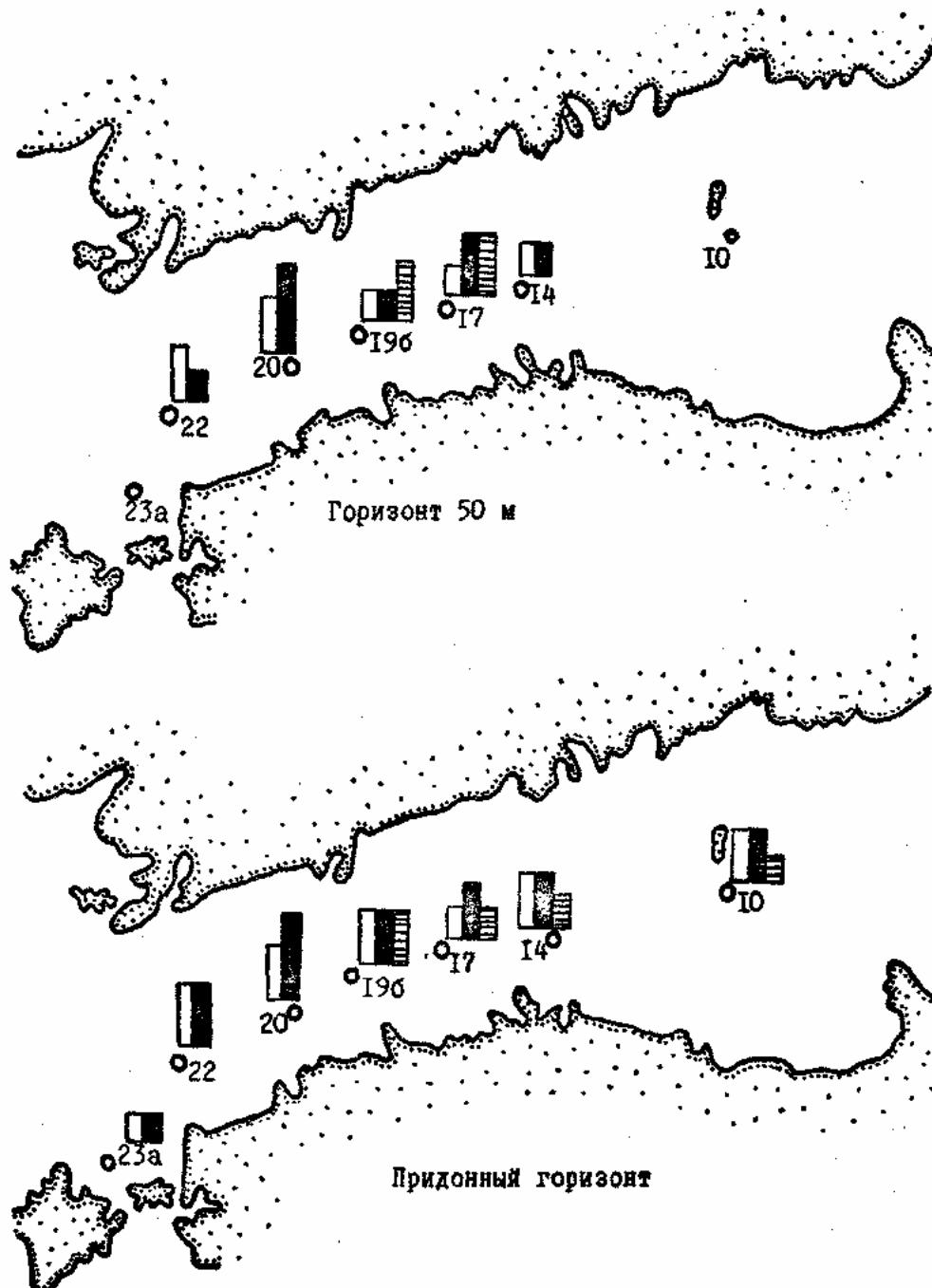


Рис. 146. Горизонтальное распределение численности макроорганизмов в Финском заливе, май-июнь 1978 г. (условные обозначения см. на рис. 14а)

концентрация ( $10^3$  кл/мл) была выявлена на ст.23а (рис. 15 )

Коэффициент отношения численности сапрофитов и углеводородокисляющей микрофлоры изменился от 0,1 до 100.

В осеннюю съемку количество сапротитных бактерий достигало  $10^6$  кл/мл. Наиболее загрязненными были район юго-западного побережья (ст.23а) и ст.19б, расположенная на разрезе Таллин-Хельсинки.

Углеводородокисляющая микрофлора была обнаружена почти на всех обследованных горизонтах. НВЧ ее колебалась в пределах  $10-10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $10^2$  кл/мл. Наиболее высокая концентрация бактерий отмечалась в тех же районах, что и сапротитов - на ст.23а и 19б (рис.16).

Фенолокисляющие бактерии отмечены на поверхности в западной и центральной частях залива (ст.23а, 22 и 14), НВЧ их колебалась в пределах  $10-10^2$  кл/мл, составляя в среднем  $10$  кл/мл.

Коэффициенты отношения сапротитной и нефтеокисляющей (углеводородокисляющей) микрофлоры варьировали в пределах от 0,1 до 100, что характеризует состояние микробиоценозов Финского залива в осенний период как относительно неблагополучное.

### 1.3.2. Фитопланктон

Сбор фитопланктона Финского залива проводился на 7 станциях (рис.13 ) с поверхности, три раза в год (в мае, августе, октябре). В результате были получены данные по сезонной динамике численности и видового состава фитопланктона района работ.

Весной ведущей группой в планктоне являлись диатомеи, из них особенно бурно развивались *Achnanthes taeniata* и *Skeletonema costatum*. Численность водорослей колебалась от 223000 кл/л до 700000 кл/л.

Летом состав доминирующих видов менялся: господствующее положение заняли синезеленые: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Nodularia spumigena*, *Anabaena spiroides*, *Microcystis aeruginosa*. Численность фитопланктона изменялась в пределах 324000-1252000 кл/л.

В октябре доминирующее положение вновь заняли диатомеи: *Achnanthes taeniata* и *Skeletonema costatum*, хотя на некоторых станциях (№ 14, 19б, 20, 22) численность синезеленых - *Compsosphaeria lacustris*, *Aphanizomenon flos-aquae* *Anabaena spiroides* оставалась высокой. Об-

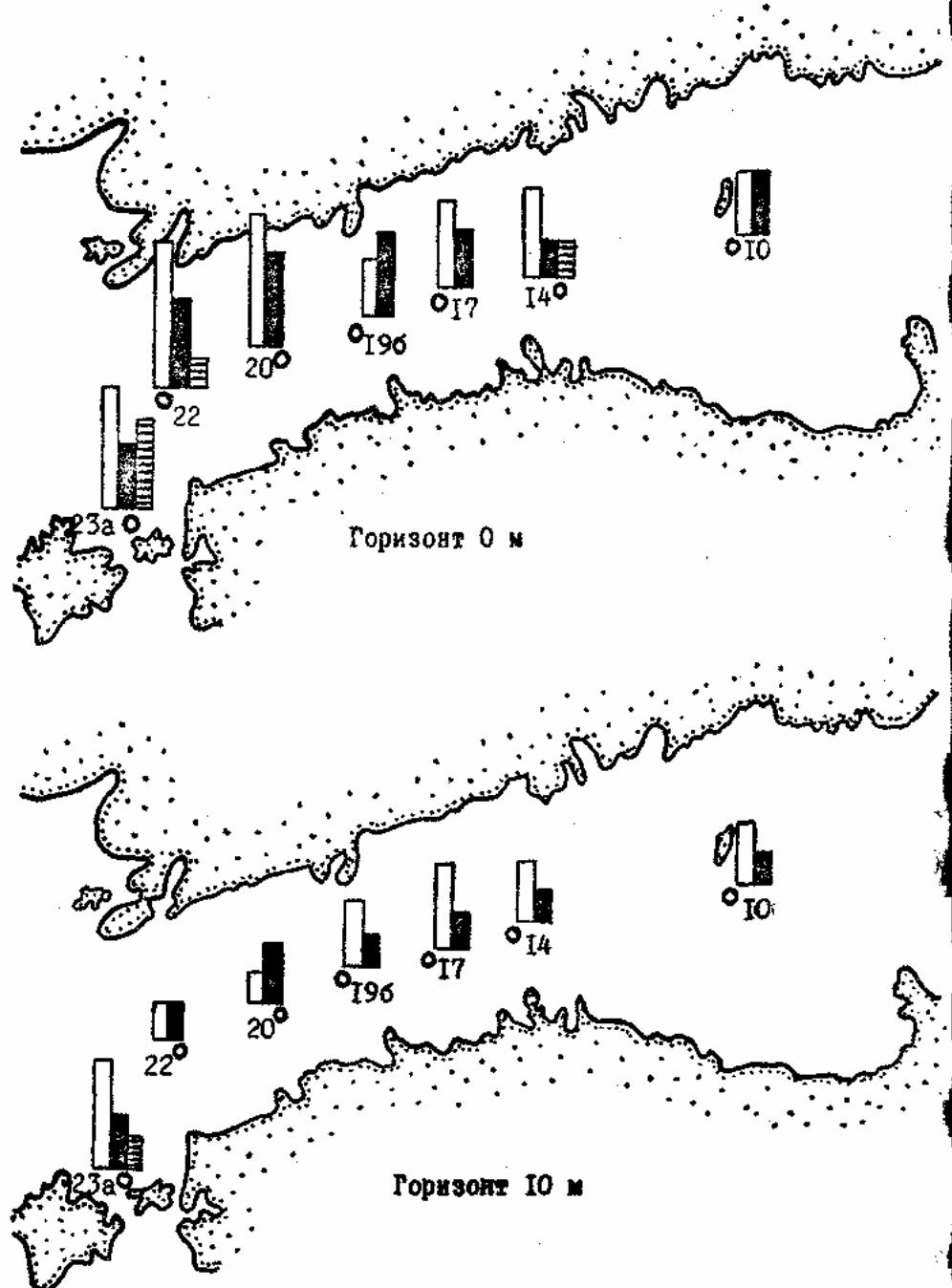


Рис. 16а. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Финском заливе, август 1978 г. ) (условные обозначения см. на рис. 14а)

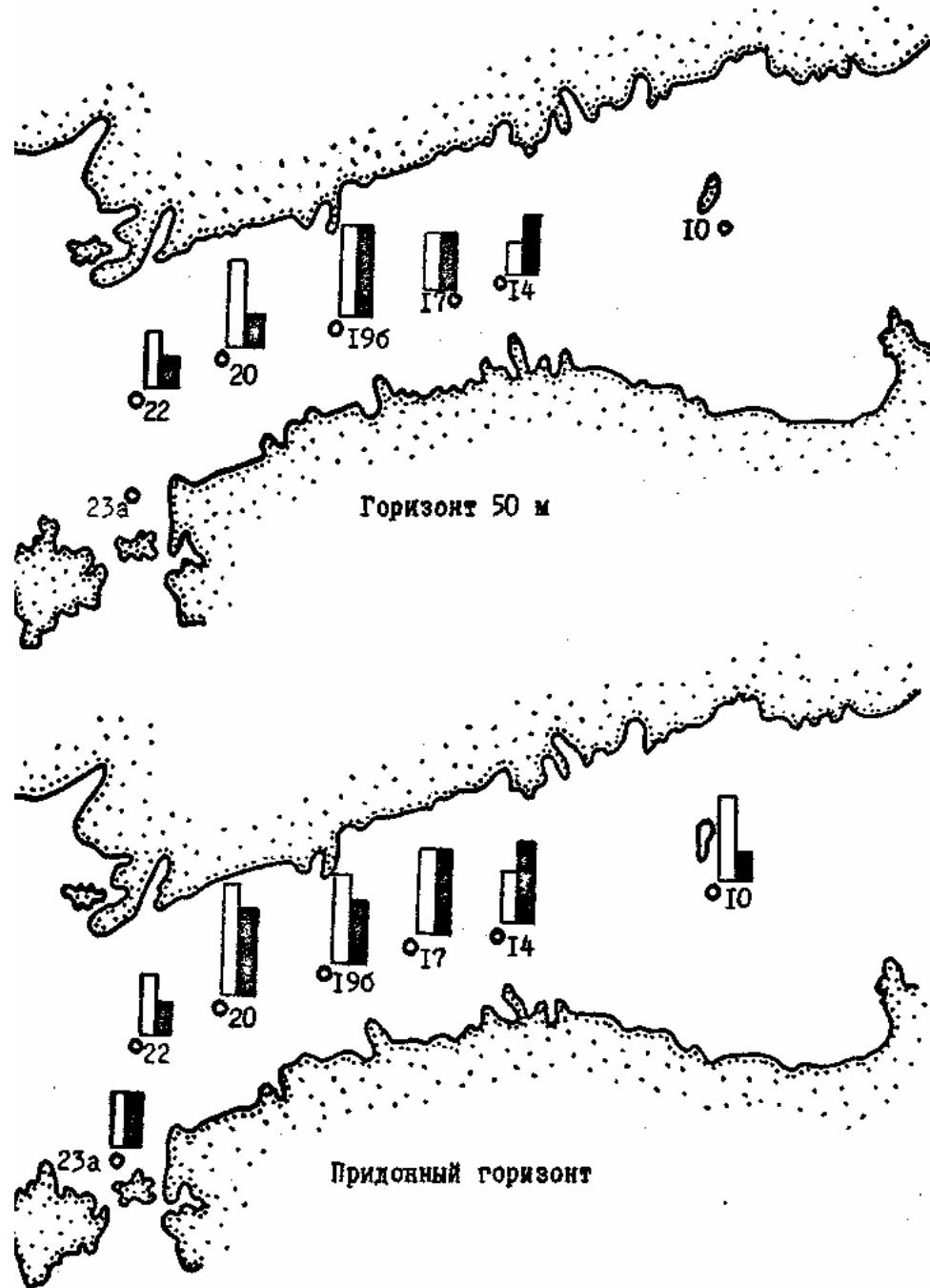


Рис. 156. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Финском заливе, август 1978 г. (условные обозначения см. на рис. 14а)

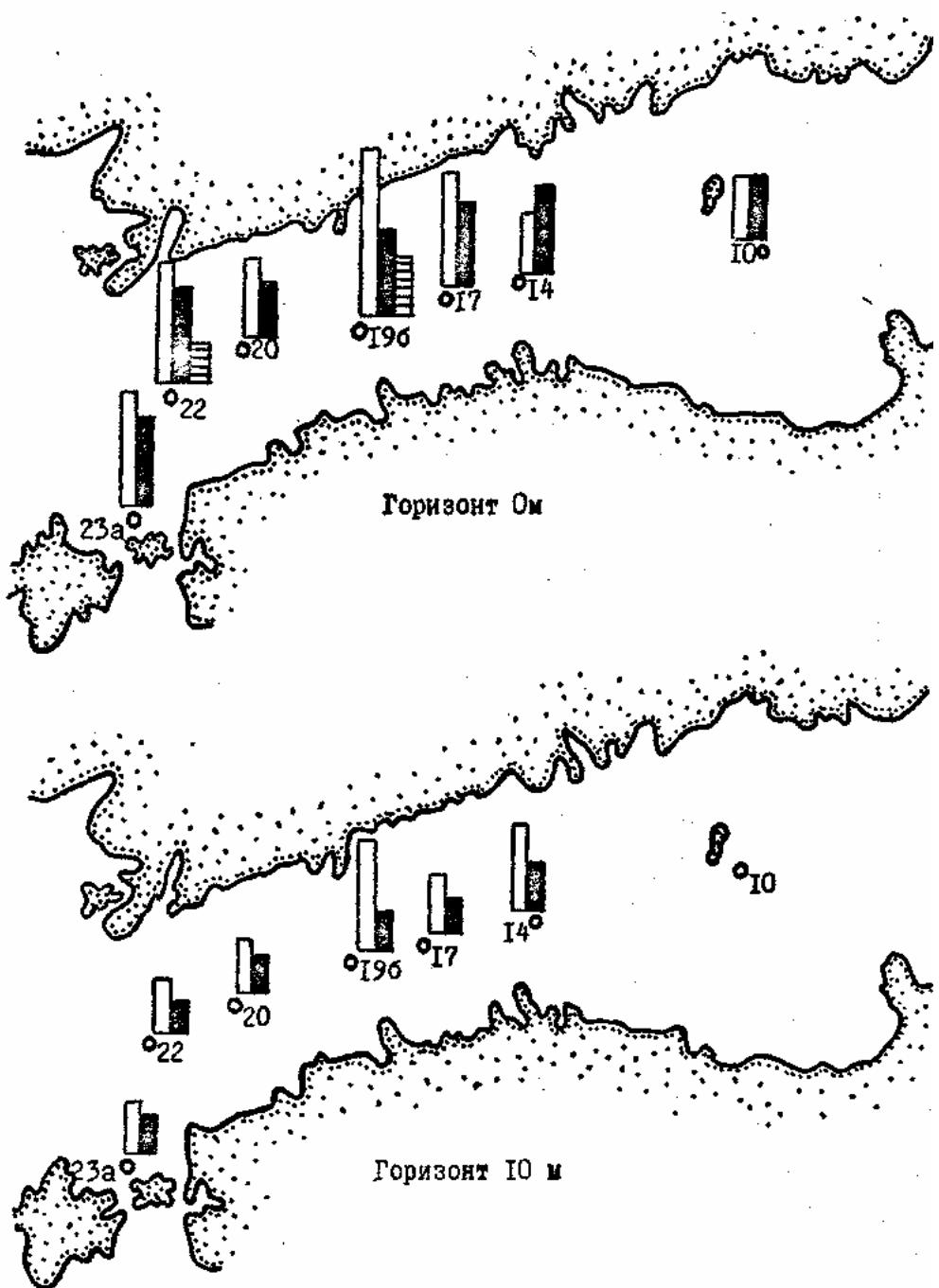


Рис. 16а. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Финском заливе, октябрь 1978 г. (условные обозначения см. на рис. 14а)

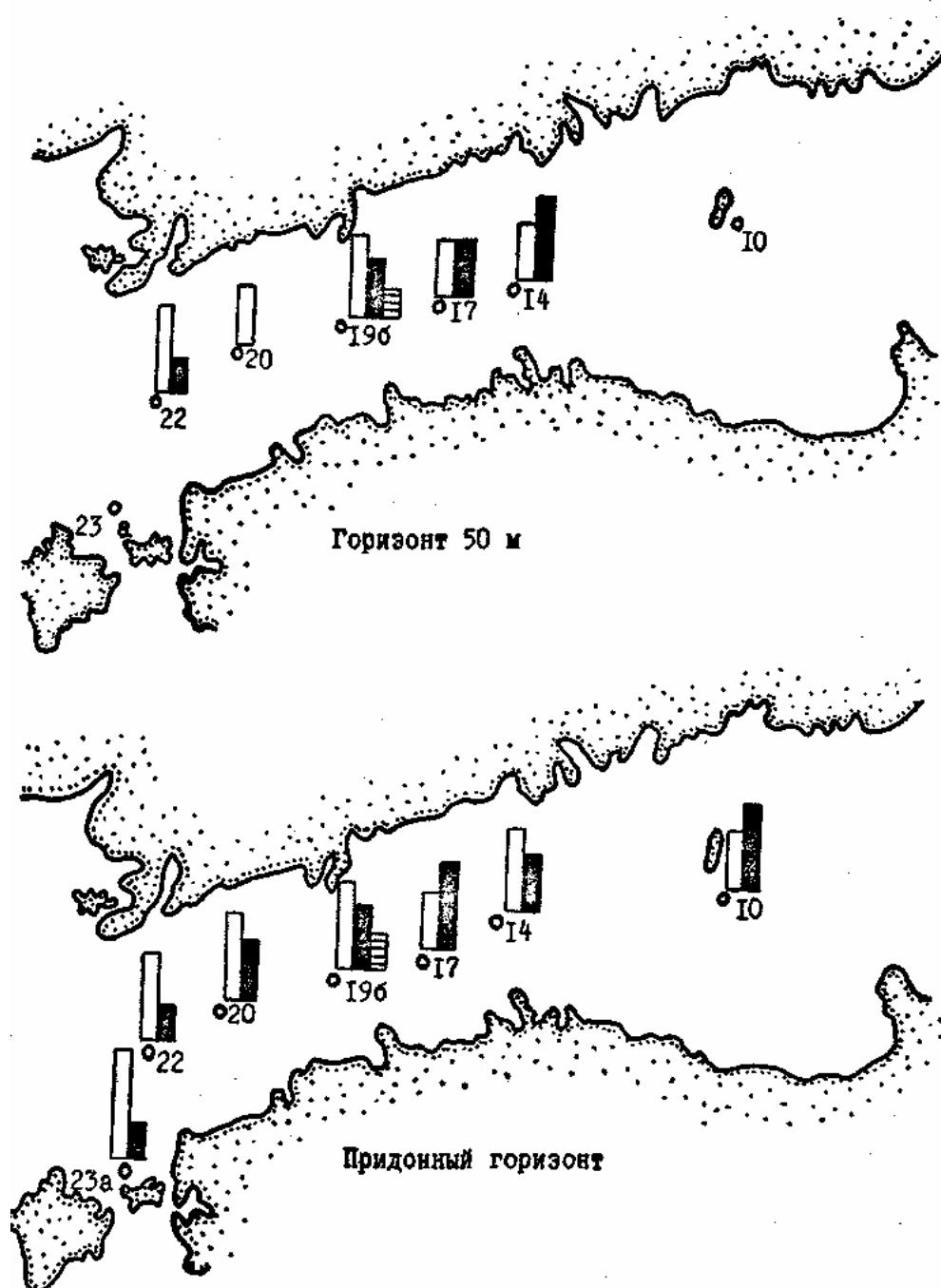


Рис. 166. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Финском заливе, октябрь 1978 г. (условные обозначения см. на рис. 14а)

щее количество фитопланктона составляло 37000-286000 кл/л.

Для определения степени эвтрофирования был использован метод вычисления индекса сапробности (ИС). Расчеты ИС показали, что обследованная акватория, в основном, характеризуется как  $\beta$ -мезосапробная, то есть умеренно эвтрофированная. Проведенный анализ подтвердил, что значительных отклонений в составе доминирующих видов и характере сезонной смены фитоценоза в обследованном районе не наблюдалось. Учитывая, что при увеличении ИС вод происходит пропорциональное изменение видового состава населяющего их фитопланктона, можно сделать вывод, что степень эвтрофированности Финского залива значительно не изменилась.

### 1.3.3. Выводы

1. По микробиологическим показателям воды открытой части Финского залива в целом можно отнести к категории умеренно загрязненных - загрязненных. Об этом свидетельствует широкое распространение в водах залива сaproфитных, углеводородокисляющих и фенолокисляющих микроорганизмов. Самым загрязненным оказался район у юго-западного берега залива (ст.23а) и траверз Таллин-Хельсинки, где отмечалась наиболее высокая концентрация сaproфитных и углеводородокисляющих бактерий.

2. Обнаружены сезонные изменения в степени развития индикаторных групп микроорганизмов. Максимальная численность сaproфитной микрофлоры была зарегистрирована осенью; наибольшая концентрация и распространение фенолокисляющей микрофлоры наблюдались весной; численность углеводородокисляющей микрофлоры по сезонам, практически не менялась. По сравнению с предыдущими годами (1976-77 гг.) в структуре микробных ценозов отмечено нарушение естественных соотношений: численность углеводородокисляющих бактерий возросла по отношению к численности сaproфитов. Эти факты свидетельствуют о хроническом характере загрязнения открытой части Финского залива.

3. Оценка степени эвтрофирования вод по индикаторным видам фитопланктона позволила отнести открытые воды Финского залива к категории умеренно загрязненных ( $\beta$ -мезосапробные). Состав фитоценоза залива в течение многих лет практически не меняется.

#### I.4. Биологическая характеристика Таллинского залива

Весной температура воды у поверхности залива составляла 1,2-6,4°С, соленость 0,83-7,32‰; содержание кислорода колебалось от 7,10-9,56 мл/л. Снижение концентрации кислорода отмечено на акватории, примыкающей к месту выпуска сточных вод ЦБК.

Летом температура воды у поверхности изменялась от 9,8 до 21,4°С, соленость в пределах 5,49-6,97‰. Концентрация кислорода составляла у поверхности воды 7,07-7,52 мл/л, у дна снижалась до 4,55 мл/л.

Осенью температура воды у поверхности колебалась в пределах 7,7-8,7°С, соленость в пределах 6,63-7,19‰, содержание кислорода 4,06-8,25 мл/л.

Загрязнение вод залива фенолами в среднем за год составляло 20 ПДК. Повышенная концентрация фенолов наблюдалась в мае в зоне выпуска глубоководного коллектора, там же обнаружена концентрация дeterгентов в 1,2 ПДК. Загрязнение водной толщи залива нефтепродуктами в среднем - 1,6 ПДК.

Основными источниками загрязнения вод залива являются хозяйственно-бытовые стоки города, промышленные стоки ЦБК и других предприятий, содержащие нефтепродукты, красители, отходы деревообрабатывающей промышленности, производства бытовой химии, легко окисляющиеся вещества.

##### I.4.I. Микробиологические показатели

Микробиологические наблюдения в Таллинском заливе выполнялись на 6 станциях, расположенных в разных частях залива: северном и западном фарватере, бухте Таллинский рейд, вершине залива и бухте Копли (рис. I3).

На станциях 2 и 57а проводились ежемесячные исследования, на остальных станциях выполнялись съемки в разные сезоны года - в мае, августе и октябре.

На станции 57а ежемесячные наблюдения осуществлялись в последнюю декаду месяца в течение всего года, причем в период с января по апрель пробы отбирались только из приповерхностного микрогоризонта с берега. На станции 2 наблюдения проводились с апреля по декабрь во второй декаде месяца в течение суток с четырехкратным отбором проб (через 6 часов).

Работы включали определение наиболее вероятной численности (НВЧ) и распределения сапрофитной, углеводородокисляющей и фенолокисляющей микрофлоры.

Систематические ежемесячные исследования морских микробных цепозов в Таллинском заливе позволили выявить определенные закономерности в распределении микрофлоры, характеризующие качество воды.

На ежемесячной станции 57а, расположенной близ города Таллин и подверженной сильному влиянию городских промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, НВЧ сапрофитной микрофлоры в течение всего года была высокой как в приповерхностном, так и в придонном горизонтах. Пределы колебания НВЧ сапрофитов составляли  $10^3$ - $10^6$  кл/мл (рис. I7), среднегодовая концентрация сапрофитных бактерий оказалась равной: для приповерхностного микрогоризонта -  $10^5$  кл/мл, для придонного слоя -  $10^4$  кл/мл.

НВЧ углеводородокисляющей микрофлоры в течение года была также высокой и изменялась в пределах: в приповерхностном микрогоризонте - от  $10^3$  до  $10^6$  кл/мл (среднегодовое значение -  $10^4$  кл/мл) в придонном слое размах колебаний был значительно меньше - от  $10^3$  до  $10^4$  кл/мл (рис. I7).

НВЧ фенолокисляющей микрофлоры в приповерхностном микрогоризонте варьировала от 0 (февраль, июль, сентябрь) до  $10^3$  кл/мл (март, май-июнь), составляя в среднем  $10^2$  кл/мл; в придонном слое пределы колебаний имели те же значения. Максимальная НВЧ фенолокисляющих бактерий в придонном слое была выявлена в июне и в октябре (рис. I7).

На ежемесячной станции 2, расположенной в центре залива, НВЧ сапрофитов по исследованным горизонтам распределялась довольно равномерно в течение всего периода наблюдений (с мая по декабрь). Суточные станции позволили установить, что концентрация сапрофитных бактерий в течение суток меняется как в приповерхностном микрогоризонте, так и в горизонтах водной толщи, причем изменение НВЧ сапрофитов составляло иногда 1-2 порядка величин. Среднегодовые значения НВЧ сапрофитных бактерий оказались равными: для приповерхностного слоя -  $10^4$  кл/мл, для горизонта 10 м и придонного слоя -  $10^3$  кл/мл.

Наибольшее количество углеводородокисляющих бактерий ( $10^4$  кл/мл) отмечено летом во всех обследованных горизонтах.

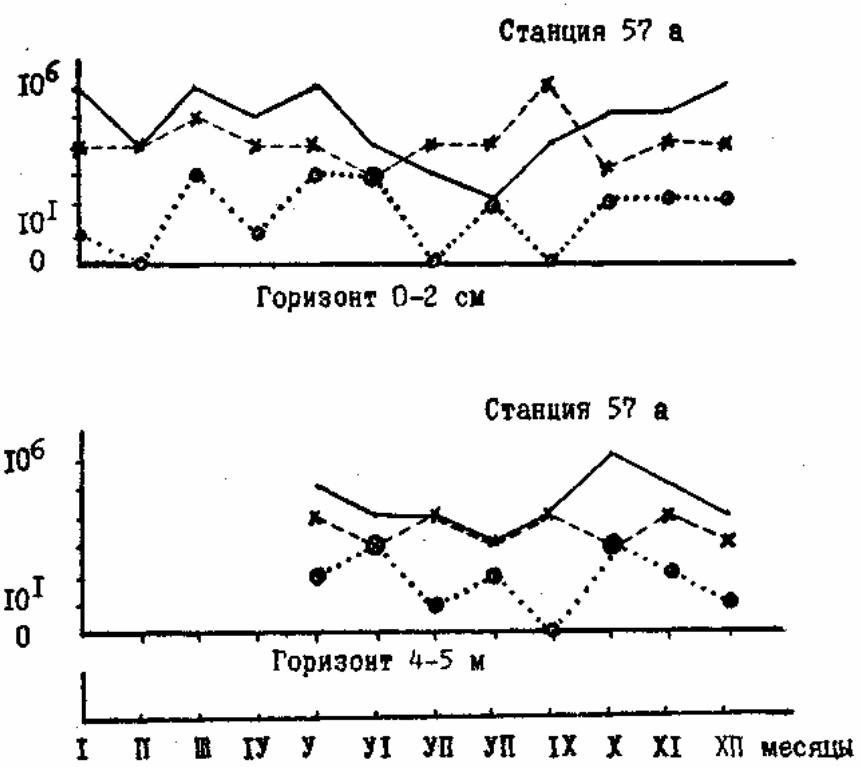


Рис. 17. Динамика численности микробных групп на ежемесячной станции  
Таллинского залива

Условные обозначения:

- СБ
- НБ
- ФБ

Их концентрация в течение суток изменялась также на I-2 порядка величин.

НВЧ фенолокисляющей микрофлоры в среднем составила  $10^4$  кл/мл, изменяясь в пределах  $0-10^3$  кл/мл как в приповерхностном микрогоризонте, так и в горизонтах водной толщи.

На остальных станциях Таллинского залива выполнялись наблюдения в виде сезонных съемок.

Весной НВЧ сапрофитных бактерий изменялась в пределах  $10-10^6$  кл/мл (рис. IV). Максимальные концентрации сапрофитов ( $10^4-10^6$  кл/мл) были выявлены на ст.70 (бухта Копли) и ст.4б, причем распределение их по горизонтам водной толщи было однородным. Минимальные значения НВЧ сапрофитных бактерий весной были обнаружены на ст.2, расположенной в центре залива ( $10-10^4$  кл/мл).

Углеводородокисляющая микрофлора была выявлена на всех обследованных акваториях. Максимальная НВЧ углеводородокисляющей микрофлоры ( $10^4$  кл/мл) зарегистрирована близ г.Таллин в вершине залива (ст.57а) и в приповерхностном микрогоризонте на ст.4а (разрез Таллин-Хельсинки).

Фенолокисляющие бактерии были обнаружены весной лишь на ближайших к г.Таллину станциях (ст.57а, 4б). Численность их как в приповерхностном микрогоризонте, так и в слоях водной толщи составила  $10-10^2$  кл/мл. В остальных обследованных акваториях группа бактерий весной отсутствовала (рис.IV).

Коэффициенты отношения численности сапрофитных и углеводородокисляющих бактерий весной составили  $10^2-10^4$ , сапрофитных и фенолокисляющих -  $1-10^4$ , что свидетельствует о сравнительно благополучном состоянии микробиоценозов в этот период.

Летом количество сапрофитных бактерий изменялось в пределах  $10^3-10^4$  кл/мл. Наибольшее загрязнение отмечено на ст.12 (западный фарватер) -  $10^4$  кл/мл в приповерхностном горизонте, на 10- и 70-метровом горизонтах ст.4б, расположенной близ г.Таллин ( $10^5$  кл/мл) (рис.IV).

Углеводородокисляющая микрофлора была выявлена на всех обследованных горизонтах. НЗЧ ее варьировала от 10 до  $10^5$  (ст.70). В придонном горизонте содержание углеводородокисляющих бактерий на ст.4б, 4а (трасса Таллин-Хельсинки), 70 (бухта Копли) было таким же, как и сапрофитов, а на ст.12 (западный фарватер) выше (рис.IV).

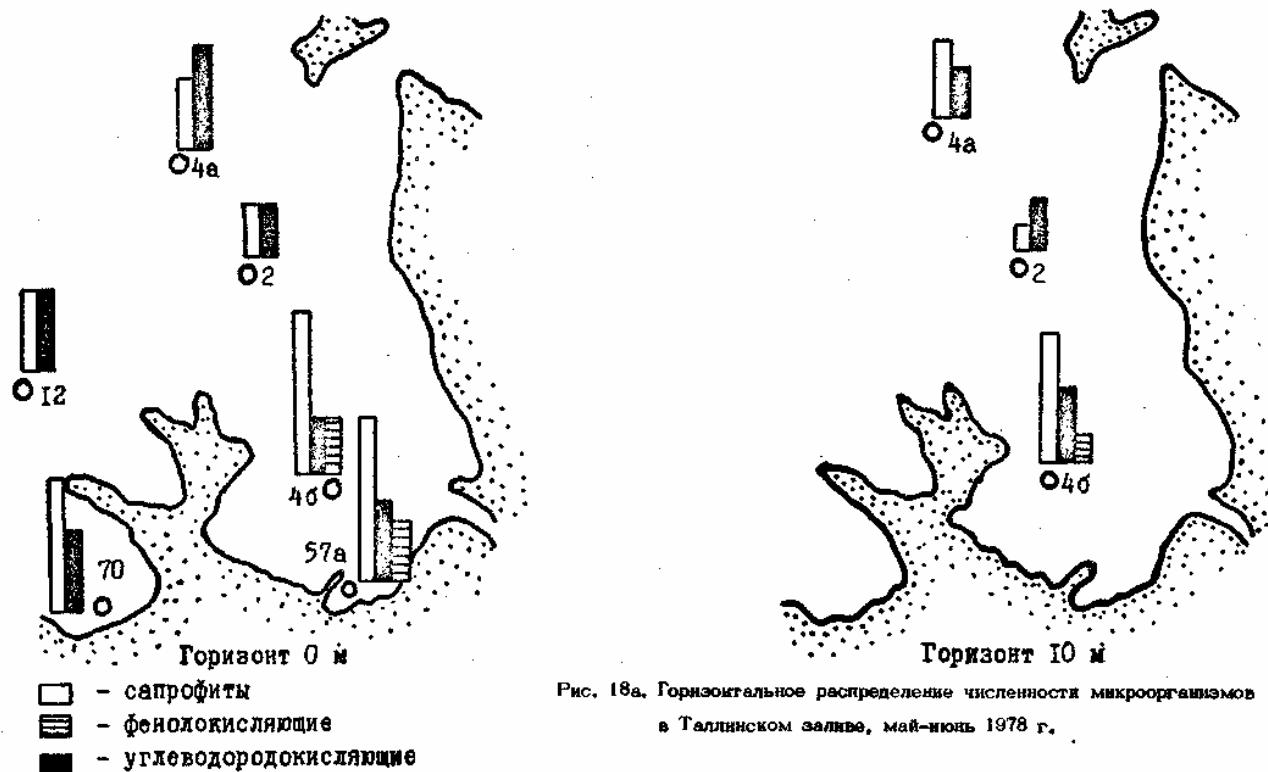


Рис. 18а. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Таллинском заливе, май-июнь 1978 г.

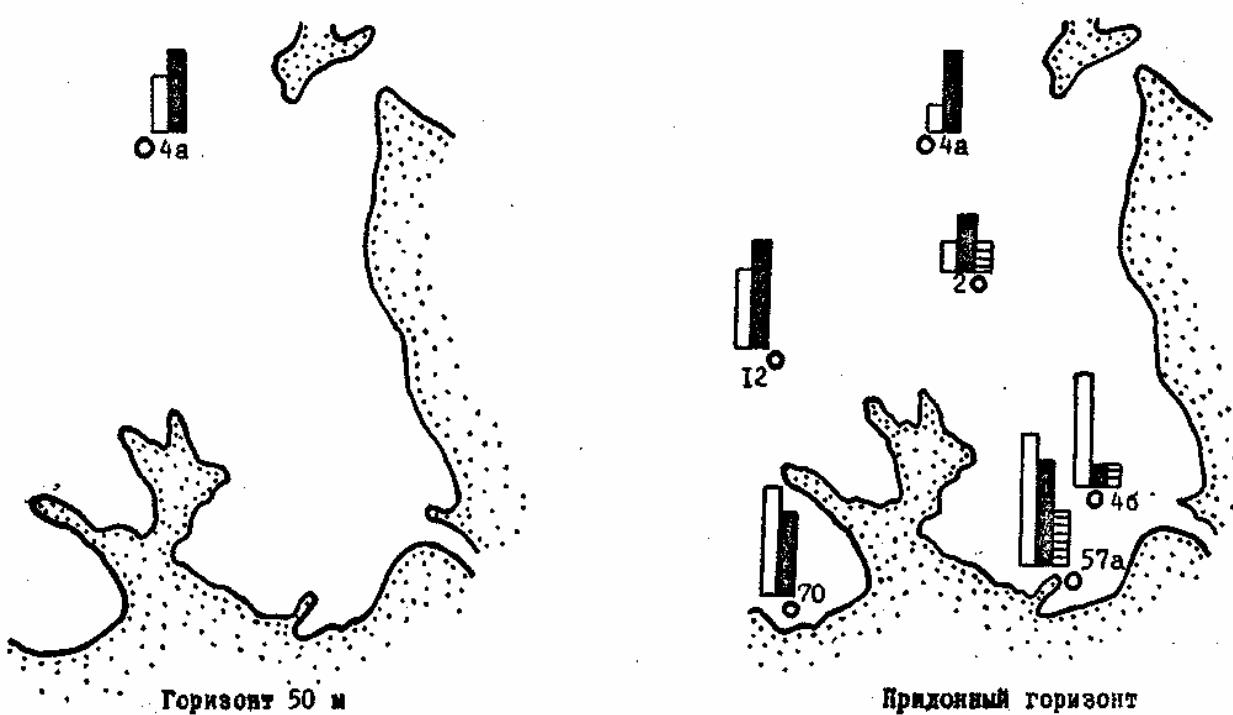


Рис. 18б. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Таллинском заливе, май-июнь 1978 г. (условные обозначения см. на рис. 18а)

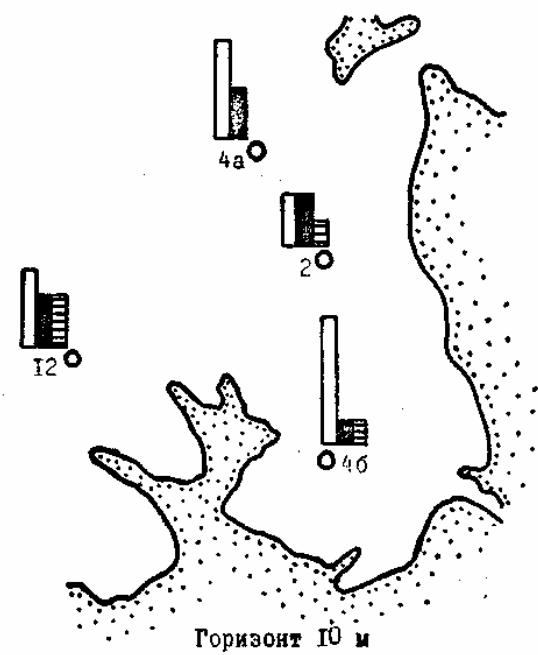
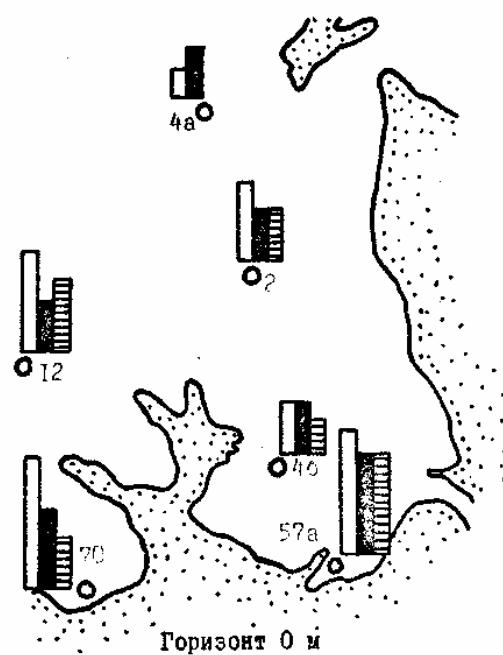


Рис.I9а. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Таллинском заливе, август 1978 г. (условные обозначения см. на рис.I8а ).

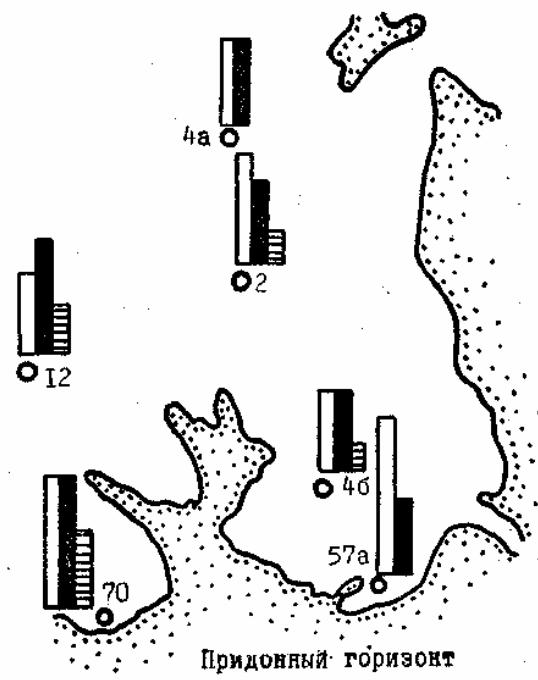
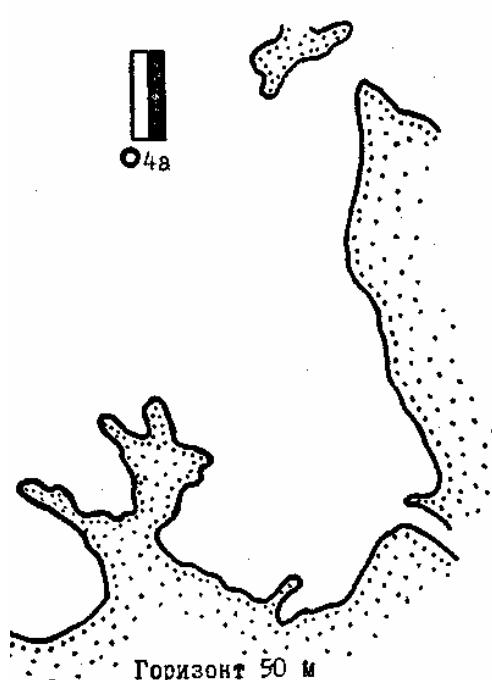


Рис.I9б. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Таллинском заливе, август 1978 г. (условные обозначения см. на рис. I8а ).

Наибольшая концентрация фенолокисляющих бактерий зарегистрирована летом в приповерхностном микроризонте в вершине залива на ст.57а ( $10^4$  кл/мл). Во всей толще воды фенолокисляющие бактерии были обнаружены на станциях, расположенных в разных частях залива (ст.4б, 2, 12, 70). На ст.4а фенолокисляющая микрофлора практически отсутствовала (рис.19).

Индексы отношения численности сапропитных бактерий к углеводородокисляющим колебались от 0,1 до  $10^3$ , на ст.4б до  $10^4$ , что характеризует состояние микробиоценозов, как неустойчивое.

Количество сапропитных бактерий к осени увеличилось и составляло  $10^4$ - $10^5$  кл/мл. Грязными были воды на границе с Финским заливом (ст.4а, 50-метровый горизонт) и Северном фарватере (ст.2 - поверхность) -  $10^5$  кл/мл (рис. 20). К осени также увеличилось количество сапропитов на западном фарватере (ст.12) -  $10^4$  кл/мл, но по сравнению с 1976/1977 гг. воды здесь стали чище.

Углеводородокисляющие бактерии осенью были обнаружены во всех обследованных горизонтах разных акваторий залива. НВЧ их колебалась в пределах  $10^2$ - $10^4$  кл/мл (рис.20).

Максимальное количество фенолокисляющей микрофлоры осенью зарегистрировано в вершине залива близ г.Таллина (ст.57а) у дна ( $10^4$  кл/мл). Во всей толще вод фенолокисляющие бактерии были обнаружены в северном фарватере (ст.2), бухте Копли (ст.70) и в вершине залива (ст.57а) (рис.20).

Коэффициенты отношения НВЧ сапропитной и нефтеокисляющей микрофлоры изменились в более широких пределах, чем летом: от 0,01 до  $10^5$ , свидетельствуя о нарушении естественной структуры микробиоценозов залива.

#### I.4.2. Фитопланктон

Изучение фитопланктона Таллинского залива проводилось три раза в год (в мае, августе, октябре) на 6 станциях (рис.13), пробы отбирали с поверхности.

Весной наблюдалось массовое развитие диатомовых водорослей, главным образом, видов *Achnanthes taeniata* и *Skeletonema costatum*. Число клеток фитопланктона колебалось от 277000 до 684000 кл/л, на станции 57а - до 4925000 кл/л.

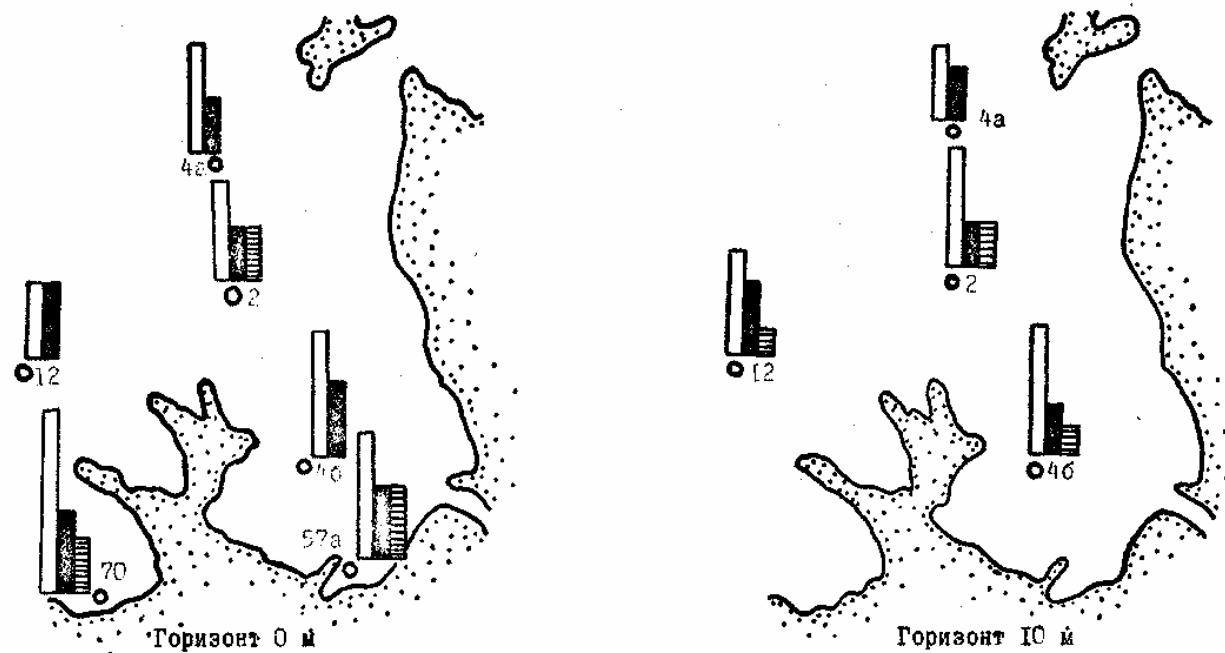


Рис.20а. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Таллинском заливе, октябрь 1978 г. (условные обозначения см. на рис.18а).

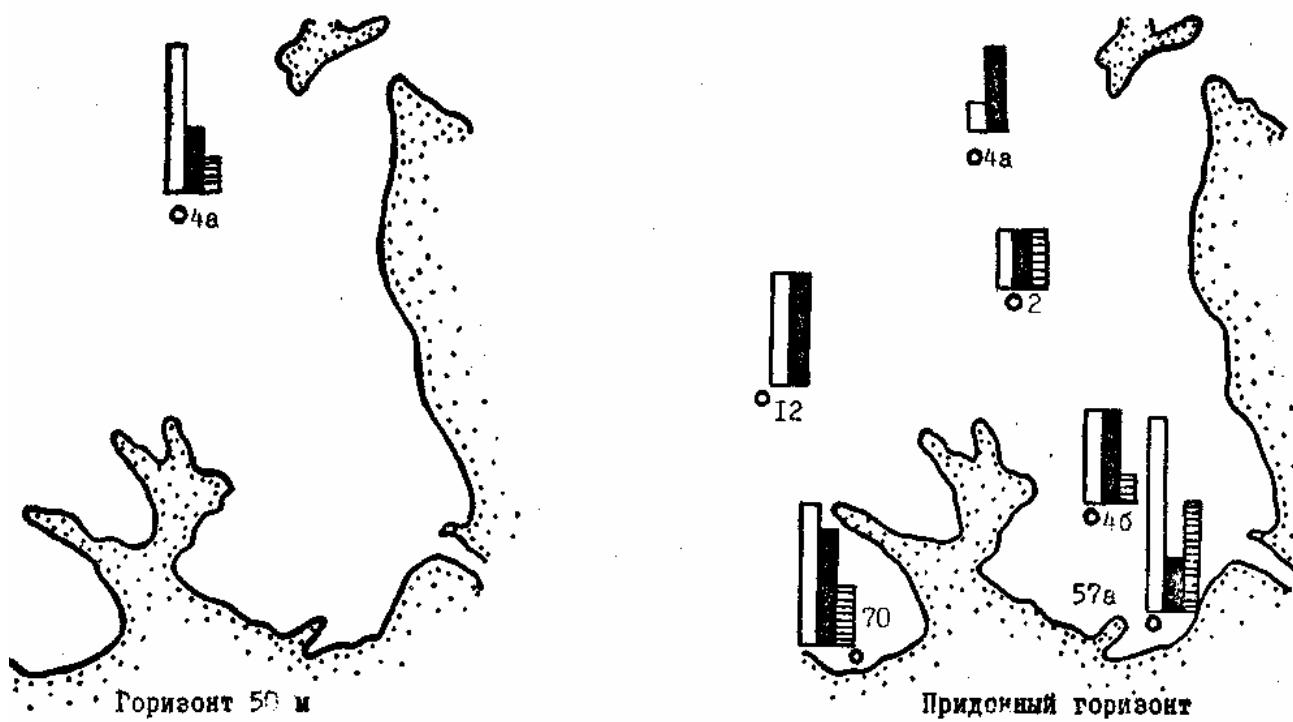


Рис.20б. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Таллинском заливе, октябрь 1978 г. (условные обозначения см. на рис.18а ).

В августе происходит смена доминирующего комплекса видов за счет значительного увеличения численности синезеленых: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Nodularia spumigena* и др. Общее число клеток фитопланктона изменялось от 478000 до 2659000 кл/л, на станции 57а - до 8568000 кл/л. Очень высокая численность водорослей на ст.57а обусловлена массовым развитием криптофитовых, мелких жгутиковых, протококковых и представителей рода *Chlamidomonas*.

В октябре, помимо диатомовых *Achnanthes taeniata*, *Skeletonema costatum* встречались протококковые - *Botryococcus braunii*, *Oocystis lacustris*; продолжали вегетировать синезеленые: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena spiroides*, *Gomphosphaeria lacustris*.

Общая численность фитопланктона составляла 87000-1424000 кл/л.

Для оценки степениeutrofирования был использован метод вычисления индекса сапробности (ИС).

Полученные значения ИС (1,75-2,25) позволяют утверждать, что воды обследованного района характеризуются как  $\beta$ - и  $\beta-\alpha$ -мезосапробные. О повышеннойeutрофикации акватории Таллинского залива в сравнении с Финским и Нарвским также свидетельствует очень большая численность фитопланктона, отмеченная в ряде случаев.

#### I.4.3. Выводы

1. По результатам анализа микробиологических показателей воды Таллинского залива можно охарактеризовать, в основном, как загрязненные ( $\alpha$ -мезосапробные); наиболее близкорасположенные к берегу участки (ст.57а, 70) относятся к категории грязных (полисапробные). Такие грязными оказались отдельные слои водной толщи в центральной части залива. Установленная картина загрязнения вод Таллинского залива, очевидно, обусловлена влиянием сточных вод ЦБК, отходами деревообрабатывающей промышленности, производства бытовой химии.

2. Сезонная динамика численности индикаторных групп микробиозов, а также ее распределение по акватории залива свидетельствуют о некотором изменении картины загрязнения вод в течение года. Так, весной наибольшая загрязненность вод была зарегистрирована только в прибрежной части залива; летом отме-

чалось увеличение полей загрязнения в центральной части залива.

Об этом свидетельствует возрастание концентрации сапротитных и фенолокисляющих бактерий. К осени отмеченная тенденция расширения зоны загрязнения по акватории залива сохранилась, и грязные воды были обнаружены на отдельных горизонтах в районе, сопредельном с Финским заливом.

3. Сравнение данных микробиологического анализа за период 1976-78 гг. показало, что степень загрязнения вод Таллинского залива несколько уменьшилась. Наиболее отчетливо выражено это улучшение в западной части залива. Однако несмотря на отмеченную тенденцию, воды Таллинского залива остаются наиболее загрязненными из всех регионов, контролируемых Таллинской ГМО.

4. Раопространение видов фитопланктона, являющихся индикаторами сапротности, свидетельствует об умеренном эвтрофировании вод Таллинского залива. На протяжении большей части года значительная часть акватории залива характеризовалась как умеренно загрязненная ( $\beta$ -мезосапротная) зона. Степень эвтрофирования повысилась осенью в районе, граничащем с Финским заливом; эти воды можно отнести к категории  $\alpha$ -мезосапротных.

#### I.5. Биологическая характеристика Нарвского залива

Весной (май) температура воды на поверхности залива составляла  $8,7-15,0^{\circ}\text{C}$ , соленость  $2,76-4,97\%$ . Содержание кислорода в поверхностном слое изменялось от 7,96 до 9,7 мл/л, у дна в самой глубокой части залива (37 м) снижалось до 6,38 мл/л. Содержание нефтепродуктов весной и летом в среднем по заливу составляло 5 ПДК, вблизи устья р.Нарвы достигало 10 и более ПДК. Наиболее высокое содержание фенолов (12-18 ПДК) наблюдалось в 17-ки зоне к северо-западу от р.Нарвы. Сланцевый бассейн загрязнен фенолами в пределах 0-9 ПДК.

Летом (август) температура воды у поверхности на устьевом взморье р.Нарвы достигала  $14,9^{\circ}\text{C}$ , к северо-западу -  $18-20^{\circ}\text{C}$ , соленость  $3,22-4,95\%$ , содержание кислорода у поверхности  $5,37-6,44$  мл/л, у дна  $5,28$  мл/л.

В октябре температура снижалась до  $4,5-6,6^{\circ}\text{C}$ , соленость колебалась в пределах  $1,86-6,65\%$ . Концентрация кислорода сос-

тавляла у поверхности 6,56-8,30 мл/л, у дна - 7,42 мл/л. Концентрация нефтепродуктов не превышала I ПДК. Максимальное содержание deterгентов (0,9-I,4 ПДК) наблюдалось постоянно в 4-8 км к северо-западу от р.Нарвы.

### I.5.I. Микробиологические показатели

Микробиологические наблюдения в Нарвском заливе выполнялись на 4 станциях, которые располагались, в основном, в прибрежной зоне залива. Работы проводили в виде сезонных съемок - весной, летом и осенью 1978 г., - определяли НВЧ распределения микроорганизмов индикаторных групп: сапропитных, фенолокисляющих и углеводородокисляющих. Всего обработано 27 проб.

Весной концентрация сапропитных бактерий колебалась в пределах  $10-10^3$  кл/мл. Разница в концентрации составляла I-2 порядка. Распределение микрофлоры по толще вод было примерно одинаковое (рис. 2I).

Углеводородокисляющая микрофлора обнаружена на всех обследованных акваториях. НВЧ на всех горизонтах была примерно одинаковая - изменялась в пределах  $10-10^3$  кл/мл; составляя в среднем  $10^2$  кл/мл (рис. 2I).

Зарегистрирована большая, по сравнению с сапропитными и углеводородокисляющими бактериями, концентрация фенолокисляющей микрофлоры. НВЧ ее варьировала от 10 до  $10^4$  кл/мл. На ст.5 - у устья р.Нарвы - отмечено максимальное количество -  $10^4$  кл/мл. Такая же концентрация зарегистрирована в 4-километровой зоне устья р.Нарвы, в обоих случаях в придонных слоях (рис. 2I).

Коэффициент отношения численности сапропитных и нефтеокисляющих бактерий изменялся от I до 100; сапропитных и фенолокисляющих от 0,01 до 100, что свидетельствует о некоторых изменениях естественной структуры микробиоценозов.

Летом количество сапропитов оставалось примерно на том же уровне и колебалось в пределах  $10^2-10^4$  кл/мл, составляя в среднем  $10^3$  кл/мл (рис. 22).

Количество сапропитных бактерий было таким же, как и весной, или увеличивалось на I порядок, составляя в среднем  $10^2$  кл/мл (рис. 22).

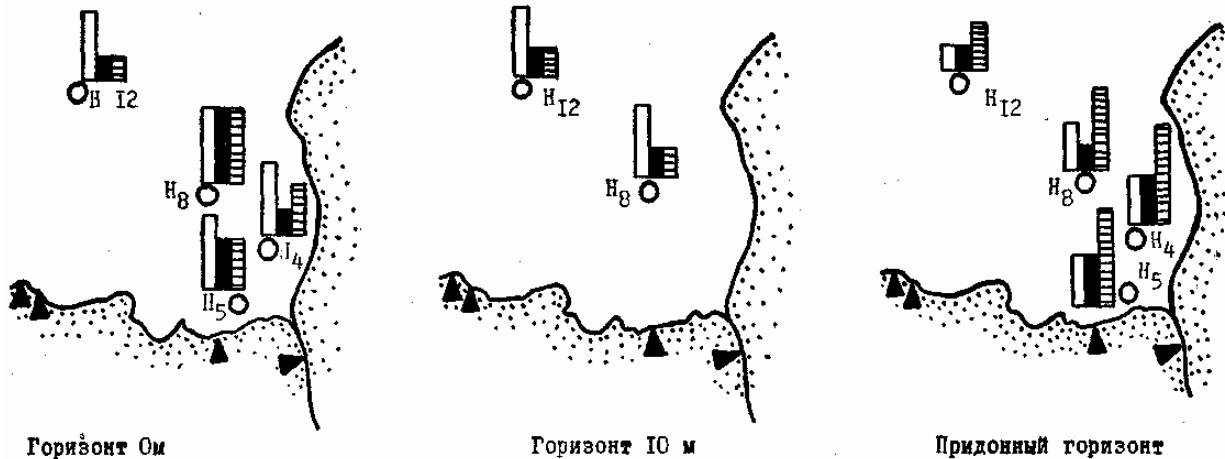


Рис.21. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Нарвском заливе, май-июнь 1978 г.

- ▲ - источник загрязнения
- - сапрофиты
- - фенолокисляющие
- - углеводородокисляющие

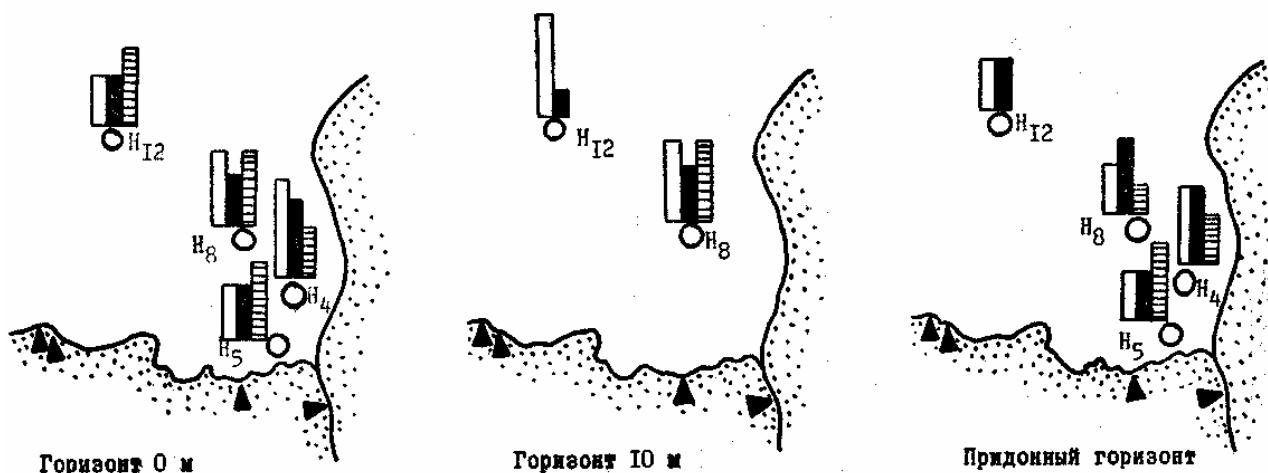


Рис. 22. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Нарвском заливе, август 1978 г. (условные обозначения см. на рис.21 ).

Фенолокисляющие бактерии выявлены почти на всех обследованных акваториях. НВЧ их варьировала от 10 до  $10^3$  кл/мл. Наименьшая концентрация отмечена в придонном слое ст. Н<sub>8</sub> - 10 кл/мл (рис. 22).

Индексы отношения численности сапротитных бактерий к углеводородокисляющим колебались, в основном, в пределах 1-10, и лишь на ст. Н<sub>12</sub>, наиболее удаленной от берега, увеличиваясь до 100.

Во время осенней съемки сапротитная микрофлора была отмечена на всех горизонтах. НВЧ ее колебалось в пределах  $10^2$ - $10^4$  кл/мл, составляя в среднем  $10^3$  кл/мл. Установлено небольшое увеличение также углеводородокисляющей микрофлоры: НВЧ ее изменилась от  $10^2$  до  $10^4$  кл/мл, составляя в среднем  $10^3$  кл/мл (рис. 23).

Фенолокисляющие бактерии обнаружены почти на всех обследованных горизонтах различных акваторий залива. НВЧ их составила  $10$ - $10^3$  кл/мл, преобладала концентрация 10 кл/мл (рис. 23).

Коэффициенты отношения численности сапротитных и углеводородокисляющих бактерий изменились от 0,1 до 10, что указывает на неблагополучное состояние микробиоценозов.

### 1.5.2. Фитопланктон

Сбор фитопланктона Нарвского залива проводился на 4-х станциях (рис. I3) с поверхности, три раза в год (в мае, августе, октябре). Получены данные по численности и видовому составу фитопланктона района работ.

Весной видовой состав планкtonных водорослей довольно богат и представлен, в основном, диатомовыми. Большое разнообразие флоры объясняется тем, что к морским и солоноватоводным видам присоединялись пресноводные, принесенные с водами реки Нарва. Влияние опреснения прослеживалось по фитопланктону в 4-8 километровой зоне от устья реки. В мае наибольшая численность была отмечена у следующих видов типа Diatomeae: *Achnanthes taeniata*, *Fragillaria capucina*, *Fragillaria crotonensis*, *Diatoma elongatum*. Число клеток водорослей в весенний период колебалось в пределах 275000-739000 кл/л.

В августе комплекс доминирующих видов менялся: происходило массовое развитие синезеленых водорослей *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Gomphosphaeria lacustris*.

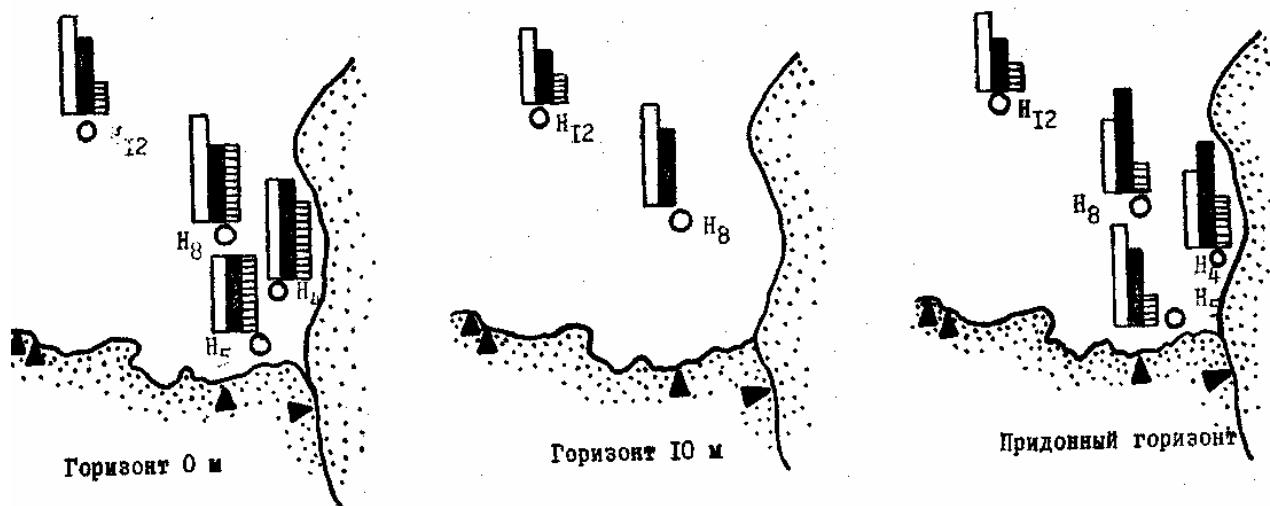


Рис. 23. Горизонтальное распределение численности микроорганизмов в Нарвском заливе, октябрь 1978 г. (условные обозначения см. на рис. 21).

В небольших количествах, но постоянно встречались некоторые протококковые. Число клеток водорослей колебалось в пределах 455000-868000 кл/мл.

В октябре наряду с диатомовыми продолжали вегетировать некоторые виды типа Cyanophyceae: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Gomphosphaeria lacustris*. На станциях 5 и Н<sub>8</sub> наблюдалось значительное развитие протококковых - *Botryococcus braunii*. Число клеток водорослей осенью составляло 119000-358000 кл/л.

Степеньeutrofирования вод Нарвского залива определялась методом вычисления индекса сапробности (ИС). Проделанные расчеты ИС (1,75-2,25) свидетельствуют, что обследованная акватория, в основном, характеризуется как  $\beta$ -мезосапробная, то есть умеренноeutрофированная.

### 1.5.3. Выводы

1. Анализ микробиологических показателей (общая численность микроорганизмов, численность индикаторных групп) позволил охарактеризовать состояние вод Нарвского залива в 1978 г. как загрязненное, умеренно загрязненное ( $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробные). Основными источниками загрязнения залива являются отходы промышленности Сланцевого бассейна и сток загрязненных вод р.Нарвы.

2. Наиболее загрязненные участки обнаружены в районе, прилегающем к устью р.Нарвы. Особенно характерно для этой акватории фенольное загрязнение; концентрация фенолокисляющих микроорганизмов достигала здесь  $10^4$  кл/мл.

3. Как и для Таллинского, для Нарвского залива отмечена тенденция к увеличению концентрации сапропитной и углеводородокисляющей микрофлоры от весны к осени. Наибольшая численность сапропитов регистрировалась в поверхностных горизонтах.

4. По состоянию фитопланктона воды Нарвского залива можно охарактеризовать как слабо ( $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробные) и умеренно ( $\beta$ -мезосапробные) загрязненные. Отрицательного влияния фенольных соединений на численность и видовой состав фитоценоза не обнаружено.

### I.6. Микробиологическая характеристика Курского залива

Изменение содержания растворенного кислорода в воде залива подвержено сезонным колебаниям с повышением весной и осенью и с некоторым понижением летом и в период ледостава.

Водородный показатель рН, как и величины кислорода, наибольших значений достигал весной. В этот период пределы колебания величин рН были 7,73 – 8,92.

Содержание минерального фосфора в водах залива несколько снизилось по сравнению с прошлым годом. В отличие от прошлого года, наибольшие величины фосфатов отмечались в летний период. Средняя концентрация составила 100 мкг/л по всей толще воды. Наибольшие величины фосфатов приурочены к устьевым районам.

Наибольшие концентрации органического фосфора отмечались весной (до 357 мкг/л) и осенью (до 221 мкг/л). В устье р. Неман концентрация органического фосфора в течение года была около 100 мкг/л. Летом количество органического фосфора было минимальным. По сравнению с прошлым годом, содержание органического фосфора в водах залива несколько увеличилось.

Концентрация нитритов в описываемый период увеличилась по сравнению с прошлым годом. Среднегодовая величина нитритов составляла 22 мкг/л, максимальная – достигала 70 мкг/л. Лето отмечалось большим содержанием нитритов (2-2,5 ПДК) по всему заливу, особенно в устьях рек. Повторяемость значений, превышающих ПДК, составляло 48%.

Средняя концентрация нитратов по заливу составляла 280 мкг/л. Как в прошлом году, воды залива богаты нитратами.

Воды залива богаты также и аммонийным азотом. Летом и осенью средние его концентрации в поверхностном слое воды колебались в пределах 54-134 мкг/л, в придонном – 43-117 мкг/л.

Среднегодовая концентрация нефтепродуктов по заливу снизилась по сравнению с прошлым годом почти в три раза и составила 0,35 мг/л. Согласно данным гидрохимического анализа, в Курском заливе выделяются три зоны с наибольшим загрязнением нефтепродуктами – Клайпедский пролив, центральная часть, где распространяются воды реки Неман, и южная часть. Повторяемость значений нефтепродуктов, превышающих ПДК, по заливу составляла 74%.

Загрязнение вод залива детергентами снизилось в 1978 году по сравнению с прошлым годом как по средним, так и по макси-

мальным величинам. Средняя концентрация дегтергентов по всему заливу составляла 35 мкг/л (в прошлом году 130 мкг/л). Максимальная величина дегтергентов (1,8 ПДК) обнаружена зимой (февраль) в центральной части залива.

Среднее содержание фенолов по заливу осталось на уровне прошлых лет и составило 0,012 мг/л. Весной и осенью обнаружены повышенные концентрации фенолов.

Таким образом, данные химического анализа состояния загрязнения вод Куршского залива свидетельствуют о значительном содержании биогенных веществ в водах залива. Кислородный режим центральной части залива в пределах нормы.

Загрязнение нефтепродуктами и фенолами устьевых областей залива продолжает быть высоким, хотя в целом по заливу оно снизилось по сравнению с прошлым годом.

Микробиологические наблюдения в Куршском заливе проводились сезонно (февраль, май, август, октябрь) на 8 станциях, расположенных в северной части залива и в Клайпедском проливе (рис. 24).

Работы включали изучение сезонной динамики НВЧ сапропитных и ксилолокисляющих бактерий. В мае, августе и ноябре проведены определения НВЧ и распределения нефтеокисляющих бактерий.

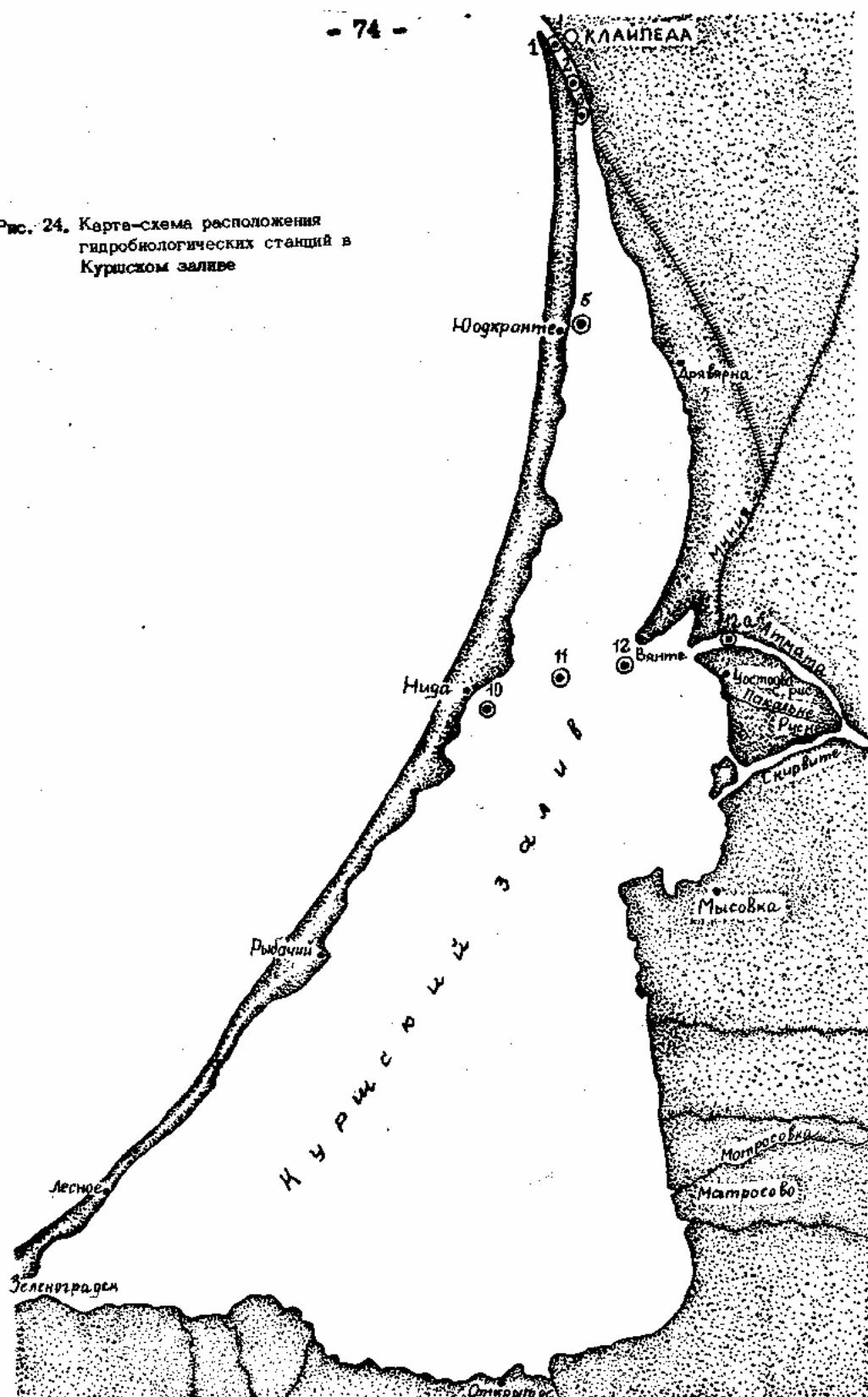
Всего за год обработано 86 проб.

В феврале НВЧ сапропитных бактерий на горизонте 0,5 м изменилась в пределах  $2,5 \cdot 10^3$ – $6,0 \cdot 10^4$  кл/мл. Максимальные концентрации сапропитов выявлены на ст.12а, расположенной в устье р.Неман, и на ст.2 (Клайпедский пролив).

Ксилолокисляющая микрофлора на обследованных станциях в горизонте 0,5 м отсутствовала.

В мае НВЧ сапропитных бактерий варьировала от  $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл до  $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $1,3 \cdot 10^5$  кл/мл. Максимальные концентрации сапропитных бактерий ( $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл) были выявлены как в приповерхностном микрогоризонте, так и в слоях водной толщи на ст.2 (Клайпедский пролив), ст.5 (близ пос. Юдранте) и ст.12а (устье р.Неман). Вероятно, что весенний максимум развития сапропитной микрофлоры явился следствием апрельской вспышки развития фитопланктона. Однако на распределение и характер развития сапропитных бактерий оказывает большое влияние промышленные и хозяйствственно-бытовые городские стоки, а также терригенные стоки рек, что особенно сказывается на станциях, расположенных в Клайпедском проливе и устье р.Неман.

Рис. 24. Карта-схема расположения гидробиологических станций в Куршском заливе



Распределение микрофлоры в Куршском заливе имеет выраженную зависимость от сгонно-нагонных явлений, связанных с направлением и силой ветра. Во время нагонных течений с моря наблюдается увеличение численности сапрофитных и нефтеокисляющих бактерий в водах залива. Однако основным элементом водообмена Куршского залива с открытыми водами Балтики является вынос вод из залива. В этом случае численность всех групп индикаторной микрофлоры на станциях, удаленных от г.Клайпеда (ст. № 10, II, 12) оказывается ниже, чем в Клайпедском проливе, подверженном постоянному влиянию городских хозяйствственно-бытовых и промышленных стоков.

НВЧ сапрофитных бактерий в мае на удаленных от Клайпедского пролива станциях изменялась в пределах  $2,5 \cdot 10^3$ - $6,0 \cdot 10^4$  кл/мл.

Вертикальное распределение сапрофитной микрофлоры в весенний период было довольно равномерным, что объясняется незначительной глубиной залива (средняя глубина - 4 м) и перемешиванием всей водной массы под влиянием ветрового волнения.

НВЧ нефтеокисляющих бактерий в мае в водах северной и центральной частей залива изменялась в пределах  $2,5 \cdot 10^3$ - $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $1,1 \cdot 10^5$  кл/мл. Максимальные концентрации нефтеокисляющих бактерий, так же, как сапрофитов, были выявлены в Клайпедском проливе (ст.2) и в устье р.Неман (ст.I2a). Однако и в центральной части залива, где наблюдается интенсивное судоходство маломерного флота (ст.10, II), было обнаружено повышенное содержание нефтеокисляющей микрофлоры. В некоторых случаях НВЧ ее была выше, чем НВЧ сапрофитов, что свидетельствует об ингибирующем действии нефтепродуктов на сапрофитную микрофлору. Вертикальное распределение нефтеокисляющей микрофлоры было равномерным.

Высокие значения НВЧ углеводородокисляющей (нефтеокисляющей) микрофлоры свидетельствуют о загрязнении вод залива углеводородами.

По сравнению с весенним периодом 1977 г., характер распределения нефтеокисляющих микроорганизмов на обследованных акваториях залива не изменился, но численность их на ст.2, 5, 10 и I2a увеличилась на порядок величин.

Кислолокисляющая микрофлора в весенний период была выявлена на всех обследованных горизонтах контролируемых станций. НВЧ их изменялась от  $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл до  $2,5 \cdot 10^4$  кл/мл. Максимальные

концентрации ксилолокисляющих бактерий (десятки тысяч клеток в 1 мл воды) выявлены также на ст. 2 (Клайпедский пролив) и I2а (устье р.Неман), минимальная - на станциях IO, II, I2, расположенных в центральной части залива, где их численность составила сотни-тысячи кл/мл.

Коэффициенты отношения сапрофитных и углеводородокисляющих (нефтеокисляющих) бактерий в весенний период изменялись от 0,13 до I2, составляя в среднем 3,2I; сапрофитной и ксилолокисляющей - от 5,78 до 166,66 (в среднем 37,II).

В августе НВЧ сапрофитных бактерий на всех обследованных станциях была высокой и изменялась в пределах  $2,5 \cdot 10^4$ - $2,5 \cdot 10^6$  кл/мл. Наибольшая концентрация сапрофитов попрежнему наблюдалась в районе Клайпедского пролива ( $6,0 \cdot 10^5$  кл/мл) и устья р.Неман ( $2,5 \cdot 10^6$  кл/мл), а также на ст.I0, расположенной близ пос.Нида ( $6,0 \cdot 10^5$  кл/мл).

НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры изменялась в пределах  $6,0 \cdot 10^3$ - $2,5 \cdot 10^6$  кл/мл. Максимальные значения НВЧ углеводородокисляющей микрофлоры выявлены в районе Клайпедского пролива.

Ксилолокисляющая микрофлора была обнаружена на всех обследованных акваториях залива. НВЧ ее колебалась от  $2,5 \cdot 10^2$  кл/мл до  $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл. Повышенные концентрации ее были выявлены в Клайпедском проливе и на ст.5, расположенной близ пос.Юдкрапте (средняя НВЧ -  $1,9 \cdot 10^5$  кл/мл).

В августе в водах центральной части залива численность сапрофитов превышала НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры или была равна ей, в Клайпедском проливе НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры оказалась выше, чем сапрофитной.

Зеркальное распределение сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры было равномерным, НВЧ ксилолокисляющих бактерий в ряде случаев в приповерхностном микрогоризонте оказалась на I-2 порядка величин выше, чем в слоях водной толщи .

Коэффициенты отношения сапрофитных и углеводородокисляющих бактерий на большинстве станций оказались меньше или равны I, лишь в центральной части залива они составили: ст.I0 -18,3, ст.II - 63, 15. Коэффициенты отношения сапрофитной и ксилолокисляющей микроборы изменялись от 0,30 (ст.5) до 131,9 (ст.II), составляя в среднем по заливу 32,06.

Осенью (ноябрь) наблюдалось уменьшение НВЧ индикаторных

групп бактерий, по сравнению с летним периодом, на 1-2 порядка величин.

Средняя НВЧ сапрофитных бактерий осенью (ноябрь) была не-значительной и составила  $6,0 \cdot 10^3$  кл/мл. Максимальное развитие сапрофитной микрофлора имела в устьевой зоне р.Неман (ст. I2a и I2), где средняя НВЧ их оказалась равной  $1,2 \cdot 10^5$ - $1,9 \cdot 10^5$  кл/мл, наименьшая концентрация сапрофитов была выявлена в центральной части залива на ст.I0 и II, где средние значения НВЧ составили  $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл.

Средняя концентрация нефтеокисляющей микрофлоры по заливу оказалась равной  $1,1 \cdot 10^4$  кл/мл, ксилолокисляющей -  $2,5 \cdot 10^2$  кл/мл.

Наименьшая плотность индикаторной микрофлоры, так же, как и сапрофитной, выявлена в центральной части залива, максимальная - в устье р.Неман.

Вертикальное распределение сапрофитных, нефтеокисляющих и ксилолокисляющих микроорганизмов в осенний период не отличалось от весеннего и летнего периодов, то есть было равномерным.

Характер распределения исследованных групп бактерий , в основном, оказался сходным с предыдущим годом.

Величины соотношения НВЧ сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры не превышали 10, составляя в среднем 3,20; коэффициенты отношения сапрофитной и ксилолокисляющей микрофлоры оказались равными 10-100, составляя в среднем 105,8.

Анализ микробиологических данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Воды Куршского залива в значительной степени обогащены сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлорой, концентрация которой составляла  $10^3$ - $10^6$  кл/мл; ксилолокисляющие бактерии обнаружены в меньшем количестве ( $10$ - $10^3$  кл/мл). Наибольшая численность сапрофитных и индикаторных микроорганизмов наблюдалась в северной части залива и вблизи устья р.Неман, что указывает на значительную загрязненность этих районов (  $\alpha$ -мезосапробная и полисапробная зоны). Наименее загрязненными являются воды в районе пос.Нида.

Сезонные колебания уровня загрязненности вод залива не-значительны.

2. На неблагополучное состояние вод в северной и центральной частях Куршского залива указывают высокие значения числен-

ности нефтеокисляющих бактерий ( $10^3$ - $10^6$  кл/мл), а также низкие соотношения численности сапропитной и нефтеокисляющей микрофлоры ( $< 10$ ). Эти результаты свидетельствуют о значительной загрязненности указанных районов нефтепродуктами и характеризуют их как загрязненные и грязные ( $\alpha$ -мезо- и полисапробные).

3. О загрязнении центральной и северной частей Курского залива легкоразлагающимся органическим веществом свидетельствует высокая численность сапропитной микрофлоры ( $10^3$ - $10^6$  кл/мл), что характеризует данные районы как высокозврочированные ( $\alpha$ -мезо- и полисапробные).

4. Необходимо отметить возрастший уровень загрязнения залива в летний период 1978 г. по сравнению с соответствующим периодом 1977 г. Численность сапропитных и нефтеокисляющих бактерий по всей толще воды увеличилась на 1-2 порядка. Максимальные скопления этих групп микроорганизмов в оба года регистрировались в устье р. Неман и в Клайпедском проливе. Эти факты указывают на хронический характер загрязнения указанных районов.

#### 1.7. Микробиологическая характеристика прибрежной юго-восточной части Балтийского моря

В зимний период содержание растворенного кислорода в прибрежной части Балтийского моря колебалось в пределах: в поверхностном горизонте - 7,74-8,85 мл/л, в придонном - 6,34-8,88 мл/л. Распределение кислорода по вертикали было относительно однородным.

Концентрация фосфатов в поверхностном слое составила 25-54 мкг/л, в придонном горизонте - 22-51 мкг/л. Содержание нитритов в водах прибрежной части Балтики изменялось в зимний период от 2,9 до 15 мкг/л в поверхностном слое и от 1,7 до 8,8 мкг/л в придонном. Вертикальное распределение их было неравномерным, в районе г. Балтийска (ст. 9) в придонном слое нитритов было значительно больше, чем на поверхности.

Концентрация нитратов в районе работ изменилась в пределах 95-360 мкг/л в поверхностном слое и 96-300 мкг/л в придонном. Вертикальное распределение нитратов было довольно равномерным.

В поверхностном слое обследованной акватории наибольшая концентрация фенолов составляла 0,01 мг/л, наименьшая - 0,006 мг/л; в придонном - 0,001-0,007 мг/л.

Концентрация нефтепродуктов зимой изменялась в пределах 0,03 (ст.4, 5) - 0,63 мг/л (ст.1). Распределение нефтепродуктов по вертикали было сравнительно однородным.

Содержание дегтергентов в водах прибрежной части Балтийского моря в поверхностном слое колебалось от 23 до 300 мкг/л (ст.5), в придонном - 32-100 мкг/л.

Вертикальное распределение дегтергентов было неравномерным.

Микробиологические исследования прибрежной части Балтийского моря были выполнены в декабре 1978 г. на 6 станциях (рис. 25).

В комплекс микробиологических работ входило изучение наиболее вероятной численности (НВЧ) и распределения сапропитной, нефтеокисляющей и ксилолокисляющей микрофлоры. Всего было отобрано 18 проб.

НВЧ сапропитной микрофлоры в зимний период колебалась в прибрежной зоне Балтийского моря в пределах  $2,5 \cdot 10^6$ - $6,0 \cdot 10^6$  кл/мл, составляя в среднем  $2,1 \cdot 10^6$  кл/мл. Максимальные значения НВЧ сапропитов ( $6,0 \cdot 10^6$ ) были выявлены близ г.Балтийск (ст.9), минимальные - в районе пос.Нида (ст.7).

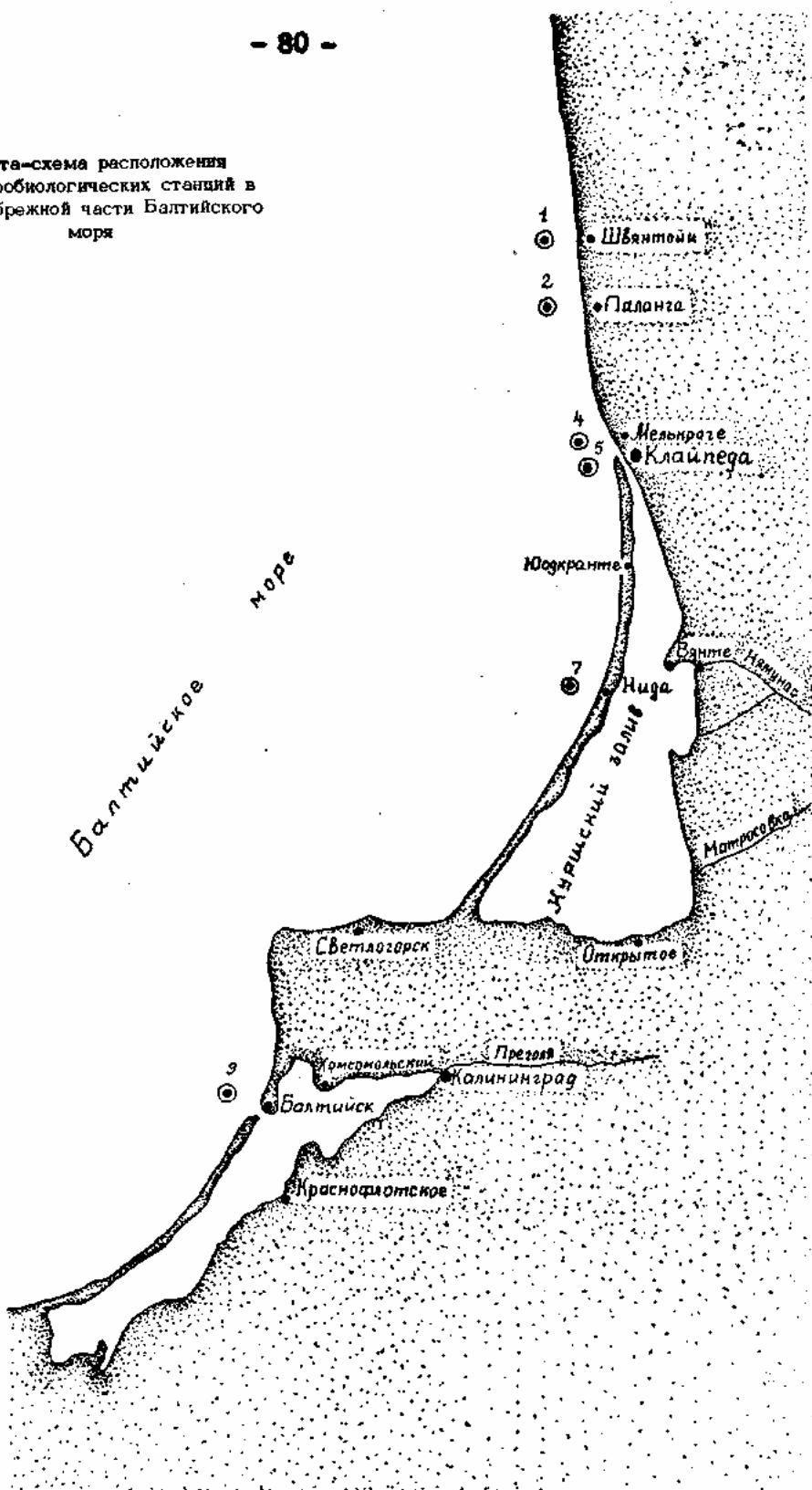
Концентрация нефтеокисляющей микрофлоры изменялась от  $2,5 \cdot 10^4$  до  $6,0 \cdot 10^4$  кл/мл. Горизонтальное распределение углеводородокисляющих бактерий было аналогичным сапропитной микрофлоре.

Ксилолокисляющие бактерии в районе Нида (ст.7) обнаружены не были. В других обследованных акваториях НВЧ их зафиксирована в пределах  $2,5 \cdot 10^4$ - $6,0 \cdot 10^4$  кл/мл. Максимальные концентрации ксилолокисляющих бактерий выявлены в районе г.Балтийска (ст.9).

В целом, в зимний период на большинстве обследованных акваторий прибрежной части Балтийского моря НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры была равна НВЧ сапропитов или даже превышала ее.

Вертикальное распределение микрофлоры по обследованным горизонтам было довольно однородным. Лишь на ст.9 (близ г. Балтийска) наблюдалась значительные различия в распределении нефтеокисляющих бактерий по горизонтам водной толщи: в приповерхностном микрогоризонте и на глубине 0,5 м их НВЧ составила  $6,0 \cdot 10^4$  кл/мл и  $2,5 \cdot 10^4$  кл/мл соответственно, на глубине же 11 м численность их оказалась равной  $2,5 \cdot 10^4$  кл/мл.

Рис. 25. Карта-схема расположения гидробиологических станций в прибрежной части Балтийского моря



Коэффициенты соотношения сапропитной и нефтеокисляющей микрофлоры составили 0,10-1,66 (в среднем 0,69), сапропитной и ксилолокисляющей - 0,27-9,37 (в среднем 4,52).

Таким образом, микробиологический анализ свидетельствует, что:

1. В зимний период воды прибрежной части Балтийского моря в значительной степени обогащены нефтеокисляющей и сапропитной микрофлорой. Наибольшая численность сапропитной и индикаторной микрофлоры наблюдалась в районе г.Балтийска, что указывает на влияние хозяйствственно-бытовых и промышленных сточных вод города на состояние морских вод. Наименьшие значения АВЧ сапропитной и индикаторной микрофлоры выявлены вблизи пос.Нида (район ландшафтного заповедника).

2. Анализ микробиологических данных указывает на то, что прибрежные воды Балтийского моря в зимний период являются в целом умеренно-загрязненными,  $\alpha$ -мезосапробными. В районе г.Балтийска воды загрязненные, близ пос.Нида - умеренно-загрязненные,  $\beta$ -мезосапробные.

## П. АЗОВСКОЕ МОРЯ

Гидрологический режим Азовского моря определяется, в основном, его континентальным положением, речными стоками, составляющими до 12% объема вод моря, и водообменом с Черным морем через Керченский пролив.

Основным источником загрязнения вод Азовского моря является вынос загрязняющих веществ р.Дона и Кубани и сброс сточных вод Эдаковского промышленного комплекса в западной части Таганрогского залива. В собственно Азовское море загрязнения поступают из Таганрогского залива со стоками Кубани через Керченский пролив (промышленные стоки Керченского промышленного комплекса), со сточными водами Бердянского промышленного комплекса, а также в результате сбросов загрязненных вод судами речного и морского флота. В 1978 году кислородный режим обследованных акваторий был относительно благополучен. Концентрация растворенного кислорода в открытой части моря изменялась в пределах 6,30-8,35 мл/л и составляла 89-106% насыщения, в водах Таганрогского залива - 98-110% насыщения (по съемкам апреля, июля и сентября).

Концентрация азота (нитритов) в водах Таганрогского залива изменялась в пределах 0,012-0,015 мкг/л и составляла в среднем 0,08 мкг/л, в устьевой области Дона - 0,05-0,12 мкг/л, в среднем 0,09 мкг/л (наиболее низкое содержание нитратов отмечено в сентябре).

Содержание фосфатов в акватории Таганрогского залива в среднем за год соответствовало 14,7 мкг/л и изменялось в пределах 32-0,05 мкг/л.

По сравнению с 1977 г. уровень загрязненности вод нефтепродуктами в открытой части Азовского моря практически не изменился, в прибрежных водах несколько уменьшился. Концентрации нефтепродуктов в водах открытой части моря в 1978 г. составляли в среднем 0,15-0,25 мг/л, максимальная величина - 1,5 мг/л - отмечена у входа в Бердянский залив (апрель, ст.19). Наиболее низкие концентрации наблюдалась в июне.

Содержание нефтепродуктов в водах Таганрогского залива изменилось в течение года в пределах 0,08-1,8 мг/л составляя в среднем 0,16 мг/л. Наиболее высокий уровень отмечен в районе г. Таганрога и на выходе из залива. По сравнению с 1977 г. среднегодовой уровень загрязнения нефтепродуктами устьевой области р. Дон снизился втрое и составлял 0,19 мг/л.

В мае воды Азовского моря были существенно загрязнены ядохимикатами типа ДДТ и ГХЦГ. Средний уровень загрязнения для всего моря 0,04 мкг/л. Максимальный уровень - 0,3 мкг/л зафиксирован в мае в районе Казантипского залива.

Содержание фенолов в водах устья р.Дон осталось на уровне 1977 г. и составляло в среднем 0,001 мг/л.

#### II.1. Микробиологическая характеристика открытой части моря

Микробиологические наблюдения открытой части Азовского моря выполнялись в декабре 1978 г. сотрудниками гидробиологической группы СО ГОИНа на пяти станциях, расположенных в центральном и восточном районах моря (рис.26).

В состав микробиологических наблюдений вошло определение НВЧ<sup>\*</sup> и распределения сапрофитных и углеводородокисляющих бактерий, установлены индексы их соотношения.

НВЧ сапрофитных бактерий в зимний период изменялась в пределах  $0,7 \cdot 10^6$ - $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл. Пределы изменения концентрации сапрофитов в приповерхностном микрогоризонте ( $3,0 \cdot 10^4$ - $1 \cdot 10^5$  кл/мл) лежали в более узком интервале, чем в придонном слое ( $0,7 \cdot 10^6$ - $0,1 \cdot 10^2$  кл/мл). Максимальное содержание сапрофитов выявлено в придонном слое на ст.23, расположенной в центральной части моря.

Средние значения НВЧ сапрофитов в зимний период составили: в поверхностном слое  $1,9 \cdot 10^2$  кл/мл, в придонном горизонте -  $1,7 \cdot 10^2$  кл/мл.

НВЧ углеводородокисляющей микрофлоры в обследованной акватории моря изменилась в пределах  $0,5 \cdot 10^2$ - $2,2 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем в приповерхностном горизонте моря  $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл, в придонном слое -  $5,5 \cdot 10^2$  кл/мл.

Размах колебаний численности углеводородокисляющей микрофлоры, так же, как и сапрофитов, оказался больше в придонном слое по сравнению с поверхностным горизонтом ( $0,5 \cdot 10^2$ - $2,2 \cdot 10^2$  кл/мл и  $2,0 \cdot 10^2$ - $1,5 \cdot 10^2$  кл/мл соответственно).

Максимальные значения НВЧ выявлены как в поверхностном, так и в придонном горизонтах на ст.23, расположенной в центральной части моря.

Коэффициенты отношения СБ/УБ варьировали в поверхностном слое от 1,5 до 7,0; в придонном - от 1,4 до 11,0, составляя в среднем по обследованным акваториям в придонном горизонте 4,3.

\* Определение проводилось методом глубинного посева, дающим заниженные результаты по сравнению с методом предельных разведений.

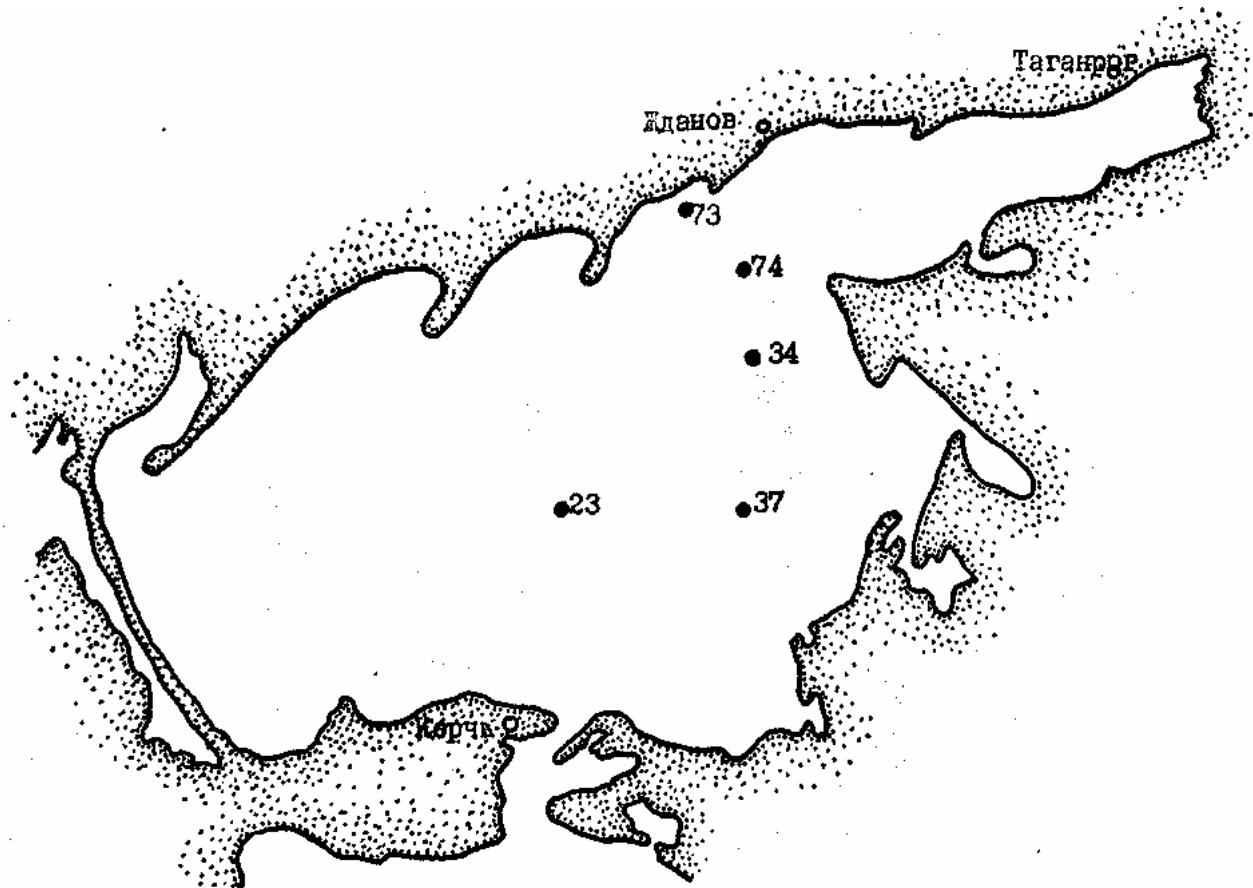


Рис.26. Карта-схема расположения гидробиологических станций в Азовском море.

в поверхностном - 3,7. Это позволяет охарактеризовать состояние микробных ценоэзов в открытой части Азовского моря в зимний период как относительно благополучное.

Данные микробиологического анализа позволяют оценить предварительно состояние вод обследованных акваторий Азовского моря в зимний период, как умеренно-загрязненное,  $\alpha$ -мезосапробное.

## II.2. Фитопланктон Таганрогского залива

Контроль акватории Таганрогского залива по гидробиологическим показателям осуществлялся на девяти станциях в период с апреля по октябрь 1978 г. (рис. 27). В состав наблюдений вошли определение численности, биомассы, видового состава и первичной продукции фитопланктона.

Обследованный район отличался высокой продуктивностью и значительным обилием фитопланктона: число клеток колебалось от 830000 кл/л до 64480000 кл/л, биомасса - от 90 мг/м<sup>3</sup> до 15822 мг/м<sup>3</sup>. Максимальное количество планктонных водорослей было отмечено в июле: в это время на всех станциях, кроме 34, 37 и 7, число клеток превышало 10000000 кл/л, биомасса - 1000 мг/м<sup>3</sup>.

Флора Таганрогского залива была очень разнообразной и состояла из представителей типов *Diatomeae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae* и *Flagellatae*. В течение всего периода наблюдений основной группой в plankтоне были диатомеи, летом и осенью наблюдалось также значительное развитие зеленых, синезеленых и перидиниевых водорослей.

Оценка загрязненности обследованного района проводилась путем вычисления индекса сапробности (ИС) по методу Пантеле и Букка, а также по соотношению интенсивности процессов продукции и деструкции в сочетании с материалами по количеству фитопланктона.

Весной и в начале лета в приусадебной области реки Дон сапробность вод находилась на  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробном уровне ( $2,25 < \text{ИС} < 2,75$ ), а в открытой части Таганрогского залива -  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробном ( $1,25 < \text{ИС} < 1,75$ ).

Летом и осенью во всех пробах значения ИС изменялись от 1,75 до 2,25 и, таким образом, воды Таганрогского залива являлись в целом  $\beta$ -мезосапробными, умеренно загрязненными. Полученные данные по продукции и деструкции органического вещества показывают, что продукция всегда превосходила деструкцию, кроме проб, отобранных в июне на станции 5. Так как в это время количество

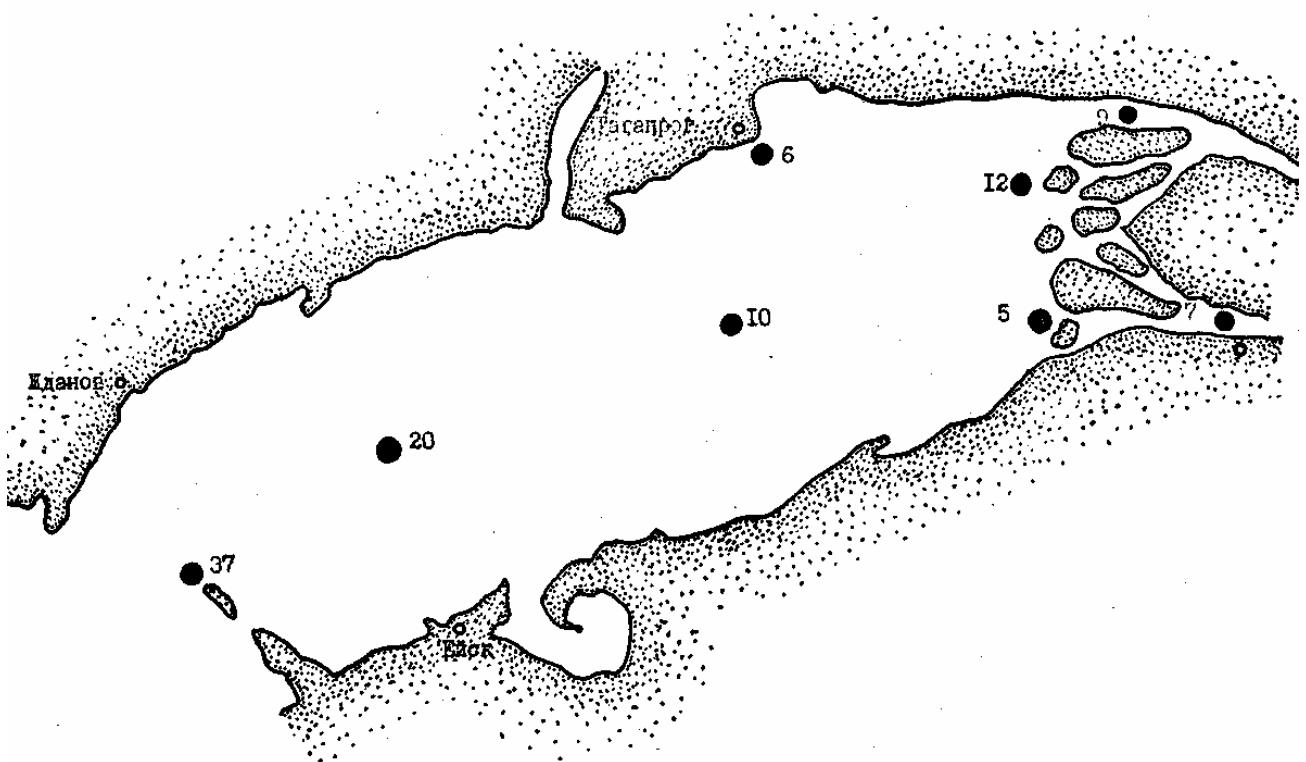


Рис. 27. Карта-схема расположения гидробиологических станций в Таганрогском заливе.

фитопланктона было велико, выявленные продукционные характеристики могут свидетельствовать об антропогенном эвтрофировании района станции 5, расположенной в устьевой зоне р.Дон.

### II.3. Выводы

1. В зимний период обследованные акватории Азовского моря были повсеместно заселены сапропитной и углеводородокисляющей микрофлорой. НВЧ сапропитов составила в среднем: в поверхностных слоях воды  $1,9 \cdot 10^2$  кл/мл, в придонном горизонте -  $1,7 \cdot 10^2$  кл/мл; НВЧ углеводородокисляющих бактерий - соответственно  $6,0 \cdot 10$  и  $5,5 \cdot 10$  кл/мл.

Индексы соотношения СБ/УБ оказались в среднем равны 3,7 (поверхностный слой) и 4,3 (придонный горизонт).

2. Анализ микробиологических данных позволяет дать предварительную оценку состояния вод обследованных акваторий Азовского моря в зимний период и отнести их к умеренно-загрязненным,  $\alpha$ -мезосапробным.

3. Анализ данных по видовому составу и обилию фитопланктона, а также по интенсивности продукционно-деструкционных процессов показал, что воды Таганрогского залива являлись умеренно загрязненными ( $\beta$ -мезосапробными).

## II. ЧЕРНОЕ МОРЕ

Основными источниками загрязнения Черного моря являются сточные воды промышленных, курортных и сельскохозяйственных комплексов, речные стоки (главным образом, р.Дунай) и балластные воды морских судов.

Кислородный режим обследованных в 1978 г. акваторий моря был благополучен. В центральной, южной и восточной областях Черного моря содержание кислорода в поверхностных слоях вод достигало 98-115% насыщения и изменялось от 7,5 до 8,9 мг/л, в западной и северной областях отмечалось 92-100% насыщения вод кислородом. В акватории Севастопольской бухты насыщение вод кислородом достигало 72-106% и колебалось в пределах 4,13-7,95 мл/л. Наиболее низкие значения содержания кислорода отмечены в центральной части Севастопольской бухты и в Южной бухте (май и июль). В районе Севастопольского взморья уровень содержания кислорода был высок в течение всего года - 96-107% насыщения.

По съемкам в феврале-апреле 1978 г. содержание азота (нитритов) в открытых водах Черного моря было в среднем 0,70 мкг/л, более низкое содержание нитритов (0,14-0,08 мкг/л) наблюдалось в южной части моря. В водах Севастопольской бухты содержание нитритов колебалось в пределах 0,008-8,0 мкг/л, наиболее высокий уровень отмечен в январе-апреле. Содержание нитритов в водах взморья было более низким и составляло в среднем - 0,62 мкг/л.

В открытых водах моря содержание фосфатов составляло в феврале 14,6-18,8 мкг/л, более низкие значения отмечены в южной части (5,3 мкг/л). Наиболее высокое содержание фосфатов отмечалось в сентябре и августе.

Кремний присутствовал в открытых водах Черного моря (в феврале) в следующих концентрациях (в среднем): в центральной части - 1350 мкг/л; в восточной - 1850 мкг/л; в северной - 850 мкг/л.

Вся акватория Черного моря (как поверхность, так и глубинные слои) загрязнена нефтепродуктами до уровня 0,15 мг/л. Загрязнение открытых районов неравномерно, наиболее высокие концентрации отмечены в районах подходов к крупным портам. Максимальное содержание нефтепродуктов установлено в 50 милях юго-восточнее Ялты (1,1 мг/л), в восточной части моря (1,0 мг/л) и в Севастопольской бухте - 1,65 мг/л (август и декабрь). Постоянное

присутствие нефтепродуктов способствует их накоплению в донных отложениях прибрежной и шельфовой зоны Черного моря.

Уровень загрязнения открытых вод моря детергентами достигал 0,1 мг/л, особенно, в центральной, восточной и западной частях моря. Наиболее высокие концентрации отмечены в акватории Севастопольской бухты - 0,44 мкг/л.

Содержание пестицидов в открытых водах моря составляло 0,001-0,015 мкг/л. Наиболее высокие концентрации отмечены для районов Кавказа и устья Дуная - 0,021 мкг/л. Загрязненность вод Севастопольской бухты сохранялась на уровне 1976 г. и составляла в среднем 0,02 мкг/л. Содержание ГУЦГ достигало 0,08 мкг/л, ДДТ - 0,04 мкг/л.

### III. Микробиологическая характеристика открытой части моря

Микробиологические наблюдения в открытой части Черного моря выполнялись сотрудниками гидробиологического подразделения Севастопольского отделения ГОИНа в период двух съемок - зимней (с 12 февраля по 3 марта 1978 г.) и летней (со 2 августа по 1 сентября 1978 г.). В зимний период исследования проводились на 29 станциях (рис. 28а), в летний - на 32 станциях (рис. 28б), расположенных в разных районах моря.

В состав микробиологических наблюдений вошло определение НВЧ сапротитных, углеводородокисляющих и пестицидокисляющих бактерий\*, изучение их горизонтального и вертикального распределения и установление индексов соотношения СБ/УБ и СБ/ПБ.

В зимний период НВЧ сапротитной микрофлоры (СБ) по морю в целом изменялась в пределах: в приповерхностном микрогоризонте - от  $0,1 \cdot 10^2$  до  $6,3 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем  $1,4 \cdot 10^2$  кл/мл; в стометровом слое - от  $0,4 \cdot 10^2$  до  $3,5 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем  $5,0 \cdot 10^2$  кл/мл, и в придонном горизонте - от  $0,1 \cdot 10^2$  до  $8,2 \cdot 10^2$  кл/мл (в среднем  $9,1 \cdot 10^2$  кл/мл).

данные, характеризующие распределение сапротитной микрофлоры по обследованным акваториям Черного моря, представлены в табл. 2.

Повышенные средние значения НВЧ сапротитов (сотни клеток в миллилитре воды) обнаружены в поверхностных и придонных водах в прибрежной зоне моря близ южного берега (вдоль побережья Турции),

\* Определение проводилось методом глубинного посева, дающим по сравнению с методом предельных разведений заниженные результаты.

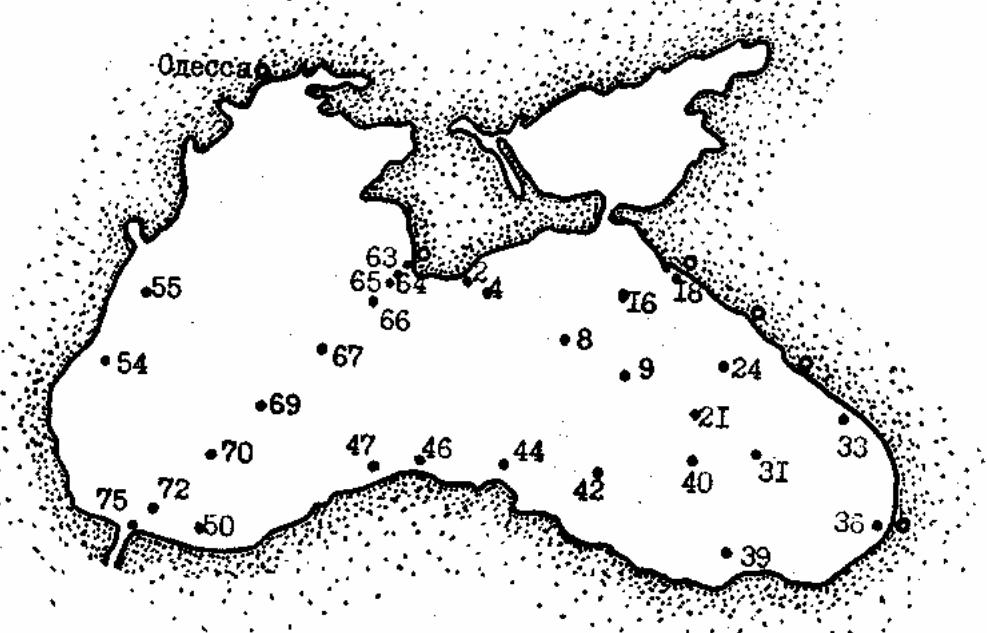


Рис. 28а. Карта-схема расположения гидробиологических станций в Черном море в период с 12.02.78 по 03.03.78

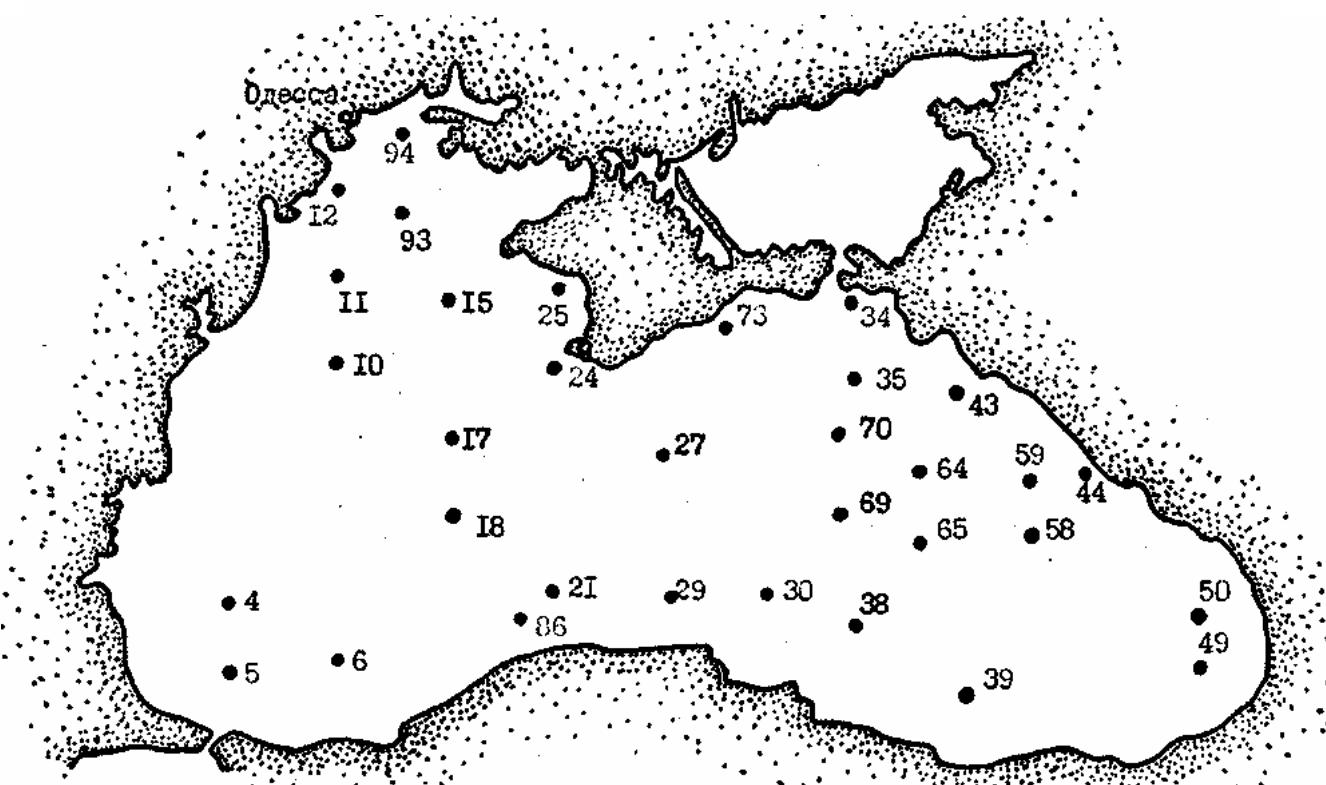


Рис. 28б. Карта-схема расположения гидробиологических станций в Черном море в период с 02.08.78 по 01.09.78

Таблица 2

Значения НВЧ сапроптических (СБ), углеводородокисляющих (УБ), пестицидоокисляющих (ПБ) бактерий и коэффициенты соотношений между ними в обследованных акваториях Черного моря в зимний период (1978 г.)

Обсле- дован- ная ак- ватория (м)	Группы бактерий и их НВЧ (кл/мл)						Коэффициенты отношения									
	СБ			УБ			ПБ			СБ/УБ						
	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.				
Разрез	0	0,1.10 <sup>2</sup>	1,9.10 <sup>2</sup>	6,8.10 <sup>0</sup>	0,2.10 <sup>0</sup>	3,0.10 <sup>2</sup>	7,8.10 <sup>0</sup>	0,1.10 <sup>0</sup>	3,3.10 <sup>2</sup>	1,6.10 <sup>2</sup>	0,5	2,9	1,3	0,3	5,0	1,4
Ялта-	100	0,9.10 <sup>0</sup>	1,4.10 <sup>2</sup>	4,9.10 <sup>0</sup>	0,3.10 <sup>0</sup>	1,2.10 <sup>2</sup>	4,9.10 <sup>0</sup>	0,5.10 <sup>0</sup>	1,1.10 <sup>2</sup>	5,9.10 <sup>0</sup>	1,5	10,0	3,4	1,3	2,3	1,7
Батуми дно	0,1.10 <sup>0</sup>	1,3.10 <sup>2</sup>	6,7.10 <sup>0</sup>	1,0.10 <sup>0</sup>	1,4.10 <sup>2</sup>	3,6.10 <sup>0</sup>	0,5.10 <sup>0</sup>	9,0.10 <sup>0</sup>	2,4.10 <sup>0</sup>	0,4	6,5	1,9	0,2	4,3	1,2	
Разрез	0	8,0.10 <sup>0</sup>	6,3.10 <sup>2</sup>	2,4.10 <sup>2</sup>	1,0.10 <sup>0</sup>	4,4.10 <sup>2</sup>	8,5.10 <sup>0</sup>	3,0.10 <sup>0</sup>	2,7.10 <sup>2</sup>	1,1.10 <sup>2</sup>	0,7	15,8	7,3	0,8	15,8	3,5
Херсо-	100	3,0.10 <sup>0</sup>	3,5.10 <sup>2</sup>	8,8.10 <sup>0</sup>	1,0.10 <sup>0</sup>	5,0.10 <sup>0</sup>	3,1.10 <sup>0</sup>	1,0.10 <sup>0</sup>	2,3.10 <sup>2</sup>	6,8.10 <sup>0</sup>	0,3	7,0	2,7	0,3	3,0	1,5
Босфор дно	0,4.10 <sup>0</sup>	1,0.10 <sup>2</sup>	4,1.10 <sup>0</sup>	0,9.10 <sup>0</sup>	5,0.10 <sup>0</sup>	1,9.10 <sup>0</sup>	0,8.10 <sup>0</sup>	1,0.10 <sup>2</sup>	2,9.10 <sup>0</sup>	0,3	10,0	2,4	0,3	10,0	2,5	
Кавка- зское	0	0,4.10 <sup>0</sup>	5,0.10 <sup>0</sup>	2,0.10 <sup>0</sup>	0,3.10 <sup>0</sup>	2,0.10 <sup>0</sup>	1,4.10 <sup>0</sup>	0,2.10 <sup>0</sup>	2,0.10 <sup>0</sup>	0,7.10 <sup>0</sup>	0,4	6,7	3,2	1,0	10,0	4,1
побе- режье	100	1,0.10 <sup>0</sup>	5,0.10 <sup>0</sup>	3,0.10 <sup>0</sup>	-	5,0.10 <sup>0</sup>	5,0.10 <sup>0</sup>	2,0.10 <sup>0</sup>	2,0.10 <sup>0</sup>	2,0.10 <sup>0</sup>	-	-	1,0	0,5	2,5	1,6
дно	0,3.10 <sup>0</sup>	4,0.10 <sup>0</sup>	2,4.10 <sup>0</sup>	1,0.10 <sup>0</sup>	3,0.10 <sup>0</sup>	2,0.10 <sup>0</sup>	0,2.10 <sup>0</sup>	2,0.10 <sup>0</sup>	1,0.10 <sup>0</sup>	0,3	1,5	1,0	0,3	1,5	0,9	
Южное	0	0,1.10 <sup>0</sup>	2,6.10 <sup>2</sup>	1,1.10 <sup>2</sup>	0,4.10 <sup>0</sup>	5,0.10 <sup>0</sup>	2,3.10 <sup>0</sup>	1,0.10 <sup>0</sup>	1,3.10 <sup>2</sup>	5,6.10 <sup>0</sup>	0,03	55,0	II,6	0,03	I,0	2,9
побе- режье	100	0,4.10 <sup>0</sup>	7,0.10 <sup>0</sup>	3,6.10 <sup>0</sup>	0,2.10 <sup>0</sup>	7,0.10 <sup>0</sup>	2,9.10 <sup>0</sup>	0,1.10 <sup>0</sup>	5,0.10 <sup>0</sup>	2,3.10 <sup>0</sup>	0,7	3,0	I,6	I,0	4,0	I,9
дно	0,2.10 <sup>0</sup>	8,9.10 <sup>2</sup>	3,1.10 <sup>2</sup>	0,5.10 <sup>0</sup>	3,7.10 <sup>2</sup>	1,8.10 <sup>2</sup>	0,5.10 <sup>0</sup>	4,7.10 <sup>2</sup>	2,3.10 <sup>2</sup>	0,4	8,0	3,0	0,3	8,0	2,7	
Анато- лийское	0	1,8.10 <sup>2</sup>	2,8.10 <sup>2</sup>	2,3.10 <sup>2</sup>	7,0.10 <sup>0</sup>	9,0.10 <sup>0</sup>	8,0.10 <sup>0</sup>	1,7.10 <sup>2</sup>	2,5.10 <sup>2</sup>	2,1.10 <sup>2</sup>	2,0	4,0	3,0	I,I	1,3	1,2
побе- режье	дно	0,1.10 <sup>0</sup>	3,0.10 <sup>0</sup>	1,5.10 <sup>0</sup>	0,7.10 <sup>0</sup>	-	0,7.10 <sup>0</sup>	0,7.10 <sup>0</sup>	2,0.10 <sup>0</sup>	1,4.10 <sup>0</sup>	-	-	0,1	0,1	I,5	0,8

а также вдоль Анатолийского побережья и по разрезу Херсонес-Босфор (в поверхностном микроризонте).

НВЧ углеводородокисляющей микрофлоры (УБ) в целом по морю изменилась в пределах  $0,2 \cdot 10^4 - 4,4 \cdot 10^2$  кл/мл (табл. 2), составляя в среднем: в приповерхностном микроризонте  $5,6 \cdot 10^2$  кл/мл, в стометровом слое -  $3,9 \cdot 10^2$  кл/мл и в придонном горизонте -  $5,2 \cdot 10^2$  кл/мл.

Максимальные концентрации (сотни клеток в 1 мл воды) углеводородокисляющей микрофлоры выявлены на разрезе Ялта-Батуми (во всех обследованных горизонтах), а также на разрезе Херсонес-Босфор в приповерхностном микроризонте (ст. 63, 64) и в придонном слое на станциях 39, 44 и 47, расположенных вдоль южного берега моря близ побережья Турции.

Средние значения НВЧ углеводородокисляющих бактерий, выявленные в обследованных участках моря на разных горизонтах, представлены в табл. 2.

Значения НВЧ пестицидоокисляющих бактерий (ПБ) в зимний период в Черном море составили в среднем: в приповерхностном микроризонте  $1,1 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний - от  $0,1 \cdot 10^2$  до  $3,3 \cdot 10^2$  кл/мл), в стометровом слое  $4,2 \cdot 10^2$  кл/мл ( $0,1 \cdot 10^2 - 2,3 \cdot 10^2$  кл/мл) и в придонном горизонте  $6,1 \cdot 10^2$  кл/мл ( $0,2 \cdot 10^4 - 7 \cdot 10^2$  кл/мл).

В обследованных районах моря повышенное содержание пестицидоокисляющих микроорганизмов (сотни клеток в 1 мл воды) выявлено на станциях, расположенных на разрезе Ялта-Батуми (ст. 37, 31, 39), на разрезе Херсонес-Босфор (ст. 75, 72, 67, 62, 63, 64), вдоль Анатолийского побережья (ст. 55, 54), в основном, в поверхностном слое воды и близ побережья Турции (ст. 44, 47, 50) главным образом, в придонном горизонте. Средние значения НВЧ пестицидоокисляющих микроорганизмов по разным горизонтам приведены в табл. 2.

Индексы соотношения СБ/УБ в зимний период изменялись по морю в целом от 0,03 до 55, составляя в среднем: в придонном горизонте 1,6; в стометровом слое 2,1 и на поверхности 5,2. Размах колебаний индексов соотношения СБ/УБ и средние значения их для разных обследованных районов моря в поверхностном, стометровом и придонном горизонтах приведены в табл. 2.

Индексы СБ/УБ в зимний период изменялись по обследованным акваториям в менее широких пределах - от 0,1 до 15,8, составляя

в среднем: в поверхностном слое 2,6; в стометровом горизонте 1,6 и в придонном - также 1,6.

Эти данные свидетельствуют о том, что состояние микробиоценозов в обследованных акваториях Черного моря в зимний период было относительно благоподучным.

Данные микробиологического анализа позволяют охарактеризовать воды обследованных акваторий Черного моря в зимний период, как умеренно-загрязненные,  $\beta$ -мезосапробные.

В летний период НВЧ сапротитной микрофлоры колебалась в обследованных акваториях от 0 до  $4,6 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $6,2 \cdot 10^2$  кл/мл. На станциях, расположенных в юго-западной области моря (близ прол. Босфор), содержание сапротитных бактерий оказалось минимальным по сравнению с другими обследованными акваториями моря и составило в среднем  $1,6 \cdot 10^2$  кл/мл, изменяясь в пределах  $3,5 \cdot 10^2$ - $2,5 \cdot 10^2$  кл/мл. В северо-восточной и восточной области моря (вдоль юго-восточной части Крымского и Кавказского побережья) НВЧ сапротитов в летний период варьировала от  $2,2 \cdot 10^3$  до  $1,9 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $5,1 \cdot 10^2$  кл/мл. Наиболее широкий размах колебаний численности сапротитной микрофлоры -  $0-4,6 \cdot 10^3$  кл/мл - был выявлен в летний период в центральной области Черного моря, но среднее значение НВЧ сапротитов на этой акватории оказалось не очень высоким -  $7,2 \cdot 10^2$  кл/мл. В южной области моря (вдоль побережья Турции) НВЧ сапротитных бактерий изменилась от  $5,4 \cdot 10^3$  до  $2,9 \cdot 10^3$  кл/мл (в среднем  $8,0 \cdot 10^2$  кл/мл). Максимальное содержание сапротитных бактерий в летний период выявлено в сравнительно мелководной, подверженной сильному влиянию стоков рек Дуная и Днепра, северо-западной области моря. Концентрация сапротитных бактерий здесь варьировала в широких пределах  $2,1 \cdot 10^2$ - $4,1 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $9,6 \cdot 10^2$  кл/мл.

Колебания НВЧ углеводородокисляющей микрофлоры в целом по морю лежали в более узких пределах по сравнению с сапротитной микрофлорой: значения НВЧ изменились от 0 до  $2,2 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $1,8 \cdot 10^2$  кл/мл.

В северо-западной мелководной зоне моря была выявлена также максимальная концентрация углеводородокисляющих бактерий ( $2,2 \cdot 10^3$  кл/мл) - в стометровом слое на станции 24, расположенной близ г. Севастополя.

Средние значения НВЧ углеводородокисляющей микрофлоры по обследованным акваториям Черного моря в летний период составили:

в южной области моря близ побережья Турции -  $1,2 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний  $0-2,9 \cdot 10^3$  кл/мл); вдоль восточной части южного побережья Крыма и Кавказского побережья (северо-восточная и восточная прибрежная зона моря) -  $1,6 \cdot 10^2$  кл/мл ( $0,3 \cdot 10-4,5 \cdot 10^2$  кл/мл), в центральной области моря - также  $1,6 \cdot 10^2$  кл/мл ( $0,1 \cdot 10-6,3 \cdot 10^2$  кл/мл). Наименьшее и максимальное средние значения НВЧ углеводородокисляющей микрофлоры выявлены, так же как и сапрофитной, соответственно в юго-западной части моря близ прол.Босфор ( $1,1 \cdot 10^2$  кл/мл, пределы колебаний -  $1,5 \cdot 10-2,5 \cdot 10^2$  кл/мл) и в мелководной северо-западной области моря ( $4,0 \cdot 10^2$  кл/мл;  $0-2,2 \cdot 10^3$  кл/мл).

Пестицидоокисляющая микрофлора в летний период определялась на II станциях из 32, расположенных в разных частях моря. Значения ее варьировали от  $0,3 \cdot 10$  до  $4,3 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя по морю в целом в среднем  $1,3 \cdot 10^2$  кл/мл.

Средние показатели НВЧ пестицидоокисляющих бактерий распределялись по обследованным акваториям моря следующим образом: в северо-западной области -  $7,0 \cdot 10^2$  кл/мл ( $0,3 \cdot 10-1,7 \cdot 10^2$  кл/мл); в центральной области -  $9,0 \cdot 10^2$  кл/мл ( $0,3 \cdot 10-2,4 \cdot 10^2$  кл/мл); в юго-западной -  $1,4 \cdot 10^2$  кл/мл ( $7,3 \cdot 10-2,2 \cdot 10^2$  кл/мл); в прибрежной северо-восточной и восточной -  $1,9 \cdot 10^2$  кл/мл ( $1,5 \cdot 10-4,3 \cdot 10^2$  кл/мл) и в южной части - также  $1,9 \cdot 10^2$  кл/мл ( $0,4 \cdot 10-2,4 \cdot 10^2$  кл/мл).

В вертикальном распределении микроорганизмов всех исследуемых физиологических групп на большинстве станций, расположенных в разных районах моря, прослеживалась закономерность повышения их концентрации с увеличением глубины.

Индексы соотношения СБ/УБ и СБ/ПБ составили в среднем по морю 7,5 и 5,7, изменяясь в пределах 0,3-98,0 и 0,2-78,0 соответственно, что указывает на относительно благополучное состояние бактериальных ценозов открытых акваторий Черного моря в летний период.

Анализ микробиологических данных свидетельствует, что в летний период воды Черного моря были в целом умеренно-загрязненными,  $\alpha$ -мезосапробными. Наименее загрязненными оказались акватории юго-западной части моря (близ пролива Босфор), наибольшее загрязнение по микробиологическим показателям выявлено в мелководной северо-западной части моря, в зоне влияния стока рек Дунай и Днепр.

## Ш.2. Микробиологические показатели Севастопольской бухты

Микробиологические исследования в Севастопольской бухте Черного моря выполнялись сотрудниками гидробиологического подразделения Севастопольского отделения ГОИНа в виде месячных съемок в январе, феврале, мае, июне, июле, сентябре, октябре, ноябре и декабре 1978 г. Наблюдения проводились на пяти станциях, расположенных в разных акваториях бухты. В летнее и осеннеес время исследования выполнялись также на станциях взморья близ входа в бухту (ст.28, 31, 35, рис.29).

В состав микробиологических наблюдений вошло определение НВЧ<sup>\*</sup> и распределения сапропитной, углеводородокисляющей и пестицидоокисляющей микрофлоры. Всего обработано 104 пробы.

В зимнее время в начале года (январь-февраль) НВЧ сапропитной микрофлоры в бухте изменялась: в поверхностном микрогоризонте от  $4,0 \cdot 10^2$  до  $4,0 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $1,4 \cdot 10^3$  кл/мл, в придонном слое - от  $5,0 \cdot 10^2$  до  $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл (в среднем также  $1,4 \cdot 10^3$  кл/мл). НВЧ углеводородокисляющих бактерий варьировала в приповерхностном микрогоризонте от  $1,7 \cdot 10^2$  до  $3,7 \cdot 10^3$  кл/мл (в среднем  $6,7 \cdot 10^2$  кл/мл), в придонном слое пределы колебаний составили  $2,0 \cdot 10^2$ - $5,0 \cdot 10^2$  кл/мл (в среднем  $2,2 \cdot 10^2$  кл/мл).

Средние значения пестицидоокисляющей микрофлоры оказались равными: в поверхностном микрослое  $2,5 \cdot 10^2$  кл/мл ( $1,4 \cdot 10^2$ - $4,0 \cdot 10^2$  кл/мл), в придонном -  $1,6 \cdot 10^2$  кл/мл ( $1,5 \cdot 10^2$ - $3,0 \cdot 10^2$  кл/мл). Средние величины индексов соотношения СБ/УБ и СБ/ПБ составили соответственно 3,7 и 4,7 в приповерхностном горизонте, 7,4 и 8,0 - в придонном слое.

Данные микробиологического анализа указывают на загрязненное,  $\alpha$ -мезосапробное состояние вод Севастопольской бухты в зимний период. Состояния микробоценозов - относительно благополучное.

Весной (май) уровень загрязнения вод бухты, определенный по микробиологическим показателям, существенно не изменился. Средние величины НВЧ сапропитов оказались равны  $7,0 \cdot 10^2$  кл/мл в приповерхностном микрогоризонте (пределы колебаний -  $1,0 \cdot 10^2$ - $2,0 \cdot 10^3$  кл/мл) и  $5,2 \cdot 10^2$  кл/мл в придонном слое ( $2,0 \cdot 10^2$ - $1,6 \cdot 10^3$  кл/мл); НВЧ углеводородокисляющей микрофлоры в поверхностном слое варьиро-

\* Определение выполнялось методом глубинного посева, дающим заниженные результаты по сравнению с методом предельных разведений.



Рис. 29. Карта-схема расположения гидробиологических станций в Севастопольской бухте и на взморье в 1978 году.

вала от  $4,0 \cdot 10^2$  кл/мл, в придонном - от  $1,0 \cdot 10^2$  до  $4,0 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем соответственно  $2,4 \cdot 10^2$  и  $2,2 \cdot 10^2$  кл/мл; НВЧ пестицидоокисляющей - от  $2,0 \cdot 10^2$  до  $5,0 \cdot 10^2$  кл/мл (в среднем  $3,4 \cdot 10^2$  кл/мл) и  $7,0 \cdot 10^{-4} \cdot 0,10^2$  кл/мл (в среднем  $2,5 \cdot 10^2$  кл/мл).

В летнее время (июнь-июль) содержание сапрофитов на обследованных акваториях бухты и взморья (ст.28) изменялось от  $1,0 \cdot 10^2$  до  $5,0 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $1,3 \cdot 10^3$  кл/мл в приповерхностном микрогоризонте и  $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл в придонной слое. Концентрация углеводородокисляющей и пестицидоокисляющей микрофлоры оставалась практически на том же уровне, что и весной. НВЧ углеводородокисляющих бактерий варьировала в приповерхностном микрогоризонте в пределах  $5,0 \cdot 10^{-1} \cdot 7 \cdot 10^3$  кл/мл (в среднем  $2,6 \cdot 10^2$  кл/мл), в придонном -  $4,0 \cdot 10^{-1} \cdot 6 \cdot 10^3$  кл/мл (в среднем  $2,4 \cdot 10^2$  кл/мл). НВЧ пестицидоокисляющих микроорганизмов составила в среднем для поверхностного микрослоя  $1,9 \cdot 10^2$  кл/мл ( $9,0 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^2$  кл/мл), для придонного горизонта -  $1,3 \cdot 10^2$  кл/мл ( $3,0 \cdot 10^{-2} \cdot 0 \cdot 10^2$  кл/мл). Индексы соотношения СБ/УБ и СБ/ПБ в подавляющем большинстве оказались больше единицы, изменившись в пределах 0,8-31,3 (СБ/УБ) и 1,3-17,1 (СБ/ПБ) и составили в среднем соответственно 8,4 и 5,1.

Эти данные свидетельствуют об относительно благополучном состоянии микробиоценозов Севастопольской бухты в летнее время и указывают на загрязненное,  $\alpha$ -мезосапробное состояние вод бухты.

В осенний период (сентябрь-ноябрь) вертикальное распределение микроорганизмов разных физиологических групп по обследованным акваториям Севастопольской бухты и взморья было также довольно равномерным.

Средние значения НВЧ сапрофитной, углеводородокисляющей и пестицидоокисляющей микрофлоры в приповерхностном микрогоризонте окаались равны  $8,4 \cdot 10^2$  кл/мл,  $1,8 \cdot 10^2$  кл/мл и  $1,3 \cdot 10^2$  кл/мл, в придонном слое -  $4,1 \cdot 10^2$  кл/мл,  $1,2 \cdot 10^2$  кл/мл и  $1,0 \cdot 10^2$  кл/мл соответственно.

Индексы соотношения СБ/УБ изменились в приповерхностном микрогоризонте от 1,1 до 7,6, составляя в среднем 3,6; СБ/ПБ - от 0,6 до 31,0 (в среднем 5,6); в придонном слое значения их оказались соответственно равными 8,7 (0,7-54,3) и 6,3 (0,5-31,0).

Данные микробиологического анализа свидетельствуют об относительно благополучном состоянии микробиоценозов Севастопольской бухты в осенний период. Воды бухты попрежнему относились к загрязненному,  $\alpha$ -мезосапробному типу.

В декабре НВЧ сапрофитов варьировала в пределах  $5,0 \cdot 10^{-5} - 5,0 \cdot 10^2$  кл/мл (поверхностный слой) и  $9,0 \cdot 10^{-3} - 3,0 \cdot 10^2$  кл/мл (придонный горизонт), составляя в среднем  $2,3 \cdot 10^2$  и  $1,8 \cdot 10^2$  кл/мл соответственно. Концентрация углеводородокисляющих бактерий в поверхностном микрослое оказалась равной в средней  $2,1 \cdot 10^2$  кл/мл ( $5,0 \cdot 10^{-4} - 0,1 \cdot 10^2$  кл/мл), в придонном горизонте -  $2,7 \cdot 10^2$  кл/мл ( $7,0 \cdot 10^{-5} - 0,1 \cdot 10^2$  кл/мл). НВЧ пестицидоокисляющей микрофлоры в зимний период варьировала в пределах: в приповерхностном горизонте  $8,0 \cdot 10^{-3} - 3,0 \cdot 10^2$  (в среднем  $1,5 \cdot 10^2$  кл/мл), в придонном слое -  $1,0 \cdot 10^{-2} - 2,0 \cdot 10^2$  кл/мл ( $7,2 \cdot 10$  кл/мл).

Индексы соотношения СБ/УБ изменялись от 0,6 до 2,5, составляя в среднем 1,5; индексы СБ/ПБ - от 2,9 до 4,0 (в среднем 4,1).

Анализ микробиологических данных свидетельствует о том, что воды Севастопольской бухты в течение всех периодов наблюдений были загрязненными,  $\alpha$ -мезосапробными. Состояние микробиоценозов - относительно благополучное.

### II.3. Выводы

1. Все обследованные акватории открытых вод Черного моря оказались в значительной степени заселены сапрофитной, углеводородокисляющей и пестицидоокисляющей микрофлорой. В зимний период средние значения НВЧ микрофлоры в целом по морю составили: сапрофитной -  $9,3 \cdot 10$  кл/мл, углеводородокисляющей -  $4,9 \cdot 10$  кл/мл и пестицидоокисляющей -  $7,1 \cdot 10$  кл/мл, в летнее время они оказались выше и составили соответственно  $6,2 \cdot 10^2$  кл/мл,  $1,8 \cdot 10^2$  кл/мл и  $1,3 \cdot 10^2$  кл/мл.

2. Индексы соотношения сапрофитной и индикаторной микрофлоры во всех обследованных акваториях Черного моря как в зимний, так и в летний периоды оказались, в основном, больше единицы и в среднем по морю составили: СБ/УБ зимой 2,9, летом 7,5; СБ/ПБ зимой 1,9, летом 5,7. Это свидетельствует об относительно благополучном состоянии микробиоценозов открытых вод Черного моря.

3. Анализ микробиологических данных позволяет охарактеризовать открытые воды Черного моря в целом, как умеренно-загрязненные, в зимний период -  $\beta$ -мезосапробные, летом -  $\alpha$ -мезосапробные.

4. Микробиологические наблюдения, выполненные в Севастопольской бухте и прилегающем районе взморья, позволяют охарактеризовать обследованные акватории как хронически загрязненные и грязные, воды бухты в течение всего года относились к  $\alpha$ -мезосапробному типу. Состояние микробиоценоза относительно благополучное.

## IV. БАРЕНЦЕВО МОРЬ

### IV.I. Биологическая характеристика открытой части моря

Загрязнение открытых вод Баренцева моря происходит под влиянием материковых стоков, атлантических течений, в основном, Нордкапского, а также в результате сбросов с судов и во-дообмена с наиболее загрязненными губами и заливами. В этом отношении открытая часть Баренцева моря подвергается наиболее интенсивному загрязнению через Кольский залив, куда сбрасываются без очистки хозяйственно-бытовые сточные воды гг. Мурманска, Полярного, Североморска, Колы и целого ряда поселков, промстоки рибокомбината, судоремонтных и других заводов, расположенных в гг. Мурманск и Коле, а также судоремонтных заводов Северного Флота.

Воды открытой части моря загрязнены нефтепродуктами, фенолами, дегтергентами, аммонийным азотом и хлорорганическими пестицидами.

Гидробиологический контроль за уровнем загрязнения прибрежных акваторий (Кольский залив, Печенгская губа, Териберская губа, Мотовский залив) и открытых вод Баренцева моря (западная часть) проводился сотрудниками гидробиологической лаборатории Мурманского УГМС, сотрудниками лаборатории гидробиологии Архангельской ГМО Северного УГМС, обследовались Печорская губа и восточная часть Баренцева моря.

#### IV.I.I. Микробиологические показатели

Микробиологические исследования открытых вод Баренцева моря выполнялись сотрудниками Мурманского УГМС в западной его части в конце мая-начале июня на 6 станциях, расположенных на разрезах: Ш-м Нордкап - о. Медвежий (ст. 2, 4, II); У1 - по Кольскому меридиану (ст. 1, 6, 14) и УШ - от о. Харлов в направлении 18<sup>0</sup> (ст. 1, 9 (рис. 30).

В комплекс микробиологических исследований вошло определение наиболее вероятной численности (НВЧ) и распределения сапроптической, нефтеокисляющей и ксилолокисляющей микрофлоры.

В восточной части моря микробиологические наблюдения были выполнены в сентябре сотрудниками Северного УГМС на трех станциях, расположенных на разрезе ХХХУП - от мыса Канин Нос к северу.

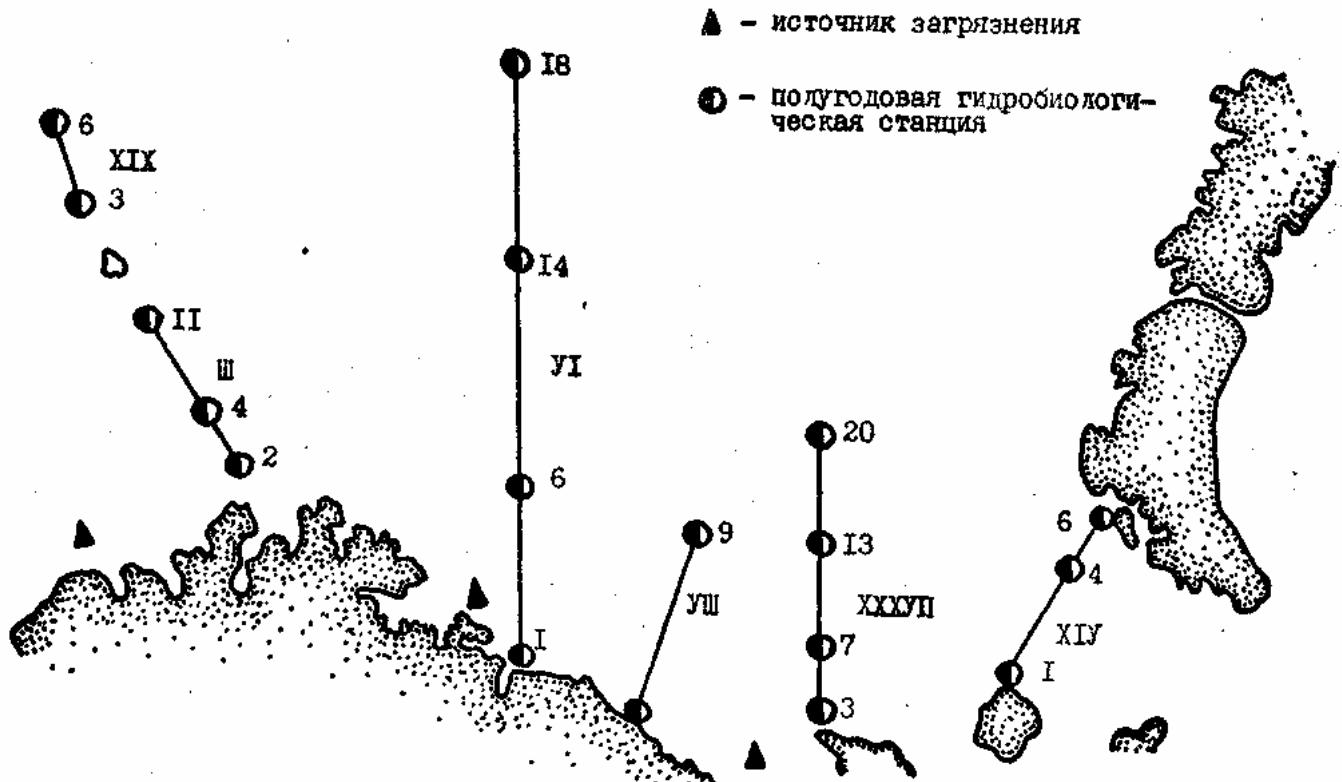


Рис. 30. Карта-схема расположения гидробиологических станций в открытой части Баренцева моря.

В комплекс микробиологических наблюдений вошло определение общей численности и биомассы микроорганизмов, НВЧ сапропитной, нефтеокисляющей и фенолокисляющей микрофлоры. Определялась также величина бактериальной продукции и деструкции.

В весенне-летний период (конец мая - начало июня) распределение индикаторной микрофлоры по обследованным акваториям Баренцева моря (западная часть) имело локальный характер. Сапропитная и нефтеокисляющая микрофлора выявлены, в основном, только на станциях, расположенных в прибрежной зоне моря. По мере удаления от берега в открытые центральные районы моря НВЧ сапропитов и нефтеокисляющих бактерий постепенно понижалась до полного исчезновения. Ксилолокисляющая микрофлора в весенний период отсутствовала как в открытых, так и в прибрежных районах моря.

НВЧ сапропитных бактерий в прибрежной части моря варьировалась в пределах  $0-2,5 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем десятки клеток в 1 мл воды. Максимальное значение НВЧ сапропитов -  $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл - было выявлено лишь в приповерхностном микророгизонте станции 2 на разрезе м.Нордкап - о.Медвежий, расположенной близ берега.

НВЧ нефтеокисляющих бактерий в прибрежной зоне моря в весенне-летний период изменялась от 0 до  $2,5 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в основном, единицы-десятки клеток в 1 мл воды. В целом, необходимо отметить, что распространение нефтеокисляющей микрофлоры имело гораздо менее выраженный характер, чем сапропитной. Лишь на прибрежных станциях 2 (разрез м.Нордкап - о.Медвежий) и I (разрез от о.Харлов в направлении  $18^{\circ}$ ) нефтеокисляющая микрофлора выявлена на большинстве обследованных горизонтов. На остальных прибрежных станциях нефтеокисляющая микрофлора была обнаружена только в приповерхностном микророгизонте моря.

Максимальная НВЧ нефтеокисляющих бактерий так же, как и сапропитных, установлена на ст.2 разреза м.Нордкап - о.Медвежий.

В сентябре в восточной части моря общая численность бактерий изменялась в пределах  $1,8 \cdot 10^4$  кл/мл -  $7,4 \cdot 10^4$  кл/мл, составляя в среднем  $4,3 \cdot 10^4$  кл/мл. Вертикальное распределение общей численности микроорганизмов было неоднородным, в поверхностных слоях воды (0,5 м) концентрация бактерий была выше, чем в придонных горизонтах. Максимальное значение общей численности бактерий выявлено в поверхностном слое на ст.20, наиболее удаленной от берега; минимальная общая численность микроорганизмов была зафиксирована в этом же районе в придонном слое.

Биомасса микроорганизмов была низкой и изменялась в интервале 0,0015-0,0065 мг/л, составляя в среднем 0,0034 мг/л.

НВЧ сапротитной микрофлоры колебалась в пределах от  $3,6 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем  $3,6 \cdot 10^2$  кл/мл. Наибольшая НВЧ сапротитов -  $5,6 \cdot 10^2$ - $5,9 \cdot 10^2$  кл/мл - была выявлена на ст.13, расположенной вдали от берега в средине разреза.

Вертикальное распределение сапротитов по обследованным акваториям было довольно равномерным.

НВЧ нефтеокисляющих бактерий варьировала от  $1,2 \cdot 10^2$  кл/мл до  $6,4 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем  $2,8 \cdot 10^2$  кл/мл.

Во всех обследованных акваториях юго-восточной части Баренцева моря в сентябре была также выявлена фенолокисляющая микрофлора. НВЧ ее изменялась от  $1,2 \cdot 10^3$  кл/мл до  $1,8 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $6,4 \cdot 10^2$  кл/мл. В ряде случаев НВЧ фенолокисляющей микрофлоры в обследованных акваториях Баренцева моря оказалась выше, чем НВЧ сапротитов.

Максимальные концентрации фенолокисляющих бактерий были выявлены в поверхностном горизонте на ст.13 и 20, расположенных вдали от берега.

Разнообразие индикаторных бактерий, определенных по морфологическим признакам выросших колоний, оказалось незначительным: среди сапротитов было выявлено 1-3 вида разнообразных колоний, нефтеокисляющие бактерии были представлены 1-2 видами колоний, колонии фенолокисляющих бактерий были однородными.

Индексы соотношений общей численности микроорганизмов и сапротитной микрофлоры изменились от 52 до 500, сапротитных и нефтеокисляющих бактерий от 0,4 до 16, что указывает на относительно благоподобное состояние микробиоценозов.

Величина бактериальной деструкции составила 0,19 мгО<sub>2</sub>/л при 3-х суточной инкубации, бактериальная продукция за то же время оказалась равной 0,015 мг С/л.

#### IV.1.2. Фитопланктон

Фитопланктон открытой части Баренцева моря отбирали на 20 станциях на разрезах ІІ, ІІІ, ІV, в конце мая-начале июня. В сентябре наблюдения были проведены на трех станциях ХАХУп разреза (восточная часть моря). В состав определяемых показателей входили численность, биомасса и видовая принадлежность фитопланктона.

В мае-июне в обследованном районе были найдены 15 видов водорослей, принадлежащих к трем отделам: Bacillariophyta - 12 видов, Chrysophyta - 2 вида и Ruggiophyta - 2 вида. В планктоне везде доминировали представители Bacillario-phyta и Chrysophyta.

Численность фитопланктона в это время была высокой: 901000-1361000 кл/л, кроме станции 4 ю разреза (211000 кл/л), станции 9 ю разреза (560000 кл/л), станций 13, 14 ю разреза и 7,8 ю разреза (671000-901000 кл/л). Массовыми видами оказались: *Phaeocystis pouchtii*, *Thallasiosira decipiens*, *Chaetoceros filiformis*, однако ввиду небольшого объема клеток они не оказывают существенного влияния на биомассу планктона.

Биомасса фитопланктона на большей части района работ была бедной: 0,085-0,11 мг/л. Более высокая биомасса фитопланктона обнаружена на станциях: 7 ю разреза и 7 ю разреза - 0,11-0,185 мг/л, 10 ю разреза - 0,228 мг/л, 4 ю разреза и 6 ю разреза - 0,3-0,408 мг/л.

Приведенные материалы свидетельствуют о том, что в открытых водах восточной части Баренцева моря не наблюдаются изменения фитоценоза, которые могли бы быть вызваны действием загрязняющих веществ.

В сентябре в районе работ (западная часть моря) фитопланктон практически отсутствовал; единично встречались: *Ceratium longipes*, *Peridinium depressum*, *Nitzschia seriata*.

Низкий уровень вегетации типичен для сообщества планкtonных водорослей в этот период года.

#### IV.1.3. Зоопланктон

Обработка проб зоопланктона, собранных на 7-ми станциях в открытых водах западной части Баренцева моря в мае-июне 1978 г., свидетельствует об относительной бедности зооценоза в этот период. Всего обнаружено 24 вида планктонных животных. Распределение видов по обследованной акватории довольно однородно.

Общая численность зоопланктона колебалась в пределах 350-11074 экз/м<sup>3</sup>, биомасса в пределах 49-238 мг/м<sup>3</sup>.

Основу численности составляли мелкие виды *Orthona similis* и *Fritillaria borealis*, а большую часть биомассы - крупные виды, как *Calanus finmarchicus*, *Eukrohnia hamata*,

*Beroë cucumis*.

Доминирующей группой в зоопланктоне на всей исследованной акватории являлись веслоногие раки; их относительная численность колебалась в пределах от 24,2 до 100% (от общей численности). Второй по значению группой зоопланктеров были Appendicularia.

Съемка в восточной части Баренцева моря, проведенная в сентябре гидробиологами Северного УГМС, показала, что в основе зооценов были циклониды *Oithona similis*, гарпактикоиды *Balithalestris croni* и коловратки *Trichocerca longisetata*. Личиночные стадии копепод составляли довольно высокий процент (20-30%) на всей обследованной акватории. Численность зоопланктеров колебалась от 3 до 5 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса - от 6 до 13 мг/м<sup>3</sup>.

Значительный процент личиночных стадий зоопланктеров и довольно высокие величины численности и биомассы свидетельствуют о сравнительно благоподучном состоянии зоопланктона в открытых водах Баренцева моря.

#### IV.1.4. Бентос

Исследования состояния зообентоса в открытой части Баренцева моря были выполнены в июне на разрезах ІІ (пять станций, глубины 65-440 м), ІІІ (11 станций, глубины 220-300 метров) и ІІІІ (пять станций, глубины 230-355 м, на станции І - 75 метров) (рис.30). Рельеф дна и грунты обследованных станций значительно различались, преобладали или и песчанистые или.

На разрезе ІІ контролировали станции 2, 4, 6, 11 и 12. Минимальная численность зообентоса отмечена на станциях 4 и 6 (100 и 130 экз./м<sup>2</sup>) при биомассе 37 и 62 г/м<sup>2</sup> соответственно. Зообентос наиболее разнообразен и многочисленен на прибрежной ст. 2 (15 видов, 580 экз./м<sup>2</sup> и 1877,8 г/м<sup>2</sup>) и на наиболее удаленной станции 12 (13 видов, 380 экз./м<sup>2</sup> и 701 г/м<sup>2</sup>). Наиболее многочисленными были саркодовые (ст.2) и мшанки (ст.12).

На разрезе ІІІ (станции 4-14 и 14а) наиболее многочисленным было донное население станций 10 и 11 - 130 экз./м<sup>2</sup>. Биомасса зообентоса на этих станциях составляла 2 и 57 г/м<sup>2</sup>. На прибрежных станциях 1 и 6 плотность донного населения составляла 250 и 300 экз./м<sup>2</sup>, наиболее удаленную станцию 14 населяло 14 видов животных общей численностью 610 экз./м<sup>2</sup> и биомассой 154 г/м<sup>2</sup>.

На разрезе УШ (станции 1, 7, 8, 9, 10) минимальная численность зообентоса отмечена на прибрежной станции 1 ( $70 \text{ экз}/\text{м}^2$  при биомассе  $6 \text{ г}/\text{м}^2$ ) и на станции 8, наибольшая - на станции 7 и 9, где донное население состояло из 16 и 12 видов животных.

Для всех трех разрезов характерно некоторое уменьшение общей численности и биомассы бентоса в центральных районах Баренцева моря. Пределы колебаний численности и биомассы зообентоса в целом по разрезам составляли : на II разрезе  $110-380 \text{ экз}/\text{м}^2$  и  $37-702 \text{ г}/\text{м}^2$ , на VI разрезе -  $40-610 \text{ экз}/\text{м}^2$  и  $2-160 \text{ г}/\text{м}^2$ ; на УШ разрезе  $70-460 \text{ экз}/\text{м}^2$  и  $6-247 \text{ г}/\text{м}^2$ .

Качественный и количественный состав бентофауны открытой части Баренцева моря значительно богаче и разнообразнее, чем в губах и заливах Кольского побережья.

В составе донной фауны присутствуют животные, характерные для чистых, открытых вод моря.

Результаты наблюдений за бентофауной позволяют оценить состояние придонных вод донных отложений открытой части Баренцева моря как относительно чистое, состояние биоценозов - удовлетворительное. Наименее благоприятные условия отмечены на ст. I разреза УШ.

#### IU.I.5. Выводы

1. Общая численность бактерий в восточной части моря изменилась в сентябре от  $1,8 \cdot 10^4$  до  $7,4 \cdot 10^4 \text{ кл}/\text{мл}$ , составляя в среднем  $4,3 \cdot 10^4 \text{ кл}/\text{мл}$ . Биомасса микрофлоры была низкой и составила в среднем  $0,0034 \text{ мг}/\text{л}$ . Эти данные показывают, что открытые воды Баренцева моря относятся к олиготрофному типу.

2. В весенне-летний период распределение индикаторной микрофлоры в западной части моря имело локальный характер: она была выявлена только в прибрежных районах. НВЧ как сапропитной, так и нефтеокисляющей микрофлоры была, в основном, невысокой - единицы - десятки клеток в 1 мл воды.

В осенний период восточная часть моря оказалась в значительной степени заселенной сапропитной, нефтеокисляющей и фенолокисляющей микрофлорой. Средние значения НВЧ всех определенных физиологических групп микроорганизмов оказались равны сотням клеток в 1 мл воды (сапропитов -  $3,6 \cdot 10^2 \text{ кл}/\text{мл}$ ; нефтеокисляющих -  $2,8 \cdot 10^2 \text{ кл}/\text{мл}$ , фенолокисляющих -  $6,4 \cdot 10^2 \text{ кл}/\text{мл}$ ).

3. Анализ микробиологических данных позволяет охарактеризовать воды западной части Баренцева моря в весенне-летний период в целом как чистые, олигосапробные; приповерхностный микророгоризонт прибрежной зоны - умеренно-загрязненный,  $\beta$ -мезосапробный.

Воды восточной части моря в осенний период были умеренно-загрязненными,  $\beta$ -мезосапробными (придонный слой) и  $\alpha$ -мезосапробными (поверхностный горизонт).

4. По использованным показателям фитопланктона загрязнение открытых вод Баренцева моря не прослеживается - изменений фитоценоза, которые могли быть вызваны загрязнением, выявлено не было.

5. Значительный процент личиночных стадий зоопланктеров и довольно высокие величины численности и биомассы свидетельствуют о сравнительно благополучном состоянии зоопланктона в открытых водах Баренцева моря.

6. Результаты наблюдений за бентофауной позволяют оценить состояние придонных вод и донных отложений открытой части Баренцева моря как относительно чистое, состояние биоценозов - удовлетворительное. Наименее благоприятные условия отмечены на ст. I разреза УШ.

#### IV.2. Биологическая характеристика Кольского залива

Согласно результатам гидрохимических наблюдений содержание аммонийного азота в Кольском заливе в течение 1978 г. колебалось от 0,001 до 0,529 мг/л.

Максимальная концентрация аммонийного азота (0,529 мг/л) наблюдалась в августе так же, как и в 1977 г., вблизи г. Мурманска (придонный слой). Вертикальное распределение аммонийного азота в водной толще залива было неравномерным. Наиболее загрязненным в целом был поверхностный слой, где средняя концентрация достигала 0,058 мг/л.

Концентрация нефтяных углеводородов в заливе в 1978 г. в среднем составила 0,24 мг/л. Максимум (6,00 мг/л), превышающий ПДК в 120 раз, был выявлен вблизи г. Полярный. Вертикальное распределение нефтяных углеводородов было неравномерным — наиболее загрязненным оказался поверхностный слой, где средняя концентрация нефтепродуктов составила 0,46 мг/л.

Содержание фенолов в заливе в среднем за год составило 0,009 мг/л, что на 0,002 мг/л превысило средние значения, полученные в 1977 г.

Концентрация дeterгентов (СПАВ) в водах Кольского залива в среднем составила 0,04 мг/л. Максимум (0,43 мг/л), выявленный в декабре вблизи г. Полярный, в 4 раза превышал ПДК. Вертикальное распределение дeterгентов в водной толще залива было сравнительно равномерным.

Концентрация взвешенных веществ в среднем за год по заливу составила 2,1 мг/л. Наиболее загрязненным было южное колено залива, где в октябре в придонном слое было выявлено максимальное количество взвешенных веществ — 572 мг/л.

Средняя концентрация АДТ по заливу составила 0,176 мкг/л.

В целом, можно отметить, что загрязненность Кольского залива по сравнению с предыдущим годом практически не изменилась.

##### IV.2.1. Микробиологические показатели

Микробиологические наблюдения в Кольском заливе выполнялись на 9 станциях, расположенных в разных частях залива (рис. 32). На водострую "Мурманск" проводились ежемесячные исследования, на остальных станциях работы были выполнены в феврале, апреле, июле и октябре.

В комплекс микробиологических наблюдений вошло определение общей численности бактерий, установление НВЧ и распределения сапротитной, углеводородокисляющей (нефтеокисляющей) и ксилолокисляющей микрофлоры, а также коэффициентов их соотношения. Всего обработано 34 пробы по определению общей численности бактерий и 113 проб по определению параметров индикаторной микрофлоры.

Систематические ежемесячные наблюдения на водостру "Мурманск" позволили выявить определенные закономерности в распределении микрофлоры, характеризующие состояние вод залива.

Общая численность микроорганизмов (определялась ежемесячно с июня по декабрь) колебалась в пределах 0,56-9,30 млн кл/мл. В приповерхностном микрогоризонте во все периоды наблюдений общая численность микрофлоры оказалась на 2-3 млн кл/мл выше, чем в придонном слое. Средняя величина общей численности бактерий для приповерхностного микрогоризонта была равной 6,1 млн кл/мл, для придонного слоя - 2,7 млн кл/мл. Максимальные величины общей численности бактерий были характерны для лета, минимальные были выявлены, в основном, в октябре-ноябре.

Распределение сапротитной микрофлоры по обследованным горизонтам на в/п "Мурманск" было довольно равномерным в течение всего года. Концентрация их изменялась в пределах  $5,10^2$ - $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем за год  $2,5 \cdot 10^4$  кл/мл. Максимальное содержание сапротитных бактерий было обнаружено, в основном, в летний период (рис. ЗI).

Нефтеокисляющая микрофлора была также обнаружена на всех обследованных горизонтах в течение всего года. Распределение их было довольно равномерным, концентрация изменялась от  $0,6 \cdot 10^4$  кл/мл (октябрь) до  $6,0 \cdot 10^4$  кл/мл (май-июнь) (рис. ЗI). В среднем за год наиболее вероятная численность нефтеокисляющих бактерий на в/п "Мурманск" составила  $1,1 \cdot 10^4$  кл/мл.

Ксилолокисляющая микрофлора была обнаружена на в/п "Мурманск" в феврале, мае, июне, июле, сентябре и декабре, причем численность ее была низкой - в основном,  $0,6 \cdot 10^2$ - $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл. Максимальная концентрация -  $6,0 \cdot 10^3$  кл/мл - выявлена в июле в придонном слое (рис. ЗI).

Коэффициенты отношения НВЧ сапротитных бактерий и углеводородокисляющей микрофлоры колебались, в основном, в пределах 1-10, и лишь в октябре увеличивались до 100. Это указывает на

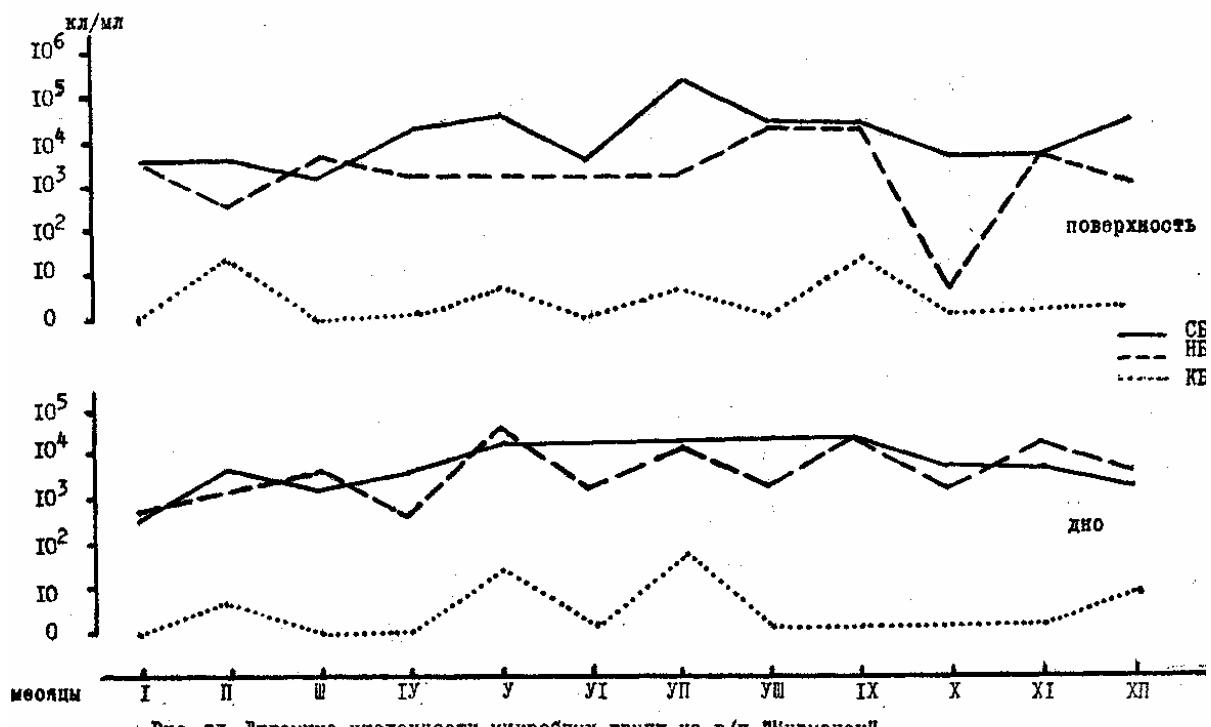


Рис. ЗІ. Динамика численности микробных групп на в/п "Мурманск"

нарушение естественного состояния микробиоценозов под влиянием хронического загрязнения.

Данные ежемесячного микробиологического контроля свидетельствуют о том, что воды Кольского залива у г.Мурманска на протяжении всего года были загрязненными,  $\alpha$ -мезосапробными.

В феврале НВЧ сапрофитных микроорганизмов по горизонтам всей обследованной акватории залива изменялась в пределах  $0-2,5 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $8,6 \cdot 10^2$  кл/мл. Максимальные величины НВЧ были выявлены на станциях 3 и 6а, расположенных вблизи г.Мурманска, минимальные - на ст.-16б, расположенной при выходе из залива (рис. 32).

Нефтеокисляющая микрофлора обнаружена практически во всех обследованных районах за исключением придонного горизонта на станции 16б (рис. 32). НВЧ ее варьировала от 0 до  $6,0 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $1,2 \cdot 10^3$  кл/мл.

Ксилолокисляющие бактерии в феврале были выявлены лишь в районе близ г.Мурманск (ст.6а). НВЧ этих форм была невысокой и составила единицы клеток в 1 мл воды.

Коэффициенты отношения сапрофитной и углеводородокисляющей микрофлоры изменились от 0,1 до 42, составляя в среднем по заливу 6, что указывает на неблагоподучное состояние микробиоценозов.

Данные микробиологического анализа позволяют охарактеризовать воды Кольского залива в феврале, в основном, как загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные, и лишь в поверхностном слое в устье залива (ст.16б) - умеренно-загрязненные,  $\beta$ -мезосапробные (придонный слой - чистые, олигосапробные).

В апреле НВЧ сапрофитных бактерий резко увеличилась. Она изменилась в пределах  $0,6 \cdot 10^2-2,5 \cdot 10^6$  кл/мл, составляя в среднем  $3,5 \cdot 10^5$  кл/мл. В приповерхностном микрогоризонте концентрация сапрофитов была на 1-2 порядка величин выше, чем в слоях водной толщи (рис. 32).

Нефтеокисляющая микрофлора была выявлена во всей толще вод обследованных акваторий залива. НВЧ ее также возросла и варьировала от  $0,6 \cdot 10^2$  до  $2,5 \cdot 10^6$  кл/мл, составляя в среднем  $1,3 \cdot 10^5$  кл/мл. В приповерхностном микрогоризонте содержание нефтеокисляющих бактерий, так же, как и сапрофитов, было выше, чем в водной толще. Максимальные величины НВЧ нефтеокисляющих

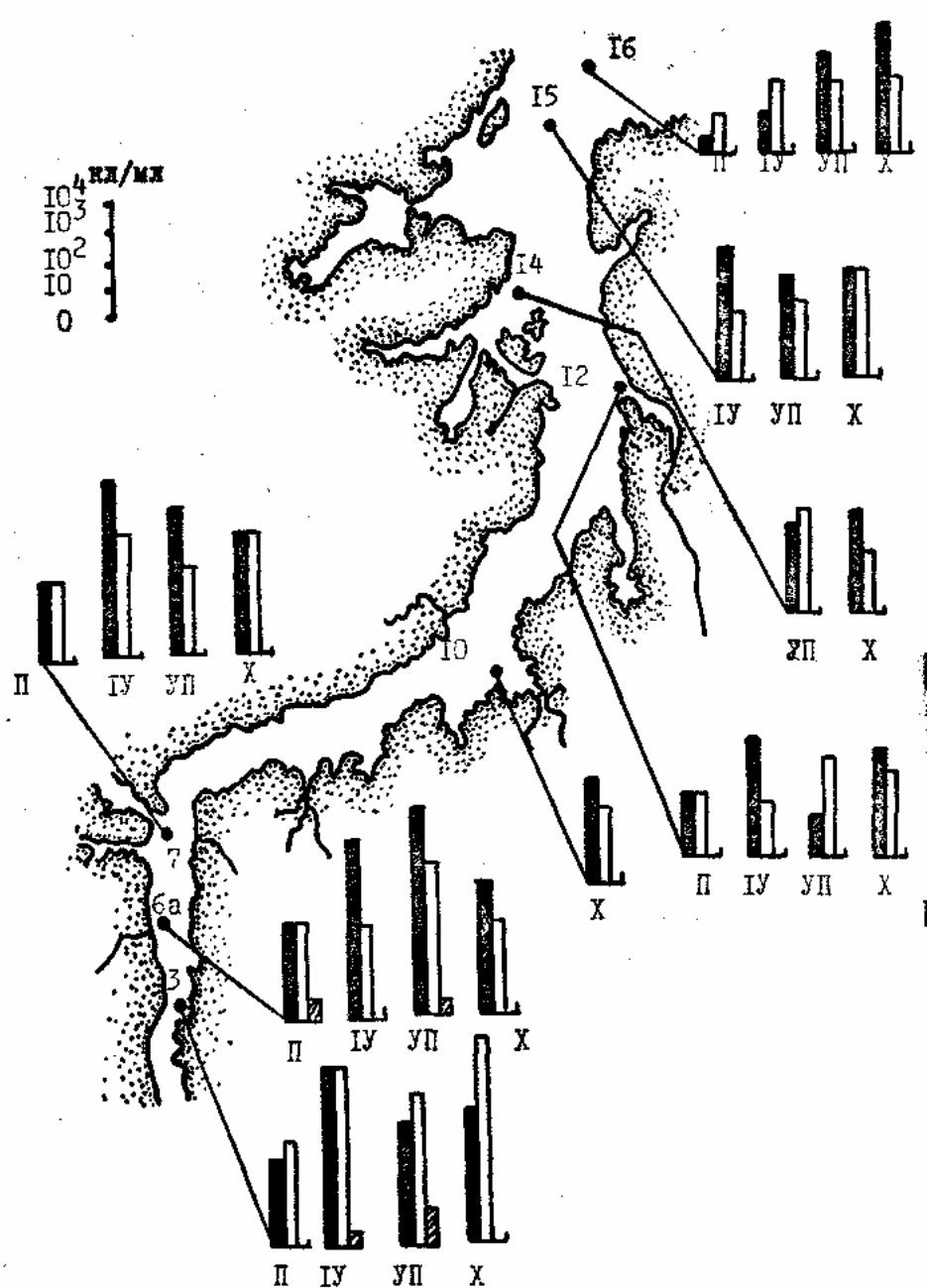


Рис.32а. Распределение численности микроорганизмов в поверхностном горизонте Кольского залива.

- - сапрофиты
- - углеводородокисляющие
- ▨ - ксилолокисляющие
- - станция

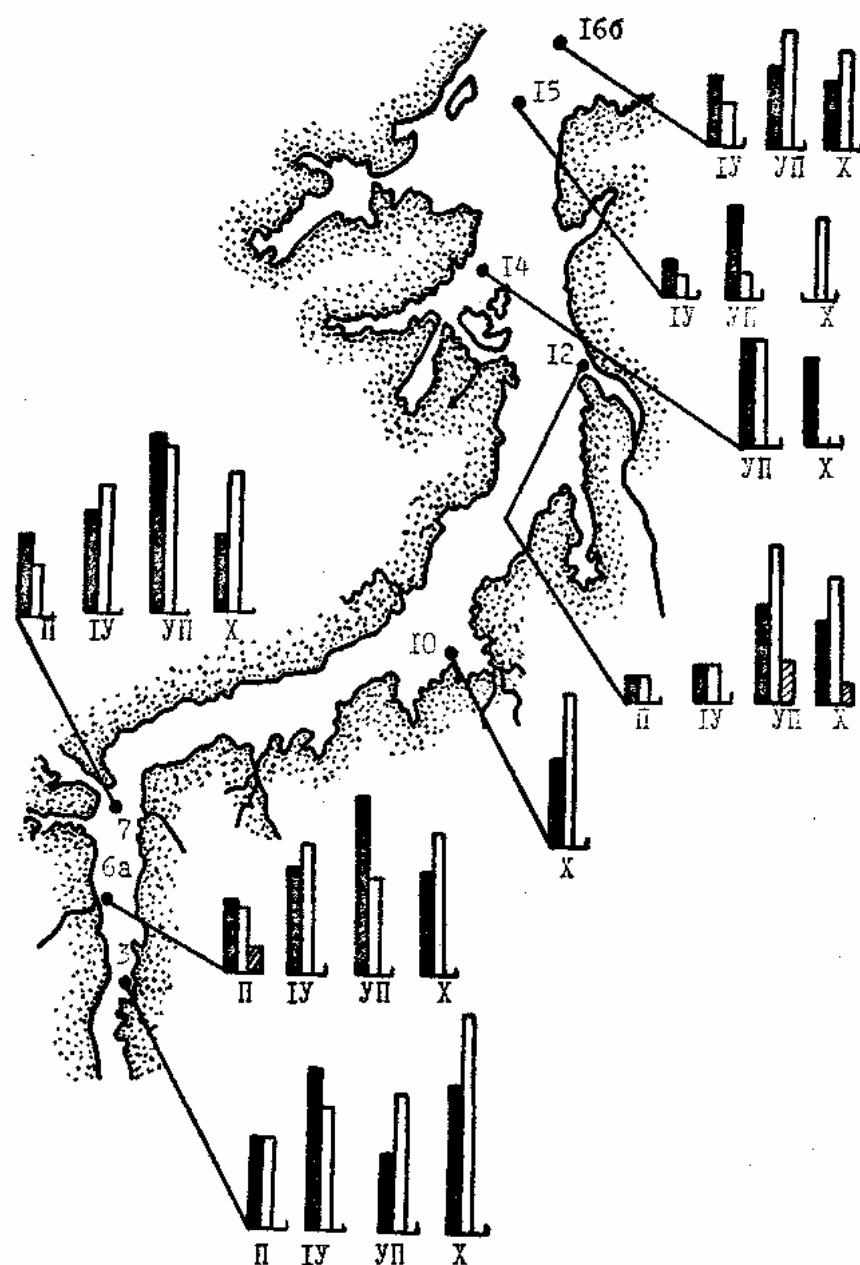


Рис.326. Распределение численности микроорганизмов в придонном горизонте Кольского залива. (Условные обозначения см. на рис.32а ).

микроорганизмов были выявлены на станциях, расположенных вблизи г.Мурманска. По мере удаления от города концентрация их в водах залива снижалась на 3-4 порядка (рис. 32).

Ксилолокисляющая микрофлора в апреле в водах залива практически отсутствовала. Она была выявлена лишь в приповерхностном микророгизонте близ г.Мурманска на ст.З, причем НВЧ ее составила лишь десятки клеток в 1 мл воды.

Коэффициент отношения численности сапропитной и нефтеокисляющей микрофлоры изменялся от 0,19 до 1000, составляя в среднем 85.

Анализ микробиологических данных указывает на то, что по сравнению с февралем в апреле качество вод Кольского залива ухудшилось. Воды залива могут быть охарактеризованы в целом, как загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные; вблизи г. Мурманска - грязные, полисапробные.

В июле количество сапропитных бактерий в водах залива продолжало увеличиваться. Оно варьировало в пределах  $6,0 \cdot 10^2$ - $2,5 \cdot 10^7$  кл/мл, составляя в среднем  $1,4 \cdot 10^6$  кл/мл. Максимальные концентрации сапропитов были выявлены на ст.6а, расположенной ниже г.Мурманска. Вертикальное распределение бактерий было довольно равномерным.

Нефтеокисляющие бактерии в июле были обнаружены на всех обследованных горизонтах разных районов залива. НВЧ их колебалась от  $0,6 \cdot 10^2$  кл/мл до  $7,0 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $1,1 \cdot 10^5$  кл/мл. Вертикальное распределение нефтеокисляющей микрофлоры в июле было равномерным. Максимальные концентрации нефтеокисляющих бактерий, так же, как и сапропитных, были выявлены на станциях ба и 7, и, кроме того, в толще вод на станции 166, расположенной в устье залива.

Частота обнаружения ксилолокисляющих бактерий в воде Кольского залива в июле была больше, чем в другие сезоны наблюдений. Ксилолокисляющая микрофлора была выявлена на станциях З, ба и 7, расположенных вблизи г.Мурманска, и на ст.12 (рис.32). НВЧ ее составила единицы-десятки клеток в 1 мл воды.

Коэффициент отношения численности сапропитной и нефтеокисляющей микрофлоры изменился от 0,01 до 846. По сравнению с апрелем, качество вод залива, определяемое по микробиологическим показателям, существенно не изменилось.

В октябре НВЧ сапрофитных бактерий варьировала в довольно узких пределах - от  $2,5 \cdot 10^2$  кл/мл, до  $6,0 \cdot 10^4$  кл/мл, составляя в среднем  $1,3 \cdot 10^4$  кл/мл. В целом, как вертикальное, так и горизонтальное распределение сапрофитов в Кольском заливе в октябре было довольно равномерным. Максимальные концентрации сапрофитов выявлены на станции 3, расположенной недалеко от г.Мурманска, как в приповерхностном, так и в придонном горизонте (рис. 32).

Нефтеокисляющая микрофлора в октябре была отмечена практически на всех обследованных станциях, за исключением придонного горизонта станции I4, расположенной близ "устья" залива. НВЧ ее изменялась в пределах  $0-2,5 \cdot 10^7$  кл/мл, составляя в среднем  $1,8 \cdot 10^5$  кл/мл. Максимальные величины НВЧ ( $2,5 \cdot 10^7$  кл/мл) нефтеокисляющих бактерий так же, как и сапрофитных, были обнаружены на станции 3 (рис. 32).

В ряде случаев НВЧ нефтеокисляющих бактерий оказалась на I-II порядка величин выше, чем НВЧ сапрофитов. Коэффициент отношения сапрофитных бактерий к нефтеокисляющим изменился от 0,0024 (ст.3) до 100 (ст.I4), что указывает на нарушение естественного состояния микробиоценозов и свидетельствует о хроническом характере загрязнения.

Ксилолокисляющая микрофлора в октябре практически отсутствовала. Низкие концентрации ее (единицы клеток в 1 мл воды) были выявлены лишь в придонном горизонте на ст.I2 (рис. 32).

Данные микробиологического анализа позволяют оценить воды Кольского залива в осенний период, как загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные; близ г.Мурманска - грязные, полисапробные.

#### IU.2.2. Бентос.

Наблюдения за состоянием зообентоса Кольского залива проводились с апреля по октябрь на 12 станциях, расположенных от кутовой части близи г.Мурманска (ст.1), до выхода из залива (ст.I66).

Данные наблюдений (состояние донных биоценозов, характер донных отложений) позволяют выделить в Кольском заливе два обособленных участка. Первый включает ст.1, 3, 4, 5, 6а, 7 (глубины 6-16 м) в южном колене залива и ст.9, 10, II (глубины 85-160м) в среднем; второй ст.12, 15, I66 - в северном колене и на выходе из залива (глубины 100-255 метров).

В районе станции I-5, расположенных вблизи г.Мурманска, грунты на глубинах 6-11 м илистые, сильно загрязненные угольным шлаком и коагулированными комками нефтепродуктов (диаметром до 10 мм). Пробы грунта имеют резкий нефтяной запах. Для бентофауны этого района характерно малое количество видов (1-4 вида, главным образом полихеты и двусторчатые моллюски) и низкая численность организмов (в среднем 950 экз/м<sup>2</sup>). Биомасса донных животных незначительна, особенно на станции I (в апреле) - 2,7 г/м<sup>2</sup>, что является минимальным значением для Кольского залива.

В зообентосе станции 6а и 7 (глубина 15 м, грунты - илистый песок) отмечено большее разнообразие животных (3-8 видов), большая биомасса и плотность населения. Полихеты составляли до 90% общей численности животных.

В районе станций 9, 10, II (грунт - илистый песок) зообентос представлен 3-11 видами. Численность и биомасса животных низкая. Для станции № 10 отмечена наиболее низкая плотность населения в Кольском заливе - 40 экз/м<sup>2</sup>, в том числе 20 морских звезд *Ctenodiscus*.

Общая численность зообентоса на станциях одного и среднего колена Кольского залива колеблется в пределах от 40 экз/м<sup>2</sup> (ст.10) до 1770 экз/м<sup>2</sup> (ст.1) и в среднем составляет 804 экз/м<sup>2</sup>, величина общей биомассы в среднем 121 г/м<sup>2</sup> (максимальное значение - 406 г/м<sup>2</sup> на ст. II). Резкое колебание численности и биомассы зообентоса отмечено как по станциям, так и по сезонам. Численность и биомасса основных групп зообентоса также изменяется в значительных пределах. Доминирующими по численности и биомассе группами являются *Bivalvia* и *Polychaeta*, соотношение этих групп изменчиво.

Массовыми видами зообентоса этого района являются: 1) *Micromesistius calcarea*, *Nuculaea tenuis*, *Astarta crena* - (*Bivalvia*); 2) *Nephthys malu*, *Scoloplos armiger*, *Maldeus sarsi* - (*Polychaeta*).

На обследованных станциях южной и центральной части Кольского залива грунты и придонные воды значительно загрязнены, бентофауна находится в сильно угнетенном состоянии. В пробах зообентоса наблюдается большое количество створок моллюсков, отмечено присутствие  $H_2S$ .

Самая высокая численность и биомасса донных организмов (3470 экз/м<sup>2</sup> - ст.15; 202 г/м<sup>2</sup> - ст.12) наблюдалась на станциях.

12, 15 и 16б, расположенных в северном колене и на выходе из Кольского залива. Грунты на глубинах 100 и 255 м илистые с гравием и ракушей, присутствие нефтепродуктов не отмечено. Для этого участка характерно последовательное увеличение количества видов зообентоса: на ст.12 - 11 видов, ст.15 - 16 видов, ст. 16б - 26 видов, относящихся к пяти основным группам. Распределение общей численности и биомассы зообентоса более ровное, чем на первом участке. Предел общей численности колеблется от 650 экз/ $m^2$  (ст.16б) до 3470 экз/ $m^2$  (ст.15), в среднем составляя 1733 экз/ $m^2$ . Величина биомассы многощетинковых червей наиболее стабильна - в среднем 12,7 г/ $m^2$ .

Для северного колена Кольского залива характерно наличие в составе зообентоса многочисленных (до 86,5% от общей численности) фораминифер *Rhaldammina abyssorum*, иглокожих (*Ctenodiscus crispatus*) и *Scaphopoda* (ст.12), полностью отсутствующих в среднем и южном колене залива. Эти организмы характерны для чистых вод открытой части моря.

Результаты наблюдений за бентофауной на ст. 12, 15, 16б, позволяют оценить состояние придонных вод и донных отложений как относительно загрязненные. Состояние донных биоценозов - удовлетворительное.

Наблюдения за состоянием зообентоса, проведенные в июне и августе гидробиологическим подразделением Архангельского УГИС на ст. I (разрез III) при выходе из Кольского залива указали на отсутствие живых организмов на глубине 50 метров (грунт каменистый).

#### IV.2.3. Выводы

1. Водная толща всего залива и, особенно, участки залива близ г. Мурманска, в значительной степени заселена сапропитной и нефтеокисляющей микрофлорой, что свидетельствует о хроническом загрязнении вод легко разлагающимся органическим веществом и нефтепродуктами. Ксилолокисляющая микрофлора в водах залива распространена незначительно.

Индексы соотношения сапропитной и индикаторной микрофлоры указывают на неблагополучное состояние микробиоценозов.

2. Данные микробиологического анализа свидетельствуют о том, что в течение всего года воды залива могут быть охарактеризованы в целом, как загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные. Весной

в устье залива уровень загрязнения относительно невысокий – воды умеренно-загрязненные, в мезосапробные, в придонных слоях – чистые. Летом и осенью уровень их загрязнения повышается.

Вблизи г. Мурманска выявлена зона повышенного загрязнения (грязные, полисапробные воды), подверженная постоянному воздействию городских промышленных и хозяйствственно-бытовых сточных вод, а также влиянию сточных вод судоремонтных заводов и флота.

По сравнению с 1977 г. уровень загрязнения вод Кольского залива, определяемый по микробиологическим показателям, несколько увеличился.

3. В среднем по Кольскому заливу общая численность и биомасса зообентоса составила соответственно 980 экз./м<sup>2</sup> и 99 г/м<sup>2</sup>. Массовыми видами оказались: I) *Macoma calcarea*, *Nuculana Tenuis*, *Astarta crenata* – (*Bivalvia*); 2) *Nephthys malmi*, *Scoloplos armiger*, *Maldeu sarsi* – (*Polychaeta*).

Состояние бентоса позволяет условно выделить два участка Кольского залива: южный – центральный, где зообентос сильно обединен в видовом составе и подвержен резким количественным колебаниям; и северный, где видовой состав более разнообразен, численность и биомасса зообентоса подвержена меньшим сезонным колебаниям.

По показателям зообентоса придонные слои воды наиболее загрязнены в южной и средней части залива (особенно ст. 1, 3, 4, 5, 6).

В целом, придонные воды и донные отложения Кольского залива являются загрязненными, состояние донных биоценозов – неблагополучное.

#### IV.3. Биологическая характеристика Печенгской губы

Печенгская губа, вдающаяся узким фьордом в сушу на крайнем северо-западе Кольского полуострова, загрязняется хозяйственно-бытовыми сточными водами поселков Печенга и Линахамари, токсичными веществами, вносимыми со стоком р.Печенги, куда они проникают по системе водотоков из хрестохранилища горно-металлургического комбината "Печенга-никель", расположенного в г.Заполярном, а также стоками с судов.

Концентрация нефтепродуктов в губе в среднем за год составила 0,15 мг/л, что в 1,3 раза превышает содержание их в 1977 году. Особенno большая загрязненность нефтепродуктами в течение всего года отмечалась в поверхностном слое воды.

Содержание фенолов в среднем в слоях водной толщи составило 0,007 мг/л, что на 0,03 мг/л меньше, чем в 1977 г. В поверхностном слое воды концентрация фенолов в среднем по губе была выше, чем в придонных горизонтах.

Средняя концентрация дeterгентов в губе в 1978 г. составила 0,03 мг/л.

Содержание аммонийного азота в течение года колебалось от 0,027 мг/л до 0,115 мг/л, составляя в среднем 0,059 мг/л, что в 1,7 раз превышало средние концентрации их в 1977 году.

Средняя концентрация взвешенных веществ в Печенгской губе составляла 1,2 мг/л. Наиболее загрязненным взвешенными веществами был поверхностный слой - их содержание в нем достигало 2,8 мг/л.

Концентрация ДДТ колебалась в течение года в пределах от 0 до 0,054 мкг/л.

##### IV.3.1. Микробиологические показатели

Микробиологические наблюдения в Печенгской губе Баренцева моря выполнялись в апреле и в октябре на трех станциях, расположенных в разных частях губы. В комплекс микробиологических исследований вошло определение общей численности микроорганизмов, а также НВЧ и распределения сaproфитной, углеводородокисляющей и кислолокисляющей микрофлоры и установления индексов их соотношения. Всего по определению общей численности бактерий обработано 8 проб, по определению параметров индикаторной микрофлоры 22 пробы.

В апреле НВЧ сапрофитных бактерий изменялась в пределах от  $6,0 \cdot 10^4$  кл/мл до  $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $9,8 \cdot 10^4$  кл/мл. Вертикальное распределение сапрофитов было довольно равномерным. Концентрация сапрофитных микроорганизмов по горизонтам изменялась следующим образом: максимальные значения ( $1,3 \cdot 10^5$ - $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл) были выявлены вблизи пос.Печенга. В устье губы как в приповерхностном, так и в придонном горизонте, НВЧ сапрофитов понижалась на 1-2 порядка (рис. 33).

Горизонтальное распределение нефтеокисляющей микрофлоры носило аналогичный характер. НВЧ ее изменялась в пределах  $2,5 \cdot 10^4$ - $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $4,2 \cdot 10^5$  кл/мл (рис. 33).

Ксилолокисляющая микрофлора в Печенгской губе в весенний период отсутствовала.

Индекс отношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры в основном были больше 1 и изменялись от 0,52 до 2167, что свидетельствует об относительно благоподучном состоянии микробоценозов.

Данные микробиологического анализа позволяют охарактеризовать воды губы в весенний период в целом, как загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные; поверхносные воды близ пос.Печенга - полисапробные.

Проведенные в октябре определения общей численности бактерий позволили установить, что величина ОЧ микроорганизмов в Печенгской губе в осенний период невысока. Она изменялась от 0,05 млн кл/мл до 0,45 млн кл/мл, составляя в среднем 0,27 млн кл/мл. Максимальные величины общей численности микроорганизмов обнаружены в приповерхностном микрогоризонте, минимальные - в придонных слоях воды. Индекс отношения ОЧ и сапрофитных бактерий изменился в пределах от 200 до 4500.

В октябре по сравнению с весенним периодом наблюдалось снижение численности индикаторных групп микроорганизмов на всех горизонтах обследованных акваторий Печенгской губы на 2-3 порядка величин, причем закономерности горизонтального и вертикального распределения микроорганизмов остались прежними (рис. 33).

НВЧ сапрофитов варьировала от  $2,5 \cdot 10^4$  кл/мл до  $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем  $2,4 \cdot 10^2$  кл/мл. Концентрация нефтеокисляющей микрофлоры составила в среднем  $1,0 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний - от 0 до  $7,0 \cdot 10^2$  кл/мл).

Ксилолокисляющая микрофлора, так же, как и в весенний период, выявлена не была.

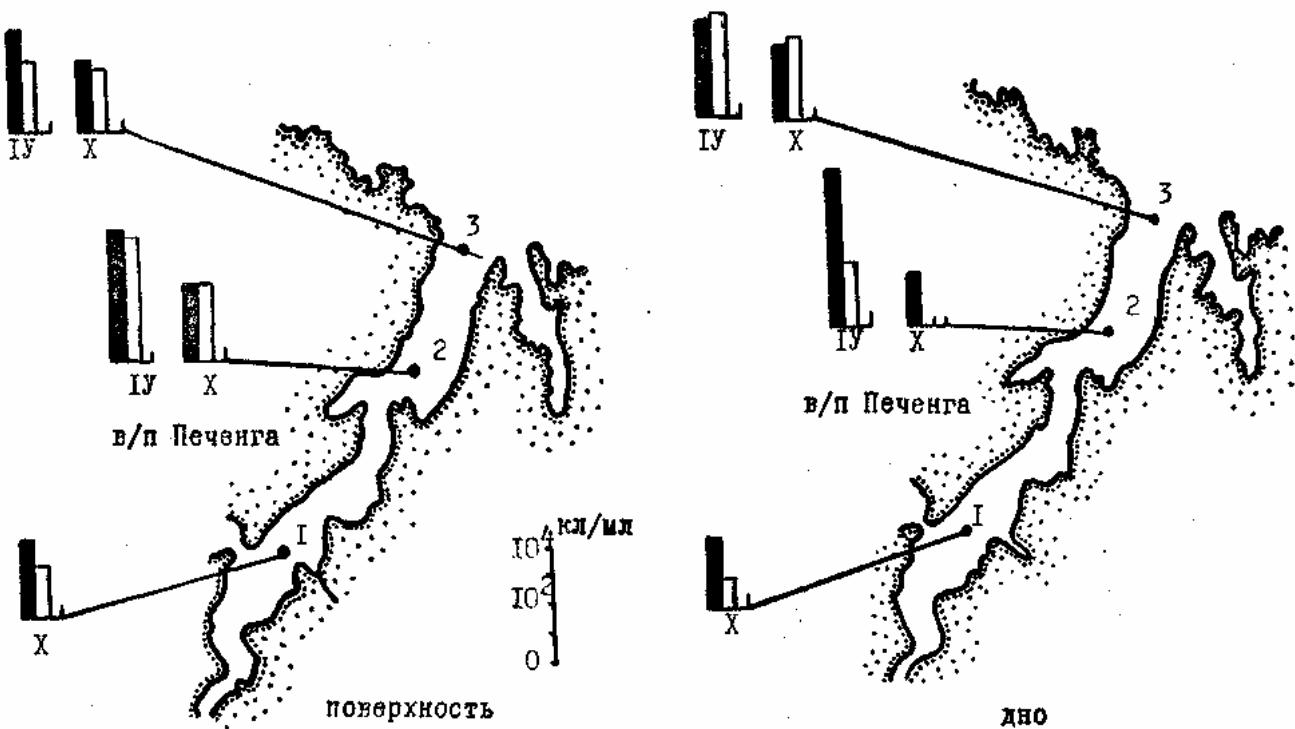


Рис. 33. Распределение численности микроорганизмов в поверхностном и придонном горизонтах Печенгской губы

■ — сапрофиты  
 ■ — ксилолокисляющие  
 □ — углеводородокисляющие  
 ● — станции

Коэффициенты отношения сапропитной и нефтеокисляющей микрофлоры, в основном, были больше единицы и изменялись от 0,4 до 42.

Анализ микробиологических данных позволяет установить, что в осенний период уровень загрязнения Печенгской губы был несколько пониженным по сравнению с весенним. Воды могут быть охарактеризованы в целом, как умеренно-загрязненные,  $\beta$ -мезо-сапробные, в придонных слоях - в основном, чистые, олиго-сапробные.

По сравнению с 1977 г. уровень загрязнения вод Печенгской губы, определяемый по микробиологическим показателям, несколько увеличился.

#### IУ.3.2. Бентос

Наблюдения за состоянием зообентоса Печенгской губы производили в апреле и октябре на трех станциях (ст.1 - глубина 39 м; ст.2 - 100 м; ст.3 - 120 м). Грунты Печенгской губы представлены плотными сероватыми илами и серыми глинистыми илами. В донных отложениях станции 2 отмечено присутствие  $H_2S$ .

Качественный состав бентофауны Печенгской губы очень беден, в распределении зообентоса отмечено увеличение разнообразия к выходу из губы (на ст.1 - 1 вид, на ст.3 - 3 вида).

Численность и биомасса донных организмов значительна. Ведущее положение в бентофауне занимают полихеты, которые по численности и биомассе достигают 6200 экз/м<sup>2</sup> и 1500 г/м<sup>2</sup> (ст.1). В период с апреля по октябрь в зообентосе Печенгской губы наблюдалось увеличение численности моллюсков, в основном - *Nuculana teneus*, *Chlamys islandicus*, *Astarte crenata*.

В пробах бентоса всех станций присутствовала масса створок моллюсков, в октябре на станции 3 наблюдались гаммариды.

Средняя численность донных организмов по Печенгской губе - 3045 экз/м<sup>2</sup> при биомассе 757 г/м<sup>2</sup>.

Анализ основных характеристик зообентоса позволяет охарактеризовать донные отложения Печенгской губы как значительно загрязненные, бентофауна обеднена (особенно на ст.1), состояние сиоценозов неблагополучное.

#### IV.3.3. Выводы

1. Вся толща вод Печенгской губы заселена сапрофитной микрофлорой. Средняя НВЧ ее в губе оказалась равной в апреле  $9,8 \cdot 10^4$  кл/мл, в октябре  $2,4 \cdot 10^2$  кл/мл. Нефтеокисляющая микрофлора также распространена повсеместно, но концентрация ее, в основном, оказалась на 1-2 порядка величин меньше, чем сапрофитов. Средние значения НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры в апреле составили  $4,2 \cdot 10^3$  кл/мл, в октябре ~  $1,0 \cdot 10^2$  кл/мл. Ксилолокисляющие бактерии в водах губы обнаружены не были.

2. Индексы соотношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры в основном были во много раз больше единицы, что свидетельствует об относительно благополучном состоянии микробиоценозов.

3. Данные микробиологического анализа указывают, что в весенний период воды Печенгской губы были, в основном, загрязненными,  $\alpha$ -мезосапробными, в поверхностном слое на станциях, расположенных вблизи пос.Печенга - полисапробными.

В осенний период уровень загрязнения несколько снижался: воды характеризовались в целом, как умеренно-загрязненные,  $\beta$ -мезосапробные, в придонных слоях, в основном, чистые олигосапробные. По сравнению с 1977 г. состояние микробиоценозов несколько ухудшилось. Уровень загрязнения несколько увеличился.

4. Анализ основных характеристик зообентоса позволяет охарактеризовать данные отложения Печенгской губы как хронически загрязненные, бентофауна значительно обеднена, состояние донных биоценозов неблагоподучное.

#### IV.4. Биологическая характеристика Териберской губы

Териберская губа загрязняется сточными водами судоремонтных мастерских, рыбозавода, судов, а также хозяйственно-бытовыми стоками поселков Териберка и Лодейное.

Концентрация нефтепродуктов в губе в среднем за год составила 0,10 мг/л. Наиболее загрязненным нефтепродуктами был поверхностный водный слой губы. Максимум нефтепродуктов достигал 0,59 мг/л.

Содержание фенолов в водах губы колебалось от 0 до 0,031 мг/л, составляя в среднем 0,0008 мг/л. По сравнению с 1977 годом уровень загрязнения вод Териберской губы несколько снизился. Максимум содержания фенолов (0,031 мг/л) был зафиксирован во II квартале. Распределение фенолов по горизонтам водной толщи губы в течение года было приблизительно однородным.

Средняя концентрация дeterгентов в губе была равна 0,03 мг/л. Максимум (0,20 мг/л) был выявлен в начале года (в I квартале). По сравнению с предыдущим годом загрязненность Териберской губы дeterгентами уменьшилась в 1,5 раза.

Содержание аммонийного азота в водах губы колебалось от 0,011 до 0,144 мг/л, составляя в среднем 0,037 мг/л. Наиболее загрязненным аммонийным азотом был придонный слой, в котором средняя концентрация его достигала 0,041 мг/л.

Распределение взвешенных веществ по всей водной толще губы в течение года было неоднородным. Содержание их колебалось в довольно широких пределах - от 0 до 59,8 мг/л, составляя в среднем 1,1 мг/л, что в 4 раза меньше, чем в предыдущем году.

Содержание ДДТ в среднем за год было равно 0,209 мкг/л. Максимальная концентрация их - 0,771 мкг/л была обнаружена в апреле на ст.2.

##### IV.4.1. Микробиологические показатели

Микробиологические наблюдения в Териберской губе выполнялись сотрудниками г/б лаборатории Мурманского УГМС в октябре на трех станциях, расположенных в разных частях губы. В комплекс микробиологических наблюдений вошло определение общей численности бактерий, изучение НВЧ и распределения сапропитной, нефтокисляющей и ксилолокисляющей микрофлоры и установление индексов их соотношения.

Общая численность микроорганизмов в водах Териберской губы изменилась в пределах 0,09-1,45 млн кл/мл, составляя в сред-

нем 0,65 млн кл/мл.

НВЧ сапротитной микрофлоры варьировала от 2,5.10<sup>2</sup> кл/мл до 6,0.10<sup>2</sup> кл/мл, составляя в среднем 1,9.10<sup>2</sup> кл/мл. Максимальные концентрации сапротитной микрофлоры были выявлены в приповерхностном и придонном горизонте на ст.1 (близ пос.Териберка) и придонном горизонте на ст.2 (рис.34), минимальные - на ст.3. Вертикальное распределение сапротитов во всех обследованных акваториях было довольно равномерным.

Нефтеокисляющая микрофлора была выявлена, в основном, только на ст.1. На остальных обследованных станциях она практически отсутствовала. НВЧ нефтеокисляющих бактерий изменялась в пределах 0-6,0.10 кл/мл, составляя в среднем 1,0.10 кл/мл.

Кислолокисляющая микрофлора в октябре в водах Териберской губы выявлена не была.

Индекс отношения общей численности бактерий и НВЧ сапротитной микрофлоры изменялся в пределах 1420-9960, индекс отношения сапротитной и нефтеокисляющей микрофлоры - от 10 до 84, что свидетельствует о благополучном состоянии микробных ценозов.

На основании данных микробиологического анализа можно сделать вывод о том, что в осенний период воды Териберской губы могут быть отнесены, в основном, к олигосапробным, чистым, мезотрофным.

На ст.1 (близ пос. Териберка ) уровень загрязнения вод несколько выше: они относятся к умеренно-загрязненным,  $\beta$ -мезо-сапробным. По сравнению с 1977 г. уровень загрязнения существенно не изменился.

#### IV.4.2. Бентос

В Териберской губе наблюдения за состоянием зообентоса проводили на трех станциях (1, 2 и 3) на глубинах 27,50 и 90 метров соответственно. Грунты станций значительно отличаются друг от друга. На станции 1 (крупнозернистый песок, ракушка) и станции 2 (илистый песок, гравий, валуны) для донных отложений характерно значительное загрязнение угольным шлаком, древесиной, бытовым мусором. Пробы грунта имеют нефтяной запах (на ст.1 - присутствует H<sub>2</sub>S). Грунты станции 3 - гравий, песок.

для донного населения Териберской губы характерно значительное разнообразие видов и основных определяемых групп. Количество видов по станциям резко отличается - от 8 (ст.2) до 25 видов (ст.3).

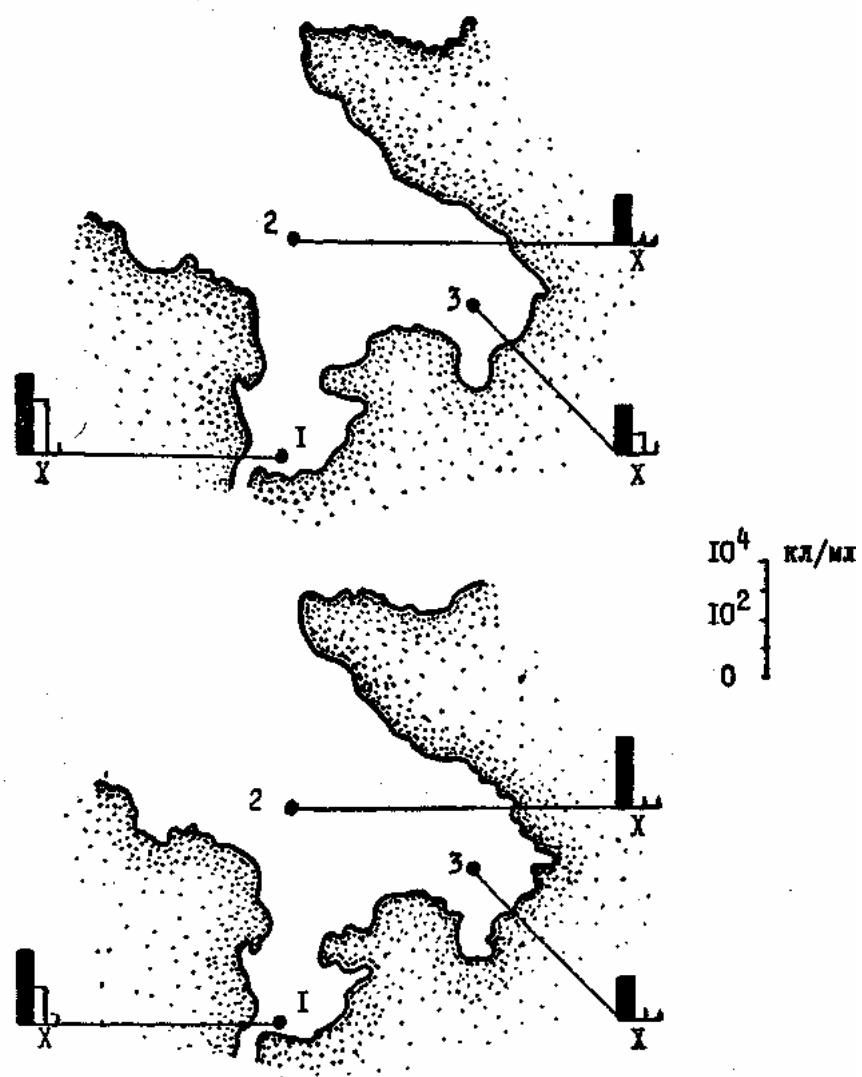


Рис. 34. Распределение численности микроорганизмов в поверхностном и придонном горизонтах Териберской губы.

- сапрофиты
- углеводородокисляющие
- ксилолокисляющие
- стация

На станции I ведущее место в бентофауне занимает полихеты (более 50% общей численности). Их доля в общей биомассе животных возрасла с 18% в апреле до 62% в октябре, при этом численность и биомасса моллюсков уменьшалась. Общая численность и биомасса зообентоса станции I была 240 экз./ $m^2$  и 25 г./ $m^2$ .

В зообентосе станции 2 эти показатели более низки - 70 экз./ $m^2$  при биомассе 158 г./ $m^2$ . Видовое разнообразие такое же как на ст. I, но иглокожие более многочисленны, в октябре они составляли 100% донного населения.

Наибольшее количество видов наблюдалось на станции 3. Численность и биомасса зообентоса соответствовали здесь в среднем 575 экз./ $m^2$  и 62 г./ $m^2$ . Полихеты были наиболее многочисленной группой (12 видов составляли до 70% общей численности животных). Основную часть биомассы составляли моллюски макома и мидия. В октябре на станции отмечены ракообразные (Gammaridae, Симидии) - организмы чувствительные к загрязнению.

Средняя численность зообентоса в обследованном районе составляла 326 экз./ $m^2$  при биомассе 116 г./ $m^2$ .

Результаты наблюдений за бентофауной позволяют оценить придонные воды и донные отложения Териберской губы как загрязненные (особенно станции 1 и 2). Состояние донных биоценозов угнетенное.

#### IV.4.3. Выводы

В осенний период общая численность микроорганизмов в водах губы составила в среднем  $6,5 \cdot 10^5$  кл./мл., что указывает на мезотрофное состояние вод.

2. Воды губы повсеместно заселены сапропитной микрофлорой. Нефтеокисляющие микроорганизмы имели локальное распределение, ксилолокисляющие бактерии в Териберской губе в осенний период не выявлены.

3. Индекс отношения ОЧ бактерий и сапропитов, а также сапропитной и нефтеокисляющей микрофлоры указывают на благополучное состояние микробиоценозов.

4. Анализ микробиологических данных позволяет оценить воды Териберской губы в целом в осенний период, как олигосапробные, чистые; близ поселка Териберка воды умеренно-загрязненные, ю - мезосапробные. По сравнению с 1977 г. уровень загрязнения существенно не изменился.

5. Результаты наблюдений за бентофауной позволяют оценить придонные воды и донные отложения губы как загрязненные, особенно, близ пос. Териберка. Состояние донных биоценозов - угнетенное.

#### IJ.5. Биологическая характеристика Мотовского залива

Мотовский залив загрязняется нефтепродуктами и фенолами, аммонийным азотом и взвешенными веществами. Основные источники загрязнения Мотовского залива - флот и предприятия, связанные с его обслуживанием.

В 1978 г. концентрация нефтепродуктов в водах залива изменялась в пределах от 0 до 10,48 мг/л, составляя в среднем 0,81 мг. Максимум (10,48 мг/л) был выявлен в октябре. Наиболее загрязненным нефтепродуктами в течение года был поверхностный слой, где средневзвешенная концентрация их достигала 0,89 мг/л.

Содержание фенолов в Мотовском заливе в среднем за год составило 0,023 мг/л, что в 3,8 раз превышало их среднюю концентрацию в 1977 году.

Концентрация СЛАВ в заливе была невысокой и составляла в среднем 0,04 мг/л. Максимальное содержание СЛАВ в водах залива, выявленное в 1978 году, достигало значения 0,58 мг/л.

Концентрация взвешенных веществ варьировалась в пределах 0-73,9 мг/л, составляя в среднем 2,2 мг/л. Распределение взвешенных веществ в водах Мотовского залива было неоднородным. Наименьшая загрязненность наблюдалась в придонном слое и составила 2,7 мг/л.

Содержание АДТ в водах Мотовского залива варьировало в пределах от 0,015 до 0,577 мкг/л, составляя в среднем 0,104 мкг/л.

##### IJ.5.1. Микробиологические показатели

Микробиологические работы в Мотовском заливе выполнялись в апреле и октябре сотрудниками г/б лаборатории Мурманского УГИС на пяти станциях, расположенных в разных частях залива. В состав микробиологических наблюдений вошло определение НВЧ и распространения сапроптической, нефтеокисляющей и ксилолокисляющей микрофлоры и установление коэффициентов их соотношения.

В апреле НВЧ сапроптических бактерий в Мотовском заливе изменилась в пределах  $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл -  $7,0 \cdot 10^6$  кл/мл, составляя в среднем  $1,4 \cdot 10^6$  кл/мл. Как горизонтальное, так и вертикальное распределение сапроптической микрофлоры по всем обследованным горизонтам водной толщи залива было довольно равномерным.

НВЧ нефтеокисляющих бактерий колебалась от  $2,5 \cdot 10^2$  кл/мл до  $2,5 \cdot 10^6$  кл/мл (среднее значение  $4,4 \cdot 10^5$  кл/мл). Распределение нефтеокисляющей микрофлоры, так же, как и сапрофитов, было довольно равномерным по всем горизонтам водной толщи на всех обследованных станциях (рис. 35).

Ксилолокисляющая микрофлора в апреле в Мотовском заливе полностью отсутствовала.

Индексы отношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры в основном, оказались больше единицы и изменялись в пределах от 0,2 до 1000, что свидетельствует об относительно благополучном состоянии микробных ценозов.

Данные микробиологического анализа позволяют охарактеризовать воды Мотовского залива в весенний период, как грязные или сильно загрязненные, полисапробные.

В октябре НВЧ сапрофитной микрофлоры в целом по заливу оказалась меньше, чем в апреле, и составила в среднем  $3,2 \cdot 10^5$  кл/мл, изменяясь в пределах от  $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл до  $2,5 \cdot 10^6$  кл/мл. Максимальные концентрации сапрофитов ( $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл –  $1,3 \cdot 10^6$  кл/мл) выявлены на ст.9, минимальные – на ст.12 (вершина залива) –  $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл –  $6,0 \cdot 10^4$  кл/мл. Вертикальное распределение микрофлоры в заливе в осенний период, так же, как и весной, было равномерным (рис.35).

Нефтеокисляющая микрофлора выявлена на всех обследованных горизонтах. НВЧ ее изменялась в пределах  $6,0 \cdot 10^2$  –  $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $1,9 \cdot 10^4$  кл/мл. Вертикальное распределение нефтеокисляющих бактерий, так же, как и в весенний период, было довольно равномерным.

В осенний период ксилолокисляющая микрофлора в заливе практически отсутствовала – только на ст.12 (вершина залива) в придонном слое были выявлены ксилолокисляющие бактерии, но численность их была низкой – единицы клеток в 1 мл воды.

Индексы отношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры изменились в пределах от 0,046 до 21700, но, в основном, составили величины больше 1 (1-240), что указывает на относительно благополучное состояние бактериальных ценозов в Мотовском заливе.

Анализ микробиологических данных позволяет сделать вывод, что осенью уровень загрязнения вод Мотовского Залива несколько понизился, и они могут быть отнесены в целом к загрязненным, мезосапробным.

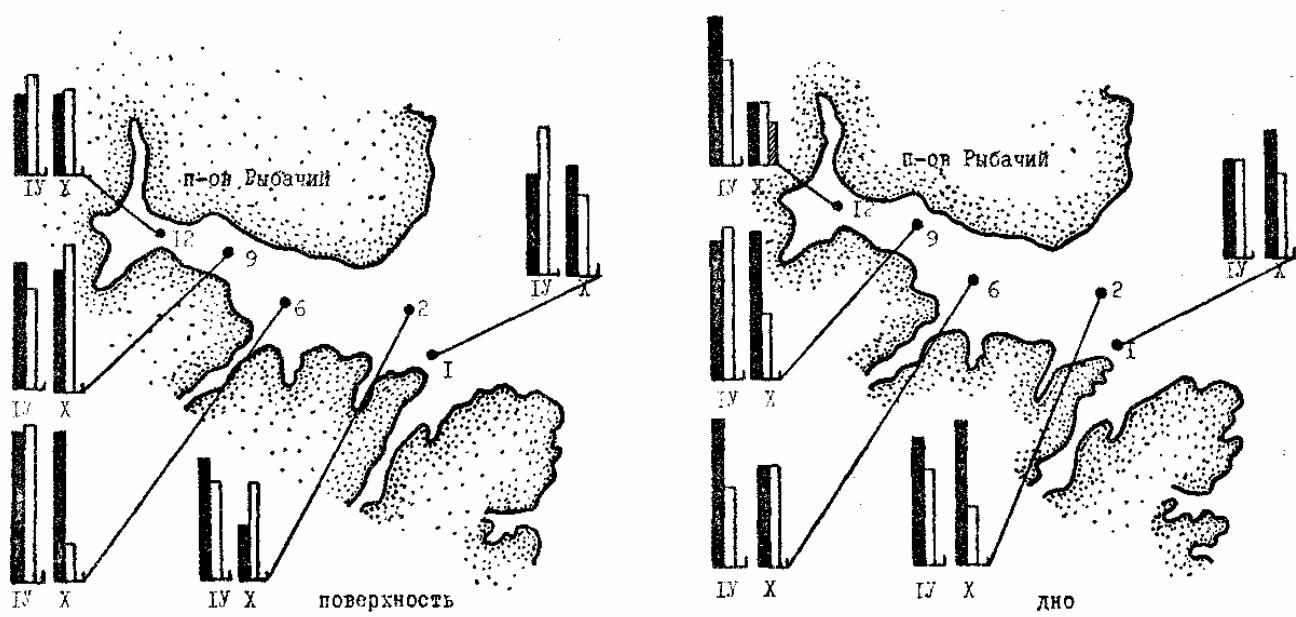


Рис. 35. Распределение численности микроорганизмов в потенциальном и придонном горизонтах Мстовского залива. (Условные обозначения см. на рис. 34.).

#### IV.5.2. Бентос

Наблюдения за состоянием зообентоса в Мотовском заливе производили на семи станциях с глубинами от 75 м (ст. I) до 280 м (ст. 2). Грунт на станциях 5, 9 и 12 - илистый песок, на других станциях - песчанистый ил.

Для качественно-количественного распределения зообентоса Мотовского залива характерно значительное обеднение от выхода вглубь залива. Плотность донного населения изменяется от 5300 экз./м<sup>2</sup> (ст. 2) до 250 экз./м<sup>2</sup> (ст. 4) и 80 экз./м<sup>2</sup> (ст. 12). Соответственно уменьшаются и величины биомассы - от 526 г/м<sup>2</sup> до 28 г/м<sup>2</sup> (ст. 4). Наибольшее разнообразие видов донных животных отмечено на станции I - 17 видов, наименьшее - на станциях 12 (2 вида) и 5 (1 вид). Наиболее многочисленными организмами являются полихеты и двустворчатые моллюски. Иглокожие встречены только в бентосе станции I.

Средняя величина биомассы донных животных составляет по заливу 159 г/м<sup>2</sup> при средней численности - 914 экз./м<sup>2</sup>.

Анализ основных характеристик зообентоса позволяет охарактеризовать донные отложения района станций 5 и 12 - как значительно загрязненные, состояние бентофауны неблагоподучное; района станций 2, 4, 6 и 9 - как загрязненные, состояние бентофауны неблагоподучное, района станции I - относительно загрязненные, зообентос разнообразен и многочисленен.

#### IV.5.3. Выводы

1. Воды Мотовского залива в значительной степени заселены сапротитной и нефтеокисляющей микрофлорой. Ксилолокисляющие бактерии практически не обнаружены.

2. Индексы соотношения сапротитной и нефтеокисляющей микрофлоры указывают, что состояние микробоценозов залива относительно благоподучное.

3. Данные микробиологического анализа свидетельствуют о том, что в весенний период воды Мотовского залива были грязными или сильно загрязненными (полисапробными), осенью уровень загрязнения несколько понизился - воды в целом могут быть отнесены к типу мезосапробных (загрязненных).

4. Анализ основных характеристик зообентоса позволяет охарактеризовать донные отложения в районе станций 5 и 12 - как значительно загрязненные, районы станций 2, 4, 6 и 9 - как загрязненные. Состояние бентофауны в этих районах неблагополучное.

В районе станции I зообентос был разнообразным и многочисленным, состояние донных отложений - относительно загрязненное.

#### IV.6. Биологическая характеристика Печорской губы

Содержание кислорода в период проведения гидробиологических наблюдений (сентябрь) колебалось в водах губы в пределах 7,28–7,77 мг/л, составляя в среднем 7,49 мг/л. Концентрация нитритов составила в среднем 12,94 мкг/л, изменяясь в пределах 0–39,10 мкг/л. Содержание нитратов в водах губы варьировало в диапазоне 3,95–17,90 мкг/л, составляя в среднем 11,35 мкг/л. Содержание фосфатов изменялось от 18,6 мкг/л до 142,0 мкг/л, составляя в среднем 54,35 мкг/л, кремния – от 420 до 1185 мкг/л (в среднем 897,5 мкг/л).

Воды губы в незначительной степени загрязнены нефтепродуктами и СПАЗ. Концентрация нефтепродуктов варьировала в пределах 0–0,10 мг/л, составляя в среднем 0,05 мг/л; содержание СПАЗ в водах Печорской губы изменялось от 0 до 0,038 мг/л, составляя в среднем 0,020 мг/л.

##### IV.6.1. Микробиологические показатели

Микробиологические исследования в Печорской губе выполнялись в сентябре 1978 г. сотрудниками гидробиологической лаборатории Севераого УГМС (Архангельская ГМО) на трех станциях, расположенных в разных акваториях губы. В комплекс микробиологических наблюдений вошли определение общей численности, биомассы и продукции микроорганизмов, установление НВЧ и распределения сапротитной, углеводородокисляющей (нефтеокисляющей) и ценолокисляющей микрофлоры и индексов их соотношения. Определялись также отдельные морфологические характеристики микробиоценозов (разнообразие колоний, форма клеток).

В сентябре общая численность микроорганизмов в Печорской губе изменялась в пределах  $2,3 \cdot 10^4$  кл/мл –  $1,6 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $9,6 \cdot 10^4$  кл/мл. В поверхностном горизонте 0,5 м концентрация общей численности бактерий была выше, чем в придонном слое. Максимальные величины общей численности бактерий как в поверхностном, так и в придонном горизонте были выявлены на ст.5, расположенной близ пос. Константиновский.

Биомасса микрофлоры составила в среднем 0,008 мг/л, пределы колебаний – от 0,002 до 0,0137 мг/л, величина бактериальной

продукции, определенная на ст.7 (близ пос.Большанский), оказалась равной 0,102 мг С/л. Эти данные позволяют отнести воды Печорской губы к мезотрофному типу.

НВЧ сапрофитных бактерий варьировала от  $2,6 \cdot 10^2$  кл/мл до  $7,1 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем  $3,9 \cdot 10^2$  кл/мл. Вертикальное и горизонтальное распределение сапрофитов по обследованным акваториям Печорской губы было довольно равномерным.

Нефтеокисляющая микрофлора обнаружена на всех обследованных горизонтах, но НВЧ ее оказалась невысокой - десятки клеток в 1 мл воды. Лишь в поверхностном горизонте на ст.3 и 7 нефтеокисляющие микроорганизмы были обнаружены в концентрации  $2,4 \cdot 10^2$  кл/мл -  $2,9 \cdot 10^2$  кл/мл. Среднее значение НВЧ нефтеокисляющих бактерий в Печорской губе в сентябре оказалось равным  $1,1 \cdot 10^2$  кл/мл.

В водах губы была выявлена также фенолокисляющая микрофлора. НВЧ ее изменялась от единиц до тысяч клеток в 1 мл воды, составляя в среднем  $3,7 \cdot 10^2$  кл/мл. Максимальное значение НВЧ фенолокисляющих бактерий была выявлена в поверхностном горизонте на ст.7, расположенной вблизи пос.Большанский.

Микроскопирование окрашенных фильтров позволило установить, что преобладающей морфологической формой, представленной в бактериальных ценозах губы, были кокки. В большом количестве встречались также палочковидные формы и значительно реже - овальные клетки.

Колонии сапрофитных бактерий были образованы, в основном, палочками различного размера и формы (прямыми или слегка изогнутыми). Колонии нефте- и фенолокисляющих бактерий состояли, в основном, из кокков.

Разнообразие индикаторных бактерий, определенных по внешнему виду выросших колоний, оказалось незначительным: среди сапрофитов было выявлено 1-3 разновидности. Нефтеокисляющие и фенолокисляющие бактерии представлены однородными формами.

Коэффициенты отношения общей численности микроорганизмов к сапрофитным бактериям составили 61-566, сапрофитов к нефтеокисляющим микроорганизмам - 1,1-20,6. Это указывает на относительно благоподучное состояние микрооценосов.

Анализ данных микробиологических наблюдений позволяет отнести воды Печорской губы в осенний период к умеренно-загрязненным,  $\alpha$ -мезосапропльм.

#### IV.6.2. Фитопланктон

Изучение фитопланктона Печорской губы проводилось в сентябре 1978 г. на трех станциях, расположенных в разных частях губы.

В состав наблюдений вошли определение численности и видового состава фитопланктона.

В обследованном районе были обнаружены представители трех типов водорослей: Diatomaeae, Cyanophyceae и Flagellatae. Доминирующей группой во всех пробах являлись диатомеи. Массовыми формами были *Skeletonema costatum* и некоторые виды рода *Chaetoceros*.

Наибольшее количество фитопланктона в водах Печорской губы (5400 кл/л) отмечено на станции 3, расположенной на выходе из губы; наименьшее - на ст. 7, расположенной близ пос. Болванский.

При анализе полученных материалов влияние промышленного и бытового загрязнения на фитопланктона губы не прослеживалось.

#### IV.6.3. Пигменты фитопланктона

Пигментный состав фитопланктона в поверхностном слое вод Печорской губы определялся сотрудниками Северного УГМС на ст. 7, расположенной близ пос. Болванский, в сентябре 1978 г. В состав наблюдений вошло изучение концентрации в водах губы хлорофиллов "а", "в", "с", каротиноидов, феофитина и установление соотношения между каротиноидами и хлорофиллом "а".

Содержание хлорофиллов в осенний период в водах губы составило: хлорофилла "а" - 2,220 мкг/л; "в" - 0,580 мкг/л и "с" - 1,075 мкг/л. Суммарное содержание хлорофиллов составило 4,175 мкг/л и характеризует исследованную акваторию как эвтрофную. Концентрация каротиноидов в воде губы оказалась равной 0,600 мкг/л, феоцитина - 0,367 мкг/л. Индекс соотношения каротиноидов и хлорофилла "а" оказался меньше единицы и был равен 0,3.

Анализ данных по пигментному составу фитопланктона позволяет характеризовать состояние фитоценоза Печорской губы, как относительно благополучное, а водную среду отнести к типу эвтрофных вод.

#### IV.6.4. Характеристика продукционно-деструкционных процессов

Определение интенсивности продукционно-деструкционных процессов выполнялось в водах Печорской губы в сентябре 1978 г. на станции 7, расположенной близ пос. Болванский. В состав наблюдений вошло определение первичной продукции - валовой и чистой, общей деструкции, бактериальной продукции и установление индекса соотношения продукции /деструкция. Данные по бактериальной продукции приведены в главе "Микробиологические показатели" настоящего обзора.

Величина валовой продукции в осенний период в водах Печорской губы оказалась равной 0,70 мг О<sub>2</sub>/л.

Общая деструкция составила 0,99 мг О<sub>2</sub>/л; бактериальная - 1,28 мг О<sub>2</sub>/л.

Вычисление величины чистой продукции дало отрицательный результат.

Значимость П/Д коэффициента оказалась меньше единицы и была равна 0,7.

Анализ приведенных данных показал, что в осенний период интенсивность продукционных процессов в губе оказалась значительно ниже, чем скорость деструкции. Это свидетельствует о том, что в водах губы разрушается гораздо больше органических веществ, чем производится фитопланктоном. Становится очевидным значительное влияние аллохтонного (то есть привнесенного извне) органического вещества на состояние вод залива.

#### IV.6.5. Зоопланктон

Наблюдения за состоянием зоопланктона в Печорской губе Баренцева моря проводились на трех станциях в сентябре 1979 года.

Максимальные уровни развития организмов зоопланктона (численность 1,2-1,5 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса 64-1050 мг/м<sup>3</sup>) наблюдались в водах вблизи пос. Константиновский и у выхода из губы (ст.3). На ст.3 также отмечен высокий процент науплиев копепод (61%).

Основу зооценов Печорской губы составляли морские виды копепод: *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia longiremis*,

*Oithona similis*. В значительном количестве встречался также *Limnocalanus grimaldii*.

По качественному составу наиболее богатыми оказались воды у выхода из губы. Этот факт, а также преобладание личиночных форм и высокая численность организмов свидетельствуют о сравнительно благополучном состоянии зооценов Печорской губы на границе с открытыми водами. На остальной акватории губы и, особенно, в районе вблизи пос. Болванский – состояние неблагополучное.

#### IУ.6.6. Выводы

1. Величина общей численности микроорганизмов в осенний период в водах Печорской губы изменялась от  $2,3 \cdot 10^4$  кл/мл до  $1,6 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $9,6 \cdot 10^4$  кл/мл. Биомасса бактерий оказалась равна в среднем 0,008 мг/л, варьируя в пределах 0,002–0,0037 мг/л. Величина бактериальной продукции оказалась равной 0,102 мг С/л. Таким образом, воды Печорской губы могут быть отнесены к мезотрофному типу.

2. Воды губыновсеместно заселены сапропитной, нефтеокисляющей и фенолокисляющей микрофлорой. Средние значения НВЧ их составили  $3,9 \cdot 10^2$  кл/мл,  $1,1 \cdot 10^2$  кл/мл и  $3,7 \cdot 10^2$  кл/мл соответственно.

3. Индексы соотношения общей численности бактерий и сапропитов, а также сапропитной и индикаторной микрофлоры свидетельствуют об относительно неблагополучном состоянии микробиоценозов.

4. Анализ микробиологических данных позволяет охарактеризовать воды Печорской губы в целом в осенний период, как умеренно-загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные.

5. Анализ материалов по численности и видовому составу фитопланктона позволил установить, что загрязнение вод губы промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками не оказывает существенного влияния на состояние фитопланктона.

Данные по пигментному составу фитопланктона также свидетельствуют о благополучном состоянии фитоценов и позволяют отнести воды губы к эвтрофному типу.

6. Материалы изучения интенсивности продукционно-деструкционных процессов указывают на значительное обогащение вод губы аллохтонным органическим веществом.

7. Наблюдения за состоянием зоопланктона свидетельствуют о сравнительно благополучном состоянии зооценов Печорской губы

на границе с открытыми водами моря. На остальной акватории губы и, особенно, в районе вблизи пос.Болванский - состояние зооценов неблагополучное.

## У. БЕЛОЕ МОРЕ

### У.1. Биологическая характеристика открытой части моря

Белое море по своим физико-географическим признакам относится к арктическому бассейну и представляет собой глубоко врезавшийся в материк океанский залив.

Акватория моря простирается от  $63^{\circ}47'$  до  $68^{\circ}40'$  с.ш. Площадь ее ~ около 95 тыс. км<sup>2</sup>. Море имеет четыре крупных залива: Мезенский на востоке, Двинский и Онежский на юге и Кандалакшский, врезающийся в берег глубокой и узкой полосой, на северо-западе.

Белое море загрязняется под влиянием речного стока, водоблема с загрязненными заливами, а также в результате сбросов загрязненных (в первую очередь, нефтяными углеводородами) вод судами рыбного флота, особенно в районах промысла.

В 1978 г. кислородный режим в обследованных акваториях моря был благоприятным. Концентрация растворенного кислорода в открытых водах Белого моря изменялась в пределах 6,46-8,84 мл/л, что составило 90-110% насыщения. В июне средние концентрации кислорода составили: в горле моря - 8,30 мл/л, в бассейне (центральная часть) - 8,61 мл/л. Осенью содержание кислорода в открытых водах моря в среднем составило: 6,67 мл/л (воронка), 6,86 мл/л (горло) и 6,88 мл/л (бассейн).

Концентрация азота в открытых водах Белого моря варьировала в течение года в следующих пределах: нитраты - 0-93,5 мкг/л, составляя в среднем 40,5 мкг/л; нитриты - 0-8,48 мкг/л (в среднем 3,0 мкг/л).

Содержание фосфора в среднем за год в открытых водах Белого моря (воронка, горло, бассейн) составило 15,4 мкг/л, изменяясь в пределах от 0 до 70 мкг/л в разные сезоны года. Осенью (октябрь-ноябрь) концентрация фосфатов в открытых водах моря была выше, чем в остальные сезоны года.

Концентрация нефтепродуктов в открытых водах Белого моря изменялась в пределах от 0 до 0,70 мг/л. Максимальные значения были выявлены в осенний период на ст. I30, расположенной в центральной части моря (бассейн). Средние значения нефтепродуктов составили: летом - в горле 0,07 мг/л, в бассейне - 0,12 мг/л, осенью - в воронке 0,03 мг/л, в горле 0,06 мг/л и в бассейне 0,07 мг/л. Необходимо отметить, что на многих обследованных станциях нефтепродукты не были обнаружены как в летний период, так и осенью.

Содержание СЛАВ в открытых водах Белого моря изменялось от 0,004 мг/л до 0,112 мг/л (по данным сентябрьской съемки). Минимальные средние концентрации СЛАВ (0,040 мг/л) выявлены в бассейне моря, в воронке и горле их содержание было более высоким (0,054 и 0,067 мг/л соответственно).

#### У.1.1. Микробиологические показатели

Микробиологические исследования в открытых водах Белого моря выполнялись в 1978 г. сотрудниками гидробиологической лаборатории Северного УГМС, расположенных в воронке (ст.51, 60), горле (ст.19, 21а) и бассейне (ст.117, 122, 126 и 130) моря (рис.36). В бассейне и горле наблюдения проводились летом (июнь) и осенью (сентябрь, октябрь).

В комплекс микробиологических наблюдений вошло определение общей численности бактерий, их биомассы, распределение и НВЧ сапроптических и нефтеокисляющих микрофлоры, определение отдельных морфологических характеристик и установление коэффициентов их соотношения. Были проведены также определения бактериальной продукции кислородным методом и потенциальной физиологической активности фенолокисляющих бактерий. Всего было отобрано и обработано 39 проб на определение функциональных характеристик микробоценозов и 13 проб на определение бактериальной продукции и активности микрофлоры.

В июне общая численность бактерий в бассейне моря оказалась равной в среднем  $2,0 \cdot 10^4$  кл/мл, изменяясь в пределах  $1,1 \cdot 10^4$ - $1,7 \cdot 10^4$  кл/мл. В горле моря колебания общей численности микроорганизмов в этот период были более значительными и составили  $7,0 \cdot 10^3$ - $5,1 \cdot 10^4$  кл/мл. Среднее значение ОЧ бактерий в горле оказалось выше, чем в бассейне -  $2,9 \cdot 10^4$  кл/мл. Как горизонтальное, так и вертикальное распределение общей численности микроорганизмов было довольно равномерным.

Биомасса микроорганизмов в летний период изменялась в открытых водах Белого моря от 0,0006 мг/л до 0,0053 мг/л, составляя в среднем: в горле 0,0024 мг/л, в бассейне 0,0017 мг/л.

НВЧ сапроптической микрофлоры в июне в бассейне моря изменилась в пределах  $0,2 \cdot 10^{-1}$ - $0,1 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем  $3,1 \cdot 10^1$  кл/мл; в горле их концентрация была значительно выше и составила в среднем  $1,9 \cdot 10^3$  кл/мл (пределы колебаний -  $2,4 \cdot 10^{-1}$ - $1,9 \cdot 10^3$  кл/мл).

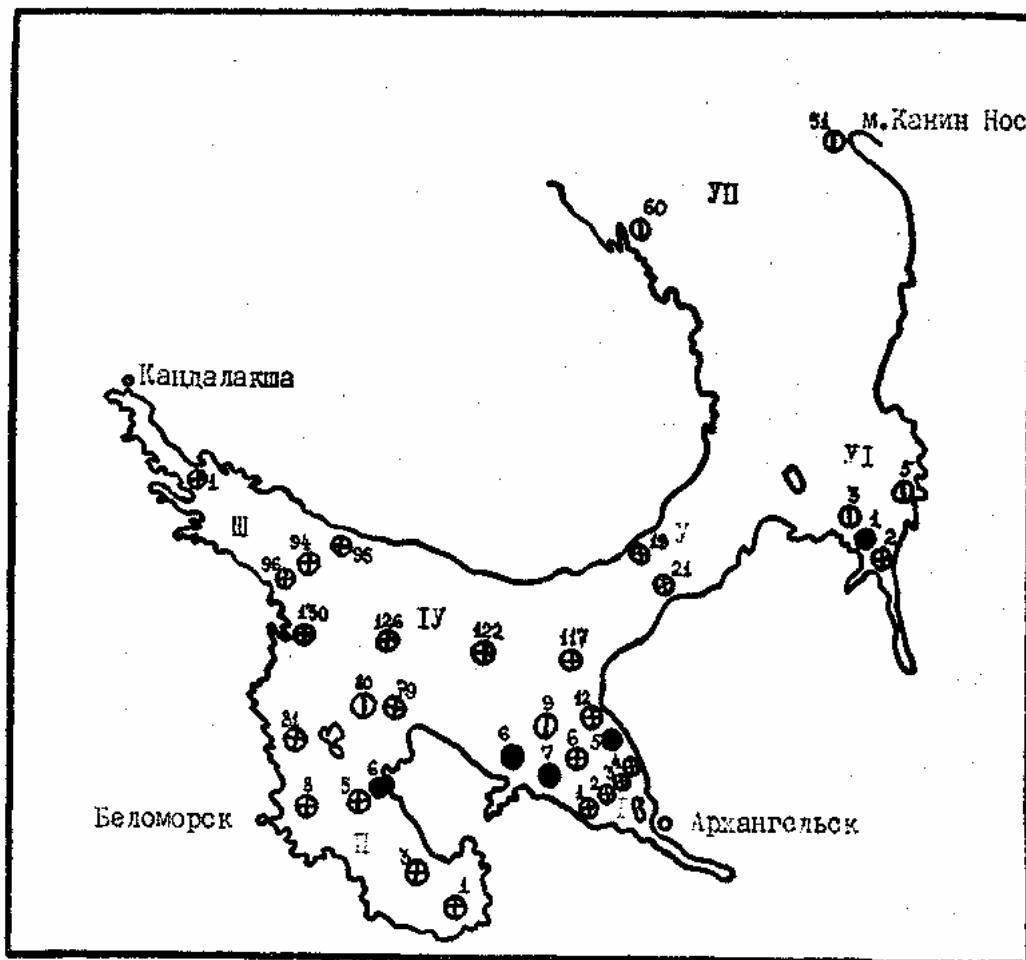


Рис.36. Карта-схема расположения гидрологических станций в Белом море.

- I - Двинский залив Белого моря
- II - Онежский залив - " -
- III - Кандалакшский залив - " -
- IV - Бассейн - " -
- V - Горло - " -
- VI - Мезенский залив - " -
- VII - Воронка - " -

$2,5 \cdot 10^3$  кл/мл). Максимальные значения НВЧ сапрофитов были выявлены в горле моря в поверхностном (0,5 м) и придонном слое на ст.19 и в поверхностном слое на станции 21а, минимальное содержание сапрофитных бактерий было обнаружено в бассейне моря на станциях I26 (придонный горизонт) и I22 (поверхностный слой).

Нефтеокисляющая микрофлора была выявлена на всех обследованных акваториях моря. Горизонтальное распределение ее было неравномерным и сходным с распределением сапрофитов: минимальные концентрации ( $0,1 \cdot 10^{-3}, 0,10$  кл/мл) были выявлены в бассейне моря, максимальные  $1,7 \cdot 10^{-7}, 5,10^3$  кл/мл) - в горле. Средние значения НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры в бассейне и горле моря составили  $1,5 \cdot 10^3$  кл/мл и  $2,1 \cdot 10^3$  кл/мл соответственно.

Фенолокисляющая микрофлора обнаружена также на всех обследованных акваториях. НВЧ ее была довольно низкой: единицы-десетки клеток в 1 мл воды. Максимальная концентрация фенолокисляющих бактерий -  $2,6 \cdot 10^2$  кл/мл - была выявлена в поверхностном горизонте 0,5 м на ст.21а, расположенной в горле моря. Средняя НВЧ бактерий в бассейне оказалась равной  $0,8 \cdot 10$  кл/мл, в горле -  $8,6 \cdot 10$  кл/мл.

Разнообразие бактерий всех изученных индикаторных групп, определенное по морфологическим свойствам, в летний период было невелико: сапрофитные бактерии - I-3 формы, нефтеокисляющие - I-2 (на ст. I22 горла - 5) и фенолокисляющие - I-2. Культуры бактерий, выделенные из вод бассейна моря, были однообразными, и лишь в водах горла обнаружены микроорганизмы, образующие колонии разных форм.

Бактериальная продукция в летний период, определенная в поверхностном горизонте на ст.I26 (бассейн), оказалась равной 0,054 мг С/л, потенциальная физиологическая активность фенолокисляющей микрофлоры оказалась высокой (1,07 мг О<sub>2</sub>/л ).

Индексы соотношения общей численности бактерий и сапрофитных микроорганизмов изменились в пределах: в бассейне - 108-7000 (в среднем 3169), в горле - 12-583 (в среднем 162). Коэффициенты соотношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры составили: в бассейне 2,9 (пределы колебаний - 0,2-6,0), в горле - 4,6 (0,1-11,8); сапрофитной и фенолокисляющей - в бассейне 2,6 (0,6-6,0), в горле 66 (4,8-125). Нарушение естественных соотношений разных физиологических групп бактерий свидетельствует о неблагополучном состоянии микробиоценозов Белого моря.

Данные микробиологического анализа свидетельствуют о том, что летом воды открытой части Белого моря являются олиготрофными, умеренно-загрязненными, в бассейне -  $\beta$ -мезосапробными, в горле -  $\alpha$ -мезосапробными.

В осенний период (сентябрь-ноябрь) общая численность бактерий в обследованных акваториях моря по сравнению с летом несколько повышалась. В бассейне колебания ОЧ микроорганизмов лежали в пределах  $2,5 \cdot 10^4$ - $1,7 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $6,2 \cdot 10^4$  кл/мл, в горле размах колебаний ОЧ бактерий оказался меньше и составил  $4,0 \cdot 10^4$ - $8,3 \cdot 10^4$  кл/мл (в среднем  $6,0 \cdot 10^4$  кл/мл), в воронке ОЧ микроорганизмов варьировала от  $1,7 \cdot 10^4$  кл/мл до  $1,2 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $6,1 \cdot 10^4$  кл/мл.

В целом, можно отметить, что как горизонтальное, так и вертикальное распределение общей численности микроорганизмов по обследованным акваториям моря было в осенний период довольно равномерным.

Распределение бактериальной биомассы по обследованным акваториям было сходным с распределением ОЧ микроорганизмов. Средние значения биомассы оказались равны: в бассейне - 0,0055 мг/л (пределы колебаний - 0,0022-0,0152 мг/л), в горле 0,0052 мг/л (0,0035-0,007 мг/л), в воронке 0,0050 мг/л (0,0015-0,0107 мг/л).

Величина продукции бактериальной биомассы, определенная кислородным методом, изменилась в пределах: в бассейне - от 0,046 до 0,090 мг С/л, составляя в среднем 0,064 мг С/л; в горле - от 0,028 до 0,100 мг С/л (в среднем 0,067 мг С/л).

НЗЧ сапрофитной микрофлоры в осенний период в целом по морю распределялась более равномерно, чем летом. В бассейне моря в сентябре НЗЧ сапрофитов варьировала от  $5,0 \cdot 10^4$  кл/мл до  $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $8,9 \cdot 10^2$  кл/мл (рис. 37), в октябре - ноябре пределы ее изменения оказались равны  $1,4 \cdot 10^2$ - $2,2 \cdot 10^3$  кл/мл (в среднем  $8,4 \cdot 10^2$  кл/мл). В среднем по сезону НЗЧ сапрофитов в бассейне моря оказалась равной  $8,6 \cdot 10^2$  кл/мл. Максимальные концентрации сапрофитов были выявлены в поверхностном полуметровом слое воды на ст. I17, I22 и I30, в придонных горизонтах численность бактерий оказалась на 1-2 порядка величин ниже.

В горле моря в сентябре НЗЧ сапрофитной микрофлоры оказалась несколько ниже, чем в июне, и составила в среднем  $1,4 \cdot 10^3$  кл/мл (пределы колебаний -  $1,2 \cdot 10^2$ - $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл). В октябре наблюдалось дальнейшее снижение численности сапрофитов: среднее значение их

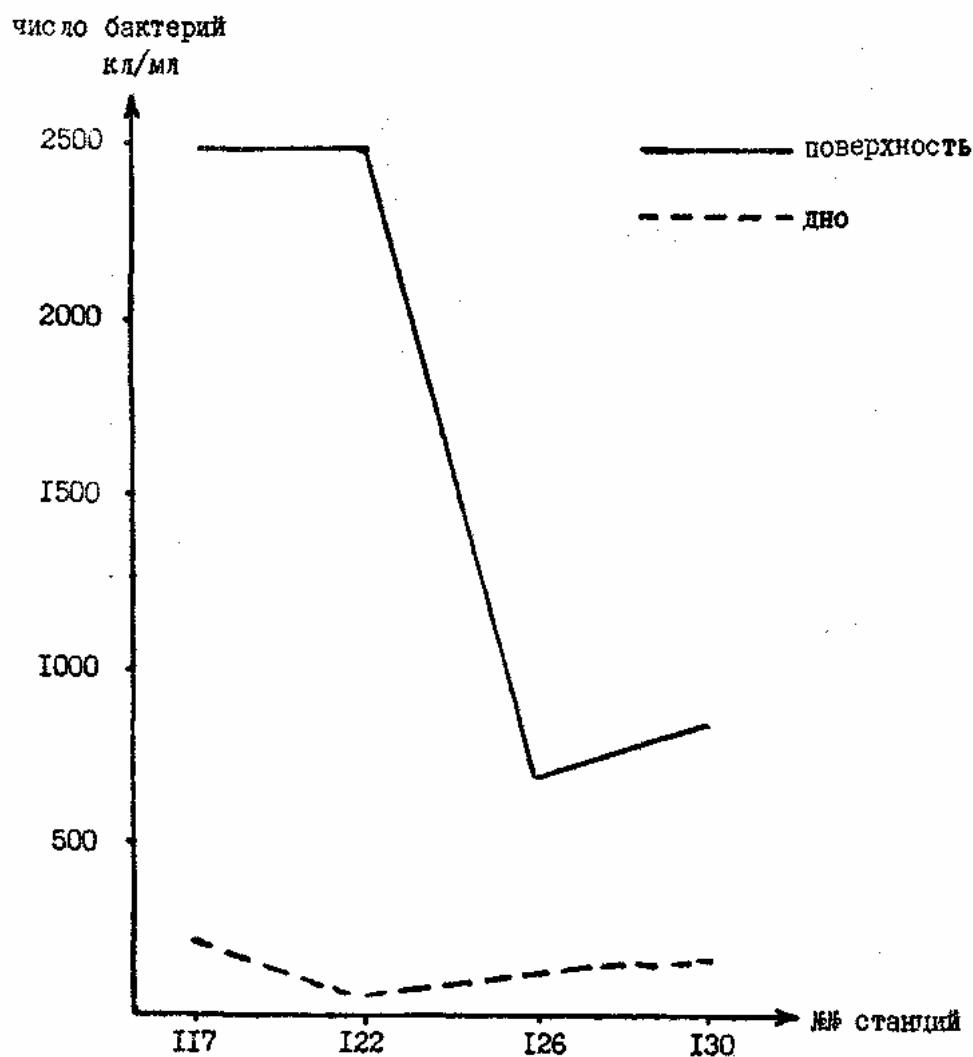


Рис. 37. Численность сапрофитов в бассейне Белого моря  
в сентябре 1978 г.

НВЧ оказалось равным  $5,2 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний -  $8,6 \cdot 10^2$ - $1,2 \cdot 10^3$  кл/мл). В среднем по сезону НВЧ сапрофитных бактерий в горле моря составила  $9,6 \cdot 10^2$  кл/мл.

В воронке НВЧ сапрофитных бактерий в сентябре изменялась в пределах  $2,8 \cdot 10^2$ - $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $9,1 \cdot 10^2$  кл/мл; в октябре численность их поникалась и составила в среднем  $5,6 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний -  $2,8 \cdot 10^2$ - $1,8 \cdot 10^3$  кл/мл). Средние значения НВЧ сапрофитов в воронке моря за весь период в целом оказались равны  $7,4 \cdot 10^2$  кл/мл.

Вертикальное распределение сапрофитов в горле и воронке моря по обследованным горизонтам водной толщи было неравномерным: содержание их в полуметровом поверхностном слое оказалось на порядок величин выше, чем в придонном горизонте на всех обследованных станциях как в сентябре, так и в октябре.

НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры в бассейне моря в сентябре изменялась в пределах  $4,1 \cdot 10^2$ - $2,9 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $8,0 \cdot 10^2$  кл/мл; в октябре-ноябре -  $0,7 \cdot 10^2$ - $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл (в среднем  $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл). Среднее по сезону значение НВЧ нефтеокисляющих бактерий составило  $7,0 \cdot 10^2$  кл/мл.

В горле моря в сентябре НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры в среднем оказалась равной  $5,9 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний -  $1,2 \cdot 10^2$ - $1,0 \cdot 10^3$  кл/мл), в октябре значения НВЧ нефтеокисляющих бактерий варьировали от  $1,7 \cdot 10^2$  кл/мл до  $1,2 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $6,1 \cdot 10^2$  кл/мл. В целом по сезону средние НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов составили  $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл.

В воронке моря нефтеокисляющая микрофлора выявлена на всех обследованных станциях. В сентябре НВЧ ее колебалась от  $3,7 \cdot 10^2$  кл/мл до  $7,5 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $2,1 \cdot 10^3$  кл/мл; в октябре концентрации нефтеокисляющих бактерий несколько понизились и составили в среднем  $3,4 \cdot 10^2$  кл/мл, изменяясь в пределах  $5,2 \cdot 10^2$ - $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл.

Характер вертикального распределения нефтеокисляющей микрофлоры по всем обследованным акваториям открытой части Белого моря был склонным к распределению сапрофитов: в поверхностном слое воды наблюдалось их повышенное содержание по сравнению с придонным горизонтом.

Фенолокисляющая микрофлора в осенний период была выявлена также во всех обследованных акваториях. В горизонтальном и вертикальном распределении ее отмечены те же закономерности, что и в

распределении сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры.

В бассейне моря НВЧ фенолокисляющей микрофлоры составила: в сентябре в среднем  $5,3 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний -  $2,2 \cdot 10^2$ - $2,2 \cdot 10^3$  кл/мл), в октябре-ноябре в среднем  $5,9 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний -  $0,9 \cdot 10^2$ - $1,3 \cdot 10^3$  кл/мл). В среднем по сезону НВЧ фенолокисляющей микрофлоры оказалась равной  $5,6 \cdot 10^2$  кл/мл.

В горле моря в сентябре НВЧ фенолокисляющей микрофлоры варьировала в пределах  $2,6 \cdot 10^2$ - $9,1 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем  $5,0 \cdot 10^2$  кл/мл; в октябре пределы колебаний ее составили  $2,2 \cdot 10^2$ - $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл (в среднем  $5,6 \cdot 10^2$  кл/мл). В целом за сезон средняя НВЧ фенолокисляющей микрофлоры в горле Белого моря составила  $5,3 \cdot 10^2$  кл/мл.

В воронке НВЧ фенолокисляющей микрофлоры в сентябре в среднем оказалась равной  $4,8 \cdot 10^2$  кл/мл (изменяясь в пределах  $8,9 \cdot 10^1$ - $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл), в октябре численность ее немного снижалась и составила в среднем  $4,1 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний -  $2,1 \cdot 10^2$ - $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл).

Потенциальная физиологическая активность фенолокисляющей микрофлоры в осенний период в бассейне моря изменялась в пределах от 0 до 0,77 мг  $O_2$ /л, составляя в среднем 0,46 мг  $O_2$ /л. Наибольшей активностью обладала микрофлора, выявленная в сентябре в придонном горизонте на ст. II7, "нулевая" активность отмечена в этом же районе в поверхностном слое воды.

В горле моря активность микрофлоры варьировала от 0 до 0,96 мг  $O_2$ /л, составляя в среднем 0,44 мг  $O_2$ /л. Максимальные значения активности были выявлены также в придонном горизонте на ст. 2Ia в сентябре, в поверхностном слое воды в этом же районе обнаружено и полное отсутствие фенолокисляющей активности.

Данные по определению потенциальной фенолокисляющей активности микрофлоры указывают на хроническое загрязнение фенолами обследованных акваторий, и, особенно, придонных слоев воды.

Разнообразие бактерий изученных индикаторных групп было в осенний период незначительным. Сапрофитные бактерии образовывали на плотной среде преимущественно однородные колонии, лишь изредка встречались колонии 2-3 видов, отличных от массового. Нефтеокисляющая микрофлора в подавляющем большинстве также была представлена однородными колониями. Незначительное разнообразие (2-3 вида колоний) было выявлено только у форм, выделенных из бассейна моря. Фенолокисляющая микрофлора в осенний период была представлена бактериями, образующими на плотной среде

идентичные колонии.

Коэффициенты отношения общей численности бактерий и сапрофитных микроорганизмов в целом по сезону составили: в бассейне моря 18-4143 (в среднем 512), в горле 19-693 (267) и в воронке 21-1737 (734). Индексы соотношения сапрофитных и нефтеокисляющих бактерий в осенний период оказались равны: в бассейне 0,3-5,0 (1,7), в горле 0,5-6,7 (2,4) и в воронке 0,07-10 (3,2). Индексы соотношения сапрофитной и фенолокисляющей микрофлоры составили соответственно 0,9-20 (2,8); 0,5-5,2 (2,1) и 0,5-5,4 (2,1). Низкие значения индексов свидетельствуют о хроническом загрязнении исследованных акваторий, повлекшем за собой изменение естественных соотношений разных физиологических групп микробиоценозов.

Анализ микробиологических данных свидетельствует о том, что в осенний период открытые воды Белого моря были в целом олиготрофными, умеренно-загрязненными и загрязненными, а не сапропенными.

Преобладающей морфологической формой микроорганизмов, выделенных из исследованных акваторий Белого моря, при микроскопии окрашенных ультрафильтров, оказались крупные и мелкие кокки, которые располагались одиночно, небольшими скоплениями или короткими цепочками. В большом количестве были обнаружены также палочковидные формы. Клетки овальной формы встречались значительно реже.

Разнообразие морфологических признаков бактерий в большей степени наблюдалось в поверхностных слоях воды, с увеличением глубины оно уменьшалось.

Колонии сапропитных бактерий были образованы преимущественно палочковидными формами. Палочки прямые или слегка изогнутые, различной длины и толщины, с округлыми или заостренными концами. Встречались и кокковые формы.

Колонии нефте- и фенолокисляющих бактерий состояли, в основном, из кокков.

#### У.1.2. Фитопланктон

Изучение фитопланктона бассейна, горла и воронки Белого моря проводилось на 8 станциях в период с июня по ноябрь 1978 г. (рис. 36). В состав наблюдений вошло определение численности и видового состава фитопланктона.

В обследованном районе были обнаружены представители трех типов водорослей Diatomaeae, Flagellatae и Chlorophyceae. Доминирующей группой в течение всего периода наблюдений являлись диатомеи. Весной преобладали виды рода *Thallassiosira* (в основном, *Thallassiosira nordenskioldii*). Летом происходило развитие видов рода *Chaetoceros*, *Coscinodiscus concinnus*, на некоторых станциях воронки и горла массовыми формами были *Rhizosolenia hebetata* и *Nitzschia seriata*. Осенью сравнительно высокая численность отмечена только у *Coscinodiscus concinnus*.

Наибольшее количество фитопланктона в водах бассейна, горла и воронки Белого моря наблюдалось в поздневесенний период, значительно меньшее в летний. Фитопланктон практически отсутствовал в всех станциях в позднеосенний период. Максимальная численность клеток (27000 кл/л) отмечена на станции I22- 4.67; отсутствие клеток - на станции I30 - I.II.

Полученные данные представляют интерес как характеристика фонового уровня биологических процессов.

#### У.1.3. Пигменты фитопланктона

Пигментный состав фитопланктона в открытых водах Белого моря определялся в осенний период (сентябрь-октябрь) на четырех станциях, расположенных в бассейне моря (ст. I17, I26) и в его воронке (ст. I9, 2Ia).

В состав наблюдений вошло определение хлорофиллов "а", "в" и "с" в водах моря, а также выявление каротиноидов и феофитина и установление коэффициента соотношения каротиноидов к хлорофиллу "а".

Содержание хлорофиллов в осенний период в водах бассейна Белого моря составило: хлорофилла "а" - в среднем 0,604 мкг/л (пределы колебаний - от 0,187 до 0,849 мкг/л), хл. "в" - в среднем 0,206 мкг/л (0,109-0,291 мкг/л), хл. "с" - 0,331 мкг/л (изменялось от 0,224 до 0,437 мкг/л). Суммарное содержание хлорофиллов в водах бассейна составило в среднем 1,141 мкг/л, варьируя от 0,520 до 1,505 мкг/л, что позволяет отнести исследованную акваторию к мезотрофному типу.

Концентрация каротиноидов в воде бассейна Белого моря в осенний период изменилась в пределах 0,049-0,206 мкг/л, составляя в среднем 0,148 мкг/л; среднее содержание феофитина оказалось

равным 0,574 мкг/л, изменяясь в пределах 0,123-1,194 мкг/л.

Индекс соотношения каротиноидов и хлорофилла "а" оказался меньше единицы и составил в среднем 0,3.

В водах горла Белого моря концентрация хлорофилла "а" изменилась от 0,271 до 0,935 мкг/л, составляя в среднем 0,575 мкг/л; хлорофилла "б" - от 0,150 до 0,727 мкг/л (в среднем 0,375 мкг/л) и хлорофилла "с" - от 0,140 до 0,345 мкг/л (в среднем 0,250 мкг/л). Суммарное содержание хлорофиллов, изменяясь в пределах от 0,687 до 1,802 мкг/л, составило в среднем 1,200 мкг/л, что позволяет охарактеризовать воды горла Белого моря, как мезотрофные.

Среднее содержание каротиноидов в горле моря оказалось равны 0,129 мкг/л, изменяясь в пределах 0,012-0,326 мкг/л; феофитина - 0,188 мкг/л (размах колебаний - 0,093-0,318 мкг/л). Индекс соотношения каротиноидов и хлорофилла "а" оказался в среднем меньше единицы и составил в среднем 0,17, изменяясь от 0,02 до 0,3.

Анализ данных по пигментному составу фитопланктона позволяет охарактеризовать состояние фитоценозов бассейна и горла Белого моря в целом как относительно благополучное, а водную среду отнести к типу мезотрофных вод.

#### У.1.4. Характеристика продукционно-деструкционных процессов

Определение интенсивности продукционно-деструкционных процессов выполнялось в открытых водах Белого моря в сентябре-ноябре 1978 г. на четырех станциях, расположенных в бассейне моря (ст. I17, I26) и его воронке (ст. I9, 2Ia, рис. 36).

В состав наблюдений вошло определение валовой и чистой первичной продукции, общей деструкции и установление индекса продукции/деструкция (П/Д коэффициент).

Величина валовой продукции в осенне-зимний период в водах бассейна моря варьировала от 0,13 до 0,52 мг О<sub>2</sub>/л, составляя в среднем 0,28 мг О<sub>2</sub>/л; в горле моря среднее значение валовой продукции оказалось равным 0,30 мг О<sub>2</sub>/л (пределы колебаний - от 0,06 до 0,58 мг О<sub>2</sub>/л).

Общая деструкция в водах бассейна достигала 1,03 мг О<sub>2</sub>/л, составляя в среднем 0,66 мг О<sub>2</sub>/л; в горле моря величина ее варьировала от 0,28 до 1,25 мг О<sub>2</sub>/л, составляя в среднем 0,70 мг О<sub>2</sub>/л.

Вычисление величины чистой продукции дало отрицательный результат.

Величина П/Д коэффициента оказалась в осенне-зимний период как в бассейне, так и в горле Белого моря меньше единицы и составила в среднем по бассейну 0,4 (пределы колебаний - 0,3-0,5), в горле размах колебаний был шире - 0,1-0,7, среднее значение оказалось также равным 0,4.

Анализ данных по продукционно-деструкционным процессам позволил установить, что в осенне-зимний период интенсивность образования органического вещества фитопланктоном была гораздо ниже скорости его деструкции. Этот факт свидетельствует о значительном поступлении в Белое море и накоплении там alloхтонного органического вещества. По продукционно-деструкционным характеристикам воды открытой части Белого моря могут быть отнесены к мезотрофному типу.

#### У.1.5. Зоопланктон

Изучение состояния зоопланктона в открытых водах Белого моря проводилось на 5 станциях в июне, на 7 станциях в сентябре и на 7 станциях в октябре-ноябре 1978 г. В состав наблюдений вошло установление численности и определение видового состава зоопланктона.

Численность зоопланктона была довольно высокой (1-29 тыс. экз./ $m^3$ ) в июне-сентябре и заметно снижалась - до 0,3-3 тыс.экз./ $m^3$  в октябре-ноябре.

Качественный состав зоопланктона сравнительно мало изменился по сезонам. В течение всего периода наблюдений отмечался большой процент личиночных стадий копепод. Летом и осенью состав организмов был несколько более разнообразен, чем весной. В основном, доминировали 2 вида мелких копепод *Oithona similis* и *Microsetella norvegica*. В меньшем количестве встречалась крупные копеподы *Calanus finmarchicus* и *Metridia longa*, а также планкtonные хищники *Sagitta elegans*, *Themisto abyssorum*, *Rathkeea octopunctata*.

Высокие величины общей численности, значительный процент личиночных стадий в течение всего летне-осеннего периода, а также разнообразный состав зоопланктона свидетельствуют о благополучном состоянии зоопланктона в открытых водах Белого моря.

### У.І.6. Бентос

В бассейне Белого моря наблюдения за состоянием зообентоса выполнялись на станциях I17 (34 м), I22 (130 м) и I30 (28 м) разреза ІУ.

Качественный состав бентофауны этих станций беден - нематоды и полихеты, на станции I22 - обнаружены только полихеты *Maldanidae*. Подобная картина характерна для донных биоценозов, населяющих районы с загрязнением грунтов и придонных вод.

### У.І.7. Выходы

I. Общая численность бактерий изменялась в открытых водах Белого моря в течение 1978 г. в пределах  $7,0 \cdot 10^3$ - $1,7 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем: в бассейне  $2,0 \cdot 10^4$  кл/мл летом и  $6,2 \cdot 10^4$  кл/мл осенью, в горле  $2,9 \cdot 10^4$  кл/мл летом и  $6,0 \cdot 10^4$  осенью и в воронке осенью  $6,1 \cdot 10^4$  кл/мл. По величине общей численности бактерий все обследованные акватории моря могут быть отнесены к олиготрофным водам.

Биомасса бактерий в открытых водах моря оказалась в основном невысокой и составила в среднем: в бассейне моря летом 0,0017 мг/л, осенью 0,0055 мг/л; в горле летом 0,0024 мг/л, осенью 0,0052 мг/л; в воронке осенью 0,0050 мг/л.

Бактериальная продукция, определенная кислородным методом в разных частях открытого моря, оказалась в среднем равна: летом 0,054 мг С/л (бассейн), осенью в бассейне 0,064 мг С/л, в горле 0,067 мг С/л.

Все обследованные акватории моря были в значительной степени заселеными сапропитной, нефтеокисляющей и фенолокисляющей микрофлорой, причем осенью развитие бактериопланктона было более выраженным, чем в летнее время. Средние значения НВЧ различных физиологических групп составили: летом в бассейне моря -  $3,1 \cdot 10^3$  кл/мл (сапропиты),  $1,5 \cdot 10^3$  кл/мл (нефтеокисляющие),  $0,8 \cdot 10^3$  кл/мл (фенолокисляющие), в горле -  $1,9 \cdot 10^3$ ,  $2,1 \cdot 10^3$  и  $8,6 \cdot 10^3$  кл/мл соответственно; осенью содержание бактерий составило: сапропитных в среднем  $8,6 \cdot 10^2$  кл/мл в бассейне,  $9,6 \cdot 10^2$  кл/мл в горле,  $7,4 \cdot 10^2$  кл/мл в воронке; нефтеокисляющих -  $7,0 \cdot 10^2$  кл/мл (в бассейне),  $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл (горло) и  $1,2 \cdot 10^3$  кл/мл (воронка), фенолокисляющих соответственно  $5,6 \cdot 10^2$ ,  $5,3 \cdot 10^2$  и  $4,5 \cdot 10^2$  кл/мл.

3. Потенциальная физиологическая активность, определенная кислородным методом в натурных экспериментах в разных акваториях моря, оказалась в среднем равна: летом в бассейне 1,07 мг О<sub>2</sub>/л, осенью в бассейне 0,46 мг О<sub>2</sub>/л, в горле моря 0,44 мг О<sub>2</sub>/л. Эти данные свидетельствуют о хроническом загрязнении вод моря органическими веществами и, в частности, фенолами и указывают, что наиболее интенсивно процессы бактериального разрушения этих веществ протекают в летний период.

4. Индексы соотношения ОЧ бактерий и сапроптической микрофлоры, а также сапроптических и индикаторных бактерий позволяют охарактеризовать состояние микробиоценозов открытых вод Белого моря, как неблагополучное (в летний и осенний периоды).

5. Данные микробиологического анализа показывают, что в летний период открытые воды Белого моря являются умеренно-загрязненными; в бассейне -  $\beta$ -мезосапробными, в горле -  $\alpha$ -мезосапробными.

Осенью воды моря (открытая часть) могут быть охарактеризованы в целом, как  $\alpha$ -мезосапробные (умеренно-загрязненные и загрязненные).

6. Данные по численности и видовому составу фитопланктона, полученные в результате наблюдений, представляют интерес как характеристика фонового уровня биологических процессов.

7. Анализ данных по пигментному составу фитопланктона позволяет охарактеризовать состояние фитоценозов бассейна и горла Белого моря в целом, как относительно благополучное, а водную среду отнести к типу мезотрофных вод.

8. По продукционно-деструкционным характеристикам воды открытой части Белого моря также могут быть отнесены к мезотрофному типу.

9. Высокие величины общей численности, значительный процент личиночных стадий в течение всего летне-осеннего периода, а также разнообразный состав зооценоза свидетельствуют о благополучном состоянии зоопланктона в открытых частях Белого моря.

10. Данные по качественному составу и численности бентоса свидетельствуют о загрязнении придонных вод и донных отложений обследованных акваторий открытой части Белого моря.

## У.2. Биологическая характеристика Двинского залива

Основную роль в загрязнении вод залива играет мощный сток р.Северной Двины. Река выносит в залив загрязняющие вещества, попадающие в нее с хозяйственно-бытовыми стоками городов (Архангельска, Новодвинска), и поселков, в результате лесосплава, с промышленными стоками целлюлозно-бумажных комбинатов, предприятий деревообрабатывающей, химической промышленности, судоремонтных и судостроительных заводов и т.п. Кроме того, воды залива загрязняются стоками судов рыболовного и торгового флота.

В 1978 г. кислородный режим в двинском заливе в период проведения гидробиологических наблюдений был благоприятным. Содержание растворенного кислорода в водах залива изменялось летом от 6,61 мл/л до 7,76 мл/л, составляя в среднем 7,10 мл/л (свыше 90% насыщения); осенью – в ноябре – содержание кислорода в среднем увеличивалось и достигало значения 7,47 мл/л (пределы колебаний – 6,84–8,45 мл/л).

Максимальные количества нитритов в воде залива выявлены в ноябре (среднее значение – 6,4 мкг/л), в летний период концентрация их была несколько ниже и в среднем составила 4,2 мкг/л.

Содержание нитратов во все периоды наблюдений было довольно высоким, но осенью (в ноябре) их средняя концентрация в водах залива была значительно выше, чем летом (71,9 мкг/л и 26,5 мкг/л соответственно).

Концентрация фосфатов в летний период в среднем составила 9,4 мкг/л (пределы колебаний – 0–20,5 мкг/л), осенью их содержание в водах залива увеличивалось и оказалось равным в среднем 16,2 мкг/л, размах колебаний также увеличился – от 0 до 24,2 мкг/л.

Нефтяное загрязнение в июне было выявлено на всех обследованных станциях. Содержание нефти в водах залива изменилось от 0,04 мг/л до 0,30 мг/л, составляя в среднем 0,19 мг/л. В августе и ноябре на большинстве обследованных акваторий залива присутствие нефти не обнаружено. Средняя концентрация нефтепродуктов в водах залива составила: в августе – 0,04 мг/л, в ноябре – 0,03 мг/л.

Содержание СПАЗ в воде залива определялось во время августовской съемки. СПАЗ были выявлены на всех обследованных акваториях, концентрация их зарыжировала в пределах 0,006–0,120 мг/л, составляя в среднем 0,035 мг/л. Вертикальное распределение СПАЗ было довольно равномерным.

### У.2.1. Микробиологические показатели

Микробиологические наблюдения в Двинском заливе выполнялись на 10 станциях, расположенных в разных частях залива (рис.36) в летний (июнь, август) и осенний (ноябрь) периоды.

В комплекс микробиологических исследований вошли: определение общей численности и биомассы микроорганизмов, установление продукции бактериальной биомассы кислородным методом, определение НВЧ и распределения сапротифитной, нефтеокисляющей и фенолокисляющей микрофлоры и установление коэффициентов их соотношения. Определялись также отдельные морфологические характеристики бактерий, выделенных из Двинского залива.

Устанавливалась величина потенциальной физиологической активности фенолокисляющих микроорганизмов в натурах экспериментах.

Всего на анализ структурных характеристик микробоценозов Двинского залива отобрано и обработано 35 проб, на определение бактериальной продукции и потенциальной физиологической активности микрофлоры - 14 проб.

В июне общая численность бактерий изменялась в пределах  $5,0 \cdot 10^4$ - $1,4 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $1,3 \cdot 10^5$  кл/мл. Максимальные значения ОЧ выявлены на ст.12, расположенной в северной части залива (прибрежная зона), минимальные - на ст.7, расположенной в прибрежной зоне юго-западной части залива.

В августе размах колебаний общей численности бактерий лежал в пределах  $2,8 \cdot 10^4$ - $2,0 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $1,1 \cdot 10^5$  кл/мл. Вертикальное распределение ОЧ было однородным. Наибольшие концентрации бактерий ( $1,1 \cdot 10^5$ - $2,0 \cdot 10^5$  кл/мл) были выявлены, в основном, в зоне залива, подверженной влиянию стока р.Северной двины (ст. 2, 3).

В целом в летний период средние значения общей численности микроорганизмов составили  $1,2 \cdot 10^5$  кл/мл. Это обстоятельство позволяет отнести воды двинского залива к олиготрофным.

Биомасса микрофлоры в июне в водах залива была относительно высокой и зарызала в пределах 0,0044-0,0125 мг/л, составляя в среднем 0,0122 мг/л; в августе пределы колебаний были шире - от 0,0038 мг/л до 0,0182 мг/л, но средняя величина бактериальной биомассы оказалась несколько ниже, чем в июне, и составила 0,0095 мг/л. Средняя величина биомассы микроорганизмов в летний период в целом в Двинском заливе была довольно

высокая -  $0,0108 \text{ мг/л}$ .

Продукция бактериальной биомассы в июне определялась на 2-х станциях (ст.6 и 12). Величина ее оказалась равной: на ст. 6 -  $0,036 \text{ мг С/л}$ , на ст.12 -  $0,047 \text{ мг С/л}$ . В августе величина бактериальной продукции изменилась в пределах  $0,038\text{--}0,354 \text{ мг С/л}$ , составляя в среднем  $0,514 \text{ мг С/л}$ . Наибольшие значения бактериальной продукции выявлены в поверхностном полуметровом слое воды в восточной части залива в зоне распространения северодвинских вод, наименьшие - в этом же районе, но в придонном слое (ст.4).

В летний период в целом средняя величина бактериальной продукции в водах залива оказалась равной  $0,189 \text{ мг С/л}$ .

НВЧ сапрофитных бактерий в июне изменялась в пределах  $2,4 \cdot 10^3\text{--}2,5 \cdot 10^3 \text{ кл/мл}$ , составляя в среднем  $4,2 \cdot 10^2 \text{ кл/мл}$  (обследовался лишь поверхностный горизонт). На горизонтальное распределение микрофлоры в заливе значительное влияние оказывает сток р.Сев.Двина. Так, максимальные значения НВЧ сапрофитов в июне были выявлены на ст.1, расположенной близ устьевой зоны реки, минимальные - на ст.7 (юго-западная часть залива). В августе изменения НВЧ сапрофитных бактерий находились в интервале  $1,6 \cdot 10^2\text{--}2,5 \cdot 10^3 \text{ кл/мл}$ , составляя в среднем  $8,5 \cdot 10^2 \text{ кл/мл}$ . Как вертикальное, так и горизонтальное распределение их было неравномерным. В поверхностном горизонте НВЧ сапрофитов оказалось в основном на 1-2 порядка величин выше, чем в придонном. Исключение составила ст.3, расположенная близ устьевой зоны р.Сев.Двина, где как в поверхностном, так и в придонном горизонтах наблюдалась одинаковая максимально высокая НВЧ сапрофитов:  $2,5 \cdot 10^3 \text{ кл/мл}$ . Наиболее низкие значения концентрации сапрофитных бактерий в августе выявлены как в поверхностном, так и в придонном горизонте на ст.12, расположенной в северо-восточной части залива и значительно удаленной от устья р.Сев.Двина. Среднее значение НВЧ сапрофитов летом оказалось равно  $6,4 \cdot 10^2 \text{ кл/мл}$ .

Нефтеокисляющая микрофлора в летний период была выявлена на всех обследованных акваториях залива. НВЧ ее изменялась в пределах: в июне -  $0,5 \cdot 10^2\text{--}6,4 \cdot 10^2 \text{ кл/мл}$ , в августе -  $0,2 \cdot 10^2\text{--}9,2 \cdot 10^2 \text{ кл/мл}$ , составляя в среднем  $1,7 \cdot 10^2 \text{ кл/мл}$  и  $2,2 \cdot 10^2 \text{ кл/мл}$  соответственно. Как вертикальное, так и горизонтальное распределение нефтеокисляющей бактерий было сходным с распределением сапрофитов. Максимальные значения их НВЧ обнаружены в зоне влияния северодвинских вод, минимальные - в зоне, расположенной на

выходе из залива в центральную часть Белого моря, наиболее удаленной от устья реки (ст.9, 12). Среднее значение НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры в водах залива в летний период в целом составило  $2,0 \cdot 10^2$  кл/мл.

Фенолокисляющая микрофлора летом была выявлена также на всех обследованных акваториях залива. Характер ее вертикального и горизонтального распределения был аналогичным сапропитной и нефтеокисляющей микрофлоре. Пределы колебаний НВЧ фенолокисляющих бактерий составили: в июне -  $0,5 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^2$  кл/мл (в среднем  $1,5 \cdot 10^2$  кл/мл); в августе -  $0,1 \cdot 10^{-9} - 7 \cdot 10^2$  кл/мл (среднее значение -  $1,9 \cdot 10^2$  кл/мл). Средняя величина НВЧ фенолокисляющих микроорганизмов в летнее время в водах Двинского залива оказалась равной  $1,7 \cdot 10^2$  кл/мл.

Величина потенциальной физиологической активности фенолокисляющей микрофлоры изменялась в летний период от 0,06 до 2,01 мг  $O_2$ /л, составляя в среднем 0,88 мг  $O_2$ /л. Максимальные значения потенциальной физиологической активности установлены в центральной и северной частях залива (ст.6 и 12). В целом, выявленная активность фенолокисляющей микрофлоры свидетельствует о том, что все обследованные акватории Двинского залива подвержены хроническому загрязнению фенолами, содержащимися в стоках предприятий деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, а также попадающими в воды залива при лесосплаве.

Коэффициенты отношения общей численности бактерий и сапропитов в летний период варьировали в пределах 19-5238, составляя в среднем 1740; индексы соотношения сапропитной и нефтеокисляющей микрофлоры составили 0,4-208 (в среднем 13), сапропитной и фенолокисляющей - 0,4-227 (в среднем 18), что свидетельствует об относительно благополучном состоянии микробиоценозов.

Анализ микробиологических данных позволяет оценить воды Двинского залива в летний период в целом, как хронически загрязненные,  $\alpha$ -мелосапробные.

В ноябре ОЧ микроорганизмов оказалась выше, чем в летний период, и в среднем составила  $2,2 \cdot 10^5$  кл/мл (интервалы колебаний - от  $5,5 \cdot 10^4$  кл/мл до  $4,4 \cdot 10^5$  кл/мл). Как горизонтальное, так и вертикальное распределение общей численности бактерий было довольно равномерным. Величина общей численности бактерий свидетельствует об олиготрофном состоянии вод залива.

Биомасса бактерий оказалась в осенний период так же, как и летом, довольно высокой и варьировала от 0,0050 мг/л до 0,0389 мг/л составляя в среднем 0,0191 мг/л. Величина продукции бактериальной биомассы изменялась от 0,022 мг С/л до 0,064 мг С/л, составляя в среднем 0,045 мг С/л.

НВЧ сапрофитных бактерий в осенний период оказалась несколько ниже, чем летом, и составила в среднем  $4,9 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний - от  $0,6 \cdot 10^2$  кл/мл до  $1,9 \cdot 10^3$  кл/мл). Вертикальное распределение сапрофитов было неравномерным: в поверхностном горизонте их концентрация оказалась на 1-2 порядка величины выше, чем в придонном. В горизонтальном распределении бактерий наблюдалось, в основном, то же закономерности, что и в летний период.

Нефтеокисляющая микрофлора осенью выявлена в больших количествах по сравнению с летним периодом. НВЧ ее изменялась от  $0,2 \cdot 10^3$  кл/мл до  $1,2 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $3,9 \cdot 10^2$  кл/мл.

Фенолокисляющие бактерии в осенний период были выявлены также во всех обследованных акваториях залива. НВЧ их оказалась выше, чем в летнее время, и составила в среднем  $3,4 \cdot 10^2$  кл/мл, изменяясь в пределах  $0,2 \text{--} 1,1 \cdot 10^3$  кл/мл. В поверхностном слое НВЧ фенолокисляющих бактерий в целом по заливу оказалась на 1-2 порядка величины выше, чем в придонном горизонте.

Потенциальная физиологическая активность микрофлоры в осенний период изменялась от 0,15 мг О<sub>2</sub>/л до 0,82 мг О<sub>2</sub>/л, составляя в среднем 0,50 мг О<sub>2</sub>/л. Эти данные свидетельствуют о снижении интенсивности процессов бактериальной деструкции фенолов в водах залива в осенний период по сравнению с летним.

Коэффициенты отношения общей численности микроорганизмов и сапрофитной микрофлоры изменились от 83 до 20666, составляя в среднем 3779; индексы соотношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры варьировали от 0,8 до 15,5, составляя в среднем 3,3; сапрофитной и фенолокисляющей - от 0,6 до 72, составляя в среднем 13.

По сравнению с летним периодом, осенью коэффициент отношения общей численности бактерий и сапрофитов увеличился, а индексы соотношений сапрофитной и индикаторной микрофлоры уменьшились. Это свидетельствует об ухудшении качества вод залива в осенний период.

Анализ микробиологических данных позволяет оценить воды Двинского залива в осенний период, как загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные.

Преобладающей морфологической формой сапрофитных бактерий оказались палочки, прямые или слегка изогнутые, с округлыми или заостренными концами. Колонии нефте- и фенолокисляющих бактерий были образованы, в основном, кокками. Разнообразия колоний почти не наблюдалось, в то время как сапрофитные бактерии, особенно в летний период, были представлены 2-5 различными видами или формами.

#### У.2.2. Фитопланктон

Изучение фитопланктона Двинского залива Белого моря проводилось на 10 станциях в период с июня по ноябрь 1978 года. В состав наблюдения вошло определение численности и видового состава фитопланктона (рис. 36).

В исследованном районе были обнаружены представители 4-х типов водорослей: Diatomaeae, Cyanophyceae, Flagellatae и Chlorophyceae. Доиницирующей группой в течение всего периода наблюдений являлись диатомеи. Весной преобладал пресноводный комплекс видов, массовой формой была *Asterionella formosa*,

летом происходило развитие *Thalassionema nitzschiooides* и видов родов *Chaetoceros* и *Thalassiosira*. Осенью — *Ceratium longipes* и видов родов *Chaetoceros* и *Coscinodiscus*.

Наибольшее количество фитопланктона в водах Двинского залива наблюдалось в поздневесенний период, значительно меньшее — в летний, и он практически отсутствовал на всех станциях в позднеосенний период. Максимальная численность клеток (45000 кл/л) отмечена на станции 5 — 6,06; на станциях 2 — 7,11 и 3 — 7,11 фитопланктон полностью отсутствовал.

Оценка влияния загрязнения на фитопланктон Двинского залива была проведена путем вычисления индекса сапробности (ИС) по методу Пантле и Букка. Выполненные расчеты показали, что в целом воды исследованного района относятся к  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробному типу.

### У.2.3. Пигменты фитопланктона

Пигментный состав фитопланктона в Двинском заливе определялся в августе и ноябре 1978 года на ст. 6, расположенной в центральной части залива (рис. 36).

В состав наблюдений вошло определение хлорофиллов "а", "б" и "с" в поверхностных водах залива (глр. 0,5 м), а также установление содержания каротиноидов и феофитина и индекса соотношения каротиноидов к хлорофиллу "а".

В летний период (август) суммарное содержание хлорофиллов оказалось равным 2,455, что указывает на мезотрофное состояние вод залива. Концентрация хлорофилла "а" составила 1,350 мкг/л, "б" - 0,480 мкг/л и "с" - 0,625 мкг/л. Содержание каротиноидов и феофитина оказалось равным соответственно 0,320 и 0,355 мкг/л. Индекс соотношения каротиноидов к хлорофиллу "а" равнялся 0,2.

В ноябре содержание хлорофилла "а" равнялось 0,579 мкг/л, "б" - 0,330 мкг/л и "с" - 0,799 мкг/л. Суммарное количество хлорофиллов в водах залива оказалось значительно меньшим, чем летом - 1,702 мкг/л. Концентрация каротиноидов и феофитина также была на более низком уровне и составила соответственно 0,250 и 0,067 мкг/л. Индекс соотношения каротиноидов к хлорофиллу "а" превышал значение, полученное летом, но был меньше единицы и составил 0,4.

Данные по пигментному составу фитопланктона свидетельствуют о благополучном состоянии фитоценозов открытой части Двинского залива и позволяют отнести водную среду к типу олиго-мезотрофных вод.

### У.2.4. Характеристика продукционно-деструкционных процессов

Определение интенсивности продукционно-деструкционных процессов в водах двинского залива Белого моря выполнялось в июне, августе и ноябре 1978 года на пяти станциях, расположенных в разных частях залива (ст. I, 4, 6, 12 и 6 (XXVI), рис. 36).

В состав наблюдений вошло определение величины первичной продукции фитопланктона (валовой и чистой), величины общей деструкции и установление коэффициента отношения продукции к деструкции (П/Д коэффициент).

В летний период (июнь-август) величина валовой продукции в среднем по заливу оказалась равной 0,61 мг О<sub>2</sub>/л, изменяясь в пределах 0,2-0,34 мг О<sub>2</sub>/л. Максимальные значения валовой первичной продукции выявлены в августе в поверхностном слое на ст. I, расположенной у южного берега залива в зоне влияния стока р. Северная Двина; минимальные - в августе в придонном горизонте на ст. 6, расположенной в центральной части залива.

Общая деструкция в летний период в среднем по заливу оказалась равной 1,23 мг О<sub>2</sub>/л, изменяясь в пределах 0,13-4,10 мг О<sub>2</sub>/л. Максимальные величины деструкции обнаружены в августе в поверхностном слое воды на станциях, расположенных в зоне влияния стока р. Северной Двины (ст. I - 3,04 мг О<sub>2</sub>/л, ст. 4 - 4,10 мг О<sub>2</sub>/л), что указывает на значительную роль речного стока в обогащении вод залива органическим веществом.

Чистая продукция была выявлена в июне лишь в поверхностном слое на двух станциях: на ст. 12 ее величина оказалась равной 1,36 мг О<sub>2</sub>/л, на ст. 6 (XXVI) - 0,78 мг О<sub>2</sub>/л. В августе в поверхностном слое на станции 6 обнаружена "нулевая" чистая продукция (то есть продукционно-деструкционные процессы оказались сбалансированными). На остальных станциях залива вычисления чистой продукции дали отрицательные результаты как в поверхностном, так и в придонном слоях.

П/Д коэффициент в поверхностном слое воды на ст. 6 оказался в августе равен единице, в июне на станциях 12 и 6 (XXVI) он составил соответственно 5,1 и 7,0, на остальных обследованных акваториях величина П/Д коэффициента в летний период варьировала от 0 до 0,8.

В ноябре величина валовой продукции в водах Двинского залива изменилась от 0,15 до 0,47 мг О<sub>2</sub>/л, составляя в среднем 0,27 мг О<sub>2</sub>/л. Общая деструкция в среднем по заливу оказалась равной 0,42 мг О<sub>2</sub>/л, варьируя в пределах 0,09-0,59 мг О<sub>2</sub>/л.

Вычисленная величина чистой продукции оказалась отрицательной.

П/Д коэффициент в зимний период на всех обследованных станциях оказался меньше единицы и изменялся в пределах 0,3-0,8, составляя в среднем 0,5.

Анализ данных по интенсивности продукционно-деструкционных процессов позволил установить, что образование чистой продукции

Фитопланктона в водах Двинского залива происходит в летний период только на станциях, удаленных от устьевой зоны р.Северной Двины. На остальных обследованных акваториях скорость образования органического вещества и величина первичной продукции фитопланктона оказываются гораздо меньше, чем интенсивность его разложения (деструкции). Это свидетельствует об обогащении вод залива аллохтонным органическим веществом, особенно, в зоне влияния р.Северной Двины.

#### У.2.5. Зоопланктон

Изучение состояния зоопланктона в Двинском заливе Белого моря проводилось на 9 станциях в июне, на 7 станциях в августе и на 7 станциях в ноябре 1978 г. В комплекс наблюдений вошли исследования качественного состава зооценов и установление численности зоопланктона.

Максимальная численность зоопланктона в заливе наблюдалась в июне (15-45 тыс.экз./м<sup>3</sup>), минимальная - в ноябре (0,15-3 тыс. экз./м<sup>3</sup>). От других обследованных акваторий Белого моря Двинский залив отличался наибольшими величинами численности зоопланктона.

Качественный состав зооценов претерпевал значительные колебания в течение года. Так, в июне основную массу зоопланктона в пробах составляли личиночные стадии копепод и коловратки. В августе - преобладала планктонная гарпактикоида *Microsetella norvegica* и ветвистоусые ракчи. Только на ст.3, расположенной вблизи устья Северной Двины, качественный состав в период наблюдений почти не менялся. Осенью на всех станциях Двинского залива преобладали морские виды копепод: *Microsetella norvegica*, *Acartia longiremis*, *Oithona similis*.

Значительные величины численности и преобладание личиночных стадий свидетельствуют об относительно благополучном состоянии зоопланктона в двинском заливе.

#### У.2.6. Зообентос

Наблюдения за состоянием зообентоса Двинского залива производились на десяти станциях: 1-4 (глубины 8-15 м); 5-9 (45-94 м) и 12 (22 м). Наименьшее разнообразие видов животных (2-3) наблюдалось на станциях 2 и 5, населенных, в основном, нематодами и

полихетами. В грунтах станции 4 донных животных не обнаружено. Наиболее разнообразна бентофауна станций 6 и 9. В населении станции 6 отмечены остракоды – организмы, чувствительные к загрязнению.

В целом, по Двинскому заливу зообентос представлен 3-4 видами. Данные, полученные по составу бентофауны, характеризуют состояние придонных вод и донных биоценозов станций 2, 4, 5 района близкого к г. Архангельску, как очень неблагополучное, характерное для акватории с значительным загрязнением придонных вод и донных отложений.

#### У.2.7. Выходы

1. Общая численность бактерий, выявленная в разных акваториях Двинского залива, оказалась относительно невысокой и составила в летний период в среднем  $1,2 \cdot 10^5$  кл/мл, осенью значения ОЧ несколько повысились и оказались равными в среднем  $2,2 \cdot 10^5$  кл/мл. Средние значения биомассы в летний период составили 0,0108 мг/л; осенью – 0,0191 мг/л. Средняя величина продукции бактериальной биомассы в летний период оказалась равна 0,139 мг С/л; осенью интенсивность процессов бактериальной продукции была значительно ниже и в среднем составила 0,045 мг С/л.

2. Все обследованные акватории залива в значительной степени заселены сапрофитной, нефтеокисляющей и фенолокисляющей микрофлорой, но разнообразие бактерий было невелико. Вертикальное распределение микроорганизмов всех изученных групп было неравномерным – в поверхностном слое воды их концентрация оказалась на 1-2 порядка величия выше, чем в придонном горизонте.

На горизонтальное распределение микрофлоры большое влияние оказывает сток р.Северной Двины. В зоне залива, подверженной влиянию речного стока, во все периоды наблюдений выявленные количества бактерий были больше, чем в районах залива, удаленных от устья Северной Двины.

Во все периоды наблюдений в разных частях залива обнаружена положительная потенциальная физиологическая активность фенолокисляющей микрофлоры. Это свидетельствует о хроническом характере загрязнения вод залива органическими веществами и, в частности, фенолами, попадающими в залив в результате лесосплава и с промышленными стоками предприятий. Наиболее высокие показатели активности выявлены в летний период (среднее значение

0,88 мг О<sub>2</sub>/л), осенью интенсивность бактериального окисления фенолов значительно снижалась (среднее значение - 0,50 мг О<sub>2</sub>/л).

4. Коэффициенты отношения сапрофитной и индикаторной микрофлоры свидетельствуют об относительно благополучном состоянии микробиоценозов Двинского залива в летний период. Осенью был выявлен незначительный сдвиг в сторону ухудшения их состояния.

5. Данные микробиологического анализа свидетельствуют о том, что в 1978 г. воды Двинского залива могут быть охарактеризованы, в целом, как олиготрофные, хронически загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные.

6. По состоянию фитопланктона воды Двинского залива в целом относятся к  $\sigma$ - $\beta$ -мезосапробному типу.

Данные по пигментному составу фитопланктона свидетельствуют о благополучном состоянии фитоценозов открытой части Двинского залива и позволяют отнести водную среду к типу олиго-мезотрофных вод.

7. Анализ данных по интенсивности продукционно-деструкционных процессов позволил установить, что в целом в водах Двинского залива скорость образования органического вещества оказывается меньшей, чем интенсивность его деструкции. Это свидетельствует об обогащении вод залива аллохтонным органическим веществом, особенно в зоне влияния р. Северной Двины.

8. Значительные величины численности и преобладание личиночных стадий свидетельствуют об относительно благополучном состоянии зоопланктона в Двинском заливе.

9. Данные, полученные по составу бентофауны, характеризуют состояние придонных вод и донных биоценозов на акватории Двинского залива, прилегающей к г. Архангельску, как очень неблагополучное.

### У.3. Биологическая характеристика Онежского залива

Онежский залив, расположенный в южной части Белого моря, загрязняется хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками населенных пунктов, расположенных на его берегах (Онега, Лямца, Беломорск и др.), стоками с судов (особенно в районах промысла). Большое влияние на качество вод залива оказывает сток р.Онега, выносящий в залив воды, загрязненные в результате лососеплава и другой хозяйственной деятельности населения.

В 1978 г. кислородный режим в заливе был благоприятным. В июне содержание растворенного кислорода составило в среднем 7,80 мг/л, изменяясь в пределах 7,21-8,12 мг/л; в августе концентрация кислорода в заливе несколько понизилась и составила в среднем 6,44 мг/л (пределы колебаний - 5,94-6,90 мг/л). В ноябре содержание растворенного кислорода вновь возросло и составило в среднем 7,10 мг/л (пределы изменения - 6,80-7,53 мг/л).

Содержание биогенных элементов в водах залива изменялось в течение лета-осени 1978 г. Так, в июне концентрация нитратов варьировала от 12,8 мкг/л до 84,9 мкг/л, составляя в среднем 48,5 мкг/л; нитриты были выявлены в количестве 0,75-3,25 мкг/л (средняя концентрация 2,1 мкг/л), содержание фосфатов варьировало от 0 до 18,0 мкг/л, составляя в среднем 10,2 мкг/л. В августе средняя концентрация нитратов несколько уменьшилась и составила 41,2 мкг/л, среднее содержание нитритов увеличилось до 2,8 мкг/л, среднее количество фосфатов в юде залива осталось на прежнем уровне (10,2 мкг/л). В ноябре биогенные элементы были выявлены на всех обследованных акваториях залива в следующих количествах (приведены средние данные): нитраты - 52,3 мкг/л, нитриты - 4,3 мкг/л, фосфаты - 12,6 мкг/л, то есть осенью содержание биогенных элементов в водах залива было выше, чем летом.

Содержание кремния в водах залива в разные сезоны года было высоким и изменялось незначительно. В июне концентрация кремния варьировала в пределах 285-600 мг/л, составляя в среднем 524 мг/л; в августе - 100-785 мг/л (в среднем 454 мг/л) и в ноябре 385-650 мг/л (в среднем 562 мг/л).

Содержание нефтепродуктов в заливе в июне изменилось от 0,03 мг/л до 0,22 мг/л, составляя в среднем 0,10 мг/л. В августе на большинстве обследованных акваторий нефтепродукты не

обнаружены, средняя их концентрация оказалась равной 0,02 мг/л. В ноябре содержание нефтепродуктов в водах залива варьировало от 0 до 0,13 мг/л, составляя в среднем 0,03 мг/л.

Определение СПАВ, выполненное в августе, показало значительное распределение их в водах залива. СПАВ были выявлены на всех обследованных акваториях, концентрация их изменялась в пределах 0-0,049 мг/л, составляя в среднем 0,029 мг/л.

### У.3.1. Микробиологические показатели

Микробиологические исследования в Онежском заливе выполнялись в июне, августе и ноябре на 4 станциях, расположенных в разных частях залива (ст. I, 3, 5, 8, рис. 36).

в комплекс микробиологических наблюдений вошло определение общей численности микроорганизмов, бактериальной продукции и биомассы, установление наиболее вероятной численности (НЗЧ) и распределения бактерий разных физиологических групп (сапрофитных, нефтеокисляющих, фенолокисляющих) и индексов их соотношения. Устанавливались отдельные морфологические характеристики сапрофитных и индикаторных бактерий, определялась потенциальная физиологическая активность фенолокисляющей микрофлоры.

Анализ структурных характеристик микробоценозов выполнен на основании обработки 20 проб, бактериальная продукция определялась в 9 пробах, потенциальная физиологическая активность фенолокисляющей микрофлоры в 5 пробах.

В июне изменения общей численности бактерий лежали в пределах  $1,7 \cdot 10^4$ - $1,0 \cdot 10^5$  кл/мл. Среднее значение ОЧ оказалось равным  $5,0 \cdot 10^4$  кл/мл. Повышенные значения ОЧ выявлены в западной части залива на ст.8, расположенной близ г.Беломорска ( $1,0 \cdot 10^5$  кл/мл), и на ст.1, расположенной близ устья р.Онеги ( $5,5 \cdot 10^4$  кл/мл).

Бактериальная биомасса варьировала от 0,0016 мг/л до 0,0091 мг/л, составляя в среднем 0,0046 мг/л.

Величина бактериальной продукции, определенная на ст.1 (предустьевой район р.Онега), оказалась равна 0,100 мг С/л.

НЗЧ сапрофитной микрофлоры в июне была низкой, изменялась от  $3,1 \cdot 10^2$  кл/мл до  $1,4 \cdot 10^2$  кл/мл, и составляла в среднем  $6,4 \cdot 10^2$  кл/мл.

Концентрация фенолокисляющей и нефтеокисляющей микрофлоры также была низкой и составила в среднем  $2,4 \cdot 10^3$  кл/мл -  $3,1 \cdot 10^3$  кл/мл.

Величина потенциальной физиологической активности фенолокисляющей микрофлоры, определенная на ст. I (близ устья р. Онеги), оказалась высокой -  $1,46$  мг  $O_2$ /л, что свидетельствует о хроническом загрязнении данной акватории фенолами.

На хронический характер загрязнения вод Онежского залива указывают также низкие коэффициенты соотношения сапрофитной и индикаторной микрофлоры. Средние их значения составили: отношения численности сапрофитных бактерий к нефтеокисляющим - 5,6, сапрофитных - к фенолокисляющим - 3,4.

Анализ микробиологических данных позволяет охарактеризовать воды Онежского залива в целом, как олиготрофные, умеренно-загрязненные,  $\beta$  - мезосапробные.

В августе наблюдалось значительное увеличение средних показателей как общей численности и биомассы бактерий, так и НВЧ микроорганизмов всех изучаемых групп.

Колебания общей численности лежали в пределах  $3,4 \cdot 10^4$ - $2,2 \cdot 10^5$  кл/мл. Среднее значение ее составило  $8,8 \cdot 10^4$  кл/мл. Как горизонтальное, так и вертикальное распределение ОЧ бактерий по обследованным акваториям было довольно равномерным.

Величина бактериальной биомассы изменилась от 0,0030 мг/л до 0,0215 мг/л, составляя в среднем 0,0082 мг/л. Высокие значения составила также продукция бактериальной биомассы: она изменилась от 0,115 мг С/л до 0,210 мг С/л, в среднем 0,163 мг С/л. Максимальных значений величина бактериальной продукции достигла на ст. I, расположенной в устье р. Онеги.

НВЧ сапрофитной микрофлоры в августе составила в среднем  $2,2 \cdot 10^3$  кл/мл, изменяясь в пределах  $6,0 \cdot 10^2$ - $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл. Как вертикальное, так и горизонтальное распределение ее было равномерным. На всех обследованных горизонтах в разных частях залива НВЧ сапрофитов имела одинаковое значение -  $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл, за исключением придонного горизонта на ст. I, где НВЧ оказалась на 2 порядка ниже ( $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл).

Содержание нефтеокисляющей микрофлоры варьировало от 0 до  $1,3 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $1,9 \cdot 10^2$  кл/мл. На большинстве обследованных акваторий НВЧ этих микроорганизмов составила единицы-десятки клеток в 1 мл, и лишь в поверхностном горизонте

на ст.5, расположено й в центральной части залива, выявлена концентрация  $1,3 \cdot 10^5$  кл/мл.

НВЧ фенолокисляющей микрофлоры изменялась в августе от 0 до  $7,5 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл. Максимальная НВЧ была выявлена также в поверхностном горизонте на ст.5. Вертикальное распределение фенолокисляющих бактерий было неравномерным: в поверхностном слое воды содержание их было на 1-2 порядка выше, чем в придонном горизонте.

Коэффициенты отношения ОЧ и сапротитной микрофлоры изменились от 9 до 566, составляя в среднем 104; индексы соотношения сапротитных и нефтекисляющих бактерий варьировали от 2 до 333, составляя в среднем 220, сапротитных и фенолокисляющих - от 0,3 до 500 (среднее значение - 141).

Высокие средние значения индексов соотношения сапротитной и индикаторной микрофлоры свидетельствуют о том, что в августе состояние микробных ценозов в Онежском заливе было относительно благополучным.

Данные микробиологического анализа показывают, что в августе уровень загрязнения вод Онежского залива несколько увеличился. В целом они могут быть отнесены к загрязненным,  $\Delta$  - незосапробным.

В ноябре общая численность бактерий изменялась от  $3,3 \cdot 10^4$  кл/мл до  $1,1 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $7,1 \cdot 10^4$  кл/мл. Вертикальное распределение ОЧ было неравномерным: в поверхностном слое воды содержание микроорганизмов было выше, чем в придонном горизонте.

Бактериальная биомасса составила в среднем по заливу 0,0065 мг/л, изменяясь в пределах 0,0030-0,0104 мг/л.

Величина бактериальной продукции в ноябре была значительно ниже, чем летом. Она изменилась от 0,033 мг С/л до 0,070 мг С/л, составляя в среднем 0,056 мг С/л.

НВЧ сапротитной микрофлоры в ноябре была ниже, чем в августе и варьировала от  $6,8 \cdot 10^3$  кл/мл до  $1,6 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $7,0 \cdot 10^2$  кл/мл. Вертикальное распределение микрофлоры было неравномерным: в поверхностном полуметровом слое воды ее концентрация была на 1-2 порядка выше, чем в придонном горизонте. Максимальная концентрация сапротитных бактерий выявлена в поверхностном слое воды в зоне залива, подверженной влиянию стока р.Онеги (ст.1, 3).

По мере удаления от устьевой зоны р. Онеги содержание сапрофитов в водах залива понижалось.

Распределение нефтеокисляющей и фенолокисляющей микрофлоры имело аналогичный характер. Средняя НВЧ нефтеокисляющих бактерий оказалась равной  $4,6 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний -  $1,9 \cdot 10^2$ - $1,4 \cdot 10^3$  кл/мл), фенолокисляющей -  $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл ( $3,4 \cdot 10^2$ - $1,5 \cdot 10^3$  кл/мл).

Потенциальная физиологическая активность фенолокисляющей микрофлоры, определенная в натурных экспериментах кислородным методом, была значительно ниже, чем в июне. Значения ее изменились от 0,08 мг  $O_2$ /л до 0,62 мг  $O_2$ /л, составляя в среднем 0,41 мг  $O_2$ /л. Эти данные свидетельствуют о хроническом загрязнении вод залива фенолами.

Коэффициенты отношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры варьировали от 1 до 34, составляя в среднем 6; сапрофитной и фенолокисляющей - от 0,7 до 1,0 (в среднем - 1,1).

Нарушение естественных соотношений в водных микробиоценозах Онежского залива также указывает на хронический характер загрязнения его вод.

Данные микробиологического анализа свидетельствуют о том, что в ноябре не произошло значительного изменения качества вод Онежского залива по сравнению с августом. Воды залива могут быть охарактеризованы в целом, как олиготрофные,  $\alpha$ -мезосапробные (загрязненные).

Микроскопирование окрашенных фильтров позволило установить, что во все периоды наблюдений преобладающей морфологической формой микроорганизмов были крупные и мелкие кокки, располагающиеся одинично, небольшими скоплениями или соединенные в короткие цепочки. Довольно часто встречались палочковидные формы. Овальные клетки обнаруживались значительно реже.

Колонии сапрофитных бактерий состояли преимущественно из палочковидных форм. Большое разнообразие колоний отмечалось, как правило, при высеивании на плотную среду проб воды, НВЧ сапрофитов в которых была низкой. Так, разнообразие сапрофитных бактерий оказалось самым высоким (4-6 форм) в июне. В августе сапрофитные микроорганизмы были представлены однородными формами. В ноябре были выявлены колонии 2-3 различных видов.

Колонии нефте- и фенолокисляющих бактерий были образованы, в основном, кокками. В подавляющем большинстве случаев они оказались однообразными.

### У.3.2. Фитопланктон

Изучение фитопланктона Онежского залива Белого моря проводилось на 8 станциях в период с июня по ноябрь 1978 года. В состав наблюдений вошло определение численности и видового состава фитопланктона (рис. 36).

В обследованном районе были обнаружены представители 2 типов водорослей - *Diatomeae* и *Flagellatae*. Доминирующей группой в течение всего периода наблюдений являлись диатомеи. Весной преобладающей формой оказалась *Skeletonema costatum*. Летом видовой состав фитопланктона был беден и не обнаружено доминирования определенной группы видов, осенью единично встречались *Melosira arctica* и *Skeletonema costatum*.

Наибольшее количество фитопланктона в водах Онежского залива наблюдалось в поздневесенний период, значительно меньшее - в летний. В осенний период фитопланктон практически отсутствовал на всех станциях. Максимальная численность клеток (115000 кл/л) отмечена на станции I - 8,06; минимальная (0 кл/л) - на станциях I - 28,08 и 8 - 29,08.

Полученные материалы представляют интерес как характеристика фонового уровня биологических процессов в Белом море.

### У.3.3. Пигменты фитопланктона

Пигментный состав фитопланктона в Онежском заливе Белого моря определялся в августе и ноябре 1978 года на станции 3, расположенной в центральной части залива (рис. 36).

В состав наблюдений вошло определение в поверхностных водах залива (гор. 0,5 м) хлорофиллов "а", "в" и "с", каротиноидов и феофитина, а также установление коэффициентов соотношения каротиноидов к хлорофиллу "а".

В летний период (август) содержание хлорофилла "а" оказалось равным 0,452 мкг/л, "в" - 0,311 мкг/л и "с" - 0,400 мкг/л. Суммарное содержание хлорофиллов составило 1,163 мкг/л. Концентрация каротиноидов и феофитина оказалась равной соответственно 0,045 и 0,241 мкг/л. Коэффициент отношения каротиноидов к хлорофиллу "а" равнялся 0,1.

В зимнее время (ноябрь) суммарное количество хлорофиллов в воде залива на ст.3 оказалось несколько выше, чем летом - 1,357 мкг/л (хл. "а" - 0,613 мкг/л; хл. "в" - 0,299 мкг/л,

хл. "с" - 0,445 мкг/л); содержание каротиноидов и феофитина также увеличилось (0,257 и 0,315 мкг/л, соответственно). Коеффициент отношения каротиноидов к хлорофиллу "а" равнялся 0,4.

Данные по пигментному составу фитопланктона свидетельствуют о благополучном состоянии фитоценозов Онежского залива как летом, так и зимой и показывают, что воды залива соответствуют олиго-мезотрофному типу.

#### У.3.4. Характеристика продукциино-деструкционных процессов

Определение интенсивности продукциино-деструкционных процессов в водах Онежского залива Белого моря выполнялось в июне, августе и ноябре 1978 г. на трех станциях, расположенных в разных частях залива (ст. I, 5, 8, рис. 36).

В состав наблюдений вошло определение величины первичной продукции фитопланктона (валовой и чистой), величины общей деструкции и установление коэффициента отношения продукции к деструкции (П/Д коэффициент).

В летний период величина валовой продукции изменялась от 0,19 до 1,95 мг О<sub>2</sub>/л, составляя в среднем 0,61 мг О<sub>2</sub>/л. Максимальные значения ее были обнаружены в поверхностном слое на ст. 1, расположенной близ устья р. Онеги, минимальные - в придонном слое на ст. 5 (открытые воды залива).

Общая деструкция составила в среднем по заливу 1,62 мг О<sub>2</sub>/л, изменяясь в пределах 0,87-2,53 мг О<sub>2</sub>/л. Максимальная величина деструкции органического вещества выявлена также на ст. 1, но в придонном горизонте.

Расчеты величины чистой продукции фитопланктона дали отрицательные результаты.

П/Д коэффициент в летний период варьировал от 0,1 до 0,5, составляя в среднем 0,3.

Зимой средняя величина валовой продукции в заливе оказалась почти в два раза ниже, чем летом (0,32 мг О<sub>2</sub>/л, пределы колебаний - 0,24-0,50 мг О<sub>2</sub>/л).

Общая деструкция варьировала от 0,36 до 0,70 мкг/л, составляя в среднем 0,49 мг О<sub>2</sub>/л.

Чистая продукция, так же, как в летний период, выявлена не была.

Средний П/Д коэффициент в зимний период равнялся 0,66, изменившись в пределах 0,6-0,7.

Данные по производствено-деструкционным процессам свидетельствуют о том, что как в летний, так и в зимний периоды в водах Онежского залива скорость образования первичной продукции органического вещества была значительно меньшей, чем скорость его разложения (деструкции). Это указывает на хроническое загрязнение вод залива аллохтонным органическим веществом, попадающим в залив с речным стоком р.Онеги.

#### У.3.5. Зоопланктон

Контроль состояния зоопланктона в Онежском заливе Белого моря проводился на 8 станциях в июне, на 7 станциях в августе и на 6 станциях в ноябре 1978 г. В состав наблюдений вошло определение видового состава зооцона и установление численности зоопланктеров.

Максимальные величины численности зоопланктона наблюдались в июне и августе (0,6-12 тыс.экз./ $m^3$ ), минимальные - в ноябре (0,3-2 тыс.экз./ $m^3$ ).

Качественный состав зооцона заметно изменялся во времени. В весенний период резко доминировали (по численности) науплии копепод, иногда в значительных количествах встречались пелагические личинки усогоних раков; преобладали копеподы *Pseudocalanus elongatus*, *Microsetella norvegica*, *Oncaea borealis*.

К осени заметно снижалось количество личиночных стадий зоопланктеров; видовой состав становился богаче - в заметных количествах были обнаружены *Metridia longa*, *Acartia longiremis*.

Снижение численности личиночных стадий от июня к ноябрю свидетельствует об ухудшении состояния зоопланктона Онежского залива в осенний период по сравнению с летним.

#### У.3.6. Бентос

В Онежском заливе наблюдения за состоянием зообентоса выполняли на разрезе II на станциях I, 3, 5, 8, 80 и 81 (две по-

ледних находятся в бассейне моря). Глубины большинства станций - 15-30 метров, станции 5 - 48 м, станции 8 - 58 метров. Для зообентоса этой акватории характерно большое разнообразие видов (8-10), наличие в бентофауне ракообразных и иглокожих, на станциях I и 8 наблюдались остракоды - организмы чувствительные к загрязнению.

Качественный состав зообентоса указывает на относительно благополучное состояние придонных вод и донных отложений акватории Онежского залива, за исключением станции 81 (обнаружено только 3 вида животных, в основном, нематоды и полихеты).

### У.3.7. Выводы

1. Все обследованные акватории Онежского залива в значительной степени заселены сапропитной, нефтеокисляющей и фенолокисляющей микрофлорой.

2. Наибольшего расцвета бактериальное население достигает в августе, когда в водах залива отмечается самые высокие значения общей численности, биомассы микроорганизмов и НВЧ бактерий разных физиологических групп (сапропитных, фенолокисляющих). В августе выявлена самая высокая интенсивность процессов продукции бактериальной биомассы, которая в дальнейшем (к ноябрю) постепенно снижается.

3. Значения потенциальной физиологической активности фенолокисляющей микрофлоры свидетельствуют о том, что загрязнение вод залива органическими веществами и, в частности, фенолами, имеет хронический характер.

На хронический характер загрязнения указывают также значительные пределы колебаний и низкие средние величины (за исключением полученных в августе) коэффициентов отношения сапропитной и индикаторной микрофлоры. Нарушение естественных соотношений физиологических групп микроорганизмов свидетельствует о глубокой перестройке и неблагополучном состоянии микробиоценозов.

4. Анализ микробиологических данных позволяет отнести Онежский залив Белого моря к олиготрофным водоемам. Воды залива в июне могут быть охарактеризованы как умеренно-загрязненные,  $\beta$ -мезосапробные; в августе и ноябре - загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные.

5. Материалы наблюдений за численностью и видовым составом фитопланктона представляют интерес как характеристика фонового уровня биологических процессов в Белом море.

6. Данные по пигментному составу фитопланктона свидетельствуют о благополучном состоянии фитоценозов Онежского залива как летом, так и зимой и показывают, что воды залива соответствуют олиго-мезотрофному типу.

7. Данные по продукционно-деструкционным процессам свидетельствуют о том, что как в летний, так и в зимний периоды в водах Онежского залива скорость образования первичной продукции органического вещества была значительно меньшей, чем скорость его разложения (деструкции). Это указывает на хроническое загрязнение вод залива аллохтонным органическим веществом, попадающим в него с речным стоком р.Онеги.

8. Снижение численности личиночных стадий от июля к ноябрю свидетельствует об ухудшении состояния зоопланктона Онежского залива в осенний период по сравнению с летним.

9. Качественный состав зообентоса указывает на относительно благополучное состояние придонных вод и донных отложений Онежского залива, за исключением станции 81.

#### У.4. Биологическая характеристика Мезенского залива

Мезенский залив расположен в северо-восточной части Белого моря. В отличие от других крупных заливов (Двинского, Онежского и Кандалакшского), сообщающихся с открытыми водами моря в районе его бассейна, Мезенский залив открывается в воронку моря.

Важным источником формирования качества вод залива являются стоки рек (Мезени, Пинеги и др.), привносящие в залив загрязняющие вещества, попадающие в них в результате лесосплава и хозяйственной деятельности населения поселков, расположенных за берегах рек.

Летом и осенью 1978 г. концентрация растворенного кислорода в водах залива была довольно высокой и изменялась в пределах от 6,05 мг/л до 8,34 мг/л. Среднее содержание кислорода в водах залива составило: в июне - 7,96 мг/л, в сентябре - 6,10 мг/л, в октябре - 7,43 мг/л.

Средние концентрации биогенных элементов составили:

- нитратов - в июне 13,9 мкг/л; в сентябре - 27,5 мкг/л, в октябре - 30,3 мкг/л;
- нитритов - в июне 1,4 мкг/л, в сентябре - 19,8 мкг/л, в октябре - 9,8 мкг/л;
- фосфатов - в июне 9,1 мкг/л, в сентябре 35,2 мкг/л, в октябре 20,4 мкг/л.

Нефтепродуктами воды Мезенского залива загрязнены значительно. На большинстве обследованных с танций и горизонтов они обнаружены не были. В июне средняя концентрация нефтепродуктов оказалась равной 0,01 мг/л, в сентябре - 0,01 мг/л и в октябре - 0,02 мг/л.

Определение СПАВ в водах залива было проведено только в сентябре. По данным химического анализа, СПАВ имеют повсеместное распространение в водах залива. Содержание их в сентябре варьировало от 0,006 мг/л до 0,027 мг/л, составляя в среднем 0,018 мг/л. Вертикальное распределение СПАВ в водной толще залива было неравномерным - в придонном слое воды их концентрация была выше, чем в поверхностных горизонтах.

#### У.4.1. Микробиологические показатели

Микробиологические исследования в Мезенском заливе выполнялись в июне, сентябре и ноябре 1978 г. на 4 станциях, расположенных в разных частях залива. В июне пробы воды отбирались на всех станциях, в сентябре на ст.2 и 3, в октябре - на ст.2 и 5 (рис.36).

В комплекс микробиологических наблюдений вошло определение общей численности, биомассы и продукции микроорганизмов, установление распределения НВЧ сапрофитной, нефтеокисляющей и фенолокисляющей микрофлоры и индексов их соотношения, определение потенциальной физиологической активности фенолокисляющих бактерий кислородным методом в натурных экспериментах, установление отдельных морфологических характеристик микроорганизмов.

Всего для определения ОЧ, биомассы микрофлоры, распределения НВЧ сапрофитной и индикаторной микрофлоры отобрано и обработано 11 проб, для определения бактериальной продукции - I проба и для установления величины потенциальной физиологической активности фенолокисляющей микрофлоры - I проба.

В июне ОЧ бактерий в водах залива варьировала в пределах  $3,2 \cdot 10^4$ - $2,0 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $1,1 \cdot 10^5$  кл/мл. Максимальные значения ОЧ были выявлены на ст.2, расположенной в устьевой зоне р.Мезень. Эти данные позволяют оценить степень трофики вод залива, как олиготрофные.

Средняя биомасса микроорганизмов оказалась относительно высокой - 0,0103 мг/л, изменяясь в пределах 0,0030-0,0185 мг/л.

Сапрофитная микрофлора в июне не определялась.

НВЧ углеводородокисляющей (нефтеокисляющей) микрофлоры изменялась от  $3,6 \cdot 10^2$  кл/мл до  $9,6 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем  $4,2 \cdot 10^2$  кл/мл.

Повышенные значения НВЧ нефтеокисляющих бактерий выявлены на ст.2 в устье р.Мезень ( $5,1 \cdot 10^2$  кл/мл) и на ст.5, расположенной у восточного берега залива ( $9,6 \cdot 10^2$  кл/мл).

Распределение фенолокисляющей микрофлоры имело аналогичный характер. НВЧ ее изменилась в пределах  $2,2 \cdot 10^3$ - $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $5,0 \cdot 10^2$  кл/мл.

Потенциальная физиологическая активность, определенная на ст.2, оказалась относительно низкой и составила 0,39 мг  $O_2$ /л.

Нефтеокисляющие бактерии на плотной среде образовывали колонии I-3-х видов. Максимальное их разнообразие обнаружено на ст.2. Колонии фенолокисляющих бактерий были однообразными.

В сентябре ОЧ микроорганизмов оказалась выше, чем в июне, и составила в среднем  $2,8 \cdot 10^5$  кл/мл, изменяясь в пределах  $1,5 \cdot 10^5$ - $4,9 \cdot 10^5$  кл/мл. Горизонтальное и вертикальное распределение общей численности бактерий оказалось довольно равномерным.

Биомасса микроорганизмов весной была соответственно больше, чем летом, и изменялась в пределах 0,0186-0,0430 мг/л, в среднем 0,0241 мг/л.

Величина бактериальной продукции, определенная в сентябре на ст.2, составила 0,077 мг С/л.

НЗЧ сапропитной микрофлоры варьировала в пределах  $2,0 \cdot 10^2$ - $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $1,3 \cdot 10^3$  кл/мл. Вертикальное распределение бактерий было неравномерным: в полуметровом поверхностном слое концентрация их была на I-2 порядка величины выше, чем в придонном горизонте.

В пробах воды, отобранных из придонного горизонта, обнаружены бактерии, образующие на плотной среде колонии 4х форм. При посеве на плотную среду проб воды из поверхностного слоя были получены однообразные колонии.

Индикаторная (нефте- и фенолокисляющая) микрофлора в сентябре была выявлена на всех обследованных горизонтах. НВЧ ее колебалась в пределах  $0,8 \cdot 10^2$ - $7,5 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $2,0 \cdot 10^3$  кл/мл (нефтеокисляющие бактерии и  $1,1 \cdot 10^2$ - $1,6 \cdot 10^3$  кл/мл, в среднем  $4,7 \cdot 10^2$  кл/мл - фенолокисляющие микроорганизмы). Индикаторная микрофлора образовывала на плотных средах однообразные колонии.

Вертикальное распределение индикаторной микрофлоры было неравномерным. В поверхностном горизонте в воды их НВЧ оказалась на I-2 порядка выше, чем в придонном слое. Максимальные концентрации индикаторных бактерий выявлены на ст.2, расположенной близ устья р.Мезени.

Коэффициенты отношения ОЧ бактерий и сапропитных микроорганизмов изменились от 83 до 6300, составляя в среднем 1807; отношение сапропитов к нефтеокисляющим бактериям составило в среднем 9,2 (пределы изменения - 0,3-25), сапропитов к фенолокисляющим - 8,2 (пределы колебаний - 1,4-18). Минимальные значения индексов соотношения сапропитных и индикаторных бактерий

выявлены на ст.2, расположенной в устье р.Мезень, что указывает на хроническое загрязнение данной акватории залива, которое привело к нарушению естественного состояния микробиоценозов.

Данные микробиологического анализа в сентябре позволяют отнести воды Мезенского залива в целом к категории умеренно-загрязненных,  $\alpha$ -мезосапробных.

В октябре общая численность бактерий варьировала от  $9,9 \cdot 10^4$  кл/мл до  $2,5 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $1,4 \cdot 10^5$  кл/мл, средняя биомасса бактерий оказалась равной 0,0125 мг/л, изменилась же она в пределах 0,0087-0,0219 мг/л.

На основании величин общей численности бактерий можно сделать вывод, что степень трофности залива по сравнению с летним периодом существенно не изменилась.

Сапрофитная микрофлора в октябре имела меньшее развитие, чем в сентябре. Средняя НЗЧ ее оказалась равной  $5,1 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний -  $1,1 \cdot 10^2$ - $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл). Вертикальное распределение НЗЧ сапрофитов было неравномерным. В полуметровом поверхностном горизонте содержание их было выше, чем в придонном слое воды.

Максимальная концентрация сапрофитов ( $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл) выявлена на ст.2 близ устья р.Мезени. Разнообразие колоний было меньше, чем в сентябре: 1-2 вида.

Индикаторная микрофлора в октябре обнаружена на всех обследованных акваториях. Распределение их, как вертикальное, так и горизонтальное, было аналогичным распределению сапрофитов.

НЗЧ нефтеокисляющей микрофлоры варьировала в пределах  $6,4 \cdot 10^4$ - $1,0 \cdot 10^5$  кл/мл (в среднем  $4,6 \cdot 10^4$  кл/мл), фенолокисляющей -  $5,7 \cdot 10^4$ - $8,5 \cdot 10^4$  кл/мл ( $3,3 \cdot 10^4$  кл/мл). Колонии индикаторных бактерий на плотных средах по виду не отличались друг от друга.

Коэффициент отношения ОЧ и СБ изменялся от 112 до 2250 (в среднем 838), средние значения индексов отношения сапрофитной и индикаторной микрофлоры оказались меньше, чем в сентябре, и составили: сапрофитная/фенолокисляющая - 2, сапрофитная/нефтеокисляющая - 1. Это свидетельствует об ухудшении состояния микробных биоценозов Мезенского залива в октябре по сравнению с сентябрем.

Данные микробиологического анализа позволяют установить, что в ноябре качество вод Мезенского залива не претерпевает существенных изменений по сравнению с сентябрем (воды в целом умеренно-загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные).

Микроскопирование окрашенных фильтров показало, что микробное население залива представлено, в основном, кокками и палочками, овальные клетки встречались гораздо реже. Колонии сапропитных бактерий были образованы преимущественно палочковидными формами, колонии индикаторных микроорганизмов, в основном, кокковидными формами.

#### У.4.2. Фитопланктон

Изучение фитопланктона Мезенского залива Белого моря проводилось на 4 станциях в период с июня по ноябрь 1978 года. В состав наблюдений вошло определение численности и видового состава фитопланктона (рис. 36).

В обследованном районе были обнаружены представители 4 типов водорослей: Diatomeae, Chlorophyceae, Cyanophyceae и Flagellatae. Доминирующей группой в течение всего периода наблюдений являлись диатомеи. Весной преобладающей формой была *Fragilaria oceanica*, летом происходило развитие ряда видов: *Coscinodiscus concinnus*, *Rhizosolenia setigera*, *Seratium longipes*, осенью – только одного – *Rhizosolenia setigera*.

Наибольшее количество фитопланктона в водах Мезенского залива наблюдалось в поздневесенний период; значительно меньшее – в летний. Фитопланктон практически отсутствовал на всех станциях в позднеосенний период. Максимальная численность клеток – 9000 кл/л отмечена на станции 3 15.06; минимальная – 0 кл/л – на станции 1 5.09.

Полученные материалы представляют интерес как характеристика фонового уровня биологических процессов в Белом море.

#### У.4.3. Пигменты фитопланктона

Пигментный состав фитопланктона в Мезенском заливе Белого моря наблюдали в сентябре 1978 года на станции 2, расположенной в зоне залива, подверженной влиянию стока р. Мезень (рис. 36).

В состав наблюдений вошло определение в полуметровом слое вод залива хлорофиллов "а", "в" и "с", каротиноидов, феофитина и установлен коэффициент соотношения каротиноидов и хлорофилла "а".

Суммарная концентрация хлорофиллов оказалась равной 7,508 мкг/л (хлорофилл "а" – 3,058 мкг/л, "в" – 1,825 мкг/л и "с" –

2,625 мкг/л, феофитина - 1,380 мкг/л. Коэффициент соотношения каротиноидов и феофитина оказался равным 0,7.

Анализ данных по пигментному составу фитопланктона указывает на мезотрофное состояние вод залива в приусьевом участке р.Мезень и свидетельствует о благополучном состоянии фитоценоза в этом районе.

#### У.4.4. Характеристика продукционно-деструкционных процессов

Определение интенсивности продукционно-деструкционных процессов в водах Мезенского залива Белого моря выполнялось в сентябре 1978 года на станции 2, расположенной близ устья р.Мезень (рис. 36).

В состав наблюдений вошло определение величины первичной продукции фитопланктона (валовой и чистой), величины общей бактериальной деструкции и установлен коэффициент отношения продукции к деструкции (П/Д коэффициент).

Величина валовой продукции в осенний период оказалась равной 0,35 мг О<sub>2</sub>/л, общей деструкции - 0,71 мг О<sub>2</sub>/л, П/Д коэффициент равен 0,5.

Расчет чистой продукции дал отрицательную величину.

Данные анализа продукционно-деструкционных процессов указывают, что на акватории Мезенского залива, расположенной близ устья р.Мезень, в осенний период скорость образования органического вещества оказалась ниже, чем скорость его деструкции. Это свидетельствует о постоянном обогащении вод залива органическим веществом, поступающим в него со стоком р.Мезень.

#### У.4.5. Зоопланктон

Исследования зоопланктона в Мезенском заливе Белого моря проводились на 4-х станциях в июне, 2-х станциях в сентябре и 2-х - в октябре 1978 г. В состав наблюдений вошло определение видового состава и численности зоопланктона.

Численность зоопланктона сравнительно мало изменялась по сезонам (0,5-1,4 тыс.экз/м<sup>3</sup> - в июне, 0,3-1,5 тыс.экз/м<sup>3</sup> - в сентябре, 0,3-1,4 тыс.экз/м<sup>3</sup> - в октябре).

Качественный состав зооценов претерпевал значительные изменения во времени. Так, в июне в планктоне доминировали личиночные стадии усоногих и веслоногих раков, полихет. Осенью преобладали копеподы родов *Acartia*, *Microsetella*, *Oithona*; регулярно встречались мизиды (*Mysis mixta* и *M. oculata*).

Обилие личинок планктона и донных организмов в июне указывает на относительно благополучное состояние зоопланктона в этот период. Уменьшение процента личиночных стадий и сравнительно низкая численность организмов свидетельствуют о некотором ухудшении состояния зооценов к осени.

#### У.У.6. Выводы

1. Общая численность бактерий в Мезенском заливе изменилась в разные сезоны 1978 г. незначительно. Летом (июнь) средняя величина ее оказалась равна  $1,1 \cdot 10^5$  кл/мл, в сентябре —  $2,8 \cdot 10^5$  кл/мл, в октябре —  $1,4 \cdot 10^5$  кл/мл. Средняя величина общей численности бактерий в целом за осенний период составила  $2,1 \cdot 10^5$  кл/мл.

Средние значения биомассы оказались равны: в июне — 0,0103 мг/л, в сентябре 0,0241 мг/л, в октябре 0,0125 мг/л. Величина продукции бактериальной биомассы в Мезенском заливе, определенная в сентябре, оказалась относительно высокой и составила 0,077 мг С/л.

2. Все обследованные акватории залива в значительной степени заселены сапротитной, углеводородокисляющей (нефтеокисляющей) и фенолокисляющей микрофлорой. Разнообразие бактерий невелико. Вертикальное распределение микроорганизмов было неравномерным — в полуметровом горизонте НВЧ их оказалось выше на 1-2 порядка, чем в придонном слое.

На горизонтальное распределение микрофлоры большое влияние оказывает сток рек, в частности, р.Мезень. В предустьевом районе залива отмечалось повышенное, по сравнению с другими его зонами, содержание микрофлоры.

3. Потенциальная физиологическая активность фенолокисляющей микрофлоры, определенная в июне на ст.2 (предустьевой район р.Мезени), оказалась положительной и составила 0,39 мг  $O_2$ /л, что указывает на хронический характер загрязнения этой акватории залива органическим веществом и, в частности, фенолами. На

хронический характер загрязнения указывают также низкие величины индексов соотношения сапрофитной и индикаторной микрофлоры.

4. Данные микробиологического анализа свидетельствуют о том, что воды Мезенского залива являются олиготрофными, умеренно-загрязненными ( $\alpha$ -мезосапрооными).

5. Материалы, полученные при определении численности и видового состава фитопланктона Мезенского залива, представляют интерес как характеристика фонового уровня биологических процессов в Белом море.

6. Анализ данных по пигментному составу фитопланктона указывает на мезотрофное состояние вод залива в приусьевом участке р.Мезени и свидетельствует о благополучном состоянии фитоценозов в этом районе.

7. Данные анализа продукционно-деструкционных процессов указывают, что на акватории Мезенского залива, расположенной близ устья р.Мезень, в осенний период скорость образования органического вещества оказалась ниже, чем скорость его деструкции. Это свидетельствует о постоянном обогащении вод залива органическим веществом, поступающим в него со стоком р.Мезень.

8. Обилие личинок планктонных и донных организмов в июне указывает на относительно благополучное состояние зоопланктона в этот период. Уменьшение процента личиночных стадий и сравнительно низкая численность организмов свидетельствуют о некотором ухудшении состояния зооценов к осени.

### У.5. Биологическая характеристика Кандалакшского залива

Кандалакшский залив Белого моря загрязняется сточными водами промышленных предприятий, расположенных в г.Кандалакша и вблизи него, хозяйственно-бытовыми сточными водами поселков, расположенных на его берегах, и флотом – рыболовецким и торговым. Воды залива загрязняются также различными веществами, попадающими в них во время погрузочно-разгрузочных работ в порту г.Кандалакша.

Концентрация кислорода в водах залива во время гидробиологических наблюдений изменялась в пределах: летом – от 6,50 мл/л до 8,41 мл/л, составляя в среднем 7,32 мл/л; осенью – от 6,52 мл/л до 7,82 мл/л, составляя в среднем 6,93 мл/л.

Концентрация аммонийного азота в водах залива в течение года изменялась в довольно широких пределах от 0,001 до 0,567 мг/л и составила в среднем 0,061 мг/л. Наибольшее загрязнение аммонийным азотом наблюдалось в поверхностном и придонных слоях воды, где средняя концентрация его достигала 0,067 мг/л.

Содержание фосфатов в Кандалакшском заливе в летний период изменялось в пределах 0–28,8 мкг/л, составляя в среднем 14,1 мкг/л. В осенний период количество фосфатов несколько увеличилось и составило в среднем 18,1 мкг/л (пределы колебаний – 4,0–26,0 мкг/л).

Концентрация кремния была высокой как в летний, так и в осенний периоды. Средние значения ее составили соответственно 437 мг/л и 474 мг/л.

Концентрация нефтепродуктов в водах залива колебалась от 0 до 0,72 мг/л и составила в среднем: в летний период – 0,05 мг/л, осенью – 0,13 мг/л.

Средневзвешенная концентрация фенолов в заливе достигала 0,014 мг/л, при этом содержание их в течение года изменялось от 0 до 0,071 мг/л. Максимум (0,071 мг/л) был выявлен в поверхностном горизонте в вершине залива.

Содержание детергентов (СПАВ) в Кандалакшском заливе варьировало в пределах от 0 до 1,82 мг/л, составляя в среднем 0,07 мг/л. Наиболее загрязненным детергентами был поверхностный слой, где средняя концентрация их достигала 0,12 мг/л.

Распределение взвешенных веществ в заливе в течение всего года было неоднородным. Концентрация их в среднем оказалась равна 1,4 мг/л и изменялась в пределах 0–23,5 мг/л. Наиболее заг-

ризенным взвешенными веществами был поверхностный слой воды. По сравнению с 1977 годом загрязненность залива взвешенными веществами уменьшилась в среднем в 1,8 раза.

Содержание ДДТ в поверхностном слое залива в течение года варьировало от 0,023 мкг/л до 0,890 мкг/л, составляя в среднем 0,151 мкг/л.

#### У.5.1. Микробиологические показатели

Микробиологические исследования в Кандалакшском заливе выполнялись сотрудниками гидробиологических лабораторий Северного и Мурманского УГМС на 9 станциях, расположенных в разных частях залива. Наблюдения проводили в летний (июнь, август) и осенний (октябрь, ноябрь) периоды.

В комплекс микробиологических наблюдений вошло определение общей численности, биомассы и продукции микроорганизмов, установление распределения НВЧ сапротифитной, фенолокисляющей, нефтекисляющей и кислолокисляющей микрофлоры и индексов их соотношения. Определялись некоторые морфологические признаки бактерий (вид колоний, форма клеток). Устанавливалась величина потенциальной физиологической активности фенолокисляющей микрофлоры кислородным методом в натурных экспериментах.

Анализ функциональных характеристик микробоценозов выполнен на основании обработки 53 проб. Величина бактериальной продукции определялась в 7 пробах, потенциальной физиологической активности фенолокисляющей микрофлоры – в 6 пробах.

В июне ОЧ бактерий на обследованных акваториях залива изменилась от  $7,0 \cdot 10^3$  кл/мл до  $7,8 \cdot 10^6$  кл/мл, составляя в среднем  $1,4 \cdot 10^5$  кл/мл. Вертикальное распределение ее было неравномерным: в поверхностных слоях концентрация бактерий оказалась выше (иногда на 1–2 порядка), чем в других обследованных горизонтах водной толщи. Максимальные значения ОЧ выявлены, в основном, на станциях, расположенных в вершине залива близ г.Кандалакша (ст.2,5), а также на ст.8, расположенной в прибрежной зоне у южного берега залива, минимальные – на ст.94, расположенной при выходе из залива в открытое море.

В августе ОЧ бактерий наблюдали в центральной части залива и при выходе из него в открытое море. Колебания ее лежали в пределах  $2,3 \cdot 10^4$ – $1,6 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $7,9 \cdot 10^4$  кл/мл.

Горизонтальное и вертикальное распределение ОЧ микроорганизмов по обследованным акваториям было довольно равномерным.

Среднее значение ОЧ бактерий в летний период по заливу в целом оказалось равным  $1,1 \cdot 10^5$  кл/мл, что свидетельствует об олиготрофном состоянии вод.

Биомасса микроорганизмов, определенная в центральной части залива и при выходе в открытое море (в устье залива), изменилась в пределах: в июне - от 0,0006 мг/л до 0,0066 мг/л (составляя в среднем 0,0026), в августе - от 0,0020 до 0,0140 мг/л, составляя в среднем 0,0069 мг/л. Среднее значение биомассы за весь летний период составило в обследованных акваториях залива 0,0047 мг/л.

Бактериальная продукция изменялась в летний период в пределах 0,030-0,144 мг С/л, составляя в среднем 0,083 мг С/л.

НВЧ сапропитных бактерий выявила в июне в пределах 0-6,0  $\cdot 10^3$  кл/мл (в среднем  $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл). Максимальные концентрации сапропитов выявлены в приповерхностном микрогоризонте на станциях 2 и 5, расположенных в вершине залива близ г.Кандалакша, минимальные - на ст. 12 (открытые воды залива) и в придонном слое на ст. I (центральная часть залива).

В целом, можно отметить неравномерность вертикального распределения сапропитной микрофлоры по всем обследованным акваториям залива. В поверхностных слоях воды и, особенно, в приповерхностном микрогоризонте, содержание их оказалось на 1-2 порядка выше, чем в слоях водной толщи.

В августе определения НВЧ сапропитной микрофлоры выполнялись в центральной части залива и его устье. Колебания НВЧ сапропитов составили  $3,2 \cdot 10^3$ - $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл (среднее значение -  $9,7 \cdot 10^2$  кл/мл). В вертикальном распределении микрофлоры выявлены те же закономерности, которые наблюдались в июне. Максимальные концентрации сапропитов обнаружены в поверхностном полуметровом слое на станциях 92, 94 и 96, расположенных в устье залива.

Среднее значение НВЧ сапропитной микрофлоры, выявленное в Кандалакшском заливе в летний период, оказалось равно  $1,0 \cdot 10^3$  кл/мл.

Нефтеокисляющая микрофлора в июне была распределена неравномерно. Отмечались зоны, в которых она полностью отсутствовала (ст. 12, расположенная в открытых водах залива - центральная часть, придонный слой воды на станциях I - в центральной части залива и

94 - в устье залива). На остальных обследованных акваториях НВЧ нефтеокисляющих бактерий варьировала от  $1,6 \cdot 10^3$  кл/мл до  $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл. Низкие значения НВЧ (десятки клеток в 1 мл воды) были выявлены в поверхностном горизонте 0,5 м на станциях I и 94 и в придонном слое на ст.8, расположенной в прибрежной зоне у южного берега залива. Максимальные концентрации нефтеокисляющих бактерий ( $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл) обнаружены на ст.5 (близ г.Кандалакша) и ст.10 (вершина залива), в основном, в приповерхностном микрогоризонте. Среднее значение НВЧ нефтеокисляющих бактерий в июне оказалось равно  $5,1 \cdot 10^2$  кл/мл.

В августе нефтеокисляющая микрофлора выявлена практически на всех обследованных акваториях (обследовалась центральная часть залива - ст.1 и его устье - ст.92, 94, 96). НВЧ ее изменилась от 0 до  $1,5 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $3,6 \cdot 10^2$  кл/мл.

Среднее значение НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры в летний период оказалось равным  $4,3 \cdot 10^2$  кл/мл.

Фенолокисляющие бактерии наблюдали как в июне, так и в августе только в центральной части залива и в его устье: НВЧ фенолокисляющей микрофлоры в июне оказалась низкой. Эти микроорганизмы были обнаружены только в поверхностном слое воды ( $1,6 \cdot 10^3$ - $5,5 \cdot 10^3$  кл/мл, в среднем  $1,8 \cdot 10^3$  кл/мл). Потенциальная физиологическая активность фенолокисляющей микрофлоры, определенная в июне в центральной части залива (ст.1), оказалась довольно высокой и составила  $1,36$  мг  $O_2$ /л. Это свидетельствует, во-первых, о хроническом состоянии загрязнения вод залива, в частности, фенолами, и, во-вторых, об интенсивности процессов бактериальной деструкции фенолов в исследованном районе залива.

В августе НВЧ фенолокисляющих бактерий оказалась выше, чем в июне, и варьировала в пределах  $0-1,9 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $3,9 \cdot 10^2$  кл/мл. Вертикальное распределение фенолокисляющих микроорганизмов было неравномерным - в полуметровом слое содержание их было на 1-3 порядка выше, чем в слоях водной толщи.

Потенциальная физиологическая активность фенолокисляющей микрофлоры в августе оказалась значительно ниже, чем в июне, варьировала в пределах  $0-0,32$  мг  $O_2$ /л и составила в среднем  $0,13$  мг  $O_2$ /л. Максимальная величина активности выявлена в придонном горизонте на ст.1 (центральная часть залива).

Средняя величина НВЧ фенолокисляющих бактерий в водах Кандалакшского залива в целом за летний период оказалась равной  $2,0 \cdot 10^2$  кл/мл.

Ксиолокисляющая микрофлора определялась в июне на станциях, расположенных в вершине залива близ г.Кандалакши и в открытых водах залива. На подавляющем большинстве обследованных горизонтов в разных частях залива ксиолокисляющая микрофлора полностью отсутствовала, и лишь в приповерхностном микрогоризонте на ст.2 (вершина залива), в придонных слоях на ст.8 (прибрежные воды у южного берега) и ст.10 были выявлены незначительные количества ( $0,6 \cdot 10^4$ - $1,3 \cdot 10^4$  кл/мл) ксиолокисляющих бактерий.

В целом в летний период средние индекса соотношения: ОЧ бактерий /сапрофитных микроорганизмов, сапрофитной микрофлоры/ нефtekисляющей, сапрофитной/ фенолокисляющей, сапрофитной/ксиолокисляющей составили соответственно 2336; II; 4,2; 174, что свидетельствует об относительно благополучном состоянии микробных ценозов Кандалакшского залива в летний период.

Данные микробиологического анализа свидетельствуют о том, что в летний период воды Кандалакшского залива могут быть отнесены в целом к умеренно-загрязненным,  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробным. В июне воды открытых частей залива были чистыми, олигосапробными. Зоны повышенного загрязнения ( $\alpha$ -мезосапробные) в летний период были выявлены: в июне - на станциях, расположенных в вершине залива близ г.Кандалакши во всех слоях водной толщи, кроме придонного горизонта; в августе - в поверхностном полуметровом слое на всех обследованных станциях (центральная часть и устье залива).

В осенний период (октябрь-ноябрь) микробиологические наблюдения выполнялись: в октябре - на станциях, расположенных в вершине залива и в его открытой части; в ноябре - на станциях, расположенных в открытых водах залива и его устье.

Общая численность бактерий изменялась в осенний период в пределах  $1,4 \cdot 10^4$ - $1,8 \cdot 10^7$  кл/мл, составляя в среднем за сезон  $2,3 \cdot 10^6$  кл/мл. Наибольшие значения ОЧ выявлены в октябре в вершине залива близ г.Кандалакши ( $9,0 \cdot 10^5$ - $1,8 \cdot 10^7$  кл/мл). В открытых водах залива и в его устье величина общей численности оказалась в осенний период в целом на 1-2 порядка меньше ( $1,4 \cdot 10^4$ - $3,9 \cdot 10^5$  кл/мл). Вертикальное распределение ОЧ было неравномерным. В поверхностных горизонтах величина ее оказалась выше (в некоторых случаях на порядок величин), чем в слоях водной толщи.

Величина бактериальной биомассы, установленная в ноябре, изменилась от 0,0013 мг/л до 0,0032 мг/л, составляя в среднем 0,0023 мг/л (открытые воды залива и его устье).

Величина продукции бактериальной биомассы в ноябре была ниже, чем летом, варьировалась в пределах 0,034-0,048 мг С/л и составила в среднем 0,041 мг С/л.

НВЧ сапрофитной микрофлоры в осенний период колебалась от 0 до  $6,0 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл. Максимальные значения ее выявлены в вершине залива близ г.Кандалакши, в открытых водах НВЧ сапрофитных бактерий оказалась, в основном, на 1-2 порядка ниже. На ст.12, расположенной в открытой части залива, в придонных слоях воды сапрофитная микрофлора полностью отсутствовала.

Вертикальное распределение сапрофитов было также неравномерным, повышенное содержание их было выявлено во всех обследованных районах, в основном, в поверхностных слоях воды.

Нефтеокисляющая микрофлора в октябре на ст.12, расположенной в открытой части залива, отсутствовала. На остальных обследованных акваториях НВЧ ее в осенний период в целом изменялась в пределах  $0,4 \cdot 10^2$ - $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $6,5 \cdot 10^2$  кл/мл. Максимальные концентрации нефтеокисляющих бактерий в осенний период были выявлены: в октябре ( $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл) - преимущественно в поверхностных слоях воды на станциях 5, 8 и 10, расположенных в вершине залива близ г.Кандалакши, в ноябре ( $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл) - в полуметровом горизонте на станциях, расположенных в центральной части залива (ст.1) и в его устье (ст.92, 94).

Как в октябре, так и в ноябре в поверхностных слоях воды во всех обследованных акваториях залива содержание нефтеокисляющих бактерий в большинстве случаев оказалось на 1-2 порядка выше, чем в слоях водной толщи.

НВЧ фенолокисляющей микрофлоры определялось только в ноябре на станциях, расположенных в вершине залива близ г.Кандалакши и в центральной части залива. Значения ее изменились в пределах  $0,2 \cdot 10^2$ - $1,4 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $5,5 \cdot 10^2$  кл/мл. Вертикальное распределение фенолокисляющей микрофлоры в ноябре было аналогичным распределению сапрофитов и нефтеокисляющих бактерий, а именно: в поверхностном слое воды содержание фенолокисляющих бактерий на 1-2 порядка величин превышало концентрацию их в придонном горизонте. Максимальные значения НВЧ фенолокисляющих бактерий ( $1,1 \cdot 10^3$ - $1,4 \cdot 10^3$  кл/мл) были выявлены в поверхностном горизонте на станциях, расположенных как в центре залива (ст.1), так и в его устье (ст.94, 96). 1

Потенциальная физиологическая активность фенолокисляющей микрофлоры, определенная в полуметровом и поверхностном горизонтах в ноябре, составила: на ст. I (центральная часть залива) - 0,28 мг О<sub>2</sub>/л, на ст. 94 (устье залива) - 0,45 мг О<sub>2</sub>/л. Среднее значение потенциальной физиологической активности фенолокисляющей микрофлоры в ноябре оказалось равно 0,36 мг О<sub>2</sub>/л.

Ксилолокисляющая микрофлора определялась только в октябре на станциях, расположенных в вершине залива и его центральной части. На всех обследованных горизонтах водной толщи залива ксилолокисляющая микрофлора полностью отсутствовала.

Средние значения индексов соотношения общей численности микроорганизмов и сапрофитных бактерий в осенний период оказались равны III87, сапрофитных и нефтеокисляющих микроорганизмов - 3,0, сапрофитных и фенолокисляющих - 2,5. Эти данные указывают, что в осенний период в микробиоценозах произошла перестройка и естественные соотношения разных групп микроорганизмов оказались нарушенными.

Данные микробиологического анализа свидетельствуют о том, что в осенний период воды Кандалакшского залива были в целом умеренно-загрязненными. В вершине залива вся толща вод оказалась  $\alpha$ -мезосапробной; в центральной части на ст. I2 воды были чистыми, олигосапробными; на ст. I в центральной части залива и на всех станциях, расположенных в устье залива, поверхностный слой воды оказался  $\alpha$ -мезосапробным, придонный горизонт был более чистым,  $\beta$ -мезосапробным.

Микроскопирование окрашенных фильтров позволило выявить основные морфологические особенности микрофлоры Кандалакшского залива. Бактериальное население залива было представлено, в основном, кокками, второе место по численности занимали различной величины палочки. Овальные клетки встречались очень редко.

Колонии сапрофитных бактерий были образованы, в основном, палочками. Разнообразие колоний было незначительным (1-3 вида) и выявлено, в основном, в летний период. Осенью сапрофитные бактерии, выделенные из вод залива, образовывали на плотной среде однородные колонии.

Колонии нефтеокисляющих и фенолокисляющих бактерий были однородными и состояли, в основном, из кокковых форм.

### У.5.2. Фитопланктон

Изучение фитопланктона Кандалакшского залива Белого моря проводилось на 3 станциях в период с июня по ноябрь 1978 года. В состав наблюдений вошло определение численности и видового состава фитопланктона.

В обследованном районе были обнаружены представители 2 типов водорослей Diatomaeae и Flagellatae. Доминирующей группой в течение всего периода наблюдений являлись диатомеи. Весной преобладали *Achnanthes taeniata* и *Fragilaria* sp., летом происходило развитие *Coscinodiscus concinnus* и видов родов *Chaetoceros* и *Seratium*, осенью летний состав флоры сохранялся.

Наибольшее количество фитопланктона в водах Кандалакшского залива наблюдалось в поздневесенний период; значительно меньшее - в летний. Фитопланктон практически отсутствовал на всех станциях в позднеосенний период. Максимальная численность клеток (800 кл/л) отмечена на станции 94 - 9.06; во всех остальных про-бах фитопланктон практически отсутствовал.

Полученные материалы представляют интерес для характеристики фоновых биологических процессов в Кандалакшском заливе Белого моря.

### У.5.3. Пигменты фитопланктона

Пигментный состав фитопланктона в Кандалакшском заливе Белого моря определяли в августе 1978 года на станции 94, расположенной на выходе из залива и в ноябре 1978 г. на станции I, расположенной в средней части залива.

В состав наблюдений вошло определение в поверхностных водах залива (гор. 0,5 м) хлорофиллов "а", "в" и "с", каротиноидов и феофитина, были установлены коэффициенты соотношения каротиноидов и хлорофилла "а"

В августе на ст. 94 концентрация хлорофилла "а" оказалась разной 0,462 мкг/л, хлорофилла "в" - 0,243 мкг/л и хлорофилла "с" - 0,218 мкг/л (суммарная величина - 0,923 мкг/л). Содержание каротиноидов и феофитина составило соответственно 0,076 и 0,087 мкг/л. Коэффициент отношения каротиноидов к хлорофиллу "а" - 0,2.

В зимний период суммарное количество хлорофиллов на ст. I оказалось равным 0,586 мкг/л (хл."а" - 0,240 мкг/л, хл."в" - 0,170 мкг/л и хл."с" - 0,176 мкг/л). Содержание каротиноидов

составило 0,134 мкг/л, феофитина - 0,086 мкг/л. Индекс соотношения каротиноидов и хлорофилла "а" равнялся 0,6.

Анализ данных по пигментному составу фитопланктона позволяет отнести воды Кандалакшского залива к олиготрофному типу и указывает на благополучное состояние фитоценоза.

#### У.5.4. Характеристика продукционно-деструкционных процессов

Определение интенсивности продукционно-деструкционных процессов в водах Кандалакшского залива Белого моря выполнялось в июне, августе и ноябре 1978 года на двух станциях, расположенных в разных частях залива (ст. I и 94).

В состав наблюдений вошло определение величины первичной продукции фитопланктона (валовой и чистой), величины общей и бактериальной деструкции и установление коэффициента отношения продукции к деструкции (П/Д коэффициент).

В летний период (июнь, август) величина валовой продукции изменялась от 0,09 до 0,39 мг О<sub>2</sub>/л, составляя в среднем 0,23 мг О<sub>2</sub>/л величина деструкции колебалась в пределах 0,38-1,48 мг О<sub>2</sub>/л, составляя в среднем 0,78 мг О<sub>2</sub>/л. Коэффициент отношения продукции к деструкции был меньше единицы и составил в среднем 0,27.

Расчеты чистой продукции дали отрицательные результаты.

В ноябре средняя величина валовой продукции оказалась равной 0,27 мг О<sub>2</sub>/л (0,24-0,30 мг О<sub>2</sub>/л), деструкции - 0,36 мг О<sub>2</sub>/л (0,30-0,43 мг О<sub>2</sub>/л). На ст.94 П/Д коэффициент оказался равен единице (сбалансированность продукционно-деструкционных процессов), на ст.I - 0,6. Чистая продукция на ст.94 имела нулевое значение, на ст.I при расчете получена отрицательная величина.

Характер продукционно-деструкционных процессов в водах Кандалакшского залива свидетельствует о том, что в заливе как в летний, так и в зимний период образование органического вещества в процессе фотосинтеза идет более медленными темпами, чем его деструкция.

#### У.5.5. Зоопланктон

Наблюдения за состоянием зоопланктона в Кандалакшском заливе Белого моря проводились на 4 станциях в июне, августе и ноябре 1978 г. В комплекс исследований вошло определение численности зоопланктона и установление качественного состава зооценоза.

Максимальные величины численности зоопланктона наблюдались в июне и августе ( $4-30$  тыс.экз/ $m^3$ ), минимальные - в ноябре ( $1-5$  тыс.экз/ $m^3$ ).

Качественный состав зооценов в Кандалакшском заливе отличался относительной постоянностью, меняясь только количественное соотношение организмов. На протяжении всего периода исследований наблюдался большой процент личиночных стадий копепод. Видовой состав организмов летом и осенью был более разнообразным, чем весной, но во все периоды преобладали мелкие веслоногие раки *Microsetella norvegica* и *Oithona similis*.

Высокая численность зоопланктеров и преобладание личиночных стадий копепод в течение всего периода наблюдений свидетельствуют об относительно благополучном состоянии зоопланктона в Кандалакшском заливе Белого моря.

#### У.5.6. Бентос

Наблюдения за состоянием зообентоса Кандалакшского залива Белого моря на станциях I-12 выполнялись гидробиологической лабораторией Мурманского УГМС. Глубины на станциях I-10 варьировали от 6 до 35 м, на станции II - 50 м, на станции I2 - 278 м. Группы станций I-6, находящиеся непосредственно в зоне влияния стоков г. Кандалакши, в основном, илистые пески. Для донных отложений станции I-3 (глубины 6-11 м) характерно загрязнение угольным шлаком, древесиной комками нефтепродуктов диаметром 3-15 мм, здесь же отмечено наличие  $H_2S$ . На станциях с большими глубинами грунты плотные, илистые.

В районе станции I-3 численность донных животных невысокая - в среднем 340 экз/ $m^2$  при биомассе 96,3 г/ $m^2$ . Доминирующая группа - полихеты (6-10 видов, до 91% от общей численности). В прobaoх с этих станций масса разрушенных створок моллюсков и гастropод, много пустых трубок полихет.

В Кандалакшском заливе зообентос наиболее многочисленен на станциях 4 ( $1840$  экз/ $m^2$ ) и 5 ( $1130$  экз/ $m^2$ ), где полихеты составляют 78-92% от общей численности животных и более 50% общей биомассы.

Бентофауна станции 7, расположенной в южной части залива, наиболее бедна. Здесь отмечено только 5 видов животных с численностью 150 экз/ $m^2$ . Биомасса зообентоса с июня по октябрь умень-

шилась с  $148 \text{ г}/\text{м}^2$  до  $3,4 \text{ г}/\text{м}^2$  (при этом биомасса моллюсков *Bivalvia* уменьшилась со  $125$  до  $0,5 \text{ г}$ .

На соседней станции 8 наблюдалась наименьшая по заливу плотность донного населения (в октябре -  $69 \text{ экз}/\text{м}^2$ ), при значительном видовом разнообразии - 8-10 видов. До  $80\%$  биомассы составляли *Bivalvia*, в бентофауне присутствуют гаммариды и офиуры.

Наиболее разнообразно донное население станций 9-12, расположенных к выходу из залива. Максимальная биомасса зообентоса отмечена на станции 9 -  $248 \text{ г}/\text{м}^2$ , наибольшее разнообразие видов на станции 11 - 21 вид (10 видов - полихеты).

В Кандалакшском заливе для зообентоса станций 1-6 (вблизи г.Кандалакша) характерно преобладание видов полихет (до  $1770 \text{ экз}/\text{м}^2$ ) на остальных станциях (по мере приближения к выходу из залива) наблюдается доминирование моллюсков (по видам, численности и биомассе) и уменьшение по численности полихет. По биомассе в июне на всех станциях (кроме ст.6) преобладали двусторчатые моллюски. Значительного колебания биомассы зообентоса по станциям не отмечено. Средняя численность бентофауны по заливу -  $586 \text{ экз}/\text{м}^2$  при биомассе  $88 \text{ г}/\text{м}^2$ .

Количество видов зообентоса изменяется по заливу в незначительных пределах, а четкой закономерности в распределении видов не прослеживается. Ведущими группами зообентоса являются: *Polychaeta*, *Bivalvia*, *Gastropoda*, *Ophiuroidea*.

Анализ характеристик зообентоса обследованных станций Кандалакшского залива указывает на следующее:

1. Придонные воды и донные отложения станций 1-6 загрязнены. Состояние донных биоценозов неблагоподучное.

2. Наиболее неблагоподучное состояние зообентоса и придонных вод отмечено для станции 1, 2, 3 и 7.

3. В целом, придонные воды и донные отложения Кандалакшского залива умеренно загрязненные, относительно благоподучное состояние донных биоценозов наблюдалось в районе станций 9-11.

#### У.5.7. Выводы

1. Средние значения общей численности микроорганизмов составили в летний период  $1,1 \cdot 10^5 \text{ кл}/\text{мл}$ , осенью величина ее несколько увеличивалась и оказалась равна  $2,3 \cdot 10^6 \text{ кл}/\text{мл}$ . По величине общей численности микрофлоры воды Кандалакшского залива могут быть отнесены к олиготрофным.

Величина бактериальной продукции изменилась в летний период в пределах 0,030-0,144 мг С/л, составляя в среднем 0,083 мг С/л, осенью среднее значение ее оказалось в два раза ниже (0,041 мг С/л пределы колебаний - 0,034-0,048 мг С/л).

Бактериальная биомасса летом оказалась равной в среднем 0,0047 мг/л, осенью величина ее также снизилась в два раза и составила в среднем 0,0023 мг/л.

2. Все обследованные акватории залива (за исключением открытых, центральных районов) в той или иной степени заселены сапропитной, нефтекисляющей и фенолокисляющей микрофлорой. Ксилолокисляющие бактерии имеют локальное распределение.

Средние значения НВЧ сапропитов, нефтекисляющих, фенолокисляющих бактерий составили соответственно: летом -  $1,0 \cdot 10^3$  кл/мл,  $4,3 \cdot 10^2$  кл/мл,  $2,0 \cdot 10^2$  кл/мл; осенью -  $1,1 \cdot 10^3$  кл/мл,  $6,5 \cdot 10^2$  кл/мл,  $5,5 \cdot 10^2$  кл/мл. Ксилолокисляющая микрофлора выявлена только в летний период, НВЧ ее составила единицы - десятки клеток в 1 мл воды.

3. Величина потенциальной физиологической активности фенолокисляющей микрофлоры, определенная кислородным методом, в большинстве проб оказалась положительной и изменилась: в летний период - от 0 до 1,36 мг О<sub>2</sub>/л, составляя в среднем 0,74 мг О<sub>2</sub>/л; осенью - от 0,28 мг/л до 0,45 мг/л (в среднем 0,36 мг/л). Это свидетельствует о хроническом характере загрязнения вод залива органическим веществом, и, в частности, фенолами.

4. Индексы соотношения общей численности бактерий и сапропитных микроорганизмов, а также сапропитных и индикаторных бактерий указывают, что в летний период состояние микробиоценозов Кандалакшского залива было относительно благополучным. В осенний период естественные соотношения разных физиологических групп в бактериальных ценозах оказалось нарушенными, что свидетельствует о неблагополучном их состоянии.

5. Данные микробиологического анализа позволяют оценить качество вод Кандалакшского залива следующим образом: как летом, так и осенью основная масса вод залива оказалась умеренно-загрязненной,  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробной; воды открытых частей залива - чистые, олигосапробные. Более загрязненные воды ( $\alpha$ -мезосапробные) были выявлены, в основном, в поверхностных слоях залива.

6. Материалы, полученные при изучении фитопланктона, представляют интерес для характеристики фоновых биологических процессов в Кандалакшском заливе Белого моря.

Анализ данных по пигментному составу фитопланктона позволяет отнести воды залива к олиготрофному типу и указывает на благополучное состояние фитоценозов.

7. Характер продукции-деструкционных процессов в водах Кандалакшского залива свидетельствует о том, что в заливе как в летний, так и в зимний период образование органического вещества в процессе фотосинтеза идет более медленными темпами, чем его деструкция.

8. Высокая численность зоопланктеров и преобладание личиночных стадий копепод в течение всего периода наблюдений свидетельствуют об относительно благоподучном состоянии зоопланктона в Кандалакшском заливе.

9. Анализ характеристик зообентоса позволяет сделать вывод о том, что в целом придонные воды и донные отложения залива умеренно-загрязненные. В районе станций 9 и II наблюдалось относительно благоподучное состояние донных биоценозов.

## VI. МОРЕ ЛАПТЕВЫХ

### VI.I. Биологическая характеристика бухты Тикси

Бухта Тикси расположена в юго-восточной части моря Лаптевых. Бухта разделяется на 2 части о.Бруслевым: западную с глубинами 6-7 м и восточную с глубинами 6-10 м.

В состав бухты входит залив Булункан, на берегах которого размещены поселок, нефтебазы, причалы судов. Воды бухты загрязняются бытовыми сточными водами поселков, промышленными стоками нефтебаз и причалов, а также отстойными водами с судов.

Содержание растворенного кислорода в сезоны проведения гидробиологических съемок изменялось в пределах 0,22-9,98 мг/л, составляя в среднем 7,30 мг/л.

Концентрация нитратного и нитритного азота составила в среднем соответственно 25,8 и 1,72 мкг/л (в сентябре нитриты в водах бухты не выявлены).

Содержание кремния варьировало в пределах 1440-2150 мкг/л, составляя в среднем 1883 мкг/л.

Концентрация нефтепродуктов в период наблюдений изменялась от 0 до 0,18 мг/л, составляя в среднем 0,04 мг/л. Максимальные величины концентрации нефтепродуктов - 0,12-0,18 мг/л - были выявлены в августе на ст.10, расположенной близ о.Бруслев в западной части бухты.

### VI.I.I. Микробиологические показатели

Микробиологические наблюдения в бухте Тикси выполнялись в августе, сентябре, октябре и декабре на двух станциях, расположенных в заливе Булункан в 300-х метрах от сброса канализационных и сточных вод поселка Тикси (станция 4) и в западной части бухты в 6 км от сброса сточных вод поселка Тикси (станция 10)(рис.38).

Микробиологические наблюдения состояли в определении НВЧ (наиболее вероятной численности) и распределения сапроптической микрофлоры. Всего отобрано и обработано 24 пробы.

В августе НВЧ сапроптических микроорганизмов в бухте изменилась в пределах  $9,5 \cdot 10^2$ - $5,0 \cdot 10^2$  кл/мл, составляя в среднем  $3,0 \cdot 10^2$  кл/мл. Горизонтальное распределение сапроптических бактерий было довольно равномерным, но в поверхностном слое их количество было на порядок величин выше, чем в придонном.

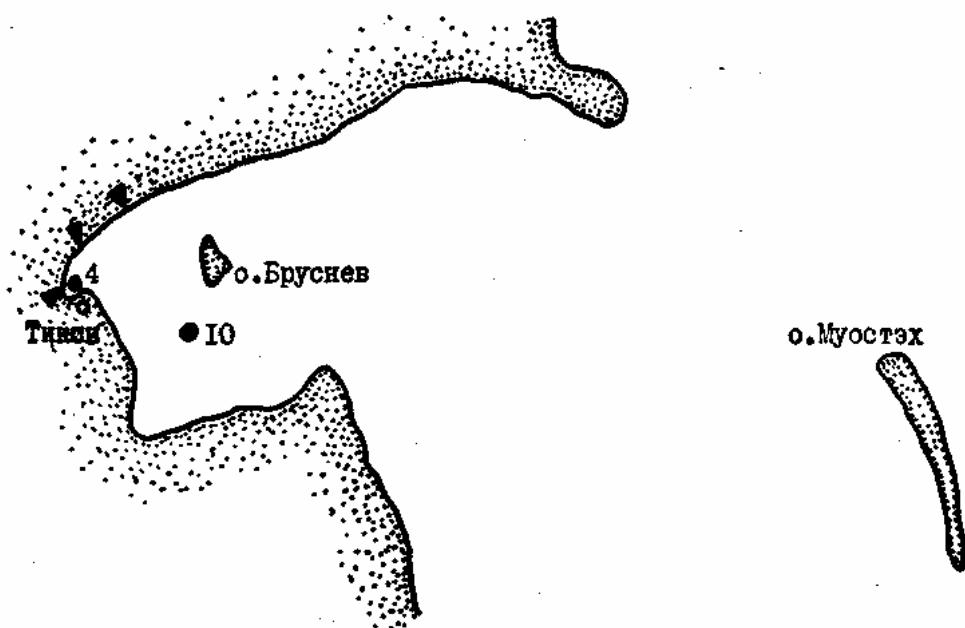


Рис.38. Карта-схема расположения ежемесячных гидробиологических станций в бухте Тикси.

В сентябре НВЧ сапрофитов в водах бухты увеличилась: пределы изменения ее составили  $2,6 \cdot 10^2$ – $8,0 \cdot 10^3$  кл/мл (в среднем –  $1,9 \cdot 10^3$  кл/мл). Так же, как в августе, поверхностный горизонт бухты оказался заселенным сапрофитной микрофлорой в значительно большей степени, чем придонный слой. Горизонтальное распределение сапрофитных бактерий по обследованным акваториям бухты было попрежнему равномерным.

В октябре сапрофитная микрофлора в бухте получила еще большее развитие. Средняя величина НВЧ оказалась равной  $5,5 \cdot 10^3$  кл/мл (пределы колебаний –  $1,5 \cdot 10^3$ – $8,5 \cdot 10^3$  кл/мл). Как горизонтальное, так и вертикальное распределение сапрофитов было довольно равномерным.

В декабре НВЧ сапрофитов в воде бухты резко снизилась и составила десятки клеток в 1 мл воды. Видимо, это объясняется резким изменением абиотических условий в связи с ледоставом, в частности, отрицательными температурами воды.

#### VI.I.2. Фитопланктон

Исследование фитопланктона в бухте Тикси проводилось на двух станциях (4, 10) три раза в год: 18.08, 5.09, 9.10. Всего было взято и обработано 12 проб. В состав наблюдений вошли определение численности и видового состава фитопланктона района работ.

Всего было обнаружено 48 видов водорослей, относящихся к трем отделам: Bacillariophyta-II, Cyanophyta-5, Chlorophyta-2. Видовой состав на обеих станциях за весь период наблюдений менялся незначительно. 10 видов из 18 найденных являются индикаторами сапробности. В каждой пробе воды они составляли большинство. Учитывая это обстоятельство, акваторию бухты Тикси можно характеризовать, как  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробную зону (умеренно-загрязненные воды).

#### VI.I.3. Характеристика продукциино-деструкционных процессов

Определение продукциино-деструкционных процессов выполнялось в августе, сентябре, октябре и декабре на двух станциях, расположенных в разных частях залива. Всего было обработано 10 проб. Инкубация проб в связи с низкими температурами была длительной: 2–3 суток.

В августе значения валового фотосинтеза фитопланктона изменились в пределах 0,03–0,06 мг $O_2$ /л, составляя в среднем 0,04 мг $O_2$ /л. Повышенные значения выявлены на ст.4, расположенной в заливе Будункан в 300-х метрах от сброса канализационных и сточных вод пос.Тикси. Чистая продукция органического вещества отсутствовала. Величина деструкции в июне изменялась от 0,09 до 0,085 мг $O_2$ /л, составляя в среднем 0,22 мг $O_2$ /л. Отношение  $\Phi_B/D$  составило: для ст.10 – 0,08; для ст. 4 – 0,67. Отношение  $\Phi_q/D$  оказалось равно соответственно – 0,91 и –0,33.

В сентябре средняя величина валового фотосинтеза в водах бухты была выше, чем в августе, и составила 0,26 мг $O_2$ /л. Пределы колебания величины валового фотосинтеза оказались широкими: от –0,19 до 0,90 мг $O_2$ /л. Высокие значения  $\Phi_B$  выявлены в начале сентября, в середине месяца (18.09) величина валового фотосинтеза резко снизилась: на ст.10, расположенной близ с.Бруснев в западной части бухты она оказалась равной 0, а на ст.4 имела отрицательные значения (–0,19 мг $O_2$ /л). Чистый фотосинтез оказался отрицательным и составил в среднем – 1,71 мг $O_2$ /л. Значения деструкции были значительно выше, чем в августе, изменились в пределах 0,96–2,88 мг $O_2$ /л и составили в среднем 1,98 мг $O_2$ /л. Максимальные значения деструкции (2,24–2,88 мг $O_2$ /л) выявлены на ст.4 (в 300-х метрах от сброса сточных вод пос.Тикси).

Отношение  $\Phi_B/D$  варьировало от –0,08 до 0,49; отношение  $\Phi_q/D$  оказалось отрицательным (в среднем – 0,86), что указывает на выраженное преобладание деструкционных процессов над производственными. Это свидетельствует о значительном загрязнении вод бухты аллохтонным органическим веществом.

В октябре производственные процессы оказались еще более угнетенными. Валовый фотосинтез имел в целом отрицательные значения (в среднем – 3,22 мг $O_2$ /л), так же, как и чистый (в среднем – 6,31 мг $O_2$ /л). Величина же деструкции продолжала увеличиваться – она варьировала в пределах 2,79–3,60 мг $O_2$ /л, составляя в среднем 3,09 мг $O_2$ /л.

Отношение  $\Phi_B/D$  в среднем оказалось равно –1,06, отношение  $\Phi_q/D$  – 2,06.

В декабре оценка производственно-деструкционных процессов была выполнена на ст.10, расположенной в западной части бухты на расстоянии 6 км от сброса сточных вод пос.Тикси.

Продукционные процессы в декабре полностью подавлены. Величина  $\Phi_B$  оказалась равна - 0,51 мг О<sub>2</sub>/л, величина  $\Phi_q$  - 2,94 мг О<sub>2</sub>/л.

Интенсивность деструкционных процессов остается на высоком уровне: величина деструкции составила 2,43 мг О<sub>2</sub>/л. Значения отношения  $\Phi_B/D$  и  $\Phi_q/D$  составили соответственно -0,21 и -1,21.

Данные о продукционно-деструкционных процессах в водах б. Тикси указывают на выраженное превалирование деструкции над продукцией органического вещества в бухте. Это свидетельствует о значительном влиянии на качество вод бухты канализационных и сточных вод пос. Тикси, обогащающих воды бухты аллохтонным органическим веществом.

### У1.2. Выводы

1. Воды бухты Тикси в значительной степени заселены сапропитной микрофлорой. В осенний период НВЧ сапропитов изменилась от ста до тысяч клеток в 1 мл воды, зимой концентрация их снижалась (десятки клеток в 1 мл воды). Горизонтальное распределение сапропитных бактерий было довольно равномерным во все периоды наблюдений, в вертикальном распределении выявлены определенные закономерности: в поверхностном слое воды содержание сапропитов оказалось выше (иногда на порядок величины), чем в придонном горизонте.

2. Анализ НВЧ и распределения сапропитной микрофлоры позволяет сделать предварительный вывод о мезотрофном, умеренно-загрязненном состоянии вод в бухте Тикси в осенне-зимний период.

3. По состоянию фитопланктона воды бухты в целом могут быть отнесены к α-β -мезосапробной зоне, а поверхностный слой воды на ст. 4, расположенной в непосредственной близости от спуска сточных вод пос. Тикси - к β -мезосапробной зоне (состояние вод - умеренно-загрязненное).

4. Анализ продукционно-деструкционных процессов позволил установить, что осенью и зимой во все периоды наблюдений разрушение органического вещества в бухте значительно превышает его продуцирование. Величины валового фотосинтеза фитопланктона оказались низкими, а чистый фотосинтез во все периоды наблюдений выражался отрицательными величинами.

Это свидетельствует о том, что воды бухты в значительной степени обогащены аллохтонным органическим веществом. Состояние вод - неудовлетворительное.

## III. ЯПОНСКОЕ МОРЕ

### УП. I. Биологическая характеристика залива Петра Великого

В прибрежные воды Японского моря сбрасываются бытовые и промышленные отходы. Сброс таких вод производится в мелководную прибрежную зону северной и центральной части Амурского залива и в бухту Золотой Рог.

Основными источниками загрязнения вод залива Петра Великого являются промышленные предприятия городов Владивостока (Дальзавод, завод "Изумруд", "Дальнеприбор", "Радиоприбор" и др.) и Находки (нефтебаза, судоремзавод, торговый порт, рыбный порт, рыбокомбинат).

По данным Дальневосточной бассейновой инспекции в Амурский залив сбрасывается 80 тыс. $\cdot$ м<sup>3</sup>/сутки сточных вод, бухту Золотой Рог - 50 тыс. $\cdot$ м<sup>3</sup>/сутки и Находку - 20 тыс. $\cdot$ м<sup>3</sup>/сутки. Всего в прибрежную зону залива Петра Великого сбрасывается 150 тыс. $\cdot$ м<sup>3</sup>/сутки сточных вод, содержащих нефтепродукты, фенолы, дегтергенты.

Большую долю в общем объеме сбросов составляют нефтепродукты, поступающие в воды заливов в результате аварийных разливов и утечки с судов.

Гидробиологический контроль за состоянием морских вод проводился в 1978 г. в четырех районах залива Петра Великого Японского моря - заливах Амурском, Уссурийском, Находке и бухте Золотой Рог - сотрудниками гидробиологической лаборатории ДВНИГИИ.

### УП. I. I. Биологическая характеристика Амурского залива

Согласно результатам гидрохимических наблюдений, содержание растворенного кислорода в водах Амурского залива в 1978 г. было близко к насыщению. Относительное его содержание в поверхностном слое составляло 94,6-117,8% и 81,6-107,5% - у дна.

Концентрация фосфатов в заливе в исследуемый период оставалась в пределах 5-50 мкг/л.

Повышенное загрязнение вод залива нефтепродуктами в 1978 г. наблюдалось в апреле и октябре. Максимальные их величины в этот период составили 1,10 мг/л (110 ПДК) и 1,40 мг/л (140 ПДК).

Анализ многогодового изменения уровня загрязнения толщи вод залива нефтепродуктами указывает, что увеличения загрязнения не наблюдалось.

Загрязнение вод Амурского залива фенолами в 1978 г. по средним данным составляло 0,004 мг/л (4 ПДК). Максимальное содержание (0,007 мг/л), превысившее ПДК в 7 раз, было отмечено в июне.

Среднее содержание детергентов акватории Амурского залива в исследуемый период колебалось в пределах 0,02-0,17 мг/л. Наибольшее загрязнение отмечено осенью.

#### III.I.I.I. Микробиологические показатели

Микробиологические исследования в Амурском заливе выполнены на трех станциях (рис. 39), с двух горизонтов - приповерхностного (0-2 см) и придонного. В комплекс наблюдений вошли:

- определение общей численности и биомассы бактерий;
- определение численности сапрофитной микрофлоры;
- определение численности углеводородокисляющей микрофлоры (на ст. 16 с июня по октябрь). Учитывая полученные результаты, устанавливали индекс соотношения индикаторных групп бактерий, как показателя качества воды.

Общая численность микроорганизмов в Амурском заливе в 1978 г. колебалась в пределах  $4,1 \cdot 10^5$ - $1,9 \cdot 10^6$  кл/мл, составляя в среднем  $8,1 \cdot 10^5$  кл/мл (рис. 40-42). Максимальные значения общей численности микроорганизмов (до 2 млн. кл/мл), обнаруженные в приповерхностном микрогоризонте 0-2 см, приходились на июль-август ( $1,3 \cdot 10^6$ - $1,9 \cdot 10^6$  кл/мл, рис. 41), минимальные выявлены в октябре ( $5,4 \cdot 10^5$  кл/мл, рис. 42).

Биомасса микроорганизмов составила в среднем 0,042 мг С/л, изменяясь от 0,005-0,065 мг С/л.

НВЧ сапрофитной микрофлоры (рис. 40-42) Амурского залива оказалась не очень высокой, составив в максимуме  $1,3 \cdot 10^4$  кл/мл в августе (рис. 41) и минимуме ( $2,5 \cdot 10^3$ - $3 \cdot 10^3$  кл/мл) в октябре (рис. 42). Наибольшее содержание сапрофитных бактерий было встречено в бактерионейстоне.

Обращает на себя внимание широкое распространение во всей толще разреза нефтеокисляющих бактерий, свидетельствующее о хроническом загрязнении вод нефтью и нефтепродуктами от поверхности до дна.

При рассмотрении вертикального распределения нефтеокисляющих бактерий максимальное их количество ( $5 \cdot 10^3$  кл/мл) также обнаружено в приповерхностном микрослое 0-2 см в августе (рис. 41),

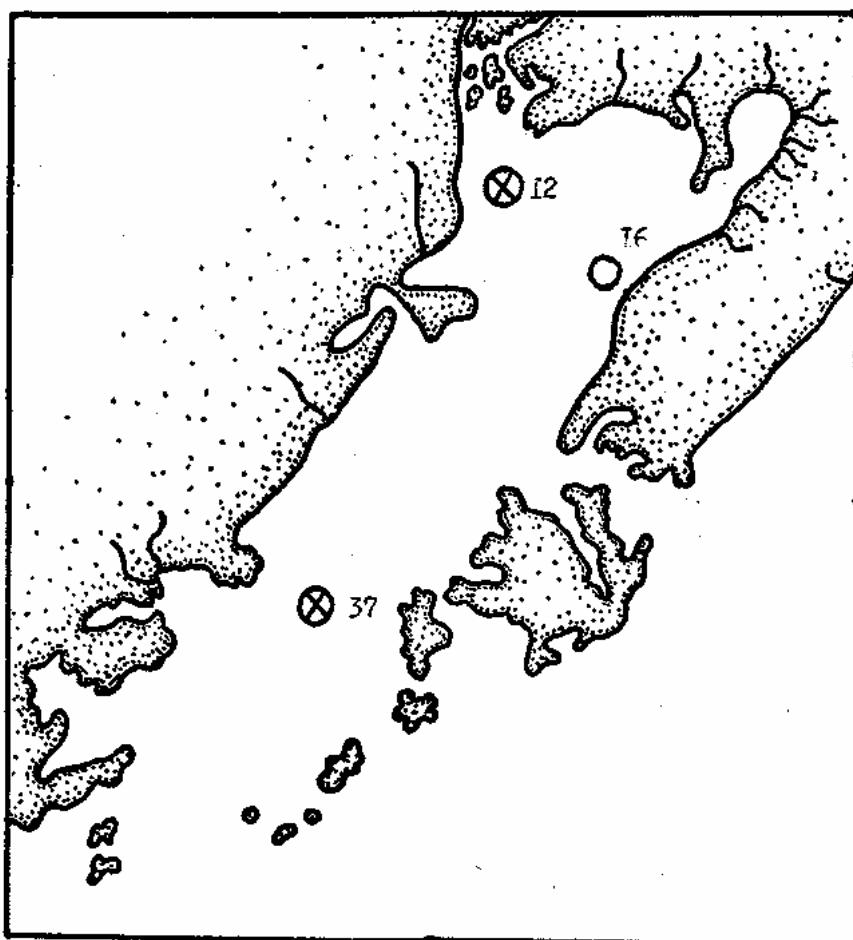


Рис. 39. Карта-схема расположения гидробиологических станций в Амурском заливе.

○ - ежемесячная гидробиологическая станция

○× - ежеквартальная гидробиологическая станция

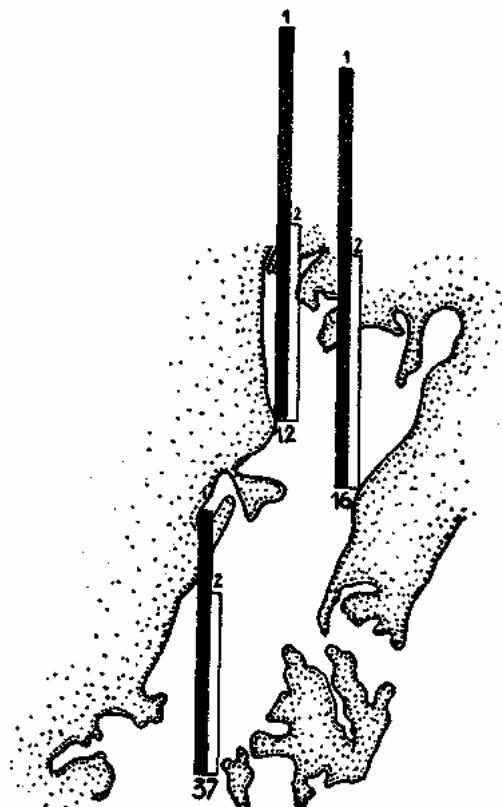


Рис.40. Распределение общей численности (1) и сапрофитной микрофлоры (2) в поверхностном горизонте Амурского залива в июне 1978 года (12, 16, 37 - номера станций). Условные обозначения см. на рис. 45.

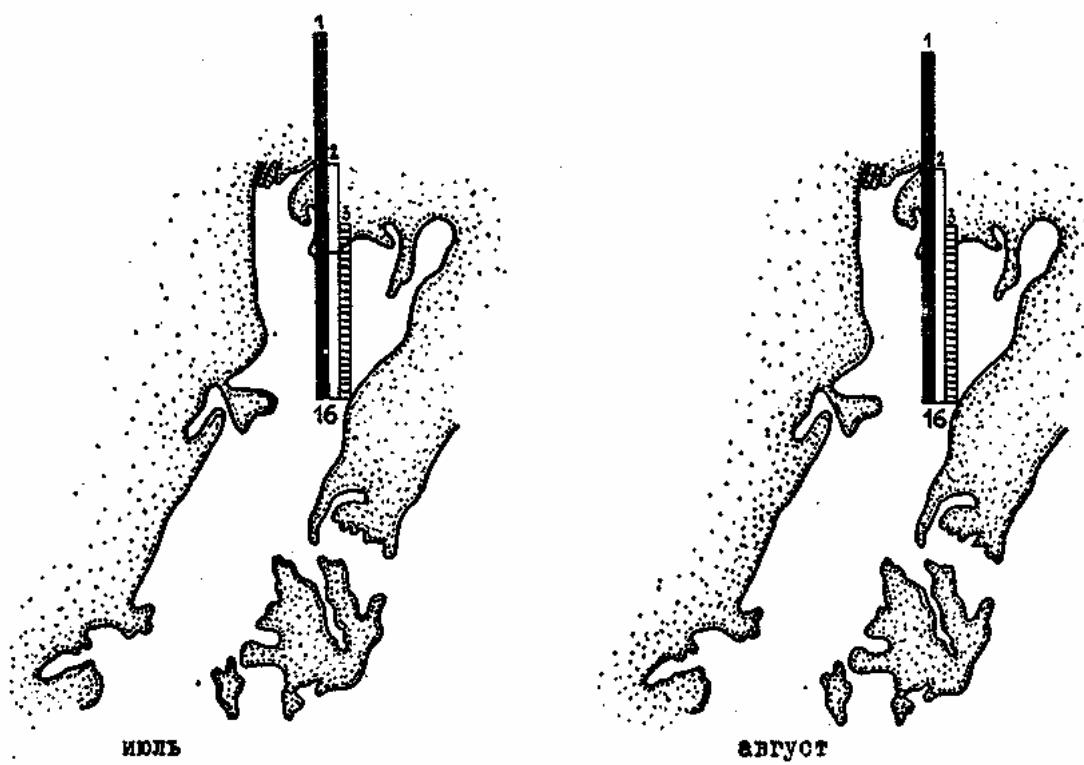


Рис.41. Распределение общей численности (1), сапропитной (2) и углеводород-окисляющей (3) микрофлоры в поверхностном горизонте Амурского залива в июле-августе 1978 г. на ст. 16. Условные обозначения см. на рис.45.

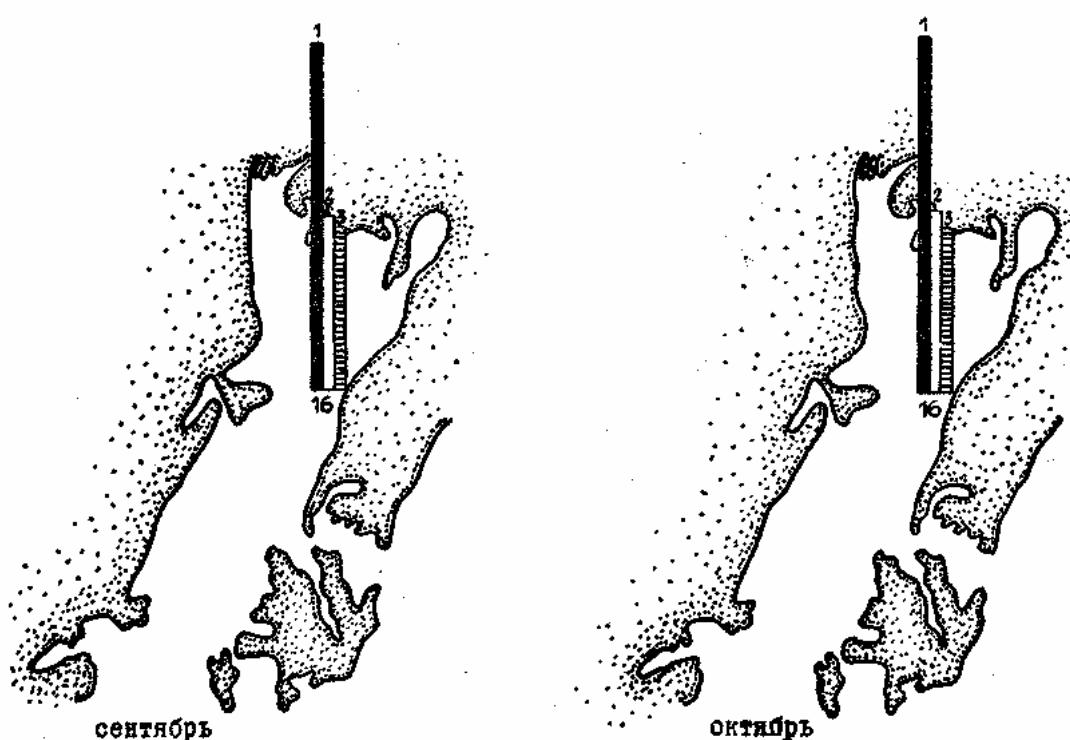


Рис.42. Распределение общей численности (1), сапропитной (2) и углеводород-окисляющей (3) микрофлоры в поверхностном горизонте Амурского залива в сентябре-октябре 1978 г. на ст. 16. Условные обозначения см. на рис.45.

минимальное (600-900 кл/мл) в октябре (рис.42).

Индекс соотношения общей численности микроорганизмов к сапропитной микрофлоре для Амурского залива оказался в среднем равен 152. Индекс соотношения общей численности микроорганизмов к нефтеокисляющей микрофлоре для залива в среднем составил 471, что свидетельствует об относительно благополучном состоянии микробиоценозов Амурского залива.

Таким образом, результаты микробиологического анализа качества вод Амурского залива в 1978 г. показали, что акватория умеренно загрязнена и соответствует  $\alpha$ -мезосапробным водам.

По численности бактерий можно оценить тип водоема как мезотрофный.

#### III.I.I.2. Фотосинтетические пигменты фитопланктона

Сбор материала для определения фотосинтетических пигментов фитопланктона в Амурском заливе производился с двух горизонтов (поверхность, дно) с июня по октябрь 1978 г.

Концентрация хлорофилла "а" в Амурском заливе составляла 0,042-2,175 мкг/л. Максимальное его значение было отмечено в октябре в поверхностном слое - 2,175 мкг/л. Минимальное - в сентябре в придонном слое - 0,584 мкг/л (таблица 3). На обследованных акваториях Амурского залива на долю основного пигмента приходилось 8,4-97,7% от общего хлорофилла. Из дополнительных пигментов преобладали хлорофилл "с" - 0-82,8%. Содержание хлорофилла "б" составило 2,3-46,3% (рис.43). Средняя концентрация общего хлорофилла по заливу в 1978 г. равнялась 2,201 мкг/л.

Станция 16 характеризовалась наиболее высокими показателями хлорофилла "а" с двумя максимумами - в августе (1,332 мкг/л) и октябре (2,175 мкг/л), (табл. 3, рис. 43). В целом залив относится к малопродуктивной олиго-мезотрофной зоне.

#### III.I.I.3. Бентос

В Амурском заливе пробы зообентоса отбирали с апреля по октябрь на станции 16 (глубина 17 м, грунт - черный ил), в июне и октябре - на станции 12 (глубина 4м, грунт - мелкоэзернистый песок).

Наибольшее разнообразие (до 12 видов) донных животных отмечено на станции 16. Плотность донного населения составляла в среднем 4310 экз/м<sup>2</sup>, при биомассе 228,4 г/м<sup>2</sup>. Наиболее многочис-

Таблица 3

Пигментный состав фитопланктона акваторий Охотского моря, обследованных в 1978 г.

№ п/п	№ стан- ций	Дата съём- ки	Гори- зонт (м)	Содержание хлорофилла (мкг/л)			$\frac{\text{хл "а"}}{\text{хл "б"}}$	Трофическая ха- ракте- ристика вод
				хл "а"	хл "б"	хл "с"		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

## Бухта Золотой Рог

I.	7	12.06	0	0,038	0,425	2,860	75,3	Олиготрофные
2.	7	12.06	дно	0,138	0,123	1,697	12,3	Олиготрофные
3.	II	12.06	0	0,308	0,336	2,820	9,2	Олиготрофные
4.	II	12.06	дно	1,374	2,202	4,497	3,3	Мезотрофные
5.	7	10.10	0	1,231	0,334	0,339	0,3	Мезотрофные
6.	7	10.10	дно	1,026	0,007	0,332	0,3	Мезотрофные
7.	II	10.10	0	1,776	0,016	0,592	0,3	Мезотрофные
8.	II	10.10	дно	0,818	0,036	0,356	0,4	Мезотрофные

## Амурский залив

9.	37	19.06	дно	0,042	0,143	0,124	3,0	Олиготрофные
10.	12	10.07	0	0,450	0,470	4,431	9,8	Олиготрофные
II.	16	10.07	0	0,846	0,040	1,127	1,3	Олиготрофные
12.	16	10.07	дно	1,408	0,563	1,460	1,0	Мезотрофные
13.	16	13.08	0	1,073	0,008	1,478	1,4	Мезотрофные
14.	16	13.08	дно	1,332	0,181	3,384	2,5	Мезотрофные
15.	16	12.09	0	0,943	0,631	0,047	0,0	Олиготрофные

Таблица 3 (продолжение)

I	2	3	4	5	6	7	8	9
16.	16	12.09	дно	0,584	0,517	0,181	0,3	Олиготрофные
17.	37	24.10	0	1,008	0,024	0,000	0,0	Мезотрофные
18.	37	24.10	дно	0,812	0,024	0,000	0,0	Олиготрофные
19.	12	24.10	0	1,08	0,048	0,001	0,0	Мезотрофные
20.	16	24.10	0	2,175	0,075	0,000	0,0	Мезотрофные
21.	16	24.10	дно	1,906	0,000	0,000	0,0	Мезотрофные
Уссурийский залив								
22.	104	20.06	0	0,355	0,616	1,974	5,6	Олиготрофные
23.	106	20.06	0	0,168	0,074	0,848	5,0	Олиготрофные
24.	106	20.06	дно	0,204	0,112	1,828	9,0	Олиготрофные
25.	II7	21.06	0	0,132	0,054	1,454	II,0	Олиготрофные
26.	II7	21.06	дно	0,094	0,009	1,339	14,2	Олиготрофные
27.	II7	19.10	0	0,060	0,067	0,658	II,0	Олиготрофные
28.	II7	19.10	дно	0,112	0,056	0,224	2,0	Олиготрофные
29.	106	19.10	0	0,580	0,019	0,228	0,4	Олиготрофные
30.	106	19.10	дно	0,123	0,035	0,485	3,9	Олиготрофные
31.	104	19.10	0	0,591	0,033	0,314	0,5	Олиготрофные
32.	104	19.10	дно	1,116	0,016	0,022	0,0	Мезотрофные
залив Нахodka								
33.	2	20.08	0	1,362	2,946	0,084	0,1	Мезотрофные
34.	2	20.08	дно	1,81	1,370	0,048	0,0	Мезотрофные

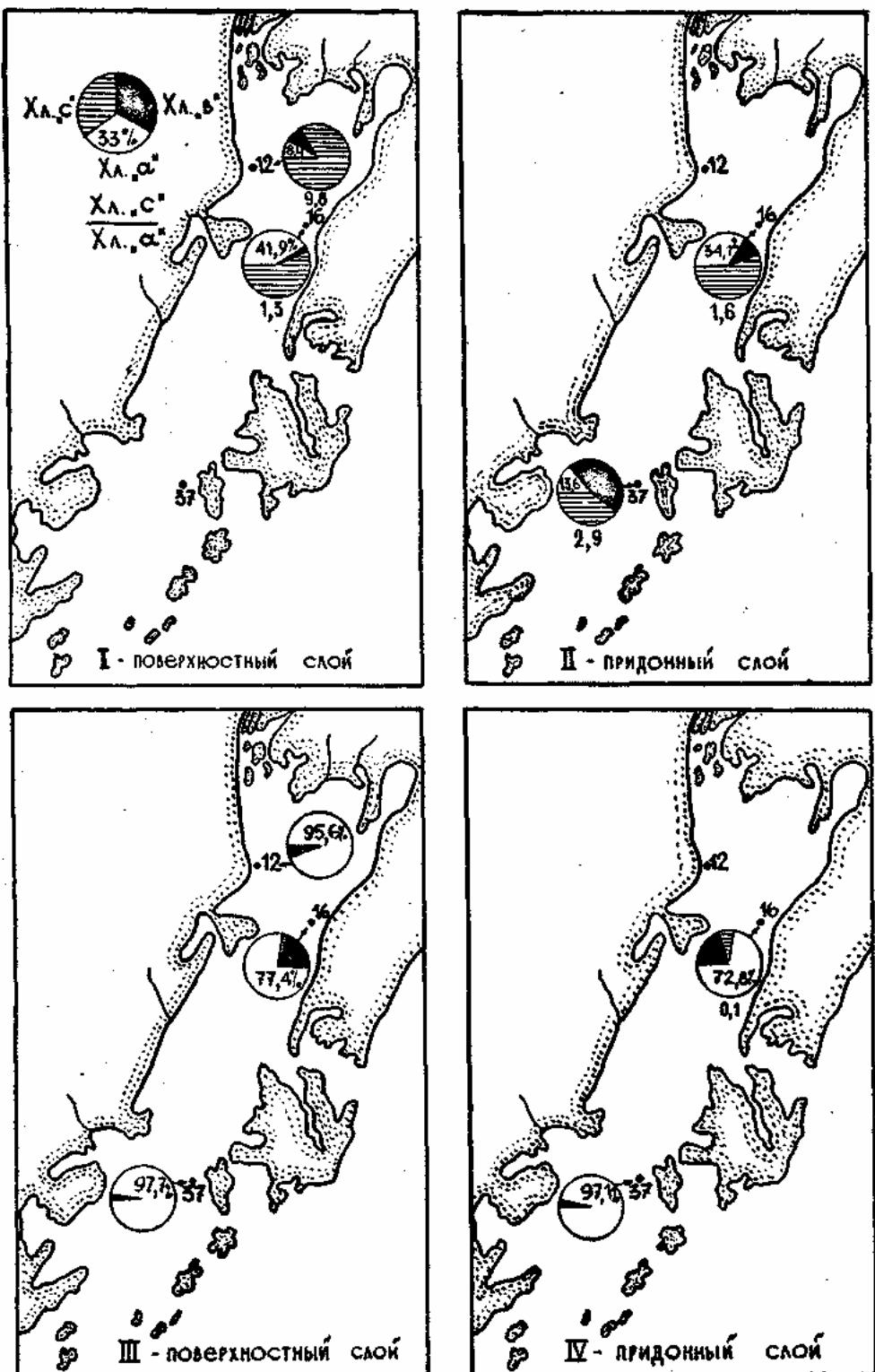


Рис.43. Распределение хлорофиллов "а", "в" и "с" (% от общей суммы) в Амурском заливе (I-II - летний период, III-IV - осенний период).

ленными были нематоды (до 47% от общей численности), а основную часть биомассы составляли полихеты (в сентябре и октябре офиуры). В июне-августе в бентофауне отмечена высокая численность нематод, сокращение численности полихет и других животных, кумовые раки и амфиоподы (организмы чувствительные к загрязнению) не наблюдались. Подобные изменения в бентофауне указывают на ухудшение состояния придонных вод в летний период.

Соотношение численности и видового состава станции I6 характеризует состояние придонных вод и донных отложений, как умеренно загрязненное -  $\alpha$ -мезосапробное.

Донное население станции I2 состояло из 6 видов. Средняя численность организмов 3020 экз/м<sup>2</sup>, биомасса - 17,2 г/м<sup>2</sup>, что значительно ниже, чем на станции I6. По численности и биомассе доминируют полихеты. Амфиоподы и кумовые раки малочисленны. Состояние донного биоценоза - неблагополучное.

Придонные воды и донные отложения станции I2 в июле и октябре можно оценить как умеренно-загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные.

#### УП.1.2. Биологическая характеристика бухты Золотой Рог

Насыщение кислородом вод бухты Золотой Рог в 1978 г., в целом, было удовлетворительным. В придонном слое его содержание было ниже, чем в поверхностью. В период с июня по сентябрь наблюдалось случаи снижения содержания кислорода до 36,1; 35,4; 22,1; 38,0% насыщения. Минимальное насыщение (22,1%) наблюдалось в вершине бухты.

Содержание фосфатов в загрязненных водах бухты колебалось от 11 до 57 мкг/л. В теплый период их концентрация снижалась до 11-32 мкг/л. По сравнению с прошлым годом содержание фосфатов в водах бухты увеличилось незначительно.

Толща вод бухты Золотой Рог - наиболее загрязненная нефтепродуктами акватория залива Петра Великого. Максимальные концентрации нефтепродуктов в бухте в 1978 г. отмечались в июне на поверхности воды, достигая 3,74 мг/л (374 ПДК) и в сентябре в придонном слое - 4,59 мг/л (459 ПДК). По сравнению с прошлым годом загрязнение вод бухты нефтепродуктами снизилось: средняя за период наблюдений величина для толщи вод составила 0,18 мг/л (18 ПДК), что на 0,12 мг/л (12 ПДК) ниже, чем в 1977 г.

Содержание фенолов в водах бухты колебалось в пределах 0,001-0,006 мг/л, что составило 1-6 ПДК.

О средненные концентрации детергентов в поверхностном слое вод бухты представлены 0,16 мг/л, то есть превышали ПДК в 1,6 раза.

#### УП.1.2.1. Микробиологические показатели

Микробиологические исследования вод бухты Золотой Рог были выполнены в июне 1978 г. на двух станциях (рис. 44). Пробы отбирались с двух горизонтов - приповерхностного (0-2 см) и у дна. В комплекс наблюдений вошли:

- общая численность и биомасса микроорганизмов;
- определение численности сапрофитной микрофлоры.

Общая численность микроорганизмов (рис. 45) в бухте Золотой Рог в период наблюдения (июнь 1978 г.) колебалась в пределах  $3,4 \cdot 10^5$ - $9,6 \cdot 10^5$  кл/мл, составляя в среднем  $6,6 \cdot 10^5$  кл/мл. При рассмотрении вертикального распределения, максимум общей численности бактерий ( $9,6 \cdot 10^5$  кл/мл) отмечен на горизонте 0-2 см. Биомасса микроорганизмов находилась в пределах 0,011-0,035 мг С/л. Средняя величина биомассы микроорганизмов составила 0,024 мг С/л.

Максимальное значение биомассы бактерий также было обнаружено в приповерхностном микрогоризонте.

Вертикальное распределение НВЧ сапрофитных бактерий от поверхности до дна было сравнительно равномерным (рис. 45). Наибольшая численность сапрофитной микрофлоры ( $1,2 \cdot 10^4$  кл/мл) определена на микрогоризонте 0-2 см на ст.7. Минимальная численность сапрофитов ( $5 \cdot 10^3$  кл/мл) обнаружена на ст.11 на глубине 17 м при сравнительно низкой температуре ( $8,68^{\circ}\text{C}$ ).

Индексы соотношения общей численности микроорганизмов к сапрофитным бактериям колебались: в приповерхностном микрослое в пределах 80-96, в придонном - в пределах 69-89.

Таким образом, данные микробиологического анализа свидетельствуют, что в июне воды бухты Золотой Рог были умеренно-загрязненными,  $\alpha$ -мезосапроподными. Акваторию бухты можно отнести к мезотрофному типу.

#### УП.1.2.2. Фотосинтетические пигменты фитопланктона

Отбор проб для определения пигментов фитопланктона в бухте Золотой Рог был произведен в июне и октябре 1978 г. с приповерхностного и придонного горизонтов.

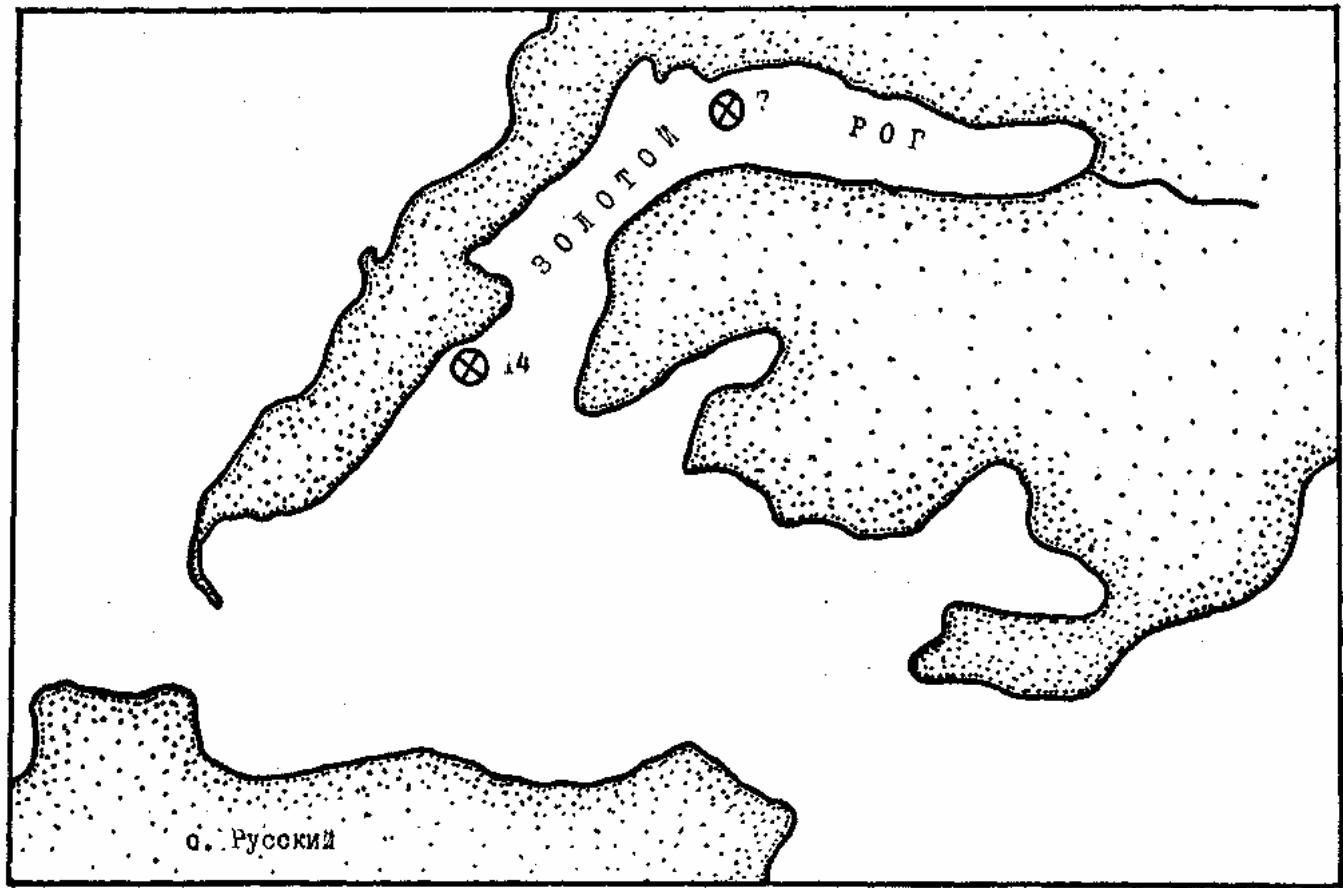


Рис.44. Карта-схема расположения гидробиологических станций в бухте Золотой Рог.

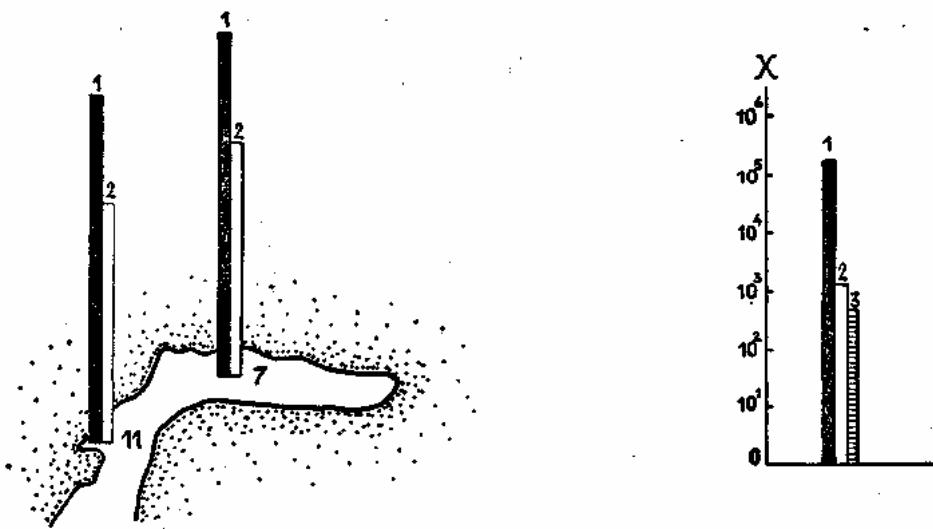
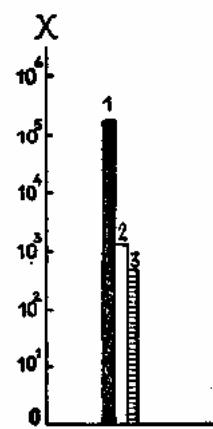


Рис.45. Распределение общей численности (1) и сапрофитной (2) микрофлоры в поверхностном горизонте бухты Золотой Рог в июне 1978 г. на ст. 7 и II.



По оси Х - концентрация бактерий, кл/мл

- общая численность (1)
- сапрофитная микрофлора
- углеводородокисляющая микрофлора (3)

За время наблюдений в бухте Золотой Рог концентрация хлорофилла "а" колебалась от 0,038 до 1,776 мкг/л, хлорофилла "б" - от 0,007 до 2,207 мкг/л, хлорофилла "с" - от 0,356 до 4,497 мкг/л (рис. 46 , табл. 3).

Средняя концентрация общего хлорофилла была равна 2,960 мкг/л.

Максимум хлорофилла "а" - 1,374 мкг/л и общего хлорофилла был выявлен в июне у дна (ст.II), что, вероятно, связано с оседанием фитопланктона. Наименьшее количество хлорофилла "а" отмечено также в июне - 0,038 мкг/л (ст.7), содержание же хлорофилла "с" при этом составило 2,860 мкг/л, что вело к снижению фотосинтетического процесса. Подъем концентрации основного пигмента на всех станциях бухты Золотой Рог наблюдался в октябре.

За время исследований на долю хлорофилла "а" приходилось 1,1-64,7% от общего содержания хлорофилла, хлорофилла "б" - 0,5-8,0%, хлорофилла "с" - 17,8-86,7% (рис. 46).

Бухта Золотой Рог значительно загрязнена нефтепродуктами. Вся акватория бухты покрыта нефтяной пленкой различной интенсивности. Нефтепродукты оказывают токсическое действие на фитопланктон, в частности, на его пигментную систему.

Исходя из полученных данных, бухта в период наблюдений характеризовалась низкой продуктивностью и соответствовала олиго-, мезотрофной зоне.

#### III.1.2.3. Бентос

В бухте Золотой Рог в июне и октябре контролировали состояние зообентоса станции 7 и II. Грунты на обеих станциях илистые, с примесью нефтепродуктов, отмечено присутствие  $H_2S$ . Донное население состоит только из полихет и нематод. Общая численность животных - около 1000 экз/м<sup>2</sup>. Донный биоценоз очень беден, состояния его - угрожающее. Придонные воды и грунты сильно загрязнены - полисалробная зона.

#### III.1.3. Биологическая характеристика Уссурийского залива

В Уссурийском заливе с июня по сентябрь наблюдалось случаи снижения насыщения вод кислородом до 64,1 - 43,0%. Но, в целом, кислородный режим Уссурийского залива в 1978 г. был удовлетворительным.

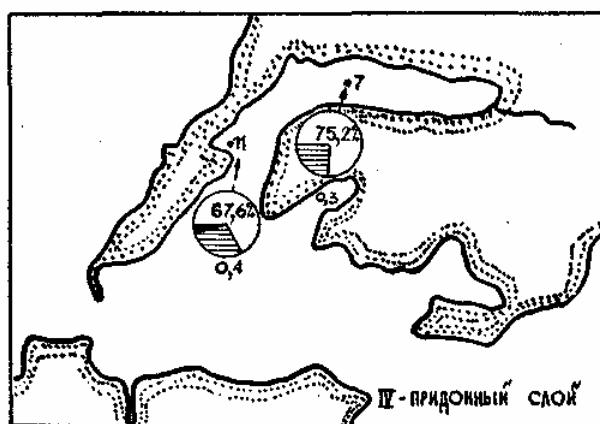
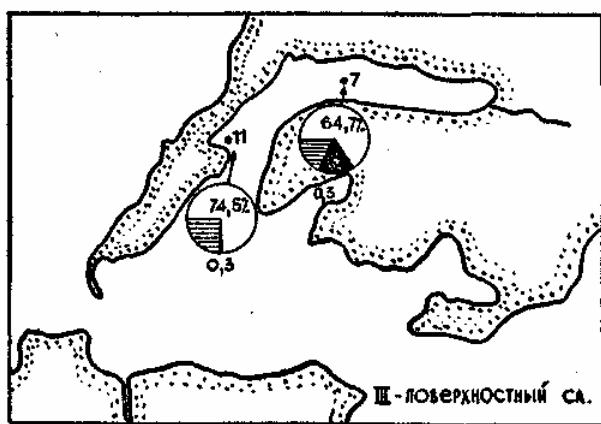
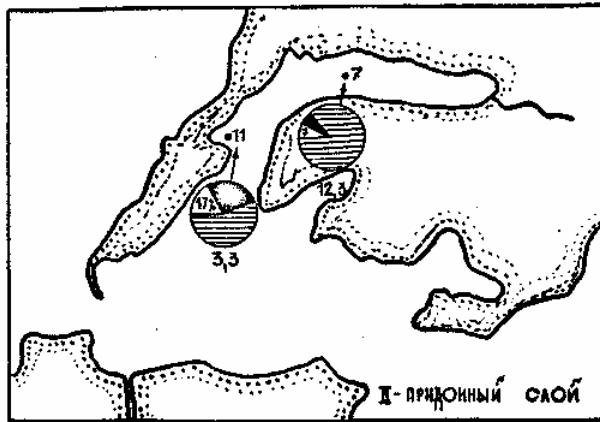
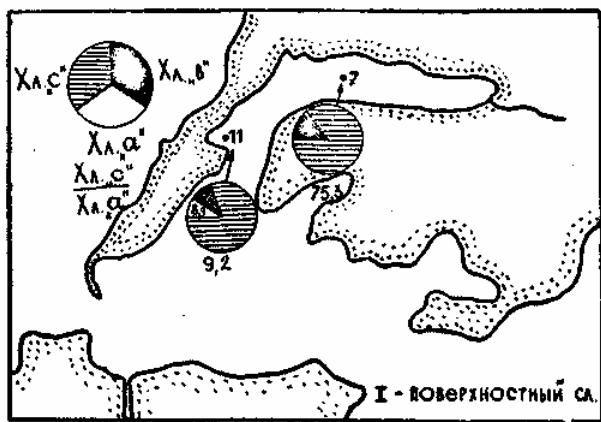


Рис.46. Распределение хлорофиллов "а", "в" и "с" (% от общей суммы) в бухте Золотой Рог  
I-II - июнь, III-IV - октябрь

Содержание фосфатов в водах залива колебалось в пределах 2,0-45 мкг/л. В придонном слое концентрация их была в 1,5 раза выше, чем на поверхности.

Концентрация нефтепродуктов в толще вод Уссурийского залива колебалась в пределах 0,00-1,2 мг/л. В теплый период содержание нефтепродуктов в водах залива оставалось в пределах нормы или немного превышало ПДК. Минимальная концентрация отмечена в сентябре - 1,21 мг/л (121 ПДК). Осредненное для толщи вод залива содержание нефтепродуктов в 1978 г. составило 0,10 мг/л (10 ПДК), то есть осталось на уровне прошлого года. В поверхностном слое содержание нефтепродуктов также осталось прежним, в придонном слое увеличилось вдвое. Максимально наблюдаемая величина ниже, чем в прошлом году, более чем в 2 раза,

Начиная с 1974 г. в Уссурийском заливе, как и во всех исследуемых районах прибрежной зоны залива Петра Великого, наметилась четкая тенденция к уменьшению загрязнения фенолами, однако, в 1977 г. содержание фенолов в толще вод залива резко возросло. По данным наблюдений 1978 г. загрязнение толщи вод залива фенолами осталось на уровне прошлого года, то есть находилось в пределах 0,000-0,007 мг/л. Наибольший уровень загрязнения наблюдался в холодный период.

Содержание дeterгентов в водах залива оставалось в пределах нормы.

#### III.I.3.1. Микробиологические показатели

Микробиологические исследования в Уссурийском заливе выполнены на трех станциях (рис.47). В июне на 104 и 117 станциях. В октябре на 104, 106 и 117 станциях. Пробы отбирались с приповерхностного и придонного горизонтов.

В комплекс наблюдений вошли:

- определение общей численности и биомассы бактерий;
- определение численности сапротитной микрофлоры;
- определение численности углеводородокисляющей микрофлоры.

Учитывая полученные данные, устанавливали индекс соотношения индикаторных групп бактерий, как показателя качества воды.

Общая численность бактерий в Уссурийском заливе в 1978 г. отмечена в пределах  $4,3 \cdot 10^5$ - $1,2 \cdot 10^6$  кл/мл, составляя в среднем  $6,7 \cdot 10^5$  кл/мл. (рис.48). Максимальное значение общей численности бактерий ( $1,2 \cdot 10^6$  кл/мл) было обнаружено в приповерхностном

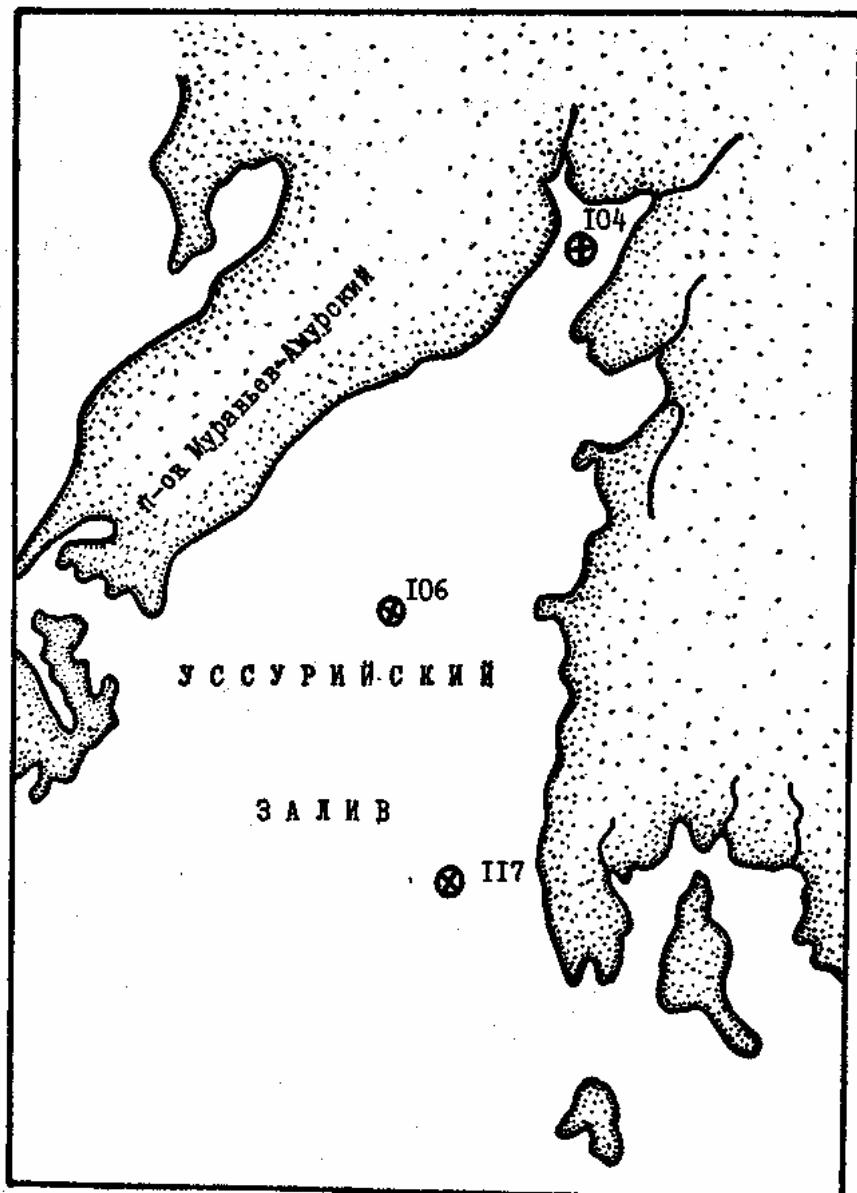


Рис. 47. Карта-схема расположения гидробиологических станций в Уссурийском заливе  
— ежеквартальная гидробиологическая станция

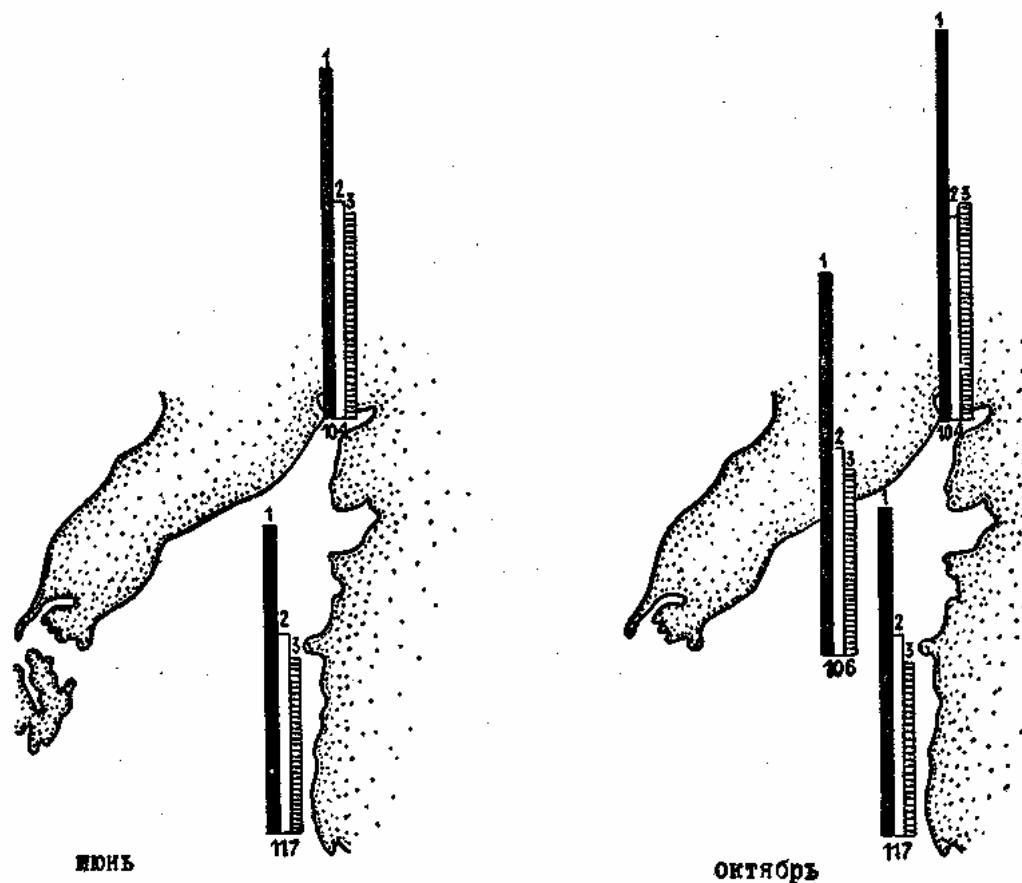


Рис. 48. Распределение общей численности (1), сапрофитной (2) и углеводород-окисляющей (3) микрофлоры в поверхностном горизонте Уссурийского залива в июне и октябре 1978 г. на ст. I04, I06 и II7.

микроризонте в июне на ст.104 (рис. 48). Биомасса микроорганизмов в заливе изменилась от 0,011-0,035 мг С/л, в среднем составляя 0,024 мг С/л. Вертикальное распределение общей численности микроорганизмов более или менее равномерно с тенденцией понижения от поверхности ко дну. Отмечена несколько большая плотность микрофлоры у берегов.

Горизонтальное распределение сапротитной микрофлоры в Уссурийском заливе в 1978 г. оказалось относительно равномерным (рис. 48). Колебания ее численности лежали в пределах  $1,5 \cdot 10^3$ - $8 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем 33700 кл/мл. Максимальное количество сапротитных бактерий отмечено также в приповерхностном микроризонте на ст.104 в июне. Минимум сапротитов обнаружен осенью - в октябре (рис.48). Большое количество сапротитных бактерий (средняя - 33700 кл/мл) указывает на увеличение стока бытовых вод.

Индекс соотношения общей численности к сапротитной микрофлоре равен 204.

Нефтеокисляющая микрофлора была обнаружена на всех обследованных станциях Уссурийского залива (рис. 48). Вертикальное распределение ее по горизонтам воды было неравномерным. Численность нефтеокисляющих бактерий колебалась в пределах от 650-7000 кл/мл. Средняя численность нефтеокисляющих бактерий составила около 2000 кл/мл, что свидетельствует о загрязнении вод Уссурийского залива нефтепродуктами. Индекс соотношения общей численности микроорганизмов к нефтеокисляющим бактериям для залива равен 517.

По результатам микробиологических данных можно сделать вывод, что воды Уссурийского залива являются умеренно-загрязненными и соответствуют  $\alpha$ -мезосапробным водам. По уровню бактериальной биомассы и численности Уссурийский залив относится к мезотрофному типу водоемов.

#### УП.1.3.2. Фотосинтетические пигменты фитопланктона

Сбор проб для определения фотосинтетических пигментов фитопланктона в Уссурийском заливе производился в июне и октябре 1978 г. на трех станциях (рис.47 ) с двух горизонтов.

На обследованных станциях Уссурийского залива (рис. концентрация хлорофилла "а" составляла 0,060-1,116 мкг/л,

хлорофилла " *б*" - 0,009-0,616 мкг/л, хлорофилла " *а*" - 0,022-1,974 мкг/л (табл. 3). Максимальные концентрации основного пигмента были отмечены в октябре, минимальные - в июне. Средняя концентрация общего хлорофилла составила 1,307 мкг/л.

В процентном отношении от общего хлорофилла хлорофилла " *а*" содержалось 6,5-96,7%, хлорофилла " *б*" - 0,6-20,9%, хлорофилла " *с*" - 1,9-92,2% (рис. 49).

Воды Уссурийского залива в 1978 г. характеризовались наименьшими концентрациями общего хлорофилла и хлорофилла " *а*". Минимум хлорофилла " *а*", видимо, определяется бедностью биогенов. Необходимо отметить, что в Уссурийский залив поступает значительно меньше сточных вод. Загрязнение здесь происходит, главным образом, в результате сброса с судов и течениями.

По полученным результатам содержания хлорофилла " *а*", свидетельствующим о чрезвычайной бедности его в изученный период, воды залива относятся к олиготрофной зоне.

#### УП.1.3.3. Бентос

В Уссурийском заливе пробы зообентоса отбирали в июне и октябре на станции 104 (глубина 5 м, грунт - песок). Здесь найдено 4 вида донных животных. Плотность донного населения - 1820 экз/ $m^2$  при достаточно высокой биомассе - 99,4 г/ $m^2$ . По численности и биомассе доминируют полихеты (более 90%). Нематоды, многочисленные на станциях в Амурском заливе и бухте Золотой Рог, отсутствуют. В осенний период (октябрь) отмечено появление кумовых раков (120 экз/ $m^2$ ) - организмов, чувствительных к загрязнению. Придонные воды и грунты умеренно загрязненные.

#### УП.1.4. Биологическая характеристика залива Вахдека

Насыщение вод кислородом в заливе высокое. Среднее за период наблюдений насыщение составляло 111,8% на поверхности и 101,5% - в придонном слое. Максимальное насыщение достигало 129,9% и отмечалось в августе. Минимальное насыщение не снижалось ниже 76,4%.

Максимальные величины нефтепродуктов в период наблюдения превышали ПДК в 2,6-3 раза. Среднее содержание нефтепродуктов в толще залива составило 0,06 мг/л, то есть осталось на уровне прошлого года.

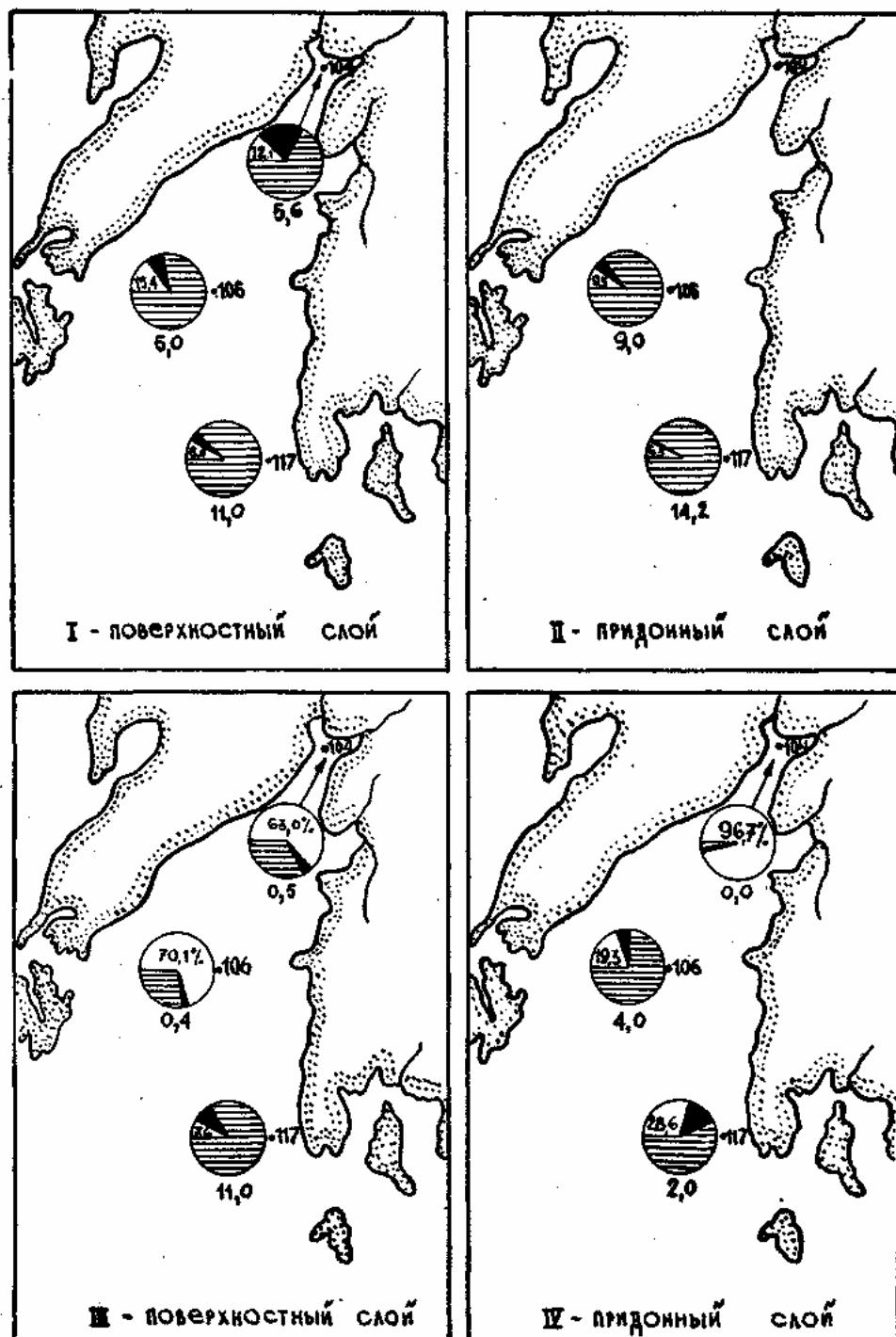


Рис.49. Распределение хлорофиллов "а", "в" и "с" (% от общей суммы)  
Уссурийском заливе. I-II - июнь, III-IV - октябрь

Концентрация фенолов в толще вод залива Находка изменилась в исследуемый период от 0,000 до 0,007 мг/л. В мае загрязнение фенолами в среднем превышало ПДК на поверхности в 5 раз, в придонном слое - в 4 раза. Максимально наблюдаемая величина превышала ПДК в 7 раз. Максимальная величина фенолов (0,008 мг/л) в августе была более, чем в 2 раза ниже, чем в мае.

Содержание детергентов в поверхностном слое залива в мае находилось в пределах нормы (0,09 мг/л), в августе незначительно превышало ПДК (0,011 мг/л). Максимально наблюдаемые величины детергентов составляли в мае - 0,13 мг/л (1,3 ПДК), в августе - 0,15 мг/л (1,5 ПДК). Среднее за период наблюдений содержание детергентов оставалось в пределах нормы (0,10 мг/л), но по сравнению с 1977 г. увеличилось вдвое.

#### УП.1.4.1. Фотосинтетические пигменты фитопланктона

В заливе Находка проведена только одна съемка для определения пигментов фитопланктона в августе 1978 г. на одной станции (рис. 50) с приповерхностного и придонного горизонтов.

Средняя концентрация общего хлорофилла в заливе равнялась 3,81 мкг/л. Содержание основного пигмента составляло 1,36-1,84 мкг/л (рис. 51, табл. 3). В период наблюдения район соответствовал мезотрофной зоне.

#### УП.1.4.2. Бентос

В заливе Находка на станции 2 (глубина 10 м, грунт - илы) зообентос состоял из трех видов животных численностью 1000 экз/м<sup>2</sup>, с биомассой 4,76 г/м<sup>2</sup> (наиболее низкое значение по всем обследованным станциям залива Петра Великого). Наиболее многочисленны нематоды (72% от общей численности). Донное население станции 2 также очень обеднено, его состояние - угрожающее. Грунты и придонные воды загрязнены - полисапробная зона.

#### УП.1.5. Выводы

I. Среднегодовые показатели общей численности микроорганизмов в разных акваториях залива Петра Великого составили: в Амурском заливе -  $8,1 \cdot 10^5$  кл/мл; в бухте Золотой Рог -  $6,6 \cdot 10^5$  кл/мл; в Уссурийском заливе  $6,7 \cdot 10^5$  кл/мл.

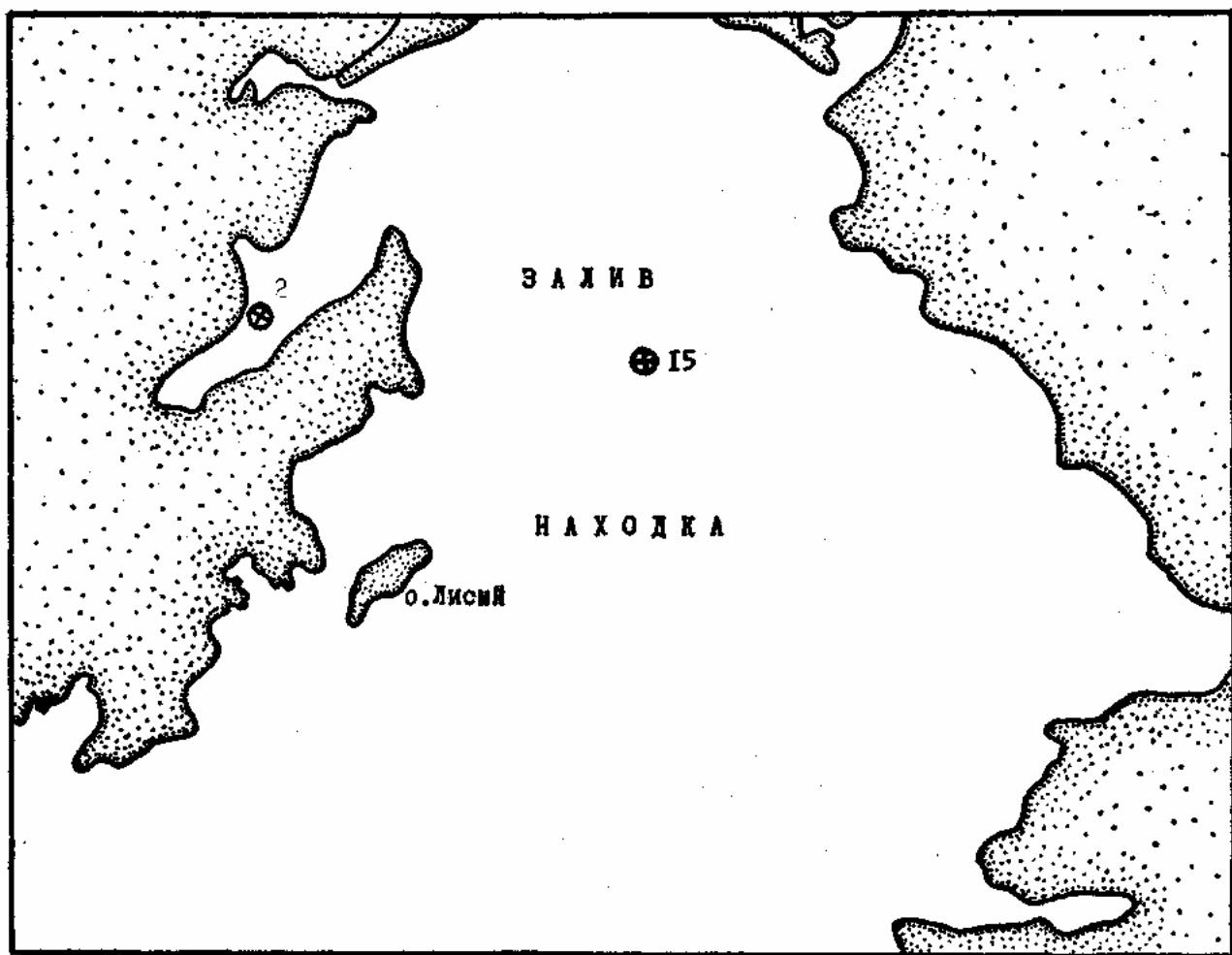


Рис. 50. Карта-схема расположения гидробиологических станций в заливе Нахodka

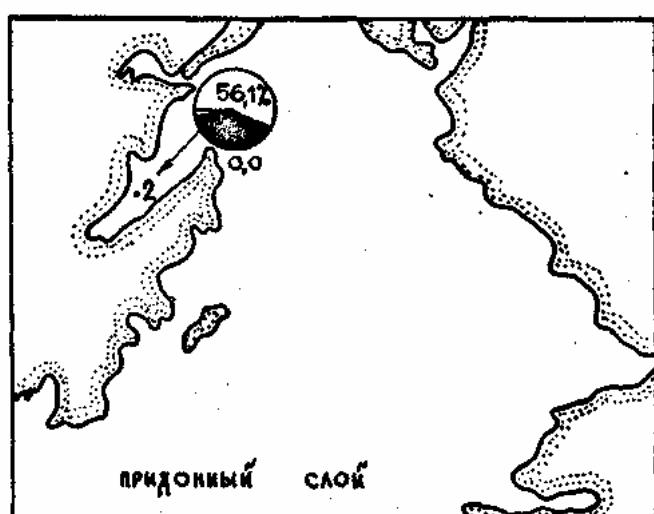
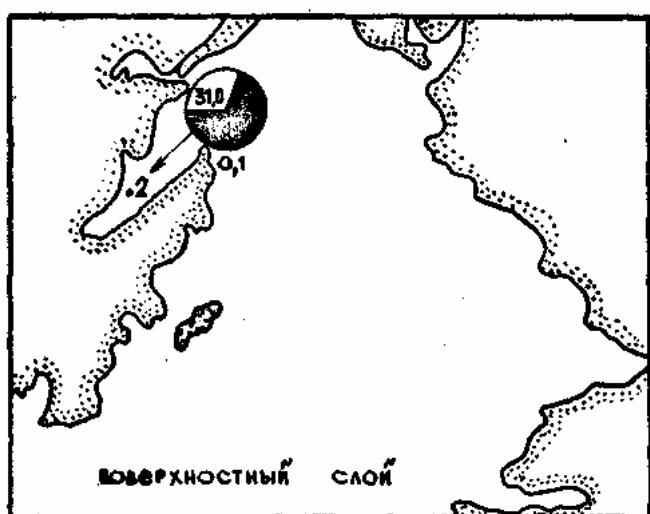


Рис.51. Распределение хлорофиллов "а", "в" и "с" (% от общей суммы) в заливе Нахodka в августе 1978 г.

Биомасса микроорганизмов составила в среднем за год; в Амурском заливе 0,042 мг С/л; в бухте Золотой Рог ~ 0,024 мг С/л и в Уссурийском заливе также 0,024 мг С/л. Эти данные указывают на мезотрофный характер вод залива Петра Великого.

2. Все обследованные акватории залива Петра Великого оказались в значительной степени заселенными сапропитной и нефтеокисляющими микрофлорой. Колебания НВЧ микроорганизмов составили: в Амурском заливе - сапропитов  $2,5 \cdot 10^3$ - $1,3 \cdot 10^4$  кл/мл, нефтеокисляющих  $6,0 \cdot 10^2$ - $5,0 \cdot 10^3$  кл/мл; в бухте Золотой Рог - сапропитов  $5,0 \cdot 10^3$ - $1,2 \cdot 10^4$  кл/мл, в Уссурийском заливе - сапропитов  $1,5 \cdot 10^3$ - $8,0 \cdot 10^3$  кл/мл, нефтеокисляющих  $6,5 \cdot 10^2$ - $7,0 \cdot 10^3$  кл/мл. Таким образом, распределение изученных физиологических групп микроорганизмов по разным районам залива Петра Великого оказалось довольно равномерным.

3. Среднегодовые индексы соотношения общей численности микроорганизмов и индикаторных бактерий оказались равны: в Амурском заливе ОЧ/СБ = 152, ОЧ/НБ = 471; в Уссурийском заливе ОЧ/СБ=204, ОЧ/НБ=517; в бухте Золотой Рог ОЧ/СБ=83. Полученные результаты свидетельствуют об относительно благополучном состоянии микробиоценозов залива Петра Великого.

4. Данные микробиологического анализа указывают, что все обследованные акватории залива Петра Великого в 1978 г. были умеренно-загрязненными,  $\alpha$ -мезосапробными.

5. Анализ результатов изучения пигментного состава фитопланктона в разных районах залива Петра Великого (табл.4) позволяет охарактеризовать воды залива в целом, как малопродуктивные, олиго- и мезотрофные.

6. На контролируемых станциях прибрежной части залива Петра Великого наиболее распространеными и многочисленными организмами зообентоса являются нематоды и олигохеты.

7. Бентофауна большинства станций состояла из 8-4 видов численности и биомасса животных сильно варьировала по районам.

8. В пробах бентоса всех обследованных станций моллюски были представлены мертвыми формами (многочисленные находки, видовое разнообразие - до 9 видов) или очень мелкими молодыми экземплярами. Данные по моллюскам в анализе зообентоса не использованы.

9. Анализ данных, характеризующих состояние зообентоса обследованных районов указывает на достаточно высокий уровень загрязнения придонных вод прибрежной акватории залива Петра Великого (особенно бухты Находка и Золотой Рог) - «**ам-мезо-полисапробные** зоны. Относительно лучшее состояние придонных вод и донного биоценоза отмечено для станции 16 (Амурский залив), особенно в весенний и осенний периоды.

#### **УП.2. Характеристика производственно-деструкционных процессов в Татарском проливе**

Прибрежные воды Татарского пролива загрязняются сбросами населенных пунктов и промышленных предприятий, расположенных в береговой полосе Приморского края и о. Сахалин, но большую часть загрязняющих веществ выбрасывают в пролив целлюлозно-бумажные заводы Сахбумпрома (гг. Углегорск, Томари, Чехов, Холмск), которые ежесуточно сбрасывают 180240 м<sup>3</sup> сточных вод. Основными источниками загрязнения вод пролива нефтепродуктами являются суда рыбодобывающего и транспортного флотов, сбрасывающие балластные и льяльные воды.

Гидрохимические наблюдения, проведенные в 1978 г., показали, что наиболее сильно загрязнены нефтепродуктами воды на рейде г. Александровска. Среднее значение их концентрации за год составило здесь 0,5 мг/л при максимальной величине 2,2 мг/л, отмеченной в мае. Загрязненность нефтепродуктами поверхностных вод других районов пролива была не такой значительной.

Высокая загрязненность вод пролива фенолами отмечалась в районе расположения целлюлозно-бумажных заводов. Средние концентрации фенолов здесь превышали ПДК в 4-23 раза, а максимальные достигали 80 ПДК. Высокие концентрации фенолов (10-20 ПДК) также были выявлены у юго-западного побережья пролива.

Таким образом, загрязненность вод Татарского пролива нефтепродуктами по сравнению с 1977 годом возросла в 5 раз на рейде г. Александровск, а также в 3 раза на рейдах г. Чехов и г. Невельск. В остальных районах загрязнение вод пролива нефтепродуктами осталось на уровне прошлого года.

Уровень загрязнения вод пролива фенолами в 1978 г. понизился во всем наблюдаемым районам, за исключением района рейда г. Углегорска, где содержание фенолов возросло в 2 раза. О сред-

ненная концентрация фенолов составляла здесь 17 ПДК, а максимальное значение достигло 0,069 мг/л (69 ПДК).

Пробы воды для определения интенсивности производственно-деструкционных процессов в разных акваториях Татарского пролива отбирались в 1978 г. сотрудниками гидробиологической лаборатории Сахалинского УГМС. В мае обследовались рейды городов Углегорска (4 станции), Александровска (3 станции), Томари (4 станции), Холмска (4 станции) и Невельска (2 станции). Кроме того, проводились ежемесячные – с июля по декабрь – наблюдения на 5 станциях, расположенных в районе Александровского побережья (рис. 53). Всего обработано 52 пробы.

В мае наибольшая интенсивность процессов образования органического вещества выявлена близ г.Александровска. Средняя величина первичной продукции здесь оказалась равной 0,19 мг/л-сутки (пределы колебаний – от 0 до 0,39 мг/л сутки). На остальных обследованных акваториях средняя скорость продуцирования органического вещества фитопланктоном составила: на рейде г.Углегорска – 0,06 мг/л сутки (пределы колебаний – 0-0,17 мг/л сутки), близ г.Томари – 0,04 мг/л сутки (0-0,06 мг/л сутки), на рейде г.Холмска – 0,03 мг/л сутки (0-0,06 мг/л сутки). В прибрежной зоне пролива, расположенной у г.Невельска, величина первичной продукции оказалась равной нулю.

Величина бактериальной деструкции органического вещества в этот же период изменялась в пределах: на рейде г.Александровска – от 0,08 до 0,23 мг/л сутки, составляя в среднем 0,13 мг/л сутки; на рейде г.Томари – от 0,07 до 0,13 мг/л сутки (в среднем 0,09 мг/л сутки), на рейде г.Холмска – от 0,01 до 0,17 мг/л сутки (в среднем 0,11 мг/л сутки) и на рейде г.Невельска – от 0,39 до 0,53 мг/л сутки (в среднем 0,46 мг/л сутки). В районе близ г. Углегорска деструкционные процессы протекали наименее интенсивно – величина бактериальной деструкции была равна нулю.

Соотношение между валовой продукцией и деструкцией почти во всех обследованных акваториях было меньше единицы, что свидетельствует о постоянном обогащении прибрежных вод Татарского пролива аллохтонным органическим веществом. Положительное значение индекса соотношения продукция / деструкция было выявлено в мае только на рейде г.Александровска (П/Д коэффициент изменился от 0 до 5,10, составляя в среднем 2,42).

Результаты ежемесячных наблюдений в районе г.Александровска (Александровское побережье Татарского пролива) позволили установить, что в течение всего периода исследований (с июля по декабрь) величины валовой продукции были больше нуля (за исключением единичного случая в ноябре на ст.13). Усиление фотосинтетической активности фитопланктона происходило в основном в июле и ноябре, причем наблюдалась положительная связь между интенсивностью продукционных процессов и деструкцией органического вещества (рис. 52).

Анализ полученного материала позволяет установить, что в районе г.Александровска воды Татарского пролива загрязняются аллохтонным органическим веществом, поступающим с терригенными стоками, в гораздо меньшей степени, чем в других прибрежных районах пролива.

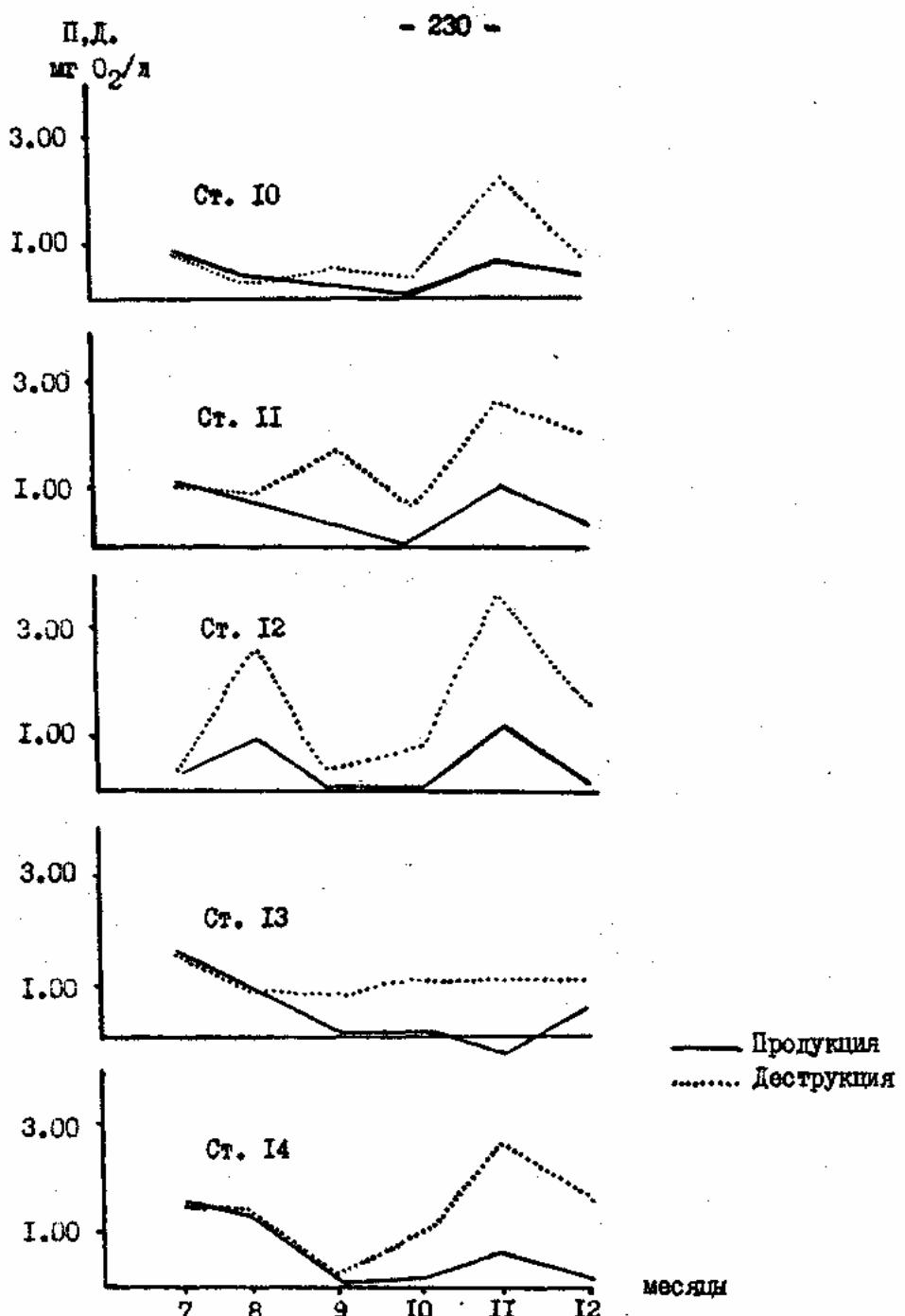


Рис. 52. Динамика первичной продукции и деструкции органического вещества (район г. Александровска).

### УШ. ОХОТСКОЕ МОРЕ

Прибрежные воды о. Сахалин загрязняются промышленными и хозяйственными сбросами городов и поселков. Семь ЦБЗ и Корсаковская фабрика гофтертары объединения "Сахалинбумпром" (Минбумпром) ежесуточно сбрасывают более 400 тыс. м<sup>3</sup> промстоков, содержащих взвешенные вещества, фенолы, сульфиды и т.д., которые, несомненно, влияют на биологический режим этой акватории моря.

Состояние очистки стоков на объектах Минбумпрома не улучшилось. Строительство очистных сооружений планируется на X пятилетку.

К основным источникам загрязнения (в том числе и нефтяного) относится сброс балластных и льяльных вод судами рыбодобывающего и транспортного флота (Минрыбхоза, Минморфлота).

#### УШ. I. Биологическая характеристика залива Анива

Район Корсаковского побережья Анивского залива загрязняется флотом, промышленными и хозяйственными сбросами городов и поселков в море, выносом рек.

Согласно гидрохимическим данным кислородный дефицит отмечался постоянно в январе в незамерзающем устье реки Корсаковки (до 50%).

Загрязненность прибрежных вод нефтепродуктами в январе-марте не превышала 0,5 мг/л. Средние концентрации нефтепродуктов на рейде п. Корсаков за весь период наблюдений не превышали 30 ПДК. Загрязненность нефтепродуктами прибрежной зоны значительно выше. В октябре здесь был отмечен абсолютный максимум нефтепродуктов - 6,7 мг/л (670 ПДК).

В январе-марте средние концентрации фенолов в прибрежных водах отмечались в пределах 0,007-0,009 мг/л, максимальные значения в этот период (0,033 и 0,044 мг/л) наблюдались в районе порта и в устье р. Корсаковки. В летний период загрязненность вод на рейде Корсакова достигала 0,046 мг/л. Наиболее загрязненной акваторией в этот период являлась восточная часть залива Анива. Здесь отмечался обширный район с концентрациями фенолов на поверхности 8-10 ПДК и 22-26 ПДК в придонных горизонтах. Абсолютный максимум фенолов в прибрежных водах составил 0,037 мг/л (37 ПДК) в устье реки Корсаковки в апреле.

Таким образом, уровень загрязнения прибрежных вод Корсаковского побережья высок. Наиболее загрязнены воды прибрежной полосы в устье р. Корсаковки.

### УШ. I. I. Микробиологические показатели

В 1978 г. микробиологические исследования в заливе Анива проводились ежемесячно в прибрежной морской зоне в районе г. Корсакова на 4 станциях (12, 13, 14, 15, рис. 53).

Пробы воды отбирали из приповерхностного микрогоризонта водной толщи. Общее число проб для микробиологических анализов составило 436.

В состав микробиологических наблюдений вошли: определение общей численности и биомассы бактерий, определение НВЧ сапрофитных, углеводородокисляющих, фенолокисляющих, целялюзобактерий и бактерий группы кишечной палочки.

В зимний период (декабрь-февраль) общая численность бактерий изменялась в пределах  $7,8 \cdot 10^6$ - $2,1 \cdot 10^7$  кл/мл, составляя в среднем по заливу  $11,5 \cdot 10^6$  кл/мл. Наибольшая концентрация бактерий наблюдалась в районе устья р. Корсаковки (ст. 14), наименьшая отмечалась у северной окраины г. Корсакова (ст. 12). Биомасса бактерий составила в среднем по заливу 3,61 мг С/л, изменяясь в пределах 2,55-6,48 мг С/л. НВЧ сапрофитных бактерий оказалась равной в среднем по заливу  $3,2 \cdot 10^5$  кл/мл, изменяясь в пределах  $1,6 \cdot 10^3$ - $5,0 \cdot 10^5$  кл/мл. Максимальная НВЧ сапрофитов наблюдалась у южной окраины г. Корсакова (ст. 15), наименьшая - в районе Водопоста (ст. 13). Нефтеокисляющая микрофлора в зимний период выявлена на всех обследованных акваториях. Горизонтальное распределение ее было неравномерным. Средняя НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры в заливе Анива составила  $1,4 \cdot 10^4$  кл/мл, максимальная концентрация отмечалась в приустьевом районе р. Корсаковки (ст. 14) -  $3,9 \cdot 10^4$  кл/мл, минимальная - на ст. 12, расположенной близ северной окраины г. Корсакова -  $1,5 \cdot 10^3$  кл/мл.

Фенолокисляющая микрофлора изменялась в пределах  $1,7 \cdot 10^2$ - $6,0 \cdot 10^3$  кл/мл, составляя в среднем  $1,8 \cdot 10^3$  кл/мл. НВЧ целялюзокисляющих бактерий колебалась от  $1,4 \cdot 10^3$  кл/мл до  $5,0 \cdot 10^4$  кл/мл. Среднее значение -  $1,7 \cdot 10^4$  кл/мл. Горизонтальное распределение целялюзобактерий было довольно неравномерным: наибольшая концентрация их, так же, как и сапрофитов, отмечалась у южной окраины г. Корсакова (ст. 15), наименьшая - в районе Водопоста (ст. 13) (рис. 54, 55).

В зимний период НВЧ бактерий группы кишечной палочки колебалась от  $4,1 \cdot 10^4$  кл/мл до  $7,9 \cdot 10^4$  кл/мл, составляя в среднем

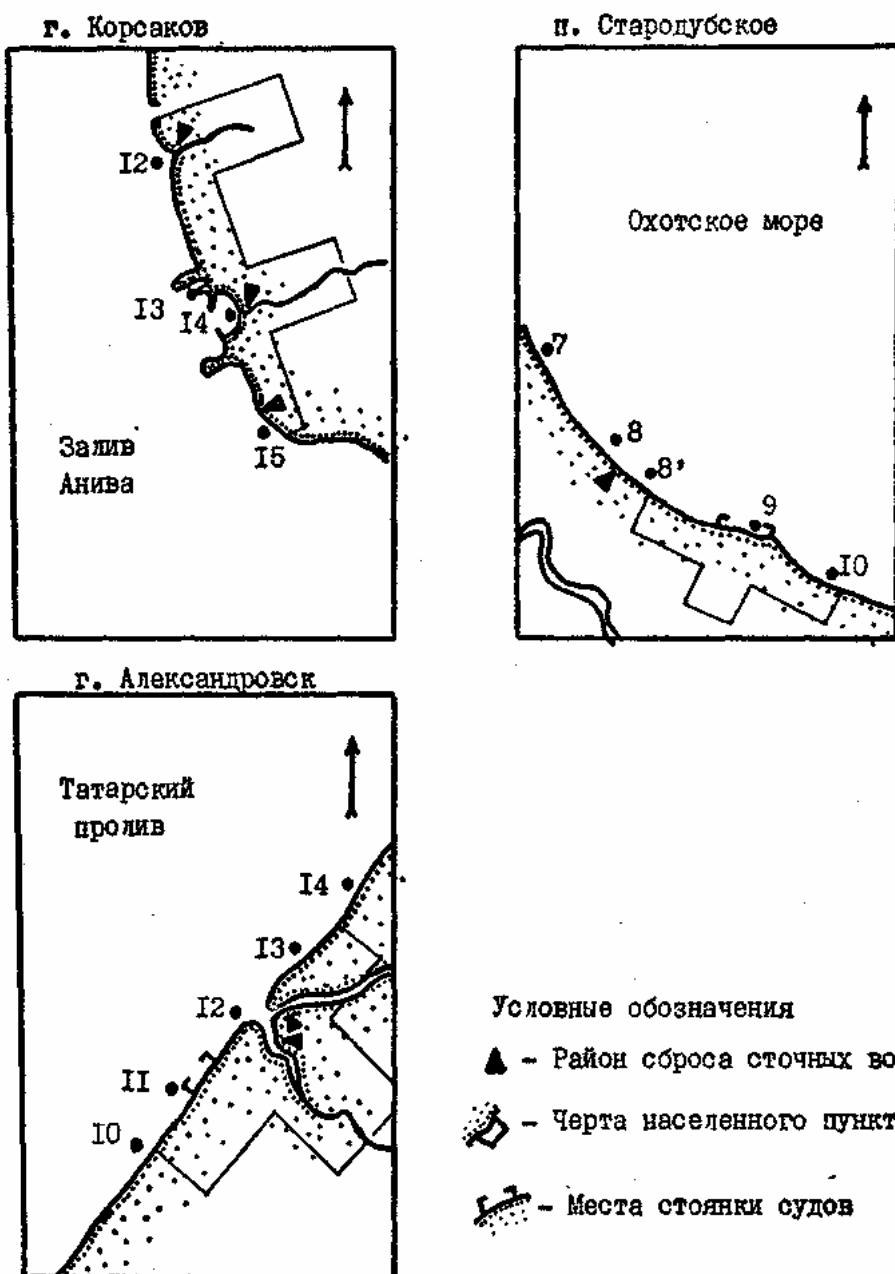


Рис. 53. Схема расположения гидробиологических станций на побережье Охотского моря и Татарского пролива.

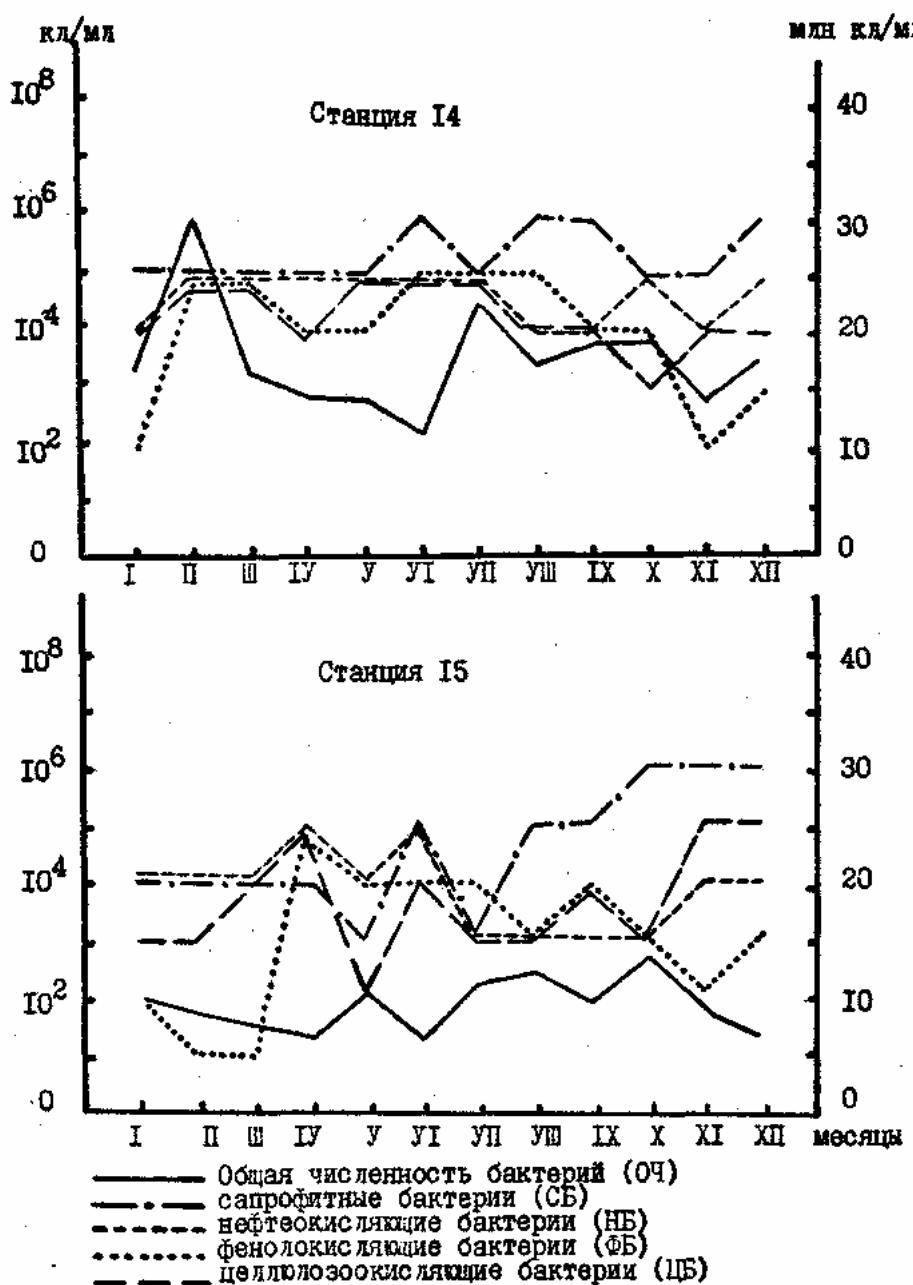


Рис.54. Динамика численности микробных групп на ст. 14 и 15 Корсаковского побережья.

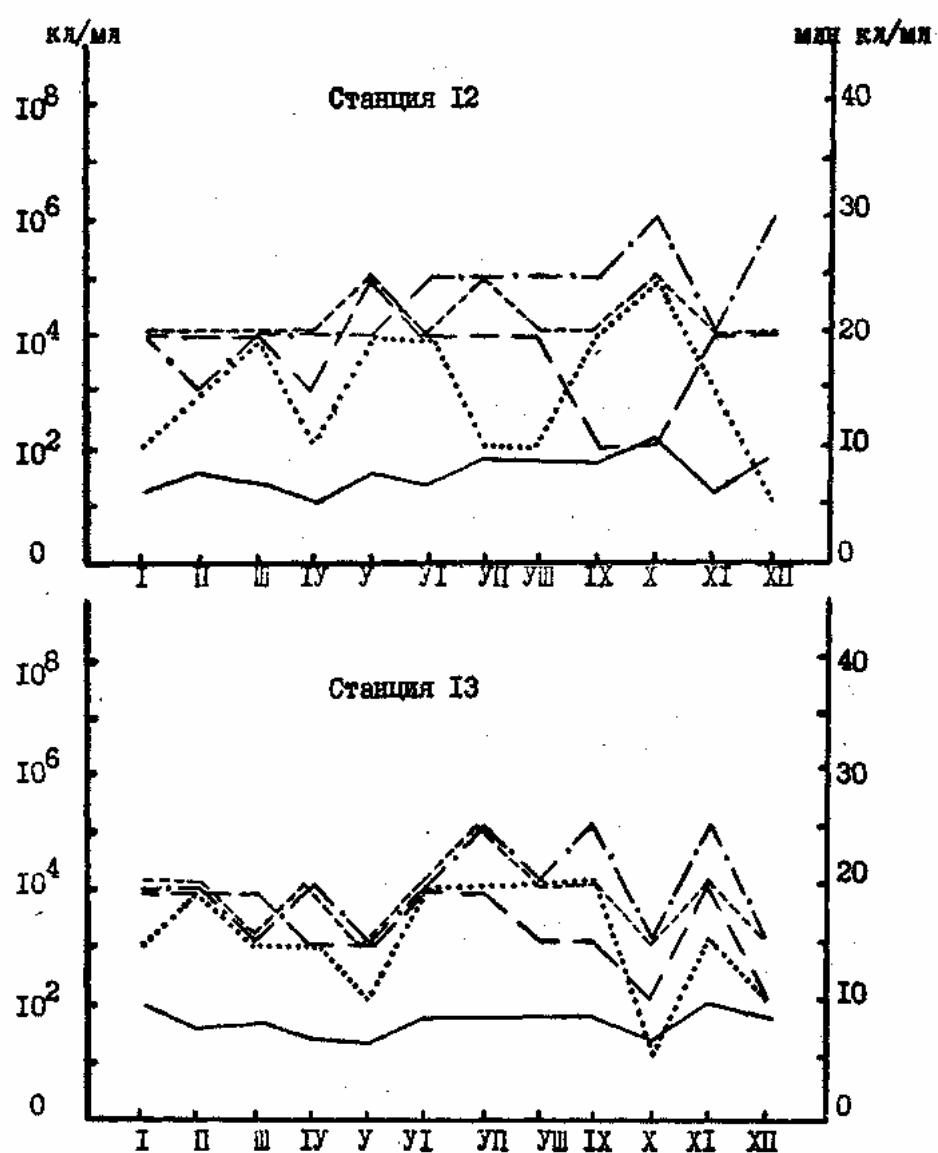


Рис. 55. Динамика численности микробных групп на ст. I2 и I3 Корсаковского побережья. Условные обозначения см. на рис. 54.

$2,0 \cdot 10^3$  кл/мл. Максимальные значения их НВЧ наблюдались также в приусыевом районе р.Корсаковки (ст.14), минимальные - в районе Водпоста (ст.13). Индекс отношения общей численности и сапрофитной микрофлоры в зимний период в среднем оказался равен 2728, сапробитов и нефтеокисляющих бактерий - 28,39.

Весной (март-май) общая численность микроорганизмов изменилась от  $6,8 \cdot 10^6$  до  $1,4 \cdot 10^7$  кл/мл (в среднем  $9,3 \cdot 10^6$  кл/мл). В приусыевом районе р.Корсаковки (ст.14) наблюдалась наибольшая концентрация бактерий, а у северной окраины г.Корсакова (ст.12) - наименьшая.

В весенний период биомасса бактерий колебалась от 2,3 мг С/л до 4,5 мг С/л, в среднем составляя 3 мг С/л.

НВЧ сапрофитной микрофлоры весной в среднем по заливу оказалась меньше, чем зимой и составила  $3,0 \cdot 10^3$  кл/мл. Горизонтальное распределение сапробитов было неравномерным: наибольшее значение ( $5,4 \cdot 10^3$  кл/мл) отмечалось в приусыевом районе р.Корсаковки (ст.14), наименьшее ( $8,2 \cdot 10^2$  кл/мл) - в районе Водпоста (ст.13).

Средняя НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры составила  $1,8 \cdot 10^4$  кл/мл, изменяясь в пределах  $2,4 \cdot 10^3$ - $5,9 \cdot 10^4$  кл/мл. Максимальная НВЧ нефтеокисляющей микрофлоры обнаружена также в приусыевом районе р.Корсаковки (ст.14), минимальная - в районе Водпоста (ст.13). Фенолокисляющая микрофлора обнаружена на всех обследованных акваториях. Горизонтальное распределение ее было неравномерным: максимальная НВЧ отмечалась в приусыевом районе р.Корсаковки (ст.14) ( $2,0 \cdot 10^4$  кл/мл), минимальная ( $4,0 \cdot 10^2$  кл/мл) в районе Водпоста (ст.13), составляя в среднем  $9,5 \cdot 10^3$  кл/мл.

Средняя НВЧ целлюлозоокисляющих бактерий составила  $1,1 \cdot 10^4$  кл/мл, изменяясь в пределах  $7,1 \cdot 10^2$ - $3,2 \cdot 10^4$  кл/мл. Наибольшая численность целлюлозоокисляющей микрофлоры наблюдалась в приусыевом районе р.Корсаковки (ст.14), наименьшая - в районе Водпоста (ст.13). Бактерии группы кишечной палочки в заливе Анива в весенний период были выявлены в количестве от нескольких десятков до 6700 кл/мл, составляя в среднем более 1000 кл/мл. Наибольшее количество бактерий группы кишечной палочки наблюдалось в приусыевом районе р.Корсаковки (ст.14), наименьшее - у южной окраины г.Корсакова (ст.15). Индекс соотношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры весной в среднем по заливу

оказались равны 0,5, а общей численности микроорганизмов и сапрофитов -  $5,1 \cdot 10^3$ .

В летний период (июнь-август) общая численность бактерий в исследованном районе изменялась от  $8,3 \cdot 10^6$  до  $1,6 \cdot 10^7$  кл/мл, составляя в среднем  $1,0 \cdot 10^7$  кл/мл. Наибольшая и наименьшая концентрация бактерий наблюдалась в тех же районах, что и в зимне-весенний период: максимальная ( $1,6 \cdot 10^7$  кл/мл) - в приусыевом районе р.Корсаковки (ст.14), минимальная ( $8,3 \cdot 10^6$  кл/мл) - у северной окраины г.Корсакова (ст.12). Биомасса бактерий летом составила в среднем по заливу 3,36 мг С/л, изменяясь в пределах 2,77-4,92 мг С/л. НВЧ сапрофитных бактерий в среднем по заливу оказалась равной  $2,3 \cdot 10^5$  кл/мл, изменяясь в пределах  $4,0 \cdot 10^4$  кл/мл -  $7,0 \cdot 10^5$  кл/мл.

Максимальная НВЧ сапрофитов наблюдалась в приусыевом районе р.Корсаковки (ст.14), минимальная - в районе Водоста (ст.13) (рис.54.55).

Содержание нефтеокисляющей микрофлоры в водах залива в летний период составило в среднем  $4,6 \cdot 10^4$  кл/мл. Наибольшие значения нефтеокисляющих бактерий отмечались в приусыевом районе р.Корсаковки (ст.14), наименьшие - на ст.15, расположенной близ южной окраины г.Корсакова.

Максимальная НВЧ фенолокисляющих бактерий наблюдалась в приусыевом районе р.Корсаковки на ст.14 ( $10^5$  кл/мл), минимальная ( $3,4 \cdot 10^3$  кл/мл) - на ст.12, расположенной у северной окраины г.Корсакова. Средняя по заливу НВЧ фенолокисляющих микроорганизмов в летний период оказалась равной  $3,0 \cdot 10^4$  кл/мл.

Целлюлозоокисляющая микрофлора летом была выявлена на всех исследованных акваториях. НВЧ ее изменялась в пределах  $4,0 \cdot 10^3$ - $7,0 \cdot 10^4$  кл/мл, составляя в среднем по заливу  $2,2 \cdot 10^4$  кл/мл. В летний период численность кишечной палочки колебалась от  $1,2 \cdot 10^2$  кл/мл до  $2,6 \cdot 10^4$  кл/мл, составляя в среднем  $6,7 \cdot 10^3$  кл/мл. Горизонтальное распределение бактерий группы кишечной палочки было неравномерным: максимальная концентрация их отмечалась в приусыевом районе р.Корсаковки (ст.14), минимальная - в районе Водоста (ст.13) (рис.54,55).

Индексы отношения сапрофитной и нефтеокисляющей микрофлоры в среднем по заливу оказались равны 26, изменяясь от 4 до 40, а индексом отношения общей численности к сапрофитам в среднем

составили 90, изменяясь от 80 до  $3 \cdot 10^5$ .

В осенний период (сентябрь-ноябрь) общая численность микроорганизмов изменилась в пределах  $6 \cdot 1 \cdot 10^6$ - $1 \cdot 3 \cdot 10^7$  кл/мл (в среднем  $7 \cdot 7 \cdot 10^6$  кл/мл). Наибольшая концентрация бактерий отмечалась в приусտевом районе р.Корсаковки (ст.14), наименьшая - в районе Водоста (ст.13).

Биомасса бактерий в осенний период составила в среднем по заливу  $3,51$  мг С/л, изменяясь в пределах  $2,67$ - $5,19$  мг С/л. Средняя НЗЧ сапрофитных бактерий оказалась равной  $4,0 \cdot 10^5$  кл/мл, изменяясь в диапазоне  $6,7 \cdot 10^4$ - $7,0 \cdot 10^5$  кл/мл. Максимальная НЗЧ сапротитоз наблюдалась у южной части г.Корсакова (ст.15), минимальная - в районе Водоста (ст.13).

НЗЧ нефтеокисляющих микроорганизмов составила в среднем по заливу  $2,4 \cdot 10^4$ , изменяясь в пределах  $3,7 \cdot 10^3$ - $4,0 \cdot 10^4$  кл/мл. Распределение этих микробных форм по обследованным акваториям оказалось следующее: в приустьевом районе р.Корсаковки (ст.14) концентрация их была наибольшая -  $4,0 \cdot 10^4$  кл/мл, а наименьшая - на ст.13 в районе Водоста ( $3,7 \cdot 10^3$  кл/мл). Фенолокисляющая микрофлора выявлена на всех обследованных акваториях. Средняя НЗЧ ее оказалась равной  $1,2 \cdot 10^4$  кл/мл. Наибольшая концентрация фенолокисляющих бактерий ( $3,7 \cdot 10^4$  кл/мл) наблюдалась у сев.окраин г.Корсакова (ст.12), наименьшая отмечалась у южной окраины г.Корсакова ( $7,0 \cdot 10^3$  кл/мл). В осенний период НЗЧ целлюлозоокисляющих бактерий изменилась в пределах  $3,4 \cdot 10^3$ - $3,6 \cdot 10^4$  кл/мл, составляя в среднем  $1,2 \cdot 10^4$  кл/мл. Горизонтальное распределение бактерий по обследованным акваториям было неравномерным. Максимальная концентрация целлюлозоокисляющих бактерий выявлена у северной окраины г.Корсакова (ст.12), минимальная - у южной окраины г.Корсакова (ст.15)(рис.54,55).

Содержание бактерий группы кишечной палочки в заливе Анива в осенний период колебалось в пределах  $9,8$ - $1,7 \cdot 10^4$  кл/мл, составляя в среднем  $4,3 \cdot 10^3$  кл/мл. Наибольшее количество кишечной палочки наблюдалось в приустьевом районе р.Корсаковки (ст.14), наименьшее - в районе Водоста (ст.13).

Индексы отношения общей численности микроорганизмов и сапротитных бактерий составили в среднем 600, изменяясь от 40 до 2000, а индексы соотношения сапротитной и индикаторной микрофлоры изменились от 10 до 400, в среднем составляя 100.

Потенциальная способность к самоочищению воды от фенола,

определенная методом добавок, в течение всего года была высокой. Относительная скорость потребления кислорода в присутствии фенола изменилась в пределах 0,08-7,83 мг/л. сутки, составляя в среднем по заливу 1,88 мг/л .сутки.

Суточная деструкция в среднем по заливу составила 1,6 мг О<sub>2</sub>/л., изменяясь от 0,29 до 4,07 мг О<sub>2</sub>/л. Наибольшие значения бактериальной деструкции в течение года были выявлены в приусьевом районе р.Корсаковки .(ст.14) - в среднем 3,35 мг О<sub>2</sub>/л..

### УМ.1.2. Характеристика продукционно-деструкционных процессов

Определение интенсивности продукционно-деструкционных процессов в заливе Анива (Корсаковское побережье) проводилось в 1978 г. сотрудниками Сахалинского УГИС на четырех станциях (ст.12, 13, 14, 15, рис. 53), расположенных в узкой прибрежной полосе вод залива. Наблюдения выполнялись ежемесячно с февраля по декабрь (за исключением августа).

В комплекс исследований вошло определение величин валовой продукции и общей деструкции, а также установление коэффициента их соотношения (П/Д коэффициент).

В зимний период в начале года (февраль) значения валовой продукции оказались, в основном, отрицательными и составили в среднем - 0,15 мг/л.сутки, изменяясь от -0,56 до -0,32 мг/л.сутки. Положительная величина валовой первичной продукции обнаружена на ст.12 (рис. 56). Интенсивность деструкционных процессов в феврале оказалась равной в среднем 2,39 мг/л.сутки, пределы ее колебаний составили 0,80-3,60 мг/л.сутки.

Расчеты коэффициента П/Д дали, в основном, отрицательные результаты. Лишь на ст.12 коэффициент П/Д оказался равным 0,09.

Данные анализа указывают, что в зимний период продукционные процессы в водах прибрежной части залива Анива сильно заторможены и интенсивность их значительно уступает интенсивности процессов деструкции.

В весенний период (март-май) величина валовой продукции изменилась, в основном, от -0,54 до 0 мкг/л.сутки, то есть продукционные процессы находились попрежнему в угнетенном состоянии. Положительная величина первичной продукции выявлена лишь на ст.13 в апреле, но значение ее было очень низкое - 0,01 мг/л.сутки (рис. 56).

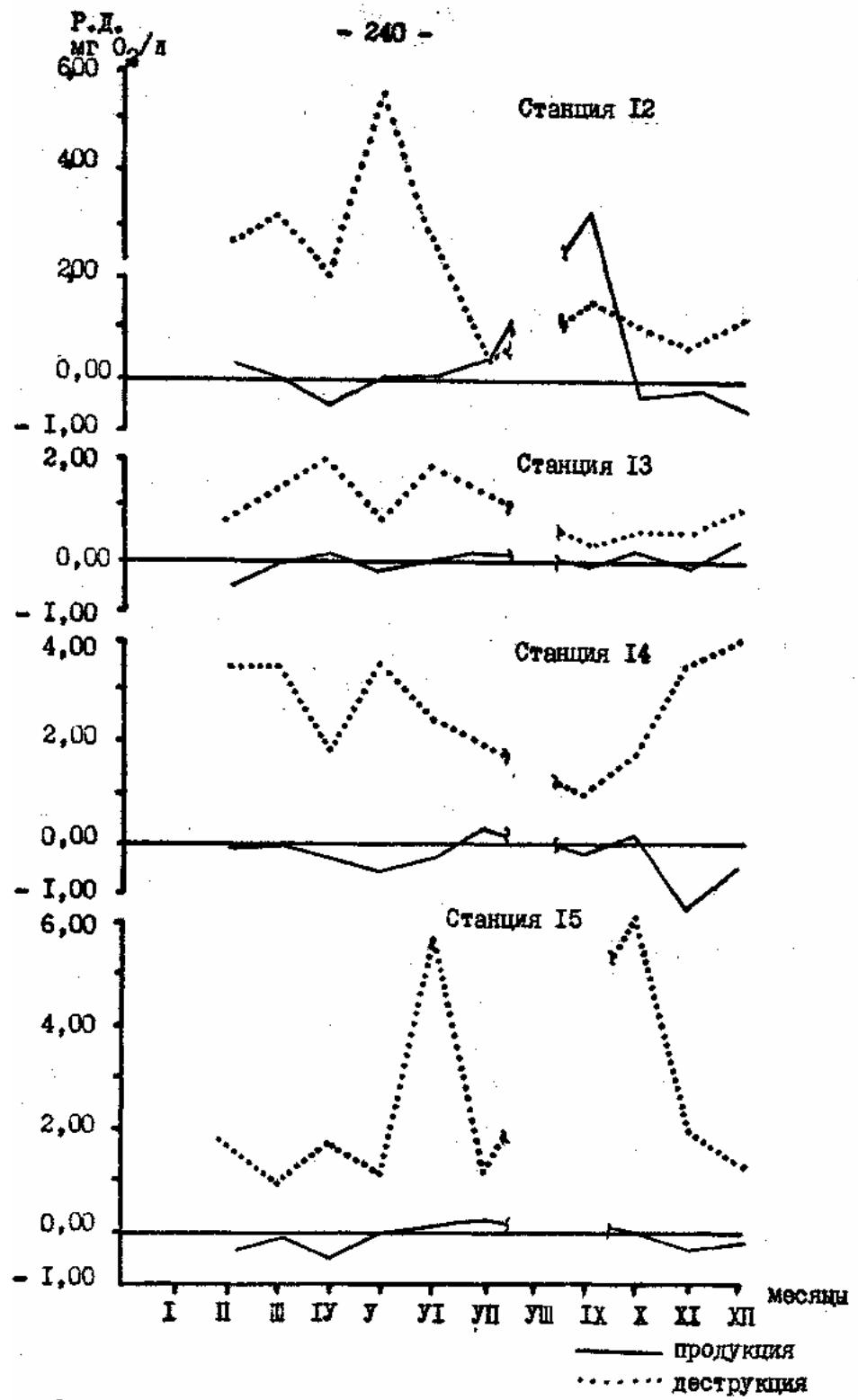


Рис. 56. Динамика первичной продукции и деструкции органического вещества (район г.Корсакова).

Средние величины деструкции в весенне время оказались на том же уровне, что и зимой - 2,35 мг/л.сутки (пределы вариации - 0,74-5,57 мг/л.сутки).

Вычисленные значения П/Д коэффициента имели положительное значение - 0,006 - только на ст.13 в апреле.

Анализ данных по продукции и деструкции указывает на значительное превалирование скорости разрушения органического вещества над интенсивностью его продуцирования. Продукционные процессы в весенний период в прибрежной части залива практически подавлены. Это свидетельствует о значительном влиянии на состояние продукционно-деструкционных процессов аллохтонного органического вещества, попадающего в воды залива со стоками хозяйствственно-бытовых и промышленных сточных вод г.Корсакова, а также приносимых с речными водами р.Корсаковки и др.

В летний период (июнь-июль) величина валовой продукции оказалась в большинстве случаев положительной, но попрежнему была значительно ниже, чем величина деструкции. З среднем их значения составили соответственно 0,09 мкг/л. сутки и 2,14 мкг/л.сутки, изменяясь в пределах: продукция - 0,37-0,33 мкг/л.сутки, деструкция -0,35-5,62 мкг/л.сутки. Максимальное значение продукции (0,33 мкг/л.сутки) выявлено летом в июле на ст.14, расположенной в устье р.Корсаковки (рис. 56).

Средние значения коэффициента П/Д оказались равными 0,13, изменяясь от отрицательной величины (ст.13, 14 в июне, рис. 56) до 0,87.

Данные анализа указывают, что в летний период продукционные процессы были попрежнему угнетены и значительно отставали от величии деструкции (рис. 56).

Осенью (сентябрь-ноябрь) состояние продукционных процессов по сравнению с летним периодом в целом ухудшилось. Величина первичной продукции вновь, как и весной, имела, в основном, отрицательное или нулевое значение. Положительные величины продукции выявлены в сентябре - на ст.12, в октябре - на ст.13 и 14, расположенных близ устья р.Корсаковки (рис. 56).

Размах колебаний валовой продукции в осенний период составил -1,68 - +3,18 мг/л.сутки, среднее значение оказалось равным +0,06 мг/л.сутки. Максимальные значения (3,18 мг/л.сутки),

превышающие величину деструкции, выявлены на ст.12 (рис. Чистая продукция составила в этом районе 1,71 мг/л.сутки. В течение всего периода наблюдений этот случай - положительной величины чистой продукции в прибрежной зоне залива - был единственным.

Средний уровень деструкции в осенний период оказался равным 1,68 мг/л.сутки (пределы колебаний -0,33-6,16 мг/л.сутки, рис.

Индексы соотношения П/Д составили в сентябре на ст.12 - 2,32; в октябре на ст.13 и 14 - соответственно 0,20 и 0,10.

Данные проведенных наблюдений показывают, что в осенний период характер производственно-деструкционных процессов в прибрежной зоне залива Анива по сравнению с другими сезонами существенно не изменился.

В зимний период в конце года (декабрь) величина валовой продукции варьировала от -0,40 до +0,52 мг/л.сутки, составляя в среднем 0,06 мг/л.сутки.

Интенсивность деструкции в это время изменялась от 0,91 до 4,00 мг/л.сутки, составляя в среднем 1,84 мг/л.сутки. Положительные значения валовой продукции и, соответственно, коэффициента П/Д выявлены на станции 12 (продукция оказалась равной 0,52 мг/л, деструкция -1,14 мг/л.сутки, П/Д=0,45) и на станции 13 (П =0,36 мг/л.сутки, Д =0,91 мг/л.сутки, П/Д=0,40).

Данные анализа производствено-деструкционных процессов свидетельствуют, что в зимний период, так же, как и в остальные сезоны года, интенсивность образования органического вещества фитопланктоном была на низком уровне. Заторможенность производственных процессов и высокие значения величины деструкции указывают на хронический характер загрязнения прибрежных вод залива Анива.

#### УШ.1.3. Пигменты фитопланктона

Пигментный состав фитопланктона в прибрежной зоне залива Анива (Корсаковское побережье) определялся в 1978 г. сотрудниками гидробиологической лаборатории Сахалинского УГМС на четырех станциях (ст.12, 13, 14, 15, рис. 53) ежемесячно с июня по декабрь.

Пробы воды, отобранные из приповерхностного горизонта, обрабатывались с целью определения по следующих показателей:

1. Содержание хлорофиллов "а", "в" и "с".

2. Содержание феофитина "а".

3. Соотношение хлорофилла "с" и хлорофилла "а".

Всего для определения пигментного состава фитопланктона отобрано и обработано 28 проб.

В летний период (июнь-август) содержание хлорофилла "а" в прибрежных водах залива Анива изменялось от 1,3191 до 1,4320 мкг/л, составляя в среднем 1,3673 мкг/л; хлорофилла "в" - от 0,3106 до 0,7740 мкг/л (в среднем 0,4035 мкг/л) и хлорофилла "с" - от 0,2536 до 0,6287 мкг/л (в среднем 0,4529 мкг/л).

Суммарное количество хлорофиллов варьировало в летний период от 2,0415 до 2,5605 мкг/л, составляя в среднем 2,2237 мкг/л.

Процент феофитина оказался высоким: изменяясь в пределах 97,6-99,0%, он составил в среднем 91,8%.

Коэффициенты отношения хлорофилла "с" к хлорофиллу "а" изменялись в летний период от 0,18 до 0,45, составляя в среднем 0,32.

Данные по пигментному составу фитопланктона прибрежной зоны залива Анива показывают, что состояние фитоценоза залива в летний период было неблагополучным, а воды прибрежной части залива относились к эвтрофному типу.

В осенний период (сентябрь-ноябрь) концентрация хлорофиллов оказалась в среднем равна: хлорофилла "а" - 1,0949 мкг/л (пределы колебаний - 0,6119-1,3634 мкг/л), хлорофилла "в" - 0,3644 (0,1817-0,8638 мкг/л) и хлорофилла "с" - 0,5275 мкг/л (0,3325-0,6915 мкг/л). Содержание хлорофилла "а" уменьшалось от сентября к ноябрю, содержание хлорофилла "с" - увеличивалось.

Суммарное количество хлорофиллов изменялось от 1,4976 мкг/л до 2,6780 мкг/л, составляя в среднем 1,9868 мкг/л.

Концентрация феофитина в осенний период была несколько ниже, чем летом, но продолжала оставаться на высоком уровне. Процентное содержание его изменялось от 95,8 до 99,0%, составляя в среднем 97,8%.

Коэффициенты отношения хл."с" / хл. "а" изменились в осенний период от 0,25 до 1,24. Среднее значение их оказалось выше, чем летом, и составило 0,54.

Анализ данных по пигментному составу фитопланктона указывает, что в осенний период по сравнению с летним в прибрежной части залива Анива произошло ослабление фотосинтетической дея-

тельности фитопланктона. Состояние фитоценоза было попрежнему не-благополучным, состояние вод - эвтрофное.

В зимний период (декабрь) состояние фитоценоза не изменилось, а его фотосинтетическая активность еще более ослабла. Об этом, в частности, свидетельствуют высокое процентное содержание феофитина (в среднем 93,9%) и наибольшие по сравнению с другими сезонами значения коэффициента отношения хл. "с" / хл. "а" - в среднем 1,53 (1,34-1,84).

Содержание хлорофилла "а" в зимний период еще более уменьшилось и составило в среднем 0,4784 мкг/л (пределы колебаний 0,4139-0,5222 мкг/л), концентрация хлорофилла "в" также оказалась ниже, чем в летний и осенний периоды - в среднем 0,2683 мкг/л (0,1871-0,3086 мкг/л), в то время как содержание хлорофилла "с" увеличилось и составило в зимний период максимальные значения - 0,6471-0,8122 мкг/л, в среднем 0,7296 мкг/л.

Этот факт указывает также на уменьшение фотосинтетической активности фитопланктона прибрежной зоны залива Анива в зимний период.

Суммарное содержание хлорофиллов оказалось равным в зимний период 1,4763 мкг/л, что позволяет отнести прибрежные воды залива к эвтрофному типу.

#### УШ.1.4. Выводы

1. Приповерхностный микрогоризонт вод залива Анива прибрежной зоны г. Корсакова в значительной степени заселен микроорганизмами разных индикаторных групп: сапротифитными, углеводородокисляющими, фенолокисляющими, целлюлозоокисляющими и бактериями группы кишечной палочки.

2. Анализ микробиологических данных позволяет характеризовать воды залива Анива в районе г. Корсакова (ст. I2, I3, I5) как загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные.

3. Морская прибрежная зона в приустьевом районе (ст. I4, устье р. Корсаковки) относится к грязным, полисапробным водам.

4. Анализ материалов ежемесячных наблюдений за уровнем производственно-деструкционных процессов в прибрежной зоне залива Анива позволил установить крайне угнетенное состояние процесса образования органического вещества фитопланктом в течение всего года и даже в наиболее благоприятные летний и осенний

периоды, вызванное хроническим загрязнением вод . Величина валовой первичной продукции с февраля по май имела, в основном, отрицательные значения или была равна нулю. Максимальная среднесезонная величина валовой продукции, выявленная летом, оказалась на низком уровне - 0,09 мг/л.сутки. Осенью и в декабре средние значения ее оказались равными 0,06 мг/л.сутки.

Данные по величине деструкции и значения коэффициентов отношения П/Д также свидетельствуют о значительном загрязнении прибрежных вод залива алиохтонным органическим веществом, имеющим хронический характер.

Среднесезонные величины деструкции составили зимой (февраль) - 2,39 мг/л.сутки; весной - 2,35 мг/л.сутки; летом - 2,14 мг/л.сутки; осенью - 1,68 мг/л.сутки, зимой (декабрь) - 1,84 мг/л.сутки. В течение всего года (за одним исключением) величина деструкции превалировала над уровнем продукции органического вещества фитопланктоном и значения П/Д коэффициента оказались меньше единицы.

6. Анализ данных по пигментному составу фитопланктона прибрежной области залива Аниза (Корсаковское побережье) позволяет охарактеризовать состояния фитоценоза, как неблагополучное.

Фотосинтетическая активность фитопланктона была наиболее выраженной в летний период, тогда как осенью и особенно зимой она оказалась значительно ослабленной.

Воды прибрежной части залива в течение всего периода наблюдений относились к эвтрофному типу.

### УШ.2. Биологическая характеристика залива Терпения

Воды прибрежной полосы залива Терпения в районе пос.Стародубское загрязняются сбросами Долинского ЦБЗ, рыбокомбинатом, выносом р.Найба. Мелководность прибрежных районов залива Терпения и большие объемы обрашиваемых вод приводят ежегодно к значительному загрязнению этой акватории фенолами. Особо следует отметить поле загрязненности, формирующееся зимой в узкой прибрежной полосе у п.Стародубское. Тяжелые плавучие льды, припай в январе-марте, гидрографические особенности района сводят до минимума водообмен с открытым морем и, как следствие, приводят к резкому уменьшению содержания растворенного кислорода в прибрежных водах. Сточные воды Долинского ЦБЗ скапливаются в при-

режной полосе, вследствие чего резко нарушается естественный гидрохимический режим прибрежных вод.

В конце января на расстоянии 1,0-2,5 км от коллектора ЦБЗ содержание фенола достигало 585-720 ПДК, нефтепродуктов - 60-120 ПДК.

В начале февраля, в результате образования мощной гряды торосов, водообмен с открытым морем почти полностью прекратился. Это привело к резкому уменьшению содержания растворенного кислорода в прибрежных водах. Образовались заморные зоны. Дефицит кислорода в поверхностном слое достигал 98-100% на расстоянии до 2,5-3,2 км от долинского ЦБЗ.

В конце марта, в результате некоторого рассеивания скопившихся за зиму сточных вод, концентрация фенолов позсеместно снизилась до 80-200 ПДК. В апреле-мае прибрежные воды в узкой прибрежной полосе у пос.Стародубское были наиболее загрязнены фенолами. Среднее содержание фенолов составило здесь 0,021 мг/л, максимальное - 0,135 мг/л. Дефицит насыщения кислородом достигал 82-47%.

В летнее время, вследствие хорошего водообмена с открытым морем, загрязненность фенолами на рейде п.Стародубское значительно снизилось и не превышало нормы.

В конце года опять отмечалось увеличение фенолов до 24-79 ПДК.

Содержание нефтепродуктов в этот период достигало 4-8 ПДК.

Таким образом, воды прибрежной полосы залива Терпения в районе пос.Стародубское в течение почти всего года значительно загрязнены фенолами и нефтепродуктами. Особо опасные явления наблюдались с 12 января по 5 апреля 1978 г. в районе влияния промышленных стоков Долинского ЦБЗ в радиусе до 3,5 км до глубины 4 м. Резко нарушился гидрохимический режим: появился сероводород (до 1,77 мг/л), кислородный дефицит достигал 100%. Особо опасные явления обусловлены слабым рассеиванием сбросов ЦБЗ в период припая и сплошных плавучих льдов.

Гидробиологический контроль за состоянием вод прибрежной части Охотского и Японского морей в 1978 г. проводился сотрудниками лаборатории гидробиологии Южно-Сахалинской гидрометеорологической обсерватории Сахалинского УГИС.

### III.2.1. Микробиологические показатели

Микробиологические наблюдения в заливе Терпения Охотского моря выполнялись в 1978 г. на 5 станциях, расположенных в прибрежных водах залива близ пос.Стародубское (Стародубское побережье, рис. 53) в виде ежемесячных съемок.

В состав микробиологических работ вошло определение общей численности продукции и биомассы микроорганизмов и их горизонтальное и вертикальное распределение; установление НВЧ и распределения сапроптических, углеводородокисляющих, фенолокисляющих и целлюлозоразрушающих бактерий, а также бактерий группы кишечной палочки. Также изучалась потенциальная физиологическая активность микрофлоры кислородным методом в натурных экспериментах. Устанавливались коэффициенты соотношения сапропитной и индикаторной микрофлоры.

Всего на определение структурных показателей микробиоценозов отобрано (преимущественно из горизонта 0,02 м) и обработано 61 проба, определение потенциальной физиологической активности фенолокисляющей микрофлоры (оценевалась по относительной скорости потребления кислорода в присутствии фенола) проведено в 41 пробе. Определение бактериальной продукции кислородным методом произведено в 49 пробах.

В зимний период в начале года (январь-февраль) общая численность микроорганизмов в водах залива Терпения варьировала в пределах  $4,9 \cdot 10^6$ - $3,3 \cdot 10^7$  кл/мл, составляя в среднем  $1,3 \cdot 10^7$  кл/мл, биомасса бактерий оказалась в среднем равной 4,20 мг С/л (пределы колебаний - 1,72-10,10 мг С/л). Бактериальная продукция определенная в феврале на станции 7, расположенной в приустьевом участке р.Найбы, оказалась равной 0,84 мг/л. Эти данные позволяют охарактеризовать воды залива в зимний период, как эвтрофные.

НВЧ сапропитной микрофлоры изменялась от  $1,0 \cdot 10^2$  кл/мл до  $1,5 \cdot 10^4$  кл/мл, составляя в среднем  $7,1 \cdot 10^3$  кл/мл. Максимальные концентрации сапропитных бактерий выявлены в придонном горизонте на станции 8 (рис.57).

Средние НВЧ нефтеокисляющей, фенолокисляющей и целлюлозоразрушающей микрофлоры в зимний период оказались равны между собой и составили  $6,0 \cdot 10^2$  кл/мл, но пределы их колебаний были различными (соответственно  $3,4 \cdot 10^2$ - $4,0 \cdot 10^3$  кл/мл;  $1,8 \cdot 10^2$ - $1,8 \cdot 10^3$  кл/мл и  $1,2 \cdot 10^2$ - $1,7 \cdot 10^3$  кл/мл). В зимний период в воде залива были

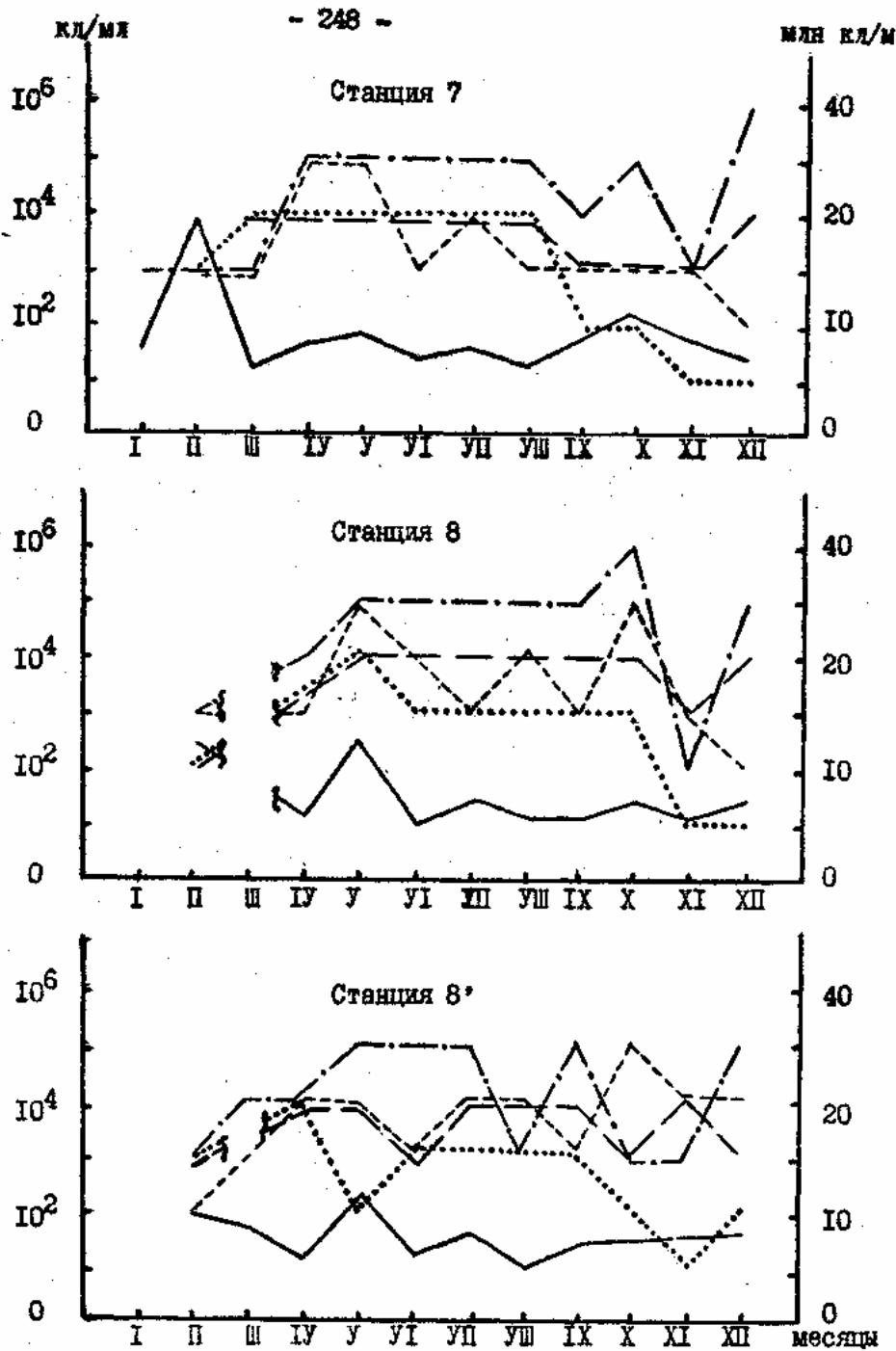


Рис. 57. Динамика численности микробных групп на ст. 7, 8 и 8'. Стародубского побережья. Условные обозначения см. на рис. 58.

выявлены также бактерии группы кишечной палочки, но НВЧ их была невысокой: изменяясь в пределах  $0,2 \cdot 10^6$ - $6,7 \cdot 10^6$  кл/мл, она составила в среднем  $1,8 \cdot 10^6$  кл/мл.

В феврале на ст.7, расположенной в приусадебном районе р.Найбы, была определена потенциальная фенолокисляющая активность микрофлоры. Она оказалась очень высокой -  $3,52$  мг  $O_2$ /л.сутки, что указывает на значительное загрязнение данной акватории аллохтонным органическим веществом и, в частности, фенолами.

Коэффициенты отношения ОЧ/СБ изменились в пределах 9611-80400; индексы соотношения сапрофитной и индикаторной микрофлоры составили в среднем: СБ/НБ=8 (пределы изменения - 0,3-37); СБ/ФБ =  $9,5(0,2-38)$ ; СБ/ЦБ= $13,1(1,0-35)$ . Нарушение естественных соотношений в микробиоценозах указывает на хронический характер загрязнения прибрежных вод залива.

Данные микробиологического анализа позволяют охарактеризовать состояние прибрежных вод залива Тернения в зимний период, как загрязненные и грязные,  $\alpha$ -мезосапробные.

В весенний период (март-май) значения общей численности бактерий изменились в пределах  $5,6 \cdot 10^6$ - $1,3 \cdot 10^7$  кл./мл, составляя в среднем  $8,7 \cdot 10^6$  кл/мл. Биомасса микроорганизмов варьировала от  $1,85$  мг С/л до  $8,96$  мг С/л (в среднем  $2,95$  мг С/л), продукция бактериальной биомассы в среднем оказалась выше, чем во все другие сезоны года , и составила  $1,41$  мг/л, изменяясь в пределах  $0,37$ - $2,24$  мг/л.

Состояние вод оставалось эвтрофным.

НВЧ сапрофитной и индикаторной микрофлоры в весенний период оказалась выше, чем зимой. Средние значения НВЧ сапрофитов были равными  $2,5 \cdot 10^4$  кл/мл. (пределы изменения - $1,7 \cdot 10^3$ - $1,5 \cdot 10^5$  кл/мл); нефтеокисляющих бактерий -  $1,8 \cdot 10^4$  кл/мл ( $1,0 \cdot 10^3$ - $7,8 \cdot 10^4$  кл/мл); и фенолокисляющих -  $4,0 \cdot 10^3$  кл/мл ( $1,0 \cdot 10^2$ - $2,1 \cdot 10^4$  кл/мл). Численность бактерий группы кишечной палочки оказалась выше, чем зимой, и составила в среднем  $4,5 \cdot 10^2$  кл/мл, изменяясь в пределах  $1,0 \cdot 10^2$ - $2,6 \cdot 10^3$  кл/мл.

Максимальные значения как общей численности бактерий, так и НВЧ микроорганизмов разных физиологических групп наиболее часто обнаруживались на ст.10, расположенной близ метеорологической станции, ст.9 - на акватории порта пос.Стародубского и ст.7 - приусадебная зона р.Найбы (рис.57,58).

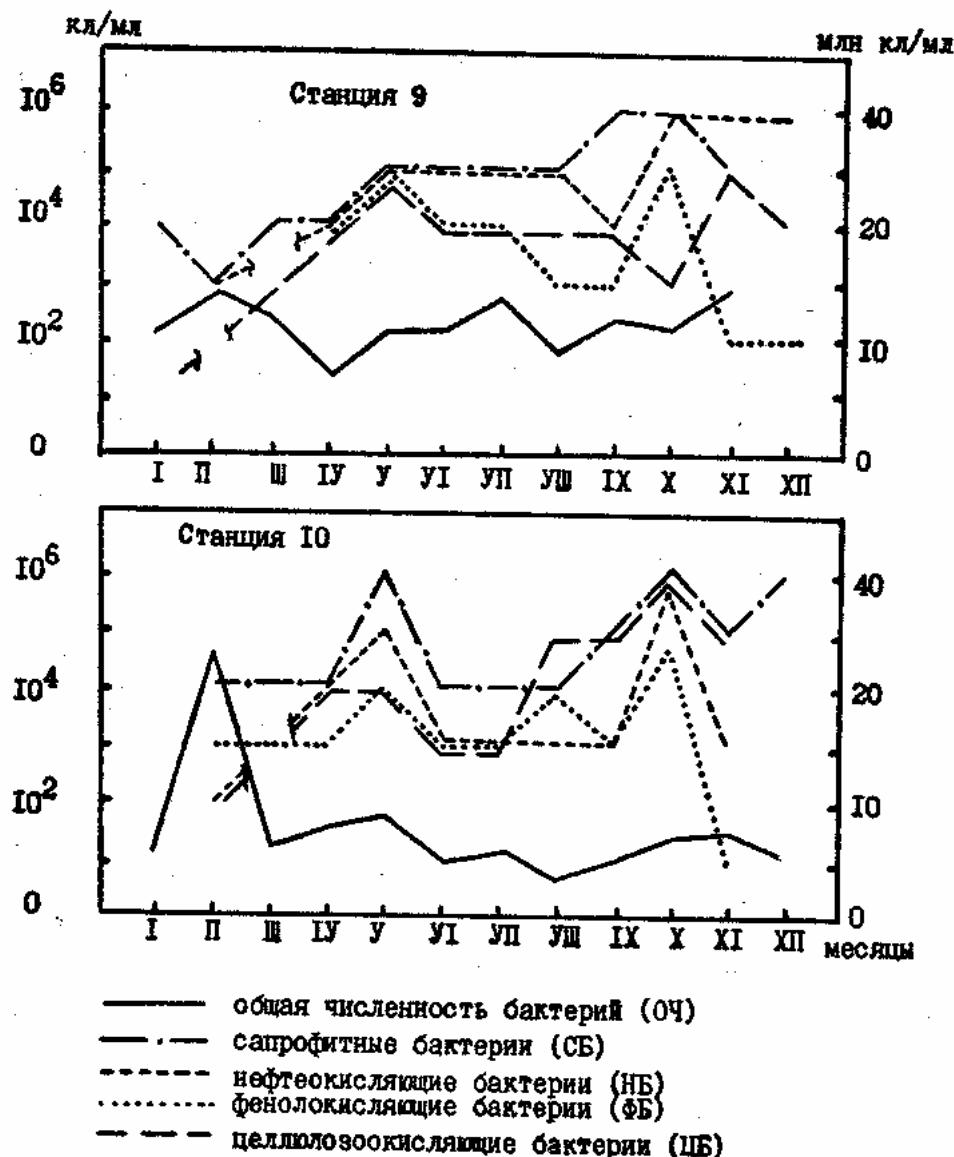


Рис. 58. Динамика численности микробных групп на ст. 9 и 10  
Стародубского побережья

В районе расположения ст.7 выявлены также максимальные величины потенциальной физиологической активности микрофлоры. Значения ее изменились в весенний период от 0 до 2,69 мг О<sub>2</sub>/л.сутки, составляя в среднем 0,76 мг О<sub>2</sub>/л.сутки.

Индексы ОЧ/СБ варьировали от 60 до 7058, составляя в среднем 1721; СБ/НБ=2,3 (изменяясь в пределах 0,4-7,2); СБ/ФБ= 55,2 (0,7-390) и СБ/ЦБ= 10 (0,6-172), что указывает на неблагоподходное состояние микробиоценозов.

По данным микробиологического анализа, воды прибрежной части залива Терпения в весенний период оставались в целом загрязненными и грязными,  $\alpha$ -мезосапропными, на станциях 7, 8, 9, 10 наблюдалось полисапропное состояние вод.

Летом (июнь-август) общая численность бактерий колебалась в пределах  $4,3 \cdot 10^6$ - $1,4 \cdot 10^7$  кл/мл, составляя в среднем  $7,1 \cdot 10^6$  кл/мл; биомасса микроорганизмов изменялась от 1,53 до 4,15 мг С/л, равняясь в среднем 2,31 мг С/л. Продукция бактериальной биомассы оказалась несколько ниже, чем весной, и составила в среднем 0,73 мг/л (варьируя в пределах 0,20-2,12 мг/л). Состояние вод - звротное.

НВЧ всех изученных индикаторных групп бактерий продолжала увеличиваться. Концентрация их в водах залива колебалась от тысяч до сотен тысяч клеток в 1 мл воды, составляя в среднем: сапрофитов -  $6,9 \cdot 10^4$  кл/мл; нефтеокисляющих микроорганизмов -  $1,8 \cdot 10^4$  кл/мл; целялюзоразрушающих -  $1,4 \cdot 10^4$  кл/мл и фенолокисляющих -  $4,6 \cdot 10^3$  кл/мл. Средняя НВЧ бактерий группы кишечной палочки оказалась равной  $7,4 \cdot 10^2$  кл/мл (пределы колебаний -  $4,5 \cdot 10^2$ - $2,8 \cdot 10^3$  кл/мл).

Потенциальная физиологическая активность фенолокисляющей микрофлоры оказалась довольно высокой, что свидетельствует об увеличении интенсивности процессов бактериальной трансформации органических веществ и, в частности, фенолов, в летний период. Величина активности изменилась от 0,09 до 7,06 мг О<sub>2</sub>/л.сутки, составляя в среднем 1,75 мг О<sub>2</sub>/л.сутки. Попрежнему максимальные значения были обнаружены в приустьевом районе р.Найбы.

Индексы соотношения общей численности бактерий и сапрофитных микроорганизмов, а также сапрофитных и индикаторных бактерий оказались в среднем за сезон равны: ОЧ/СБ=538, СБ/НБ=24; СБ/ФБ=44; СБ/ЦБ=14. Это свидетельствует о некотором улучшении состояния бактериальных ценозов прибрежных вод залива Терпения в летний период.

По данным микробиологического анализа, состояние прибрежных вод залива в летний период оставалось в целом на прежнем уровне - воды загрязненные,  $\lambda$ -мезосапробные. Повышенный уровень загрязнения отмечался так же, как и весной, на станциях 7 - близ устья р.Найбы, 8 и 9 - близ порта и на акватории порта пос. Стародубское (полисапробные воды).

Осенью (сентябрь-ноябрь) по сравнению с летним периодом наблюдался дальнейший расцвет бактерионейстона. Средняя величина общей численности микроорганизмов оказалась равной  $8,2 \cdot 10^6$  кл/мл (пределы колебаний -  $5,2 \cdot 10^6$ - $1,5 \cdot 10^7$  кл/мл); бактериальной биомассы - 2,62 мг С/л (1,79-4,42 мг С/л) и продукции микрофлоры - 0,99 мг/л (0,20-6,07 мг/л).

НВЧ всех определенных индикаторных бактерий изменялась, в основном, от тысяч до сотен тысяч клеток в 1 мл воды, составляя в среднем: сапрофитных бактерий -  $3,1 \cdot 10^5$  кл/мл, нефтеокисляющих -  $2,2 \cdot 10^5$  кл/мл; фенолокисляющих -  $1,4 \cdot 10^4$  кл/мл и целлюлозо-разрушающих -  $9,0 \cdot 10^4$  кл/мл. НВЧ микроорганизмов группы кишечной палочки в прибрежных водах залива Терпсения в осенний период достигает максимальных величин: в среднем она составила  $2,5 \cdot 10^3$  кл/мл, варьируя от  $2,2 \cdot 10^2$  до  $2,4 \cdot 10^4$  кл/мл.

Потенциальная фенолокисляющая активность микрофлоры оказалась несколько ниже, чем летом, изменяясь в пределах 0,04-5,32 мг  $O_2$ /л сутки, составляя в среднем 0,83 мг  $O_2$ /л.сутки. Максимальные значения (5,32 мг  $O_2$ /л) выявлены в октябре на ст.10, расположенной близ метостанции.

Повышенное содержание общей численности бактерий и НВЧ микроорганизмов разных физиологических групп в осенний период чаще всего наблюдалось на ст.10, ст. 7 (устье р.Найбы) и ст.9 (акватория порта пос.Стародубского).

Логарифмы соотношения ОЧ/СБ в осенний период варьировали от 6 до 8700, составляя в среднем 5275; коэффициенты СБ/НБ, СБ/ФБ и СБ/ЦБ составили в среднем довольно высокие величины - соответственно 41, 250 и 89; но пределы изменения коэффициентов СБ/НБ лежали в интервале 0,01-100; СБ/ЦБ -0,1-1000. Значительный размах колебаний и, особенно, значения коэффициентов, не достигающие единицы, указывают на нарушение естественных соотношений в микробиоценозах, что свидетельствует о хроническом влиянии загрязнения на прибрежные воды залива Терпсения.

Данные микробиологического анализа позволяют отнести прибрежные воды залива в осенний период в целом к загрязненной и грязной,  $\alpha$ -засапробной зоне (отдельные акватории - полисапробные).

В декабре величины общей численности, биомассы и продукции бактерий оказались несколько ниже, чем осенью, и составили в среднем  $6,9 \cdot 10^6$  кл/мл; 2,37 мг С/л и 0,45 мг/л соответственно. Концентрация бактерий всех изученных групп бактерий, кроме сапрофитов была также не такой высокой, как в летний и осенний периоды. НВЧ сапрофитных бактерий изменялась в пределах  $10^5$ - $10^6$  кл/мл, составляя в среднем  $5,5 \cdot 10^5$  кл/мл; содержание остальных групп бактерий оказалось в среднем равным: нефтекисляющих -  $6,7 \cdot 10^4$  кл/мл (изменяясь от сотен до миллионов клеток в 1 мл); фенолокисляющих -  $5,5 \cdot 10^4$  кл/мл (пределы изменения - единицы-сотни кл/мл); целлюлозоразрушающих -  $7,8 \cdot 10^3$  кл/мл ( $10^3$ - $10^4$  кл/мл). Особенно заметное снижение НВЧ было обнаружено у бактерий группы кишечной палочки: по сравнению с осенным периодом, средняя величина их НВЧ уменьшилась на два порядка и составила  $1,7 \cdot 10^3$  кл/мл (пределы колебаний -  $0,5 \cdot 10^3$ - $3,0 \cdot 10^3$  кл/мл).

На станциях 7 и 10, так же, как и в другие сезоны года, были выявлены повышенные концентрации сапрофитных и целлюлозоразрушающих бактерий. На от.10 была установлена максимальная НВЧ и нефтекисляющих микроорганизмов(рис.57,58).

Значения потенциальной физиологической активности морской микрофлоры в декабре оказались выше, чем в другие сезоны года - изменяясь в пределах 0,74-4,31 мг О<sub>2</sub>/л.сутки, они в среднем составили 2,19 мг/л.сутки.

Это обстоятельство, возможно, объясняется тем, что в зимний период тяжелые плавучие льды и припай затрудняют водообмен прибрежных вод залива с его открытыми частями, в результате чего в прибрежной зоне происходит накопление аллохтонного органического вещества и, в частности, фенолов. Максимальная величина фенолокисляющей активности - 4,31 мг О<sub>2</sub>/л - выявлена в приустьевом районе р. Найбы (ст.7).

Индексы ОЧ/СБ оказались ниже, чем в другие сезоны года (изменяясь в пределах 6-82, они составили в среднем 41), коэффициенты отношения сапрофитной и индикаторной микрофлоры имели максимальные средние величины: СБ/НБ=2752; СБ/ФБ=30250 и СБ/ЦБ=77.

Анализ микробиологических данных позволяет оценить качество прибрежных вод залива в зимний период (декабрь) в целом, как загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные; на станциях 7 и 10 - полисапробные, грязные.

### III.2.2. Характеристика продукциино-деструкционных процессов

Определение характеристик продукциино-деструкционных процессов в заливе Терпения проводилось ежемесячно с февраля по декабрь 1978 г. на четырех станциях, расположенных в прибрежной зоне залива (Стародубское побережье, рис. 53).

В комплекс наблюдений вошло определение величин валовой продукции и общей деструкции, а также установление коэффициента их соотношения (П/Д коэффициент).

В зимний период в начале года (февраль) величина валовой продукции была равна нулю или имела отрицательные значения - изменяясь от - 0,40 мг/л.сутки до нуля, в среднем - 0,11 мг/л.сутки.

Величина деструкции составила в среднем 0,68 мг/л.сутки, варьируя от 0,40 до 1,28 мг/л.сутки. Данные указывают на угнетенное состояние фитоценоза и полное отсутствие продукциино-деструкционных процессов в прибрежной зоне залива Терпения в зимний период.

В весенний период это состояние практически не изменилось. Валовая продукция напротив имела нулевые или отрицательные значения. Только в мае на ст.10, расположенной близ метеостанции, выявлена положительная величина продукции - 0,31 мг/л.сутки. В целом, в весенний период значения валовой продукции колебались в пределах -0,63 - +0,31 мг/л.сутки, составляя в среднем -0,14 мг/л.сутки. Деструкция в весенний период оказалась выше, чем во все остальные сезоны года, и составила в среднем 1,45 мг/л.сутки (пределы колебаний - 0,64-2,77 мг/л.сутки). Коэффициент П/Д, выявленный в мае на ст.10, равен 0,17.

Летом (июнь-август) средняя величина валовой продукции оказалась выше нуля и составила 0,11 мг/л.сутки (пределы изменений - от -0,16 до 0,65 мг/л.сутки), величина деструкции в это время варьировала от нуля до 1,79 мг/л.сутки, составляя в среднем 0,87 мг/л.сутки.

В летний период был установлен единственный за весь год

случай появления положительной чистой продукции. Она была обнаружена в изле на ст.7, расположенной в устье р.Найбы, и составила 0,17 мг С/л.сутки (рис.59). П/Д коэффициент в летний период изменялся от 0,02 до 1,35, составляя в среднем 0,24.

В целом, анализ продукционно-деструкционных процессов позволяет сделать вывод, что состояние фитоценоза в летний период остается неблагополучным, а скорость деструкции попрежнему превышает скорость образования органического вещества.

Осенью величина валовой продукции варьировала в широких пределах - от -0,65 до 0,42 мг/л.сутки, составляя в среднем - 0,07 мг/л.сутки. Отрицательные значения продукции выявлены только в позднеосенний период - в ноябре (рис. 59).

Деструкция в осенний период оказалась относительно высокой по сравнению с другими сезонами и составила в среднем 1,37 мг/л.сутки, изменяясь от 0,26 до 7,85 мг/л.сутки. Максимальное значение деструкции за год (7,85 мг/л.сутки) было выявлено в октябре на ст.9, расположенной на акватории порта пос.Стародубское.

П/Д коэффициент колебался от 0,004 до 0,64, составляя в среднем 0,015.

Данные, характеризующие продукционно-деструкционные процессы, указывают, что в осенний период не произошло существенных изменений в состоянии загрязнения вод залива аллохтонным органическим веществом.

Зимой (декабрь) величина деструкции оказалась несколько ниже, чем в осенний период (в среднем 0,73 мг/л.сутки), средняя же величина валовой продукции имела положительное значение и составила 0,23 мг/л.сутки, изменяясь в пределах от -0,67 до 1,05 мг/л.сутки. Среднее значение П/Д коэффициента оказалось равным 0,47 (0,03-1,00).

Анализ материала по продукции и деструкции свидетельствует о хроническом загрязнении прибрежных вод залива (в частности, аллохтонным органическим веществом), повлекшем за собой угнетение фитоценозов и снижение их продукционной способности.

#### УШ.2.3. Пигменты фитопланктона

Пигментный состав фитопланктона в прибрежной зоне залива Терпения (Стародубское побережье) исследовался в 1978 г. сотрудниками гидробиологической лаборатории Сахалинского УГМС

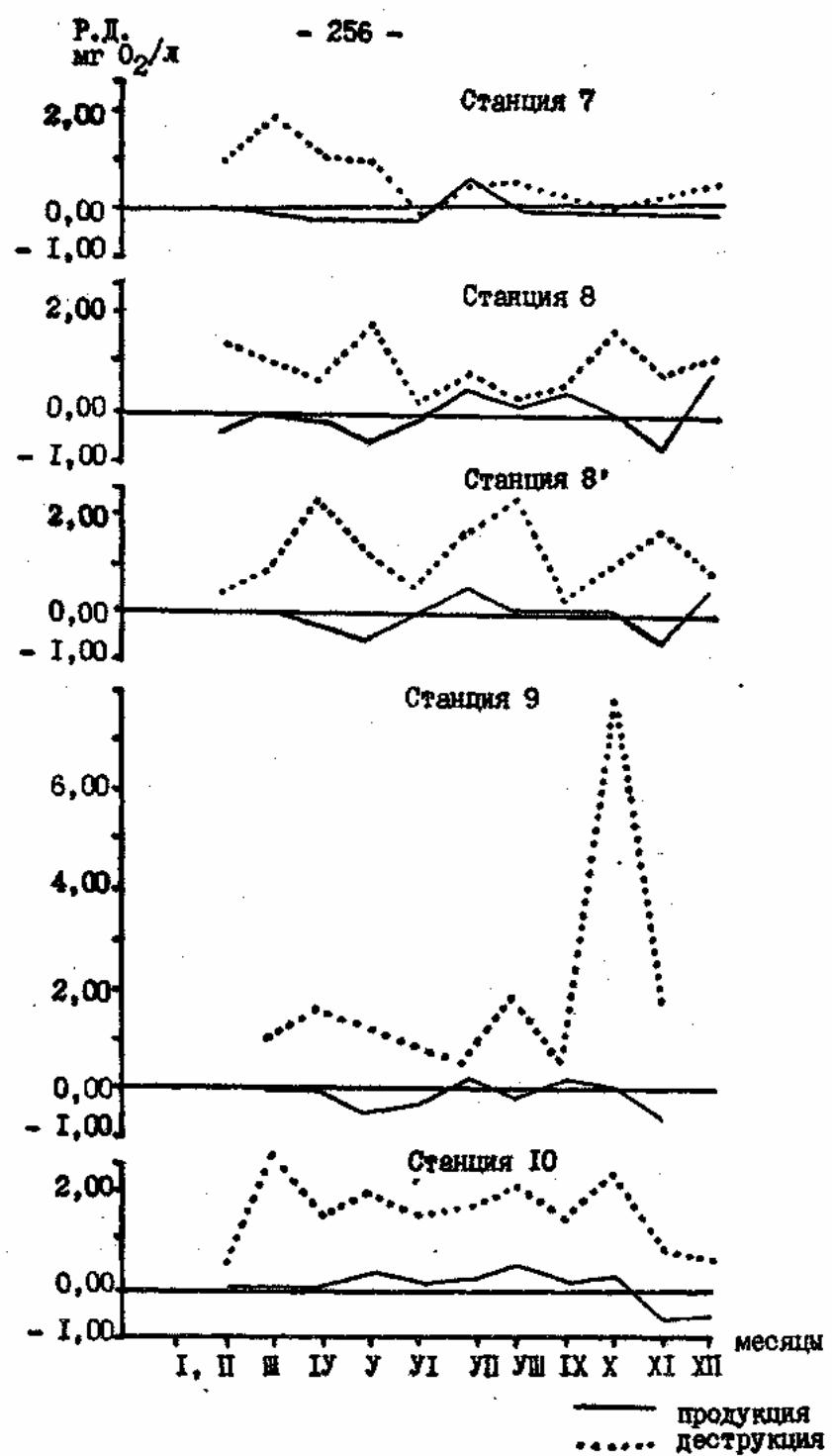


Рис. 59. Динамика первичной продукции и деструкции органического вещества (район п.Стародубское)

на пяти станциях (ст.7, 8, 8', 9 и 10, рис. 53) с июня по декабрь ежемесячно.

В состав наблюдений вошли следующие показатели: установление содержания хлорофиллов "а", "в" и "с", феофитина и определение соотношения хлорофилла "с" и хлорофилла "а". Всего отобрано и обработано 36 проб.

Концентрация хлорофиллов "а", "в" и "с" в летний период (июнь-август) в прибрежных водах залива Терпения оказалась на неестественно низком уровне: количество хлорофилла "а" варьировало от 0,0148 до 0,0558 мкг/л, составляя в среднем 0,0332 мкг/л; хлорофилла "в" - от 0,0016 до 0,0494 мкг/л (в среднем 0,0245 мкг/л) и хлорофилла "с" - от 0,0010 до 0,1006 (в среднем 0,0331). Суммарное содержание хлорофиллов изменилось в пределах 0,0314-0,2058 мкг/л, составляя в среднем 0,0908 мкг/л.

Процентное содержание феофитина было относительно низким - в среднем 56,4% (пределы колебаний - 11,0-98,0%), значения же коэффициента хл."с"/хл."а" были довольно высокими - в среднем 0,87 (0,01-2,00).

Анализ данных по пигментному составу фитопланктона указывает на угнетенное состояние фитоценоза прибрежной зоны залива Терпения в летний период, обусловленное, вероятно, влиянием загрязняющих веществ, поступающих в залив со сбросами промышленных и хозяйствственно-бытовых сточных вод пос.Стародубского и стоками судов.

В осенний период по сравнению с летним содержание хлорофиллов в прибрежных водах залива уменьшилось. Суммарное количество хлорофиллов оказалось в среднем равным 0,0585 мкг/л, изменяясь в пределах 0,0281-0,0975 мкг/л (хлорофилл "а" - 0,0247 мкг/л (0,0100-0,0259 мкг/л), хл. "в" - 0,0153 мкг/л (0,0027-0,0253 мкг/л) и хл."с" - 0,0185 мкг/л (0,0012-0,0311 мкг/л)). Содержание феофитина составило в среднем 48,2%, изменяясь в пределах 19,0-98,0%; значение коэффициента соотношения хл. "с" /хл. "а" оказалось в среднем равным 0,81 (0,06-1,41).

Данные анализа пигментного состава фитопланктона указывают, что в осенний период состояние фитоценозов прибрежных вод залива Терпения близ пос.Стародубское по сравнению с летом существенно не изменилось, оставаясь неблагополучным, угнетенным. Фотосинтетическая активность осенью была по сравнению с летним периодом ослаблена.

Зимой (декабрь) состояние фитоценов еще более ухудшилось. Суммарная концентрация хлорофиллов оказалась минимальной - варьируя в пределах 0,294-0,0805 мкг/л, она составила в среднем 0,0286 мкг/л. Количество хлорофилла "а" было в среднем равно 0,0117 мкг/л (0,0095-0,0164 мкг/л), хлорофилла "б" - 0,0034 мкг/л (0,0015-0,0047 мкг/л) и хлорофилла "с" - 0,0135 мкг/л (0,0114-0,0146 мкг/л). Содержание феофитина составило в среднем 46,7% (20,3-96,0%), коэффициент отношения хл."с"/хл."а" оказался немного выше, чем в осенний период, и составил в среднем 0,83 (0,14-1,80).

Анализ данных по пигментному составу фитопланктона свидетельствует о дальнейшем ослаблении фотосинтетической активности фитопланктона в зимний период по сравнению с летним и осенним и указывает на неблагоподучное состояние фитоценов прибрежной части залива Терпения близ пос.Стародубского.

#### III.2.4. Выводы

1. Общая численность бактерий в поверхностном микрогоризонте прибрежной зоны залива Терпения изменялась в течение года от  $4,3 \cdot 10^6$  кл/мл до  $2,4 \cdot 10^7$  кл/мл, составляя в среднем  $1,0 \cdot 10^6$  кл/мл. Максимальные среднесезонные значения ОЧ микроорганизмов ( $1,3 \cdot 10^7$  кл/мл) были выявлены в зимний период в начале года (январь-февраль). Повышенные значения ОЧ в течение всего года обнаруживались на станциях 9 (акватория порта пос.Стародубского), 7 (приусадебный район р.Найба) и 10 (близ метеостанции).

Биомасса микроорганизмов изменялась в течение 1978 г. от 1,53 до 7,75 мг С/л. Наибольшая среднесезонная величина бактериальной биомассы (4,20 мг С/л) выявлена в зимний период в начале года.

Средние значения бактериальной продукции изменились в течение года по сезонам следующим образом. Зимой в начале года бактериальная продукция составила 0,84 мг/л, весной - 1,41 мг/л, летом - 0,73 мг/л, осенью 0,99 мг/л и в декабре 1978 г. - 0,45 мг/л. Эти данные указывают, что в прибрежные воды залива Терпения в течение всего года были эвтрофными.

2. Все прибрежные акватории залива оказались в значительной степени заселенными сапротрофной, нефтеокисляющей, фенол-

окисляющей и целлюлозоразрушающей микрофлорой. Во все сезоны года в обследованных акваториях были обнаружены также бактерии группы кишечной палочки. Максимального развития микробные цепочки достигали в осенний период.

3. Определение потенциальной физиологической активности фенолокисляющей микрофлоры кислородным методом позволило установить довольно высокие ее значения в разные сезоны года. В среднем относительная скорость потребления бактериями кислорода в присутствии фенола оказалась равной 1,84 мг  $O_2$ /л.сутки, изменяясь в пределах от 0 до 7,06 мг  $O_2$ /л.сутки. Наибольшие среднесезонные величины активности выявлены в летний период (1,75 мг  $O_2$ /л.сутки) и зимой в декабре (2,19 мг  $O_2$ /л.сутки). Эти данные свидетельствуют о хроническом загрязнении прибрежных вод залива органическими веществами и, в частности, фенолами.

4. Индексы соотношения общей численности бактерий и сапрофитной микрофлоры в течение года составили: в 34% случаев - менее 100, в 27,4% - менее 1000. Индексы отношения сапрофитов к разным группам индикаторных бактерий менялись в течение года в основном, от 0,1 до 100, редко 1000. Значительный размах колебаний, и, особенно, значения коэффициентов, не превышающих единицы, свидетельствуют о нарушении естественных соотношений в микробоценозах прибрежных вод залива под влиянием хронического загрязнения.

5. Данные микробиологического анализа позволяют характеризовать воды прибрежной части залива Терпения (Стародубское побережье) в целом, как хронически загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные и полисапробные.

По сравнению с 1977 годом изменений нет.

6. Анализ материалов ежемесячных наблюдений за характером продукционно-деструкционных процессов в прибрежной зоне залива Терпения позволил установить, что в течение всего года прибрежные воды залива находились в состоянии хронического загрязнения, повлекшего за собой неблагополучное состояние фитоценозов и синэкзиса (или полное исчезновение) их продукционной способности. Величина валовой продукции в течение года оказалась в ряде случаев отрицательной или была равна нулю.

Данные по величине деструкции и значения коэффициентов отношения продукции к деструкции свидетельствуют о значительном обогащении прибрежных вод залива аллохтонным органическим веществом.

7. Анализ данных по пигментному составу фитопланктона прибрежной части залива Терпения (Стародубское побережье) указывает на угнетенное, неблагополучное состояние фитоценоов в течение всего периода наблюдений (июнь-декабрь), вызванное, по-видимому, сильным влиянием загрязняющих веществ, поступающих в залив с промышленными и хозяйствственно-бытовыми сточными водами пос.Стародубского и стоками судов.

Ежемесячные наблюдения позволили установить, что фотосинтетическая активность фитопланктона в обследованных акваториях поникалась от лета к зиме.

### Заключение

В 1978 году, как и в предыдущие годы, гидробиологические наблюдения на морях СССР были направлены на определение биологических последствий загрязнения морской среды, а также получение информации о режимных уровнях гидробиологических процессов, имеющей важное значение, как фоновые материалы, для характеристики и прогнозирования состояния морской экосистемы.

В 1978 году в сравнении с 1976-1977 гг. увеличился объем гидробиологических проб, возросло число контролируемых акваторий и появился сезонный аспект в анализе гидробиологических данных. Последнее особенно ценно, поскольку одна из важнейших задач биологического мониторинга морской среды состоит в разработке научных подходов, позволяющих отличить изменения биоты природного характера от тех, которые вызваны воздействием загрязняющих веществ.

В 1978 году ряд лабораторий ввели в практику работ новые биологические показатели (фотосинтетические пигменты, продукционно-деструкционные), что позволило более полно охарактеризовать состояние биологической компоненты морской экосистемы. При этом важно отметить, что биологические последствия загрязнения морской среды — морфологические, физиологические, биохимические, популяционные, — проявились на отдельных трофических уровнях в разном временном масштабе и характеризовались различной степенью поражения. Этот факт соответствует сложности и многообразию биологических процессов, протекающих в морской среде.

В "Обзоре" оценка биологических последствий загрязнения морских вод и их состояния проведена на основе шкалы сопротивости, трофности, микробиологической шкалы качества вод. Накопление гидробиологических материалов и использование математического аппарата анализа позволит в ближайшие годы разработать новые подходы к оценке состояния морской среды и жизнеспособности биоты.

В настоящем "Обзоре" достаточно полноценны материалы по Балтийскому морю. Они свидетельствуют о том, что в открытой части моря процессы разрушения органического вещества заметно преобладают над процессами его синтеза за счет фотосинтетической деятельности планктонных водорослей. Можно полагать, что в настоящее время в Балтийском море имеет место процесс, характерный для многих пресных водоемов с большой площадью водосбора в зоне антропогенного воздействия: накопление alloхтонного органического вещества и значительное превышение интенсивности минерализации органического вещества над ско-

ростью его первичного образования. Состояние микробиологических процессов даже в зимний период года указывает на эвтрофирование ряда районов Балтийского моря, в первую очередь, Арконской, Борнхольмской впадин и юго-восточной части моря.

Хроническое загрязнение акватории в районе островов Гогланд и Эланд, юго-восточной и юго-западной части моря нефтяными углеводородами как в летний, так и в зимний периоды показано на примере распространения парафинокисляющих и ксилолокисляющих микроорганизмов.

Широкое распространение ПХБ-окисляющих и бенз/а/пиренокисляющих микроорганизмов, а также положительная связь между локализацией этой микрофлоры, с одной стороны, и распределением ПХБ и ПАУ, с другой, подчеркивает индикаторную роль этих микроорганизмов и свидетельствует о циркуляции и накоплении в среде Балтийского моря химических соединений, обладающих мутагенным и канцерогенным действием. Наиболее неблагоприятными, с точки зрения ПАУ и ПХБ, являются районы Борнхольмской впадины и юго-восточной Балтики, где концентрация ПАУ в десятки раз превышает фоновые уровни ПАУ в воде и донных отложениях.

Анализ микробиологических данных свидетельствует о том, что воды открытой Балтики являются, в основном, умеренно-загрязненными, а - мезосапробными.

На большей части акватории Балтийского моря в марте 1978 г. наблюдалось зимнее состояние фитопланктона. В юго-западной части Балтики обнаружены высокие концентрации одноклеточных водорослей, характерные для периода весеннего цветения, а также виды фитопланктона антарктического происхождения, что свидетельствует о регулярных затоках североморских вод через Датские проливы.

Состояние зоопланктона в открытых водах Балтики в период наблюдений было угнетенным, что характерно для биологической зимы. Численность и биомасса зоопланктона имели низкие значения, видовой состав был обедненным. Наибольшая численность организмов наблюдалась в районе Готландской впадины, наименьшая - в районе Арконской впадины. Среди зоопланктеров доминировали широко распространенные в Балтике виды солоноватоводного комплекса.

Состояние зообентоса в 1978 г. по сравнению с 1976 г. несколько улучшилось. Средние величины биомассы донной фауны увеличились в 1,7 раза, число видов возросло от 21 до 34. Увеличение биомассы бентосных организмов произошло на большей части обследованных акваторий Балтики, за исключением районов Борнхольмской впадины, акватории между островами Готланд и Эланд. Неблагополучное состояние донных биоценозов выявлено в юго-восточной области моря и, особенно, в се-

верной части Готландской впадины, где донные организмы отсутствовали.

В Рижском заливе в сравнении с 1976-1977 гг. качество вод изменилось мало. Это - эвтрофированная область Балтийского моря. Заметное ухудшение состояния среды произошло в районе устья р. Даугавы. Здесь обнаружены глубокие перестройки в планктонных микробиоценозах, донных биоценозах. Основной источник хронического загрязнения района - сток р. Даугава, которая недалеко от устья загрязняется сбросами из горколлектора и придаточных систем. Обнаружено слабое угнетающее влияние фенолов на фитопланктон прибрежных вод залива.

Открытые воды Финского залива - умеренно-загрязненные. В структуре микробных ценозов установлено нарушение естественных соотношений микробных групп, как следствие перестройки энзиматического аппарата под влиянием хронического нефтяного загрязнения. Между тем, состав фитоценоза залива в последние годы практически не меняется.

Микробиологические характеристики Таллинского, Куршского и Нарвского заливов обращают внимание на эти акватории как эвтрофированные, загрязненные зоны Балтийского моря. Прибрежные районы заливов - полисапробные, грязные, доминирует индикаторная микрофлора.

Отмечено улучшение состояния биоты в западной части Таллинского залива.

Состояние фитоценоса и соотношение продукционно-деструкционных процессов характеризуют Таганрогский залив и устьевой район р. Дон, как соответствующие эвтрофицированным, умеренно-загрязненным зонам.

Выраженная эвтрофикация и умеренное состояние загрязнения вод характерны для северо-западного района Черного моря. Широкое распространение в разных регионах Черного моря ПХБ-окисляющей микрофлоры свидетельствует о циркуляции и, по-видимому, накоплении в биоте этих токсических химических соединений, которые уже вызвали перестройку энзиматического аппарата ряда микробных форм.

Гидробиологические наблюдения в Баренцевом море свидетельствуют о благополучном состоянии фитоценоса, зооценоса и донных биоценозов в открытой части моря и имеют важное значение как фоновые материалы для характеристики экосистемы в последующие годы. По микробиологическим показателям открытые воды Баренцева моря отнесены к солиготрофному типу.

Подробная микробиологическая характеристика Кольского залива свидетельствует об ухудшении качества (загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные) вод залива в 1978 г. Состояние микробиоценозов неблагополучное. Донные биоценозы в северной части залива разнообразны и обильны, однако в южной части - близ г. Мурманска - зообентос обеднен и под-

вержен резким количественным колебаниям.

В сравнении с данными микробиологического анализа становится очевидным, что этот факт является, по-видимому, следствием постоянного хронического загрязнения водной среды.

В Печенгской губе также обнаружено неблагополучное состояние донных биоценозов, бентофауна значительно обеднена. Между тем, состояние планктона микробиоценозов относительно благополучное. По микробиологическим показателям воды губы могут быть отнесены к умеренно-загрязненным.

Воды Териберской губы в целом олигосапробные, чистые, состояние микробиоценозов – благополучное. Однако вблизи пос. Териберка микробиологические показатели позволяют выявить зону с повышенным уровнем загрязнения – воды умеренно-загрязненные,  $\beta$ -мезосапробные. В этой же части губы обнаружено угнетенное состояние донных биоценозов.

Воды Мотовского залива загрязненные,  $\alpha$ -мезо- и полисапробные. Состояние бентофауны в заливе неблагополучное.

Воды Печорской губы Баренцева моря по микробиологическим показателям могут быть отнесены к умеренно-загрязненному,  $\alpha$ -мезосапробному типу. Состояние фитоценозов – благополучное, данные по пигментному составу фитопланктона позволяют отнести воды губы к эвтрофному типу. Анализ интенсивности промышленно-деструкционных процессов также указывает на значительное обогащение вод губы аллохтонным органическим веществом.

Состояние зоопланктона Печорской губы в период наблюдений было неблагополучным, особенно на акватории губы близ пос. Большевский.

Воды открытой части Белого моря – умеренно-загрязненные, мезотрофные. Состояние фито- и зоопланктона в открытых районах моря благополучное, данные по качественному составу и численности бентофауны свидетельствуют о загрязнении донных отложений обследованных акваторий.

Микробиологическая характеристика Двинского залива позволяет отнести его к загрязненному, мезотрофному типу. Состояние микробиоценозов – относительно благополучное. Изучение фитоценоза характеризует воды залива как малопродуктивные, олиго-, мезотрофные. Данные по интенсивности промышленно-деструкционных процессов свидетельствуют об обогащении вод залива аллохтонным органическим веществом, особенно в зоне влияния р. Северной Двины.

Состояние зоопланктона в заливе благополучное. Донные биоценозы на акватории залива, подверженной влиянию р. Северной Двины, угнетены.

Воды Онежского, Кандалакшского и Мезенского заливов Белого моря по микробиологическим показателям могут быть отнесены к категории олиготрофных, умеренно-загрязненных. В зонах заливов, подверженных влиянию речных стоков, наблюдается повышенное содержание микрофлоры. Данные по интенсивности продукционно-деструкционных процессов указывают на обогащение вод залива аллохтонным органическим веществом. Воды заливов малопродуктивные, олиго- и мезотрофные.

Состояние фито- и зоопланктона во всех заливах благополучное. Материалы наблюдений за численностью и видовым составом фито- и зоопланктона представляют интерес как характеристика фонового уровня биологических процессов в Белом море.

Анализ характеристик зообентоса свидетельствует об относительно благополучном состоянии донных биоценозов в заливах Белого моря.

В водах бухты Тикси моря Каптевых, особенно в прибрежных зонах, установлено преобладание процессов деструкции органического вещества над процессами его продуцирования. Этот факт, а также широкое и равномерное вертикальное распределение сапротифных бактерий свидетельствуют об активном поступлении аллохтонного органического вещества в прибрежные зоны бухты Тикси.

Микробиологическая характеристика разных обследованных акваторий залива Петра Великого Японского моря позволяет отнести его воды в целом к умеренно-загрязненному, мезотрофному типу. Состояние микробиоценозов - благополучное. Изучение фитоценоза характеризует воды залива, как малопродуктивные, олиго- и мезотрофные.

Донные биоценозы угнетены. Индикаторные организмы зообентоса залива Петра Великого, как и других загрязненных грунтов морского побережья - нематоды и полихеты.

Прибрежные воды заливов Терпения и Анива Охотского моря характеризуются по микробиологическим показателям, как автотрофные, грязные,  $\alpha$ -мезо- и полисапробные. Естественные соотношения разных физиологических групп бактерий в микробиоценозах нарушены, что указывает на неблагополучное состояние их.

Воды всех обследованных акваторий в значительной степени обогащены аллохтонным органическим веществом. Состояние фитоценозов - крайне неблагополучное.

С о д е р ж а н и е

	Стр.
Введение . . . . .	I
Краткая характеристика использованных методов . . . . .	5
I. Балтийское море . . . . .	7
I.I. Биологическая характеристика открытой части моря . . . . .	II
I.I.I. Микробиологические показатели . . . . .	II
I.I.2. Интенсивность продукциино-деструкционных процессов . . . . .	14
I.I.3. Фитопланктон . . . . .	23
I.I.4. Зоопланктон . . . . .	25
I.I.5. Зообентос . . . . .	25
I.I.6. Выводы . . . . .	27
I.2. Биологическая характеристика Рижского залива . . . . .	28
I.2.1. Микробиологические показатели . . . . .	29
I.2.2. Фитопланктон . . . . .	33
I.2.3. Зообентос . . . . .	35
I.2.4. Выводы . . . . .	41
I.3. Биологическая характеристика Финского залива . . . . .	42
I.3.1. Микробиологические показатели . . . . .	42
I.3.2. Фитопланктон . . . . .	47
I.3.3. Выводы . . . . .	52
I.4. Биологическая характеристика Таллинского залива . . . . .	53
I.4.1. Микробиологические показатели . . . . .	53
I.4.2. Фитопланктон . . . . .	61
I.4.3. Выводы . . . . .	64

	Стр.
I.5. Биологическая характеристика Нарского залива . . . . .	65
I.5.1. Микробиологические показатели . . . . .	66
I.5.2. Фитопланктон . . . . .	69
I.5.3. Выводы . . . . .	71
I.6. Микробиологическая характеристика Куршского залива . . . . .	72
I.7. Микробиологическая характеристика прибрежной юго-восточной части Балтийского моря . . . . .	78
II. Азовское море . . . . .	82
II.1. Микробиологическая характеристика открытой части моря . . . . .	83
II.2. Фитопланктон Таганрогского залива . . . . .	85
II.3. Выводы . . . . .	87
III. Чёрное море . . . . .	88
III.1. Микробиологическая характеристика открытой части моря . . . . .	89
III.2. Микробиологические показатели Севастопольской бухты . . . . .	96
III.3. Выводы . . . . .	99
IV. Баренцево море . . . . .	100
IV.1. Биологическая характеристика открытой части моря . . . . .	100
IV.1.1. Микробиологические показатели . . . . .	100
IV.1.2. Фитопланктон . . . . .	103
IV.1.3. Зоопланктон . . . . .	104
IV.1.4. Бентос . . . . .	105
IV.1.5. Выводы . . . . .	106
IV.2. Биологическая характеристика Кольского залива . . . . .	108
IV.2.1. Микробиологические показатели . . . . .	108
IV.2.2. Бентос . . . . .	115
IV.2.3. Выводы . . . . .	117
IV.3. Биологическая характеристика Печенгской губы . . . . .	119
IV.3.1. Микробиологические показатели . . . . .	119

IV.3.2. Бентос . . . . .	I22
IV.3.3. Выводы . . . . .	I23
IV.4. Биологическая характеристика Териберской губы . . . . .	I24
IV.4.1. Микробиологические показатели . . . . .	I24
IV.4.2. Бентос . . . . .	I25
IV.4.3. Выводы . . . . .	I27
IV.5. Биологическая характеристика Мотовского залива . . . . .	I29
IV.5.1. Микробиологические показатели . . . . .	I29
IV.5.2. Бентос . . . . .	I32
IV.5.3. Выводы . . . . .	I32
IV.6. Биологическая характеристика Печорской губы . . . . .	I34
IV.6.1. Микробиологические показатели . . . . .	I34
IV.6.2. Фитопланктон . . . . .	I36
IV.6.3. Пигменты фитопланктона . . . . .	I36
IV.6.4. Характеристика продукционно-деструкционных процессов . . . . .	I37
IV.6.5. Зоопланктон . . . . .	I37
IV.6.6. Выводы . . . . .	I38
V. Белое море . . . . .	I40
V.I. Биологическая характеристика открытой части моря . . . . .	I40
V.I.1. Микробиологические показатели . . . . .	I41
V.I.2. Фитопланктон . . . . .	I48
V.I.3. Пигменты фитопланктона . . . . .	I49
V.I.4. Характеристика продукционно-деструкционных процессов . . . . .	I50
V.I.5. Зоопланктон . . . . .	I51
V.I.6. Бентос . . . . .	I52
V.I.7. Выводы . . . . .	I52

	Стр.
У.2. Биологическая характеристика Двинского залива . . . . .	154
У.2.1. Микробиологические показатели . . . . .	155
У.2.2. Фитопланктон . . . . .	159
У.2.3. Пигменты фитопланктона . . . . .	160
У.2.4. Характеристика продукционно-деструкционных процессов . . . . .	160
У.2.5. Зоопланктон . . . . .	162
У.2.6. Зообентос . . . . .	162
У.2.7. Выводы . . . . .	163
У.3. Биологическая характеристика Онежского залива . . . . .	165
У.3.1. Микробиологические показатели . . . . .	166
У.3.2. Фитопланктон . . . . .	170
У.3.3. Пигменты фитопланктона . . . . .	170
У.3.4. Характеристика продукционно-деструкционных процессов . . . . .	171
У.3.5. Зоопланктон . . . . .	172
У.3.6. Бентос . . . . .	172
У.3.7. Выводы . . . . .	173
У.4. Биологическая характеристика Мезенского залива . . . . .	175
У.4.1. Микробиологические показатели . . . . .	176
У.4.2. Фитопланктон . . . . .	179
У.4.3. Пигменты фитопланктона . . . . .	179
У.4.4. Характеристика продукционно-деструкционных процессов . . . . .	180
У.4.5. Зоопланктон . . . . .	180
У.4.6. Выводы . . . . .	181
У.5. Биологическая характеристика Кандалакшского залива	183
У.5.1. Микробиологические показатели . . . . .	184
У.5.2. Фитопланктон . . . . .	190
У.5.3. Пигменты фитопланктона . . . . .	190
У.5.4. Характеристика продукционно-деструкционных процессов . . . . .	191

	Стр.
У.5.5. Зоопланктон . . . . .	191
У.5.6. Бентос . . . . .	192
У.5.7. Выводы . . . . .	193
VI. Море Лаптевых . . . . .	196
VI.I. Биологическая характеристика бухты Тикси . . . . .	196
VI.I.I. Микробиологические показатели . . . . .	196
VI.I.2. Фитопланктон . . . . .	198
VI.I.3. Характеристика продукционно-деструкционных процессов . . . . .	198
VI.2. Выводы . . . . .	200
VII. Японское море . . . . .	201
VII.I. Биологическая характеристика залива Петра Великого . . . . .	201
VII.I.I. Биологическая характеристика Амурского залива . . . . .	201
VII.I.I.I. Микробиологические показатели . . . . .	202
VII.I.I.2. Фотосинтетические пигменты фитопланктона . . . . .	207
VII.I.I.3. Бентос . . . . .	207
VII.I.2. Биологическая характеристика бухты Золотой Рог . . . . .	211
VII.I.2.I. Микробиологические показатели . . . . .	212
VII.I.2.2. Фотосинтетические пигменты фитопланктона . . . . .	212
VII.I.2.3. Бентос . . . . .	215
VII.I.3. Биологическая характеристика Уссурийского залива . . . . .	215
VII.I.3.I. Микробиологические показатели . . . . .	217
VII.I.3.2. Фотосинтетические пигменты фитопланктона . . . . .	220
VII.I.3.3. Бентос . . . . .	221
VII.I.4. Биологическая характеристика залива Находка . . . . .	221
VII.I.4.I. Фотосинтетические пигменты фитопланктона . . . . .	223

	Стр.
УП.1.4.2. Бентос . . . . .	223
УП.1.5. Выводы . . . . .	223
УП.2. Характеристика продукционно-деструкционных процессов в Татарском проливе . . . . .	227
УШ. Охотское море . . . . .	231
УШ.1. Биологическая характеристика залива Анива . .	231
УШ.1.1. Микробиологические показатели . . . . .	232
УШ.1.2. Характеристика продукционно-деструкционных процессов . . . . .	239
УШ.1.3. Пигменты фитопланктона . . . . .	242
УШ.1.4. Выводы . . . . .	244
УШ.2. Биологическая характеристика залива Терпения .	245
УШ.2.1. Микробиологические показатели . . . . .	247
УШ.2.2. Характеристика продукционно-деструкционных процессов . . . . .	254
УШ.2.3. Пигменты фитопланктона . . . . .	255
УШ.2.4. Выводы . . . . .	258
Заключение . . . . .	261
Содержание . . . . .	266