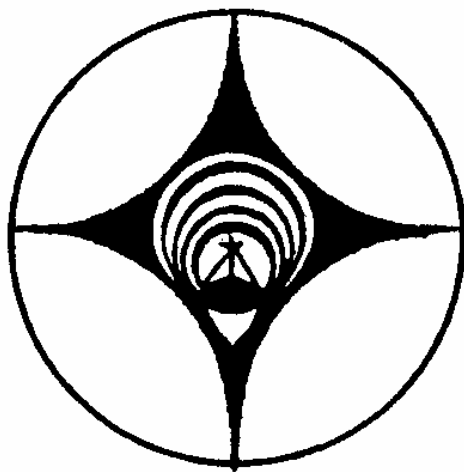


**КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Л.А.Захаров**

**ВВЕДЕНИЕ В ПРОМЫСЛОВУЮ  
ОКЕАНОЛОГИЮ**



**Калининград  
1998**

КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Л.А.Захаров

ВВЕДЕНИЕ В ПРОМЫСЛОВУЮ  
ОКЕАНОЛОГИЮ

Учебное пособие

Калининград  
1998

УДК 551.46.09

Захаров Л.А. Введение в промысловую океанологию: Учебное пособие / Калинингр. ун-т. - Калининград, 1998. - 84 с. ISBN 5-88874-088-8.

Даны сведения о современном состоянии промысловой океанологии - прикладной многопрофильной науки, обеспечивающей эффективное, рациональное использование биологических ресурсов Мирового океана.

Пособие предназначено для студентов географического факультета, специализирующихся на кафедре географии океана. Может быть использовано при изучении курсов геоморфологии дна океанов, химии вод Мирового океана, при работе на научно-поисковых и исследовательских судах.

Библиография: 23 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского Совета Калининградского государственного университета.

Рецензенты: зав. отделом биоресурсов АтлантНИРО, кандидат географических наук П.П.Чернышков; старший научный сотрудник лаборатории промысловой океанологии АтлантНИРО, кандидат географических наук В.Ф.Цыганов.

Леонид Андреевич Захаров

**Введение в промысловую океанологию**

Учебное пособие

Лицензия №020345 от 14.01.1997 г.

Редактор Л.Г.Ванцева.

Подписано в печать 23.06.1998 г. Формат 60x90 1/16.

Бум. для множит. аппаратов. Ризограф.

Усл. печ. л. 5,1. Уч.-изд. л. 5,0. Тираж 150 экз. Заказ .

Калининградский государственный университет,  
236041, Калининград обл., ул. А.Невского, 14.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
Глава 1. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ПРОМЫСЛОВОЙ ОКЕАНОЛОГИИ. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЕЕ РАЗВИТИЯ .....	5
Глава 2. МИРОВОЙ ОКЕАН КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ .....	9
2.1. Рельеф дна и донные осадки (грунты) Мирового океана .....	10
2.2. Главные физические и химические характеристики вод Мирового океана .....	15
2.3. Зональность и районирование Мирового океана .....	34
Глава 3. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ МИРОВОГО ОКЕАНА .....	36
Глава 4. ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ПОВЕДЕНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ .....	70
..	
Глава 5. ОСНОВЫ ПРОМЫСЛОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ .....	76
Глава 6. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫСЛОВОЙ ОКЕАНОЛОГИИ ..	80
Заключение .....	82
Список рекомендуемой литературы .....	83

## ВВЕДЕНИЕ

Человечество использует биологические ресурсы океанов и морей как источник пищевых продуктов, в первую очередь белка, несомненно, в течение очень длительного времени. Захоронения первобытного человека во Франции, содержащие остатки костей и раковин морских животных, которые употреблялись в пищу, датируются (по результатам анализа на  $C^{14}$ ) 10000 лет до нашей эры. Вне всякого сомнения, большое количество рыбы и моллюсков употреблялось доисторическим человеком задолго до этой даты.

За прошедшие тысячелетия человек не только сам развивался и совершенствовался, не только улучшал условия жизни, одежду, жилища, но и постоянно модернизировал способы, приемы и орудия лова рыбы, добычи морепродуктов. Начав с примитивного собирательства в приливно-отливной зоне океанов и морей, добычи рыбы с помощью лука со стрелами, остроги, простейших орудий лова и береговых ловушек разных конструкций, люди, жившие на морских побережьях и постоянно добывавшие в море продукты питания, изобретали и брали на вооружение ставные (прибрежные) невода, многокилометровые дрейфтерные сети и ярусы, высокостенные кошельковые невода и тралы. За прошедшие века утлые лодки-долбленки, пироги, карбасы, каяки, байдары, ладьи, фелюги и другие небольшие гребные и парусные рыболовецкие суденышки были вытеснены - по мере развития техники и производительных сил - небольшими по размеру паровыми сейнерами и траулерами, на смену которым пришли средне- и крупнотоннажные дизельные сейнеры, траулеры бортового и кормового траления, сейнеры-траулеры, тунцеловы, большие морозильные рыболовные траулеры различных модификаций. Лов рыбы, начавшийся в стародавние времена в прибрежной зоне, по мере развития техники смещался в сторону открытого океана, все дальше и дальше от берега, береговых рыбодобывающих баз, потребителя.

С совершенствованием техники возросла добыча рыбы и морепродуктов. Первые количественные данные о мировой добыче рыбы относятся к 1850 г. нашей эры, когда во всем мире было добыто предположительно около 2 млн. т рыбы и моллюсков (без учета китов). В течение следующих 50 лет добыча возросла примерно до 4 млн. т, а к 1939 г. составила около 10 млн. т.

В 30-е годы нашего столетия происходил резкий рост добычи рыбы. Свою роль здесь сыграло внедрение дизельных двигателей, холодильных установок, консервирования и других достижений техники. Вторая мировая война замедлила увеличение мировой добычи рыбопродуктов, и лишь в 1950 г. общий вылов вновь достиг довоенного уровня около 20 млн. т. С этого времени добыча растет быстро и практически непрерывно, составив около 40 млн. т в 1960 г., 60 - в 1970, 80,0 - в 1984, 91,5 - в 1986, 98,1 - в 1992, 112,9 - в 1995 году.

Разумеется, достичь такого высокого уровня добычи рыбы и морепродуктов невозможно без знания основных закономерностей распределения зон повышенной и высокой биологической продуктивности в Мировом океане. Кроме того, без знания закономерностей изменений внешней среды и влияния этих изме-

нений на промысловые организмы в современных условиях невозможен рентабельный лов рыбы и других морепродуктов. Именно выявление подобных закономерностей и их влияния на промысел, проведение комплексных океанологических и биологических исследований являются основной задачей промысловой океанологии - прикладной науки, призванной обеспечить океанологическими данными современный промысел гидробионтов.

Данное учебное пособие предназначено для студентов дневного отделения географического факультета Калининградского государственного университета. Оно составлено в соответствии с программой курса "Промысловая океанология", который многие годы читается автором студентам 5-го курса кафедры географии океана. Основными целями изучения курса "Промысловая океанология" являются:

- ознакомление студентов с главными закономерностями распределения физико-химических характеристик вод Мирового океана;
- уяснение студентами влияния биотических и абиотических факторов на формирование зон повышенной и высокой первичной биопродуктивности;
- выяснение связей между распределением зон высокой первичной и промысловой биопродуктивности;
- ознакомление с основными промысловыми объектами, добываемыми в водах Мирового океана, и изменениями в ассортименте мирового вылова, которые обусловлены воздействием промысла;
- знакомство с поведением главнейших объектов промысла в зависимости от изменения гидрометеорологических условий и физико-химических параметров среды;
- ознакомление с основными принципами прогнозирования промысловых обстановок в тех или иных районах Мирового океана;
- знакомство с основными проблемами современной промысловой океанологии (антропогенное загрязнение вод, бесконтрольное изъятие многих промысловых объектов и др.).

Трудности изучения данного курса связаны в первую очередь с отсутствием полноценных учебников и учебно-методических пособий. Настоящее учебное пособие призвано хоть в малой степени ликвидировать имеющийся в настоящее время пробел.

## **Глава 1. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ПРОМЫСЛОВОЙ ОКЕАНОЛОГИИ. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЕЕ РАЗВИТИЯ**

Человечество на протяжении многих столетий использует биологические ресурсы Мирового океана. Постепенный переход рыболовства и добычи морских млекопитающих от прибрежного к морскому, а затем ближнему и дальнему океаническому, происходивший в течение последних 50-100 лет, базировался на все более углубленном исследовании океанов и морей, их флоры и фауны. Это обусловило в конечном счете необходимость познания всего Мирового океана для выявления закономерностей распределения его биологической продуктивно-

сти. Развитие рыболовства вело к расширению прикладных океанологических исследований, а они в свою очередь способствовали развитию и расширению морского и океанского рыболовства, освоению поисковыми и промысловыми судами все новых районов и акваторий Мирового океана, все новых и новых объектов промысла.

В России начало исследований в области промысловой океанологии теснейшим образом связано с работами Н.М.Книповича (1862-1939). В 1898-1901 гг. он руководил первой морской промысловой экспедицией, занимавшейся изучением Баренцева моря. В 1897 году перед началом работы этой экспедиции Н.М.Книповичем был опубликован “Проект научно-промысловых исследований у берегов Мурмана”, в котором автором впервые обосновывалась необходимость комплексного подхода к изучению ресурсов рыбного промысла, подчеркнуты значение условий внешней среды и необходимость их систематического изучения для понимания биологических процессов, происходящих в водоеме.

Для экспедиции был построен пароход “Андрей Первозванный”, ставший первым научно-исследовательским судном в России и первым в мире специально построенным судном для научно-промысловых исследований. В процессе подготовки и в ходе экспедиции был выработан и прочно утвердился принцип изучения промысловых рыб в неразрывной связи с условиями их обитания. Так начали накапливаться знания, положившие начало новой специальной науки - промысловой океанографии. В начале XX века Н.М.Книпович организовал научно-промысловые исследования Каспийского моря и Балтики, П.Ю. Шмидт - морей Дальнего Востока.

Результаты работы Мурманской экспедиции были обобщены Н.М. Книповичем в фундаментальной монографии “Основы гидрологии Европейского Ледовитого океана”, изданной Русским Географическим обществом в 1906 г. Зародилось новое научное направление - промысловая океанография, предметом изучения которой стало установление связей между воспроизводством и распределением промысловых рыб и факторами, характеризующими океанографические условия моря. В частности, экспедиция Н.М.Книповича установила зависимость распределения и миграции промысловых рыб от направления теплых струй Нордкапского течения.

В эти же годы (конец XIX - начало XX века) произошло становление Международного совета по исследованию морей (ИКЕС-МСИМ), который был учрежден по решению международной Стокгольмской конференции (1899 г.). Основной задачей Международного совета стала организация рационального морского рыбного хозяйства на основе всестороннего изучения ресурсов европейских морей, условий и роли внешней среды.

После первой мировой и гражданской войн изучение промысловых объектов морей, омывающих берега России, было продолжено. В 1920 году была организована Северная научно-промысловая экспедиция с многочисленными отрядами. В 1921 году был создан так называемый Плавморнин - Плавающий морской научный институт; тогда же был учрежден Центральный институт рыбного хозяйства. Уже 11 августа 1921 года сотрудники Плавморнина отправились из Архан-



гельска в свою первую экспедицию на пароходе ледокольного типа “Лейтенант Малыгин” (прежнее название - “Соловей Будимирович”) водоизмещением около 3000 тонн. Эта первая экспедиция длилась до 27 сентября 1921 года. За короткий срок было пройдено свыше 3000 миль, исследованы районы Баренцева и Карского морей, примыкающие к острову Новая Земля.

Вскоре по решению Совета Труда и Оборона (10.01.1922г.) Плавморнину была передана недостроенная зверобойная шхуна “Персей”. Началась достройка и оборудование судна. 7.11.1922 г. на “Персее” подняли кормовой Государственный флаг. Это был первый корабль, построенный на севере, в Архангельске - первенец советского научно-исследовательского флота. Водоизмещение “Персея” - 550 тонн, он имел 7 лабораторий, в которых работало иногда до 20 человек. В первый рейс он вышел 19 августа 1923 года. На “Персее” приобрели опыт многие крупные ученые - И.И. Месяцев, Н.Н.Зубов, В.В.Шулейкин, Л.А. Зенкевич, М.В. Кленова, А.А.Шорыгин, А.Д. Добровольский, В.Г. Богоров и др. Плавморнин и Центральный институт рыбного хозяйства послужили в дальнейшем фундаментом для создания разветвленной сети бассейновых научно-поисковых учреждений практически на всех морях страны. Эти учреждения занимались и занимаются изучением биологических ресурсов как морей России, так и всего Мирового океана в целом. Особенно интенсивно научные рыбохозяйственные исследования стали развиваться после второй мировой войны, когда началось активное освоение океанического лова рыбы.

В 1940-1950-е годы в СССР сложилась существующая и в настоящее время система бассейновых НИИ рыбного хозяйства и океанографии и промысловых разведок: в Мурманске - Полярный (ПИНРО), во Владивостоке - Тихоокеанский (ТИНРО), в Калининграде - Атлантический (АтлантНИРО), в Керчи - Азово-Черноморский (АзЧерНИРО), работа которых координировалась Всесоюзным (ныне - Всероссийским) НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО, г.Москва). Были получены новые данные об условиях среды, биологической продуктивности океана, которые вошли составной частью в работы С.А. Зернова, К.М. Дерюгина, С.В. Бруевича, О.А. Алекина, Т.С. Расса, Ю.Ю. Марти, П.А. Моисеева, Г.К. Ижевского, М.Е. Виноградова, Б.А.Скопинцева и других отечественных исследователей океанов и морей. Они способствовали развитию современных представлений об океанологическом, экологическом, научно-промысловом подходе к природной среде океана в целях изучения и освоения его биологических ресурсов.

Таким образом, *промысловую океанологию* можно определить как науку, изучающую влияние абиотических и биотических факторов среды на воспроизводство промысловых гидробионтов, распределение и поведение их скоплений, а также на условия их эффективной добычи в целях разработки научных основ и определения количественных и качественных параметров рациональной эксплуатации биоресурсов Мирового океана.

Учитывая, что сама океанология в широком смысле слова является наукой об океане и по существу представляет собой целый комплекс различных более узких научных дисциплин, изучающих отдельные стороны и явления такого ги-

гантского, разнопланового и в то же время комплексного природного образования, каким является океан, промысловая океанология также является комплексной многоплановой наукой. Она должна включать и включает в себя факты и сведения, которые черпает из данных, поставляемых такими науками и отраслями наук, как метеорология, гидрология, гидрохимия, гидрофизика, акустика океана, гидрография, геоморфология и геология морского дна, геохимия донных осадков, биология, гидробиология, ихтиология, физиология рыб и нерыбных объектов, экология. Все эти материалы и факты должны как можно полнее характеризовать и среду обитания объектов промысла, и сами объекты. Только при условии более или менее детального знания района промысла, условий промысла, объектов промысла (их биологического состояния, количества, поведения и пр.) возможен в настоящее время рентабельный промысел рыбы, других морепродуктов в океане, нередко в сотнях и тысячах миль от берега, береговых баз хранения и переработки добываемых объектов.

В связи с тем, что предметом исследования промысловой океанологии являются не только непосредственно объекты промысла, но и среда их обитания, на вооружении промысловой океанологии находятся методы, используемые многими науками, которые занимаются изучением Мирового океана. Из числа главных методов, используемых промысловой океанологией, в первую очередь необходимо отметить гидрологические (на чрезвычайную важность которых обратил внимание еще Н.М. Книпович), гидрохимические, гидроакустические, геолого-геоморфологические, биологические. Последние включают изучение размерного состава объектов промысла, биологического состояния объектов, соотношение полов, сроки и продолжительность нереста и нагула, особенности питания, поведения, пути миграции и т.п. Помимо этого успешный лов рыбы и нерыбных объектов невозможен без знания синоптических условий того или иного района. Синоптическая обстановка оказывает заметное влияние как на поведение рыб, так и на распределение гидрологических параметров, гидродинамическую обстановку той или иной акватории. Таким образом, промыслово-океанологические исследования должны обеспечиваться надежными метеоданными.

В последние десятилетия в промыслово-океанологических исследованиях достаточно широко стали использоваться данные, получаемые при наблюдениях из обитаемых подводных аппаратов, материалы, добытые с применением подводных теле- и фотокамер. Кроме того, на протяжении последних 10-15 лет в практике рыбохозяйственных исследований в Мировом океане стали применяться данные, получаемые при выполнении различных видов съемок, осуществляемых с космических аппаратов (орбитальные станции, метеоспутники, ресурсные спутники).

Все материалы, получаемые в результате гидрологических, гидрохимических, биологических, геологических и других изысканий, должны дать промысловым океанологам точную картину, характеризующую район промысла, условия промысла, объекты промысла. Знание этой точной картины (или хотя бы отдельных ее крупных фрагментов) должно помочь в решении наиболее ответст-

венной и важной задачи промысловой океанологии - составлении промысловых прогнозов.

В зависимости от их заблаговременности промысловые прогнозы делятся на:

- краткосрочные (оперативные) прогнозы с заблаговременностью от суток до квартала;

- сезонные - на срок от месяца до года;

- долгосрочные (тактические) - с заблаговременностью от квартала до года;

- сверхдолгосрочные (стратегические) промысловые прогнозы - с заблаговременностью от одного года до нескольких лет.

Все эти прогнозы объединяет одно - они должны отвечать на четыре важнейших вопроса практики: что? где? когда? сколько? можно ловить. Кроме того, в последние годы весьма остро стоит вопрос о создании научных основ рационального рыболовства. Это позволит исключить из практики мирового рыболовства случаи бесконтрольного неограниченного изъятия тех или иных промысловых объектов.

Несмотря на сложность физико-химических, биологических и других процессов, протекающих в Мировом океане, к настоящему времени накоплены ценные научные данные, позволяющие промысловой океанологии успешно решать стоящие перед нею задачи, отвечать на запросы мирового рыболовства.

Так как основным объектом исследования промысловой океанологии является биотоп, а задачей исследования - изучение влияния абиотических и биотических факторов на воспроизводство, распределение, поведение промысловых концентраций гидробионтов и условия их добычи, основным методом промысловой океанологии следует считать системный анализ. Основное внимание системного анализа при этом концентрируется на выявлении многообразия связей и отношений, существующих как внутри объекта, так и в его взаимоотношениях с внешним окружением.

## **Глава 2. МИРОВОЙ ОКЕАН КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ**

Как уже было отмечено ранее, Мировой океан - весьма разноплановая, многогранная и в то же время комплексная система, рассказать о которой подробно в рамках небольшого учебного пособия просто невозможно. В этой главе рассмотрены вкратце лишь те характеристики среды, которые оказывают определяющее влияние на формирование биологической продукции океана.

Мировой океан, который составляет основную часть гидросферы, имеет огромные размеры. Площадь его составляет 361,88 млн. км<sup>2</sup>, т.е. 70,8% поверхности Земли, объем его вод равен 1338,5 млн. км<sup>3</sup>, средняя глубина 3711 м. Мировой океан разделяется на Тихий, Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый океаны, которые в свою очередь делятся на моря, заливы, проливы. Океаны и суша неравномерно распределены на поверхности Земли. В северном полушарии на долю океана приходится 60,7%, на материке - 39,3, в южном океан занимает 80,9%, а суша только 19,1. Неравномерное распределение суши и океана на нашей планете - важный фактор формирования как природы земного шара

в целом, так и особенностей биологической продуктивности ее систем. Современный Мировой океан в своих важнейших чертах сформировался к началу четвертичного периода, т.е. 1,5 - 2,0 млн. лет назад. В дальнейшем его геологическое развитие под влиянием тектонических процессов происходило более или менее интенсивно только в отдельных подвижных районах главным образом на периферии океанов и, возможно, в пределах срединно-океанических хребтов.

## 2.1. Рельеф дна и донные осадки (грунты) Мирового океана

### *Рельеф дна*

Морфологически общими для рельефа дна Мирового океана являются крупнейшие морфоструктуры (мегарельеф): шельф, континентальный склон, континентальное подножье, глубоководные котловины, срединно-океанические хребты. В пределах данных форм мегарельефа выделяются элементы меньшего порядка - макроформы, или формы *макрорельефа*. Они достаточно четко выражены в рельефе дна и достигают значительных размеров, например, асейсмичные поднятия ложа океана.

Следующая группа форм рельефа дна океана - формы *мезорельефа*. Они весьма разнообразны по своим морфологическим особенностям и происхождению, отличаются почти повсеместным распространением. К формам мезорельефа можно отнести банки, впадины и желоба на шельфе, каньоны, различные по генезису ступени, террасы на шельфе и континентальном склоне, глубоководные каналы на континентальном подножье, подводные горы и холмы на хребтах, океанских поднятиях и в глубоководных котловинах и др. Вслед за формами мезорельефа выделяются малые формы рельефа, или *микрорельеф* дна. Распространены они повсеместно, прослеживаются как на участках с сильно расчлененным рельефом, так и на участках малого расчленения. К ним относятся всевозможные холмы, гряды, рифели, отдельные останцы на шельфе и склоне, выходы коренных скальных пород и др.

Крупнейшие мегаформы рельефа оказывают значительное влияние на циркуляцию и распределение водных масс в океане и, таким образом, сказываются на положении фронтальных зон, зон повышенной биопродуктивности. Макро- и мезоформы рельефа дна Мирового океана влияют как на местную (региональную) циркуляцию вод, так и на особенности распределения различных объектов промысла. Всевозможные формы микрорельефа оказывают влияние на распределение донных и придонных объектов промысла и на технику и тактику лова донными орудиями промысла.

*Шельф, или материковая отмель*, представляет собой пологую подводную слаборасчлененную равнину, являющуюся продолжением поверхности материков под водами морей и океанов. Со стороны океана шельф ограничен линией, называемой бровкой. Материковая отмель занимает около 7,6% площади Мирового океана (табл. 1). Ширина ее у различных берегов, в различных структурно-тектонических регионах существенно отличается. Так, у берегов Африки, западных берегов Северной и Южной Америки шельф почти отсутствует, а у север-

ных берегов Евразийского континента имеет ширину несколько сотен километров. Средняя ширина материковой отмели составляет 74-78 км. Глубина внешнего края (бровки) шельфа находится в пределах от 20 до 550 м, а средняя ее величина - около 130 м. В пределах шельфа могут быть выделены три основные зоны: 1) прибрежная - охватывает подводный береговой склон; 2) центральная шельфовая равнина - наиболее значительная по площади на подавляющем большинстве шельфов; 3) внешняя - узкая наклонная, относительно крутая и расчлененная равнина на внешнем крае шельфа.

Таблица 1

**Площадь глубинных ступеней в Мировом океане  
(по О.К.Леонтьеву и др., 1974)**

Океан	Глубина, м						
	0-200	200-1000	1000-2000	2000-3000	3000-4000	4000-6000	Свыше 6000
Северный Ледовитый	<u>6,27</u>	<u>3,02</u>	<u>1,46</u>	<u>1,80</u>	<u>2,19</u>	<u>0,50</u>	—
	41,13	19,80	9,58	11,83	14,39	3,27	
Атлантический	<u>8,01</u>	<u>4,14</u>	<u>3,89</u>	<u>7,67</u>	<u>17,91</u>	<u>49,20</u>	<u>0,42</u>
	8,78	4,53	4,27	8,40	19,63	53,93	0,46
Индийский	<u>4,59</u>	<u>2,49</u>	<u>3,09</u>	<u>7,40</u>	<u>19,67</u>	<u>39,12</u>	<u>0,42</u>
	5,97	3,25	4,03	9,64	25,62	50,94	0,55
Тихий	<u>8,64</u>	<u>6,04</u>	<u>7,24</u>	<u>13,09</u>	<u>37,91</u>	<u>103,29</u>	<u>2,42</u>
	4,83	3,38	4,05	7,33	21,22	57,84	1,35
Мировой	<u>27,50</u>	<u>15,68</u>	<u>15,68</u>	<u>29,96</u>	<u>77,68</u>	<u>192,12</u>	<u>3,06</u>
	7,60	4,33	4,33	8,28	21,47	53,09	0,90

*Примечание.* В числителе - млн. км<sup>2</sup>, в знаменателе - %.

Необходимо отметить, что если прибрежная и внешняя зоны обязательны для всех шельфов, то центральная часть может отсутствовать. Подобное явление характерно для узких шельфов Юго-Западной Африки, тихоокеанского шельфа Южной Америки и др. Угол наклона поверхности шельфа для всего Мирового океана составляет в среднем около 7'.

*Материковый (континентальный) склон* - часть дна, круто опускающаяся от бровки шельфа к материковому подножью. Он занимает около 15,5% площади Мирового океана. Высота склона колеблется от 2 до 4 км, а его нижняя граница, устанавливаемая не всегда достаточно четко, проходит на глубинах 2000-4000 м. Ширина склона меняется в пределах от нескольких километров до нескольких десятков и даже сотен километров. Средняя величина углов наклона дна в пределах склона составляет около 3,5° хотя на отдельных участках уклон дна может достигать 20-30° и даже 40-45°.

На склоне могут встречаться структурные ступени и террасы, локальные уступы и плато. Однако важнейшим элементом расчленения континентального

склона являются подводные каньоны. Они могут пересекать склон или отдельные его части; некоторые, наиболее крупные из них, связаны с долинами на шельфе и даже с устьями рек (например, Конго). Подводные каньоны существенно различаются по своей морфологии, происхождению, гидродинамическим и динамическим процессам. Каньоны не только являются своеобразными каналами, по которым происходит вынос осадочного терригенного материала в прилегающие котловины. По каньонам происходит подъем холодных глубинных вод к поверхности океана, т.е. по ним поступают воды, богатые биогенными элементами (апвеллинг). А это способствует возникновению локальных участков повышенной биопродуктивности на шельфе.

*Континентальное подножье* окаймляет большинство континентальных склонов. Оно отсутствует или выражено очень слабо там, где благодаря особенностям тектонического развития, а возможно, и из-за крайне малой доставки осадочного материала склон непосредственно граничит с океаническим ложем или переходит в склон глубоководного желоба. В пределах материкового подножья на отдельных участках выявлено несколько крупных глубоководных каналов, которые являются характерной формой глубоководного эрозионного рельефа.

*Глубоководные котловины* занимают около 49% площади Мирового океана. Наиболее характерной чертой рельефа глубоководных котловин являются холмистые абиссальные равнины. Холмистость рельефа котловин объясняется тем, что весьма тонкий слой осадков не в состоянии замаскировать неровности более глубинного рельефа. Они проявляются в виде невысоких (десятки и первые сотни метров) пологих холмов, общее число которых весьма велико.

*Асейсмичные поднятия ложа океана* достаточно широко распространены в Мировом океане. Наиболее крупные из них разделяются глубоководными котловинами. Среди океанических поднятий выделяются: сводовые поднятия и хребты (Императорские горы, хребты Лайн, Туамоту и др.); глыбово-вулканические поднятия и хребты (хребты Китовый, Наска, плато Риу-Гранди и др.); вулканические горы. Общая площадь этих поднятий сравнительно невелика - около 9% площади Мирового океана, однако они играют важную роль в формировании океанологических особенностей тех или иных областей океана.

*Срединно-океанические хребты* занимают немногим более 17% площади Мирового океана, образуя грандиозную по протяженности (более 80000 км) общепланетарную систему. Срединно-океанические хребты представляют собой линейное поднятие дна океана, в центре которого обычно находится более высокая и расчлененная зона с характерными рифтовыми депрессиями. Так, в Атлантическом океане по центральному своду хребта проходит рифт, или долина, с крутыми склонами шириной от 3 до 50 км и глубиной 1 км и более. Сводовая часть хребта обладает очень сложной морфологией, в то время как фланги его сглажены благодаря процессам осадконакопления. Срединно-океанические хребты разделены на части многочисленными поперечными разломами, многие из которых являются трансформными. Последние зачастую пересекают дно океанов на расстоянии многих тысяч километров и проявляются в рельефе в ви-

де глубоководных желобов (желоб Романш в Атлантике) или цепей подводных гор.

Последние встречаются на всех элементах ложа океана, как и на многих формах рельефа континентальных окраин, в частности, в пределах материковых подножий. Общее число гор составляет, по различным оценкам, от 8000 до 10000. Они имеют различный генезис. Большинство из них - вулканы, однако встречаются горы вулкано-тектонического и тектонического происхождения. Общая площадь, занимаемая на дне океана вершинами подводных гор, невелика - около 1 млн. км<sup>2</sup>. Расширение исследований в открытой части Мирового океана сопровождается систематическим открытием новых подводных гор, большинство из которых располагается в пределах срединно-океанических хребтов и глыбово-вулканических поднятий.

Отдельные крупные подводные горы (Большой Матеор, Вальдивия и др.), группы гор, блоки в пределах срединно-океанических хребтов, асейсмичных поднятий ложа океана в некоторых случаях (довольно часто) создают условия для формирования своеобразных "оазисов" повышенной биопродуктивности, которые встречаются в малопродуктивных районах.

### *Донные осадки*

Донные отложения Мирового океана отличаются большим разнообразием и являются (в преобразованном, конечно, виде) своеобразной проекцией условий водной среды, располагающейся над поверхностью дна.

По происхождению донные отложения (грунты) делятся на терригенные, вулканогенные, биогенные и хемогенные. Первые преобладают на материковых шельфах в полярных и умеренных широтах, на части шельфов тропических и особенно экваториальных зон, в частности, вблизи устьев крупных рек, поставляющих большие массы обломочного материала (Амазонка, Ла-Плата, Нигер, Миссисипи, Инд, Ганг и др.). Они широко распространены во внутренних и окраинных морях, занимают значительные площади на материковых склонах и подножьях.

*Вулканогенные* отложения широко распространены в областях интенсивного современного вулканизма и в районах древних извержений вулканов. Продукты размыва надводных и подводных вулканических сооружений окаймляют многие океанические архипелаги (особенно в Тихом океане), подводные горы вулканического происхождения. В настоящее время широко известны также подводные выделения лав, гидротермальные процессы на дне океанов, в частности, в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов, в пределах островных дуг.

*Биогенные* отложения являются одними из самых распространенных в океанах и морях, встречаются они на малых и больших глубинах. Зачастую ослабление процессов накопления терригенного материала ведет к усилению процессов биогенного осадконакопления. Этим объясняется, в частности, тот факт, что во многих морях, на огромных океанических просторах в осадочном процессе преобладает накопление биогенных материалов. Так, осадки содержащие более 50%

CaCO<sub>3</sub>, имеющие биогенное происхождение, занимают 28,8% площади дна Тихого, 33,8 - Атлантического и 48% - Индийского океанов.

*Хемогенные* отложения встречаются в условиях мелководья, во многих лагунах, где они связаны с водами высокой температуры, т.е. главным образом на шельфах тропических широт. Они также распространены на больших глубинах, где отмечаются очень малые скорости седиментации, проявляются процессы глубинного химического преобразования исходного осадочного материала в окислительных условиях. Кроме того, хемогенными осадками можно считать и отложения сероводородных зон (например, в Черном море, впадине Карьяко).

Помимо перечисленных на дне Мирового океана широко распространены весьма специфические *полигенные* отложения - красные глубоководные глины. Генетически они связаны с глубоким изменением биогенных (карбонатных) осадков, золотой пыли, пирокластических частиц и частиц космического происхождения. Распространены они на больших глубинах абиссальных котловин и для промысловой океанологии в настоящее время интереса не представляют.

Гранулометрический состав донных отложений отличается широким спектром - от каменистых грунтов до илов и глинистых илов. При этом грубообломочные каменистые (преобладают обломки размером более 10 см) и галечно-гравийные осадки (от 10 см до 1 мм), как правило, занимают сравнительно небольшие площади (за исключением полярных областей). Более широко развиты, преимущественно в пределах шельфа и верхней части материковых и островных склонов, песчано-алевритовые осадки (преобладают частицы размером от 1,0 до 0,1 мм). Наиболее широким распространением отличаются илы и глинистые илы (преобладают частицы менее 0,01 мм). Они покрывают не только дно абиссальных котловин, но нередко встречаются на подводных окраинах материков.

Гранулометрический состав донных отложений зависит не только от физико-географических, климатических условий питающих провинций, где происходит мобилизация осадочного материала. Крупность, химический состав, физические свойства донных осадков зависят во многом от рельефа дна, течений, волнения, приливных явлений, приуроченности определенных организмов и биоценозов к тем или иным осадкам (грунтам). Поэтому изучение гранулометрического и химического состава донных отложений представляет значительный интерес в промыслово-океанологическом отношении. Как показали современные исследования, весьма важное значение при этом имеет содержание наиболее тонких частиц - пелитовых и глинистых (размером менее 0,01 мм). Это обусловлено тем, что из-за огромной суммарной поверхности такие частицы определяют активность взаимодействия между компонентами твердой фазы осадка, между ними и водой; физико-химические процессы накопления и преобразования прежде всего органического вещества, а также подвижных химических элементов. Повышенные, высокие и очень высокие концентрации органического вещества в донных осадках (содержащие C<sub>орг</sub> от более 1-2 до 14-15%) маркируют, как правило, положение зон высокой первичной биопродуктивности. Это характерно для западных шельфов Африки, Северной и Южной Америки (зоны апвеллинга), Фолклендско-Патагонского района Атлантики, некоторых других областей Мирового океана.



Биогенный карбонатный материал накапливается в зонах воздействия теплых вод, благоприятных для жизни массовых организмов с карбонатными скелетами. В некоторых районах карбонатные органические остатки, накапливаясь в осадках, как бы свидетельствуют о проникновении теплых течений в воды умеренных и субполярных широт (Норвежское и Баренцево моря, залив Аляска). Нередко происходит накопление обломков прикрепленных (бентосных) организмов с известковым скелетом на участках шельфа с подвижными водами, имеющими относительно низкие температуры (банка Бердвуд к востоку от Огненной Земли, Шантарский район Охотского моря и др.).

Кремнистые биогенные отложения песчано-алевритовой размерности формируются на относительно мелководных участках, где широко развиты стеклянные губки. Однако основные районы биогенного кремненакопления (глубоководные диатомовые пояса вокруг Антарктиды, в дальневосточных морях, на севере Тихого океана, в восточной экваториально-тропической области Тихого океана, зоны радиоляриевых осадков) характеризуются тонкими осадками - илами и глинистыми илами. Подобные тонкозернистые диатомовые осадки распространены на некоторых участках шельфа в пределах Бенгельского и Перуанского течений, отличающихся высокой первичной биопродуктивностью. В целом в морях и океанах существуют три главных закономерности географического распространения донных отложений: широтная, вертикальная и циркумконтинентальная. Те или иные отклонения от этих закономерностей свидетельствуют о местных, региональных изменениях процесса седиментации. Последний определяется взаимодействием целого комплекса факторов, в том числе и положением зон высокой биологической продуктивности, изучение которых является одной из важных задач промысловой океанологии.

## **2.2. Главные физические и химические характеристики вод Мирового океана**

*Температура* - это важнейшая характеристика вод Мирового океана; она оказывает большое влияние на другие свойства воды и на происходящие в океане физические, химические и биологические процессы. Температура воды влияет на скорость химических реакций: при ее повышении увеличивается способность воды растворять твердые вещества, но уменьшается количество растворенных в ней газов, в частности, кислорода. Температура оказывает огромное влияние на биологические процессы, в том числе на развитие, размещение и распределение промысловых объектов. Это влияние может быть как непосредственным, так и косвенным, обусловленным зависящими от температуры процессами.

Температура относится к числу наименее консервативных характеристик воды. Она изменяется в очень широких пределах как по горизонтали, так и по вертикали. Для изучения вариаций температуры воды во времени в любом районе Мирового океана необходимо знать закономерности притока и оттока тепла. Изменения температуры, наблюдаемые в море, можно представить как колебание около некоторого среднего положения, остающегося неизменным. Тогда во

всем Мировом океане в среднем приход тепла должен быть равен его расходу. Количество тепла, приобретаемое или теряемое какой-либо массой, определяется уравнением теплового баланса. Для океана оно имеет вид:

$$Q_{\Sigma} = (Q_{\text{сол}} - Q_{\text{эф}}) - Q_{\text{конв}} - Q_{\text{исп}} - Q_{\text{адв}} + Q_{\text{хим}} + Q_{\text{зем}} + Q_{\text{тр}} + Q_{\text{рад}}$$

где  $Q_{\text{сол}}$  - поглощенная морем прямая и рассеянная радиация;  $Q_{\text{эф}}$  - тепловая энергия эффективного излучения;  $Q_{\text{конв}}$  - расход тепла прямой (конвективной) отдачи его в атмосферу или приход его, если тепло передается из атмосферы воде;  $Q_{\text{исп}}$  - расход тепла на испарение или приход тепла, если вместо испарения происходит конденсация;  $Q_{\text{адв}}$  - расход тепла от переноса его морскими течениями в результате вертикальной конвекции и перемешивания;  $Q_{\text{хим}}$  - приход тепла в результате химико-биологических процессов;  $Q_{\text{зем}}$  - приход тепла из внутренних частей земного шара;  $Q_{\text{тр}}$  - приход тепла от трения;  $Q_{\text{рад}}$  - приход тепла от распада некоторых радиоактивных элементов.

Воды Мирового океана при их высокой теплоемкости, которая в 4 раза больше, чем у воздуха, поглощают солнечной энергии в среднем около  $90 \text{ ккал/см}^2$  в год, а суша -  $50 \text{ ккал/см}^2$  в год. Очевидно, что в Мировом океане, помимо солнечной радиации, других более или менее значительных источников тепла не имеется. Решающими факторами в уравнении теплового баланса являются первые четыре члена, причем в большей части Мирового океана среди них особенно велик радиационный баланс. Четыре последних члена уравнения теплового баланса имеют небольшое значение. Например, приток тепла из внутренних частей Земли в абиссальных котловинах Тихого и Атлантического океанов примерно одинаков и составляет  $0,09 \text{ ккал/см}$  в сутки.

В настоящее время установлены следующие важнейшие принципиальные особенности поступления солнечной радиации:

- поступающее за год количество радиации резко убывает с широтой, причем наиболее быстро в зоне между  $30^\circ$  и  $70^\circ$  широты;
- суточные суммы радиации на всех широтах изменяются с периодом, равным году;
- в летнее полугодие наибольшее количество радиации поступает в район близ тропика.

Изменения радиации в направлениях меридианов невелики, максимальные изменения имеют место в зоне между  $40^\circ$  и  $70^\circ$  широты и между экватором и параллелью  $10^\circ$ ;

- в зимнее полугодие максимальное количество радиации поступает в район экватора. Изменение радиации с широтой велико, причем количество поступающей радиации особенно быстро убывает по меридиану в зоне между  $30^\circ$  и  $60^\circ$ ;

- на всех параллелях поступление солнечной радиации изменяется в течение светлого времени суток; суточный ход ее отсутствует только в высокоширотных областях во время полярных ночей, когда радиация не поступает на верхнюю границу атмосферы.

Почти вся радиация, приходящая на поверхность Мирового океана, поглощается его верхним слоем. По данным А.А. Иванова (1980), при солнечной по-

годе в зависимости от мутности воды слой толщиной 2 м поглощает от 61 до 71% всей солнечной радиации, проникшей в океан; толщиной 5 м - от 69 до 89%; 10 м - от 73 до 98%; 20 м - от 80 до 100%.

Получаемое солнечной радиацией тепло расходуется на эффективное излучение, испарение воды и теплоотдачу в атмосферу путем конвективного теплообмена. В зоне от 30° с.ш. до 50° ю.ш., где сосредоточено основное количество вод Мирового океана, главным компонентом теплового баланса является радиационный баланс. Наибольшие потери тепла повсеместно происходят вследствие испарения воды. Количество тепла, теряемого из-за конвективного теплообмена с атмосферой, в девять раз меньше, чем из-за испарения. Вследствие значительного радиационного баланса тропические зоны получают очень большое количество тепла, причем внутригодовое изменение его поступления весьма невелико. Это тепло расходуется в основном на испарение, а также переносится течениями из тропиков в области умеренных и высоких широт.

Особенности теплового баланса определяют распределение и внутригодовое изменение температуры воды в Мировом океане. В соответствии с широтным распределением теплового баланса распределение температуры поверхности Мирового океана подчинено общей зональной закономерности.

Таблица 2

**Среднегодовая температура воды  
на поверхности различных широтных зон океана**

Широта, в град.	Средняя температура, °С
Северная	
80-70	-0,6
70-60	2,9
60-50	6,1
50-40	11,2
40-30	19,1
30-20	23,6
20-10	26,4
10-0	27,3
Южная	
0-10	26,7
10-20	25,2
20-30	22,1
30-40	17,1
40-50	9,8
50-60	3,1
60-70	-0,5

На картах изотерм поверхности Мирового океана обращают на себя внимание следующие три фактора, определяющие особенности термического состояния океана: 1) различие в температуре между западной и восточной частями океанов в низких и средних широтах; 2) различие между атлантическо-

индийской и тихоокеанской частями антарктического водного кольца; 3) необычайно высокие поверхностные температуры в северной части Атлантического океана. Каждое из этих явлений объясняется переносом тепла морскими течениями при одновременном нарушении чисто зональной циркуляции вод континентами. Первый факт объясняется развитием в океанах субтропического антициклонального движения вод, которое в восточных частях переносит прохладную воду средних широт к экватору, а в западных частях - теплую воду низких широт к полюсу. Эти контрасты между восточными и западными сторонами океанов усиливаются холодной водой, поднимающейся с глубин на восточных сторонах океанов (апвеллинг). Второе явление объясняется эксцентрическим положением антарктического континента по отношению к южному полюсу. Центр тяжести континентальных масс находится в Восточной Антарктиде, берега которой проходят примерно на  $66^\circ$  ю.ш., в то время как граница Западной Антарктики в Тихом океане, кроме Земли Грейама, располагается приблизительно на  $73^\circ$  ю.ш. Так как в Антарктическом циркумконтинентальном течении (АЦТ) изотермы располагаются главным образом параллельно границам Антарктиды, тихоокеанские широты неизменно должны оказаться более теплыми по сравнению с атлантико-индийскими. Третье явление объясняется переносом тепла ответвлением Гольфстрима - Северо-Атлантическим течением. Сам Гольфстрим переносит на север не только теплую тропико-субтропическую воду северной части Атлантического океана, но также одновременно и тропическую воду его южной части. Это объясняется тем, что Южное пассатное течение к северу от мыса Кабу-Бранку, отклоняемое положением берегов Южной Америки, переходит отчасти в Северное полушарие. Вследствие такой отдачи тепла в северную часть Атлантического океана южная часть Атлантики является вообще аномально холодной.

Наибольшая температура ( $28-30^\circ$  С и более) отмечается в приэкваториальных широтах. При этом термический экватор - линия максимальной температуры - в западных частях океанов проходит южнее экватора, а в восточных переходит в северные приэкваториальные широты примерно до  $3-6^\circ$  с.ш. Наименьшая температура отмечается в высоких приполярных широтах, где она постоянно имеет отрицательное значение.

Для высоких северных широт Тихого и Атлантического океанов весьма характерны достаточно резкие температурные различия, обусловленные проникновением далеко на север теплых вод, поставляемых Гольфстримом и Куроисио. Здесь непосредственно граничат два вида вод различного происхождения: теплое течение Ирмингера и холодное Восточно-Гренландское в Атлантике, теплое Куроисио и холодное Ойясио в Тихом океане. Аналогичные температурные различия наблюдаются также в южных областях Тихого, Атлантического и Индийского океанов, где в зоне антарктической конвергенции контактируют холодные субполярные воды, с одной стороны, и теплая субтропическая вода - с другой.

Важными особенностями температуры поверхности океана являются суточные и годовые колебания температуры. Они определяются соответствующим радиационным балансом, существенно зависят от погодных условий, интенсив-

ности перемешивания верхнего слоя воды, приливных явлений и др. Радиационные суточные колебания температуры отмечаются в слое до 20-25 м глубиной. В тропических, субтропических и субполярных широтах суточные колебания меньше, чем в умеренных широтах. В субполярных широтах средняя суточная амплитуда на поверхности составляет  $0,22-0,70^{\circ}\text{C}$ . В умеренных широтах на поверхности океана суточная амплитуда температуры составляет  $0,29-1,65^{\circ}\text{C}$ ; в тропических и субтропических широтах суточные колебания на поверхности -  $0,19-0,73^{\circ}\text{C}$ . Толщина слоя суточных колебаний температуры может меняться в широких пределах, но редко превышает 50-75 м, ограничиваясь снизу слоем скачка температуры.

Амплитуды внутригодовых изменений температуры воды в зоне умеренных широт, как и изменения солнечной радиации, велики. Они составляют  $5-10^{\circ}\text{C}$  в открытых частях океанов, а у восточных берегов Северной Америки и Азии достигают даже  $15^{\circ}\text{C}$ . Последнее объясняется большими потерями тепла в зимнее время года, вызванными поступлением сухого холодного воздуха с континентов.

Помимо суточных и внутригодовых колебаний температуры поверхности океана отмечаются межгодовые колебания температуры. Они представляют собой сложный процесс, зависящий в данном месте океана не только от изменения местных факторов, определяющих температуру, но и от их изменений в других районах, из которых поступают воды в данный район. Так, изменение от года к году температуры в потоке Гольфстрима может определяться колебаниями интенсивности выхода холодных подповерхностных вод в прибрежной зоне северо-западной Африки. Отсюда они сгоняются пассатными ветрами и входят в поток Северного Пассатного течения, которым и доставляются к истокам Гольфстрима. Изменение теплового баланса на восточной периферии антициклонической циркуляции в юго-восточной части Тихого океана и формирование здесь аномальных температурных условий сказывается на изменениях температуры от года к году в потоке Перуанского течения (явление Эль-Ниньо, или Южное колебание).

Межгодовые колебания температуры в открытых водах поверхности океана невелики и составляют от нескольких десятых градуса до  $3,0-3,5^{\circ}\text{C}$ . Заметные межгодовые колебания температуры отмечаются на всех глубинах, в поверхностных слоях, однако глубже 1000 м эти колебания составляют сотые доли градуса, что свидетельствует о большой устойчивости температурных условий в глубинных слоях океана.

Важнейшей особенностью распределения температуры воды в Мировом океане является быстрое ее убывание с глубиной. Повсеместно толщина верхнего слоя, температура в котором в тропических и умеренных широтах превышает  $10^{\circ}\text{C}$ , очень мала по сравнению с глубиной океана. При этом во всех климатических областях океанов уменьшение температуры с глубиной происходит неравномерно. Наиболее значительны изменения температуры по вертикали в экваториальной зоне; здесь они составляют в среднем  $20-22^{\circ}\text{C}$  в верхнем 1000-метровом слое. Вертикальные градиенты температуры воды в тропических зонах также весьма велики, хотя и несколько меньше, чем в экваториальной зоне. В

умеренной зоне в соответствии с широтным уменьшением температуры воды на поверхности отмечается более плавное ее понижение в верхних слоях. Слой воды, в котором вертикальные градиенты температуры максимальны, называется главным, или постоянным, термоклин. В большинстве районов тропической зоны он находится между горизонтами 100 и 500 м, а нижняя его граница нередко совпадает с изотермой  $10^{\circ}\text{C}$ . С широтой вертикальные градиенты в главном термоклине убывают. Постоянный термоклин представляет собой слой, отделяющий теплые поверхностные воды тропических и умеренных широт от холодных, образовавшихся в высокоширотных зонах.

Кроме постоянного (главного) термоклина в океане существует также сезонный термоклин, находящийся гораздо выше главного. Как правило, здесь наблюдаются градиенты температуры более  $0,01^{\circ}\text{C}$  на 1 м глубины. Сезонный термоклин наблюдается в зоне умеренных широт, где четко выделяются четыре океанографических сезона: весна, лето, осень и зима. Его верхняя граница располагается в различные сезоны от нескольких метров от поверхности до 25-100 м. Нижняя граница этого слоя проходит на глубинах 100-200 м, в отдельных местах она заглубляется до 400-600 м.

Толщина слоя максимальных градиентов и глубина их залегания имеют важное значение в вертикальном распределении биологической продуктивности и в вертикальной миграции отдельных видов гидробионтов. Сезонный термоклин, существующий в зоне умеренных широт с начала океанографической весны до конца океанографической осени (т.е. с апреля по ноябрь - в северном полушарии), является важным фактором, влияющим на распределение планктона и промысловых рыб.

*Плотность* океанской воды не является фактором, оказывающим непосредственное влияние на биологические процессы. Однако от распределения плотности зависят горизонтальные и вертикальные движения воды.

Поле плотности вод Мирового океана в основном подобно полю температуры, хотя на распределение плотности влияет также соленость и давление. Так как температура воды в тропических и умеренных широтах уменьшается от поверхности ко дну, плотность вод повсеместно растет с увеличением глубины. Средняя плотность воды на поверхности Мирового океана составляет  $1,02474\text{ г/см}^3$ . При этом самыми легкими являются воды Тихого океана - средняя плотность на его поверхности составляет  $1,02427\text{ г/см}^3$ . Это обусловлено тем, что Тихий океан имеет наиболее теплые и опресненные воды. Самой высокой плотностью воды на поверхности обладает Атлантический океан -  $1,03543\text{ г/см}^3$ . Воды на поверхности Индийского океана имеют несколько меньшую плотность -  $1,02488\text{ г/см}^3$ . Средняя плотность воды на поверхности Северного Ледовитого океана составляет  $1,02525\text{ г/см}^3$ , т.е. он по общей средней плотности воды на поверхности находится на втором месте (после Тихого океана), что объясняется пониженной соленостью вод Арктического бассейна.

В соответствии с распределением температуры и солености и их изменчивостью во времени в различных районах Мирового океана формируются воды различной плотности: в низких широтах - менее плотные, в высоких - более плотные. Такое общее распределение плотности ведет к постоянному перемещению

более плотных вод в низкие широты и менее плотных - в порядке компенсации - в высокие. Одновременно происходит погружение плотных вод на различные глубины и поднятие вод с глубин к поверхности под влиянием различных причин. Таким образом в океане происходит перераспределение плотности в горизонтальном и вертикальном направлениях, регулируется размещение в водной толще органических и неорганических взвесей и живых организмов.

Плотность океанических вод повсеместно увеличивается от поверхности ко дну. При этом вначале, примерно до глубины 1000-1500 м, плотность повышается быстро, а затем медленно, едва заметно. При этом в океане развивается имеющий большое значение для живых организмов слой максимальных градиентов плотности - слой скачка плотности в поверхностном слое воды. В слое скачка плотности (глубина его залегания колеблется от 25 до 100-120 м) вертикальные градиенты могут достигать весьма больших значений, и в этих случаях он играет роль "жидкого грунта", на котором могут сосредоточиваться не только планктонные организмы, но и более развитые виды.

В связи с тем, что плотность океанских вод обусловлена главным образом температурой, она имеет суточные, годовые и межгодовые колебания. Глубина проникновения этих колебаний не превышает 100-150, изредка 200 м. Суточные колебания плотности на поверхности океана могут достигать 0,05-0,16 единицы условной плотности, годовые и межгодовые составляют, как правило, 2-5 единиц условной плотности.

*Общая циркуляция вод.* Течения представляют собой главный вид движения вод в Мировом океане. Исходной причиной общеокеанической циркуляции является поле атмосферного давления и определяемая им система ветров. Обусловленный влиянием атмосферной циркуляции перенос вод поверхностными горизонтальными течениями воздействует на вертикальную циркуляцию и приводит к формированию восходящих и нисходящих потоков вод соответственно их плотности.

Любое перемещение вод из одного района в другой возбуждает целую систему взаимосвязанных движений, обусловленных убылью масс в одном месте и необходимостью их восполнения со стороны. При этом создается круговое обращение вод различных масштабов.

Наиболее характерной особенностью циркуляции вод являются главные циклонические и антициклонические круговороты, ярче всего выраженные в Атлантическом и Тихом океанах и на юге Индийского. Циклонические круговороты формируются в субполярных и умеренных широтах северного полушария; в южном они прослеживаются менее четко. В субтропических широтах находятся антициклонические круговороты, занимающие особенно большие площади в океане. Для них характерны повсеместно высокие значения температуры и солености, малая их изменчивость по сезонам. На восточной периферии этих круговоротов происходит проникновение более холодных и несколько опресненных вод на юг, на западной - теплых вод с повышенной соленостью на север. Между самыми крупными антициклоническими круговоротами северного и южного полушарий располагается система течений, важным элементом которой являются противотечения, направленные на восток.

Циркуляция поверхностных вод Мирового океана обусловлена преимущественно характером зональных ветров, дующих над океаном, а меридиональные течения выступают как замыкающие звенья в условиях расчленения Мирового океана материками.

Северный циклонический круговорот в Атлантическом океане образован течениями: Лабрадорским, Северо-Атлантическим, Норвежским, Нордкапским, Шпицбергенским, Восточно- и Западно-Гренландским. В образовании антициклонического круговорота участвуют: Гольфстрим, южные ветви Северо-Атлантического течения, Португальское, Канарское, Северо-Пассатное, Гвианское, Антильское. В Южной Атлантике антициклонический круговорот включает Южное Пассатное, Бразильское, северные ветви Антарктического циркумполярного и Бенгельское течения.

Северотихоокеанский циклонический круговорот включает северные ветви Северо-Тихоокеанского течения, Аляскинское, Алеутское и Курильское течения; антициклонический - Куроисио, южные ветви Северо-Тихоокеанского течения, Калифорнийское и Северное Пассатное. В южном полушарии располагается самый обширный по площади (в Мировом океане) Южно-Тихоокеанский антициклонический круговорот. Он включает Южное Пассатное, Восточно-Австралийское течения, северные ветви Антарктического циркумполярного (АЦТ) и Перуано-Чилийское течение.

В Индийском океане, расположенном практически полностью в южном полушарии, антициклональный круговорот включает Южное Пассатное, Мадагаскарское течения, северные ветви АЦТ и Западно-Австралийское течение.

Помимо системы поверхностных течений в Мировом океане необходимо отметить ряд крупных подповерхностных течений, которые наиболее хорошо выражены в экваториальной зоне и по периферии океанов. Они оказывают влияние на перенос вод (соответственно - энергии и веществ) и вместе с поверхностными течениями создают многообразную картину крупномасштабной циркуляции вод океанов. Особое место в этой циркуляции занимают так называемые пограничные течения, идущие на западе океанов от низких широт к высоким, а на востоке океанов имеющие противоположную направленность движения вод - от высоких широт к низким. Именно восточные пограничные субмеридиональные течения создают условия, которые благоприятствуют формированию протяженных зон апвеллинга в восточных частях Атлантического и Тихого океанов.

В местах взаимодействия вод с различным физико-химическими параметрами формируются фронтальные зоны. На долю таких зон приходится от 3 до 6% площади океана. Они отличаются наличием резких градиентов температуры, солености, плотности, скорости и других физико-химических характеристик аббиотических условий среды. Контрастность условий на фронтальном разделе может быть исключительно большой и прослеживаться иногда на значительном расстоянии. В пределах фронтальной зоны нередко можно наблюдать несколько фронтальных разделов. По ширине фронтальные зоны могут достигать 100 км и более, при этом средние горизонтальные градиенты температуры на этом расстоянии составляют 3-8° С.



Кроме разномасштабных систем поверхностных и подповерхностных течений, в том числе и системы пограничных течений, где осуществляется горизонтальный перенос вод, в Мировом океане существуют отдельные (локальные) районы и целые области, для которых характерно вертикальное движение водных масс. Подъем вод (апвеллинг), происходящий в океане из подповерхностных и более значительных глубин, нередко положительно сказывается на продуктивности верхнего (фотического) слоя. Наиболее обширными областями, где наблюдается подъем глубинных вод, являются прибрежные районы западного побережья Северной и Южной Америк (Тихий океан); Северо-Западной и Юго-Западной Африки (Атлантический океан). При этом зоны прибрежного апвеллинга, занимающие 0,1% площади Мирового океана, являются наиболее продуктивными - здесь добывают до 30% мирового улова рыбы.

Горизонтальные и вертикальные движения вод Мирового океана создают не только зоны повышенной и высокой продуктивности (фронтальные зоны, апвеллинг), но и являются своеобразными “артериями”, которые способствуют функционированию всей системы жизни в океане. Если поверхностные течения, являясь своеобразными “реками” в Мировом океане, обеспечивают связь, взаимовлияние между представителями различных сопредельных ареалов, то фронтальные разделы, фронтальные зоны выступают нередко в роли “границ” между ареалами различных гидробионтов.

Как известно, под действием гравитационных сил Луны и Солнца в Мировом океане возникают волновые движения - приливы и отливы. Приливообразующая сила, действующая на каждую частицу воды, представляет сумму приливообразующих сил Луны и Солнца, причем среднее значение силы Солнца в 2,18 раза меньше, чем среднее значение силы Луны. Не вдаваясь в подробности хорошо разработанной, но достаточно сложной теории гармонических колебаний уровня Мирового океана, необходимо заметить, что скорости течений, вызываемых приливами, в подавляющем большинстве удаленных от берегов районов, очень малы и колеблются в пределах от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров в секунду. Однако во многих мелководных прибрежных районах они, как и амплитуды приливных колебаний уровня, достигают гораздо больших величин. Например, приливные течения особенно сильны в проливах, соединяющих бассейны с большими амплитудами колебаний уровня. Так, в горле Белого моря, в проливах между Курильскими островами скорости приливных течений нередко превышают 1 м/с.

Приливные течения в шельфовой зоне Мирового океана вызывают активное перемешивание вод, которое оказывает большое влияние на вертикальное и горизонтальное распределение температуры, солености и других характеристик. В частности, они способствуют хорошей аэрации вод, поступлению биогенных элементов из придонного слоя в расположенные над ним слои. Приливные течения постоянно переносят планктонные организмы и тем самым оказывают влияние на их распределение; они также оказывают влияние на короткопериодные миграции некоторых промысловых рыб, в частности, даже таких глубоководных, как тупорылый макрурус хребта Рейкьянес.

Ветровое волнение, как известно, является одним из важнейших параметров, характеризующих гидродинамические условия того или иного района Мирового океана. Волнение способствует повышению концентраций растворенного кислорода в поверхностном слое океана вследствие поступления его из атмосферы, что благотворно сказывается на жизнедеятельности гидробионтов, населяющих данный слой. В то же время известно, что волнение может оказывать весьма неблагоприятное влияние на многие морские организмы. Так, сильное волнение (5 баллов и более) вызывают гибель значительной части икры рыб, находящейся в верхнем слое пелагиали. Поэтому при оценке условий воспроизводства тех или иных промысловых объектов необходимо учитывать повторяемость волнений большой силы, особенно в районах, подобных приантарктическим водам к югу от 40° ю.ш. Кроме того, необходимо учитывать, что во время шторма скопления часто распадаются на отдельные стаи.

Известно, что важным фактором, характеризующим многие стороны физико-химических процессов, протекающих в океане, являются оптические свойства морской воды. Они влияют не только на интенсивность и спектральный состав света, проникающего в водную толщу, но и на процессы фотосинтеза, которые лежат в основе всей жизни в океане. Они определяют также условия видимости и цвет воды морей и океанов. Вместе же с излучением, испарением, перемешиванием и морскими течениями оптические свойства во многом определяют температуру воды, ее суточные и сезонные колебания.

Из общего количества прямой и рассеянной солнечной радиации, достигающей моря, часть ее отражается от морской поверхности, другая часть, преломляясь, проникает в воду и в последующем подвергается ослаблению. Отражение радиации зависит от угла падения и отражения. Как показали непосредственные измерения, при высоте Солнца более 40° море почти полностью поглощает падающий на него свет, а отражает менее 5%. Однако при появлении больших пятен пены во время волнения увеличивается и отражательная способность морской поверхности: она может превысить 40% падающего излучения. С убыванием высоты Солнца отражение сильно возрастает. Наблюдения прозрачности с помощью диска Секки показали, что глубина, на которой он пропадает, зависит кроме высоты Солнца над горизонтом еще и от мутности воды. Последняя в свою очередь зависит в основном от количества находящихся в воде взвешенных частиц неорганического происхождения (взвеси) и организмов фито- и зоопланктона.

В целом относительная прозрачность воды подчиняется циркумконтинентальной и широтной зональности. В прибрежных водах, замутненных главным образом материковым стоком, относительная прозрачность - около 10 м. Такие воды занимают примерно 2,2% площади Мирового океана. В открытом океане прозрачность определяется содержанием планктона и подчиняется широтной зональности. В полярных и умеренных широтах прозрачность составляет примерно 10-20 м; воды с такой прозрачностью занимают около 32% океанской акватории. В тропических широтах содержание планктона минимально, поэтому прозрачность здесь 30-40 м и более (Саргассово море - 62 м; Тихий и Индийский

океаны в зоне Южной тропической конвергенции - 67 и 50 м соответственно). Ареал подобных вод занимает 29,8% площади Мирового океана. Наиболее широко распространены воды с прозрачностью 20-30 м; они обычны для субтропиков, экваториальных и частично умеренных широт (36,3% площади океанской акватории). При этом обращает на себя внимание тот факт, что распределение прозрачности в открытом океане тесно связано с циркуляцией вод: в циклонических круговоротах наблюдается понижение прозрачности, а в антициклонических - повышение. Как представляется, это связано в первую очередь с распределением концентраций фитопланктона, которые зависят от поступления в фотический слой биогенных элементов (как известно, в циклонических круговоротах наблюдается подъем глубинных вод).

*Химия океанских вод* (основные данные). Морская вода представляет собой слабый раствор элементов практически всей периодической таблицы Менделеева. Вещества и элементы, присутствующие в водах Мирового океана, содержатся в различных концентрациях и подразделяются на пять основных групп: 1) главные ионы основного состава; 2) растворенные газы; 3) биогенные элементы; 4) микроэлементы; 5) органические вещества.

Деление на группы условно, так как некоторые главные ионы (например, кальций и калий) и микроэлементы также активно усваиваются морскими организмами. При этом нередко концентрации биогенных элементов бывают меньше содержания микроэлементов в тканях живых организмов. Кроме того, в последние десятилетия в связи с антропогенным воздействием в состав океанских вод стали поступать многие вещества и элементы, загрязняющие морскую среду (нефть и нефтепродукты, ртуть, свинец, кадмий, медь, цинк и др.).

Главные ионы представлены 11-ю важнейшими химическими элементами и соединениями, соотношение между которыми в водах океана постоянно (см. табл. 3).

Таблица 3

**Концентрация компонентов ионного состава  
морской воды при средней солености 35‰**

Катионы			Анионы		
Ион	г/кг	%	Ион	г/кг	%
Na <sup>+</sup>	10,7596	38,64	Cl <sup>-</sup>	19,3529	45,06
Mg <sup>2+</sup>	1,2965	8,81	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,7124	4,66
Ca <sup>2+</sup>	0,4119	1,69	F <sup>-</sup>	0,0013	-
K <sup>+</sup>	0,3991	0,84	Br <sup>-</sup>	0,0674	0,07
Sr <sup>2+</sup>	0,078	0,01	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,0255	0,20
Сумма	12,8749	49,99	Сумма	22,3007	49,99

Морская вода содержит эти элементы в форме растворенных элементарных ионов, комплексов ионов и молекул кислородсодержащих кислот. В сумме главные ионы и их соединения составляют 99,99% массы всех растворенных в оке-

анской воде минеральных веществ. Они-то и определяют соленость вод Мирового океана.

*Соленость*, как и температура, влияет на все свойства воды и на протекающие в Мировом океане процессы. Она влияет на распределение плотности, от которой зависят плотностные течения и вертикальное перемешивание вод океанов.

Средняя соленость Мирового океана равна 34,73‰: при этом в большинстве районов открытого океана соленость меняется от 32,0 - 33,0 до 37,0 - 37,5‰.

Наибольшая соленость в поверхностном слое океанов наблюдается в тропиках, где испарение резко превосходит осадки. Здесь в Атлантическом океане и в Аравийском море соленость превышает 37,0‰. В экваториальной зоне, в результате выпадения большого количества осадков, соленость поверхностного слоя заметно ниже: в Атлантике она составляет 35,0‰, в Индийском и Тихом океанах - от 34 до 35‰. В зонах умеренных широт всех океанов соленость уменьшается с широтой. По подсчетам В.Н. Степанова (1974), средняя соленость поверхностных вод Атлантического океана равна 35,30‰, Тихого - 34,85‰, Индийского - 34,87‰ и Северного Ледовитого - 34,10‰. При этом можно говорить о широтной зональности в распределении солености на поверхности океанов. Зональное распределение солености нарушается действием течений. Так, ветви теплого Северо-Атлантического течения, проникая далеко в Арктический бассейн, несут воды с соленостью до 35‰, а холодное Лабрадорское течение доставляет распресненные воды (до 32‰) к берегам Северной Америки. Понижение солености поверхностного слоя наблюдается также в местах подъема глубинных холодных вод с меньшей соленостью.

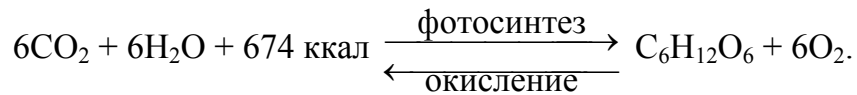
Изменение солености по глубинам имеет сложный характер, что связано с плотностной стратификацией вод, а плотность воды, как известно, зависит не только от солености, но и от температуры. Согласно типизации В.Н. Степанова (1974), в Мировом океане можно выделить пять широтно-климатических типов распределения солености по вертикали (полярный, субполярный, умереннотропический, тропический и экваториальный) и три региональных типа (индомалайский, присредиземноморский и североатлантический). Они отличаются между собой главным образом степенью распреснения или осолонения поверхностного и подповерхностного слоев. С глубин 1500-2000 м и ниже соленость вод практически не изменяется и составляет в среднем 34,60 - 34,70‰.

Экологическая роль солености исключительно велика. Она проявляется через процессы осморегуляции морских организмов в ходе обмена продуктами жизнедеятельности с внешней средой. Соленость, кроме того, влияет на растворимость газов, вязкость воды и другие ее физические свойства.

Тесный контакт с атмосферой обуславливает постоянное присутствие в океанской воде всех газов из состава атмосферы, в первую очередь азота, кислорода, двуокси углерода, инертных газов. Биохимические процессы и процессы дегазации мантии Земли поставляют в воды Мирового океана аммиак, сероводо-

род и другие соединения и газы. Однако из всех растворенных в воде газов самыми необходимыми для организмов, обитающих в океанах и морях, являются кислород и углекислый газ (двуокись углерода). Первый из них необходим для дыхания организмов, а второй - для питания фитопланктона.

Кислород поступает в океан из атмосферы и выделяется в воде в процессе фотосинтеза органического вещества фитопланктоном:



Кислород расходуется при дыхании организмов и при окислительных процессах. Кроме того, при пересыщении воды кислородом, которое бывает вследствие интенсивного фотосинтеза, этот газ поступает из океана в атмосферу. Фотосинтез происходит только в тех слоях, в которые поступает солнечный свет, а процессы дыхания организмов и окисления идут на всех глубинах. Слой фотосинтеза (фотический слой) в зависимости от прозрачности воды, количества фитопланктона и других факторов (например, сезона года) имеет мощность от 1 до 100 метров, а иногда и больше (рис. 1).

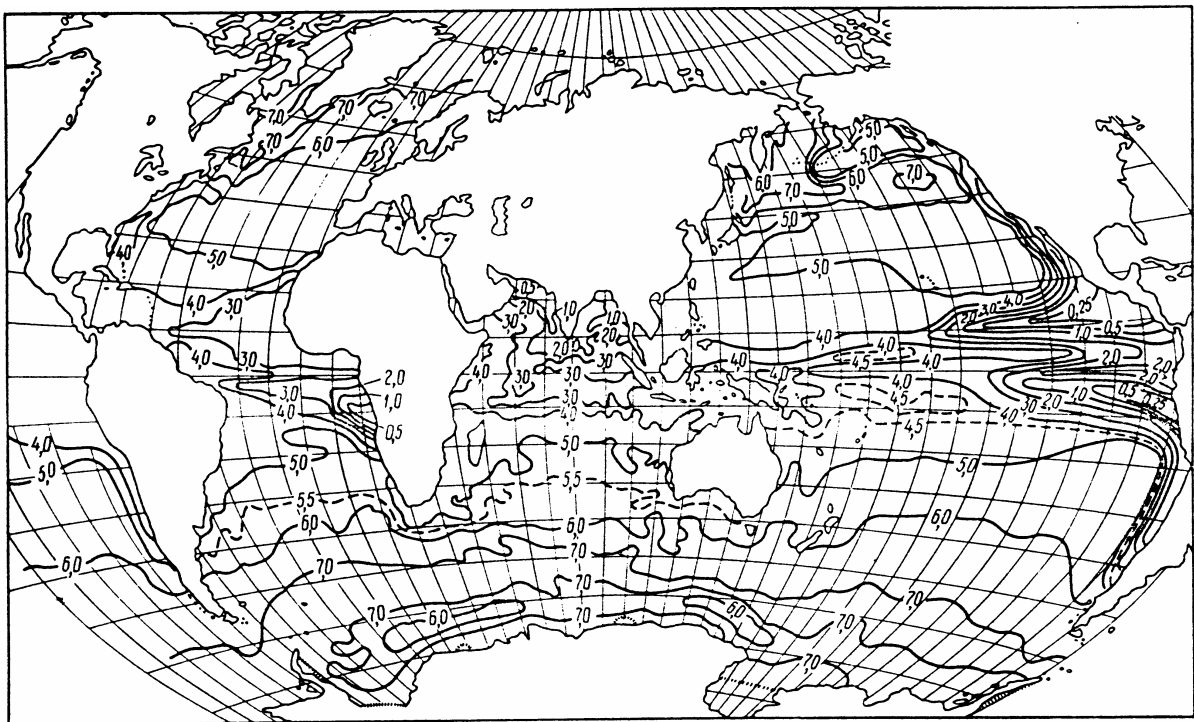


Рис. 1. Распределение растворенного кислорода на горизонте 100 м, мл/л [4]

Вследствие процессов фотосинтеза и поступления кислорода из атмосферы концентрация его наиболее высока в поверхностном слое. Здесь содержание кислорода колеблется от 4-5 мл/л в тропической зоне до 7-8 мл/л в областях, расположенных в высоких широтах. Это объясняется тем, что с понижением температуры растворимость газов увеличивается.

С глубиной содержание кислорода уменьшается: глубже фотического слоя располагается слой кислородного минимума, мощность которого колеблется от нескольких сот до 1000-2000 м. Концентрации кислорода здесь могут достигать 1,1-0,1 мл/л. Глубже слоя минимума концентрации кислорода медленно возрастают до 3,1-3,6 мл/л в большинстве глубоководных областей Мирового океана. Это происходит благодаря тому, что в областях высоких широт осуществляется непрерывное погружение холодных, богатых кислородом вод на большие глубины. Затем эти воды поступают в глубинные части умеренной и тропической зон океанов. Интенсивное движение богатых кислородом глубинных вод в направлении экватора в южном полушарии происходит во всех океанах, а в северном полушарии - только в Атлантическом.

Почти повсеместно в Мировом океане в верхнем 500-1000-метровом слое концентрации кислорода достаточны для жизнедеятельности морских организмов. Исключением являются: толщи вод Черного моря от глубин 150-200 м до дна; глубинные слои некоторых районов Аравийского моря; некоторые глубоководные океанические впадины; глубокие впадины норвежских фиордов и Балтийского моря в отдельные сезоны, когда кислород замещен сероводородом. Однако в некоторых районах Мирового океана может происходить подъем очень бедных кислородом вод в верхний слой, что вызывает замор, т.е. массовую гибель организмов. Чаще всего заморы наблюдаются в тропической зоне, где происходит подъем вод (апвеллинг). Иногда заморы могут наблюдаться и в отдельных мелководных районах других климатических зон Мирового океана, например, в летнее время года в Азовском море, Куршском и Вислинском заливах Балтики.

Углекислый газ (двуокись углерода) поступает в воду при дыхании организмов, при извержении подводных вулканов, при растворении известковых пород берегов и дна, выносится с материковым стоком. Однако главным образом углекислый газ попадает в океан из атмосферы в высокоширотных областях Мирового океана. Здесь же во всех слоях наблюдаются и максимальные концентрации двуокиси углерода. Наиболее низки его концентрации в верхнем слое тропической зоны, что объясняется не только высокой температурой воды, но и интенсивным потреблением его в процессе фотосинтеза. Однако повсеместно в Мировом океане во все времена года концентрации углекислого газа не выступают лимитирующим фактором для биологических процессов.

*Биогенные вещества* - к ним относятся соединения фосфора, азота и кремния, необходимые для деятельности фитопланктона. Соединения фосфора и азота входят в состав живых клеток, а соединения кремния используются для построения скелетов и панцирей диатомовых водорослей, некоторых радиолярий и других мелких организмов. Количество их в слое фотосинтеза, где они потребляются фитопланктоном, является одним из основных факторов, определяющим (а в случае с соединениями фосфора и азота - нередко и лимитирующим) биологическую продуктивность отдельных районов Мирового океана.

Основной источник биогенных соединений в водах океана - материковый сток. Кроме того, значительное количество связанного азота поступает с атмосферными осадками. Однако главные потребности живых организмов обеспечиваются внутренним круговоротом азота, фосфора и кремния в океане (процессы ассимиляции, прямой и непрямой регенерации).

Таблица 4

**Годовой баланс растворенных кремния, фосфора и связанного азота в океане (по В.И.Иваненкову, 1979), в тоннах**

Поступление элементов	Si, 10 <sup>9</sup>		P, 10 <sup>6</sup>		N, 10 <sup>9</sup>	
	1	2	1	2	1	2
Растворенных, с речным стоком	0,2	-	2,0	-	0,061	-
Растворенных, с подземным стоком	0,1	-	0,2	-	0,007	-
При растворении взвесей терригенного и вулканического происхождения	0,1	-	0,5	-	-	-
При растворении взвесей биогенного происхождения и метаболитов морских организмов	30,6	-	1067,3	-	7,615	-
С атмосферными осадками		-		-	0,046	-
Извлечение фитопланктоном из воды при фотосинтезе	-	31,0	-	1070	-	7,729
<i>Итого</i>	31,0	31,0	1070	1070	7,729	7,729

Примечание: 1 - поступление; 2 - расходование.

Неорганические соединения азота, а именно они потребляются организмами фитопланктона, представлены аммонием NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, нитритными NO<sub>2</sub><sup>-</sup> и нитратными NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ионами, которые имеют единый генетический источник. При интенсивном фотосинтезе неорганический азот может быть полностью ассимилирован, в связи с чем фотосинтез приостанавливается.

Концентрации соединений азота в водах Мирового океана колеблются в очень широких пределах. Весной развитие фитопланктона уменьшает содержание соединений азота до очень низкого уровня; осенью их концентрации возрастают за счет минерализации органического вещества и процессов вертикальной конвекции.

Содержание нитратов (наиболее устойчивой формы соединений азота) изменяется от аналитического нуля на поверхности в весенне-летний период до 400-500 мкг N/л в глубинных слоях (рис. 2).

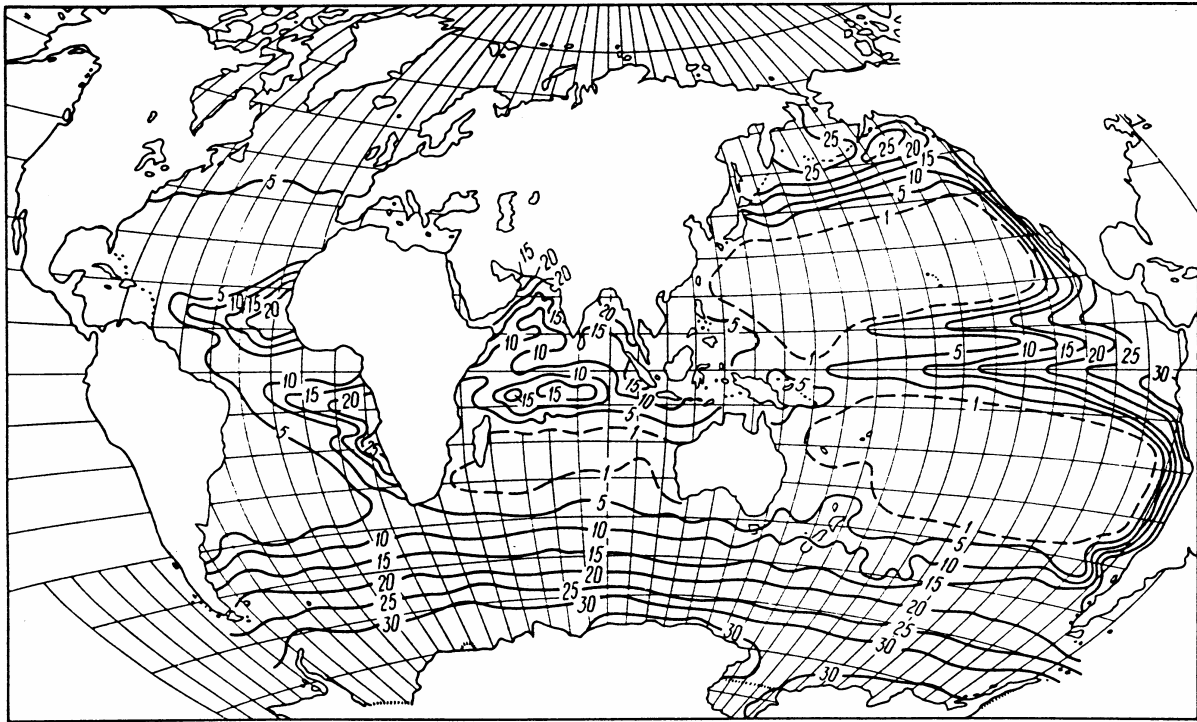


Рис. 2. Распределение нитратов на горизонте 100 м, мкг-ат/л [4]

Режим нитритов определяется продуктивностью района, интенсивностью процесса нитрификации, и содержание их редко превышает 20-30 мкг N/л. Максимальные концентрации нитритов на поверхности отмечаются осенью, зимой они практически отсутствуют. С глубиной количество нитритов возрастает: отмечается подповерхностный максимум в слое скачка плотности на глубинах 50-150 м и глубинный максимум в слое кислородного минимума на горизонтах 300-800 м в высокопродуктивных районах (зоны апвеллинга), где концентрация нитритов достигает 40-135 мкг N/л.

Ионы аммония встречаются главным образом в верхней продуктивной зоне; здесь их концентрации не превышают 20-25 мкг N/л. Годовой ход содержания  $\text{NH}_4^+$  в фотической зоне и распределение его по вертикали аналогично изменчивости нитритов.

Несмотря на то, что абсолютное содержание аммонийного азота очень невелико и не превышает 2% суммы связанного азота, его роль в продукционно-деструкционных процессах очень велика. Быстрая оборачиваемость азота на уровне аммония позволяет ему обеспечить процессы фотосинтеза на большей части тропической зоны океанов.

Соединения фосфора в водах Мирового океана представлены взвешенными и растворенными органическими и неорганическими формами. Самой распространенной и наиболее изученной формой является растворенный неорганический фосфор ионов ортофосфорной кислоты  $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  и  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Неорганический фосфор усваивается растениями (фитопланктоном в первую



очередь), переводится в фосфорорганические соединения и становится важным компонентом питания зоопланктона и других морских животных.

Концентрация соединений фосфора может изменяться в поверхностном слое от нуля до 100-115 мкг Р/л (рис. 3). Содержание соединений фосфора в слое фотосинтеза максимально зимой, т.е. во время наименьшего развития фитопланктона, и минимально в летнее время года, когда он развивается наиболее интенсивно. В отдельные моменты летнего сезона фосфаты в слое фотосинтеза могут быть полностью потреблены фитопланктоном. В таких случаях соединения фосфора, как и соединения азота, в фотическом слое являются важнейшими факторами, определяющими биомассу и численность фитопланктона, а следовательно, зоопланктона и многих других организмов.

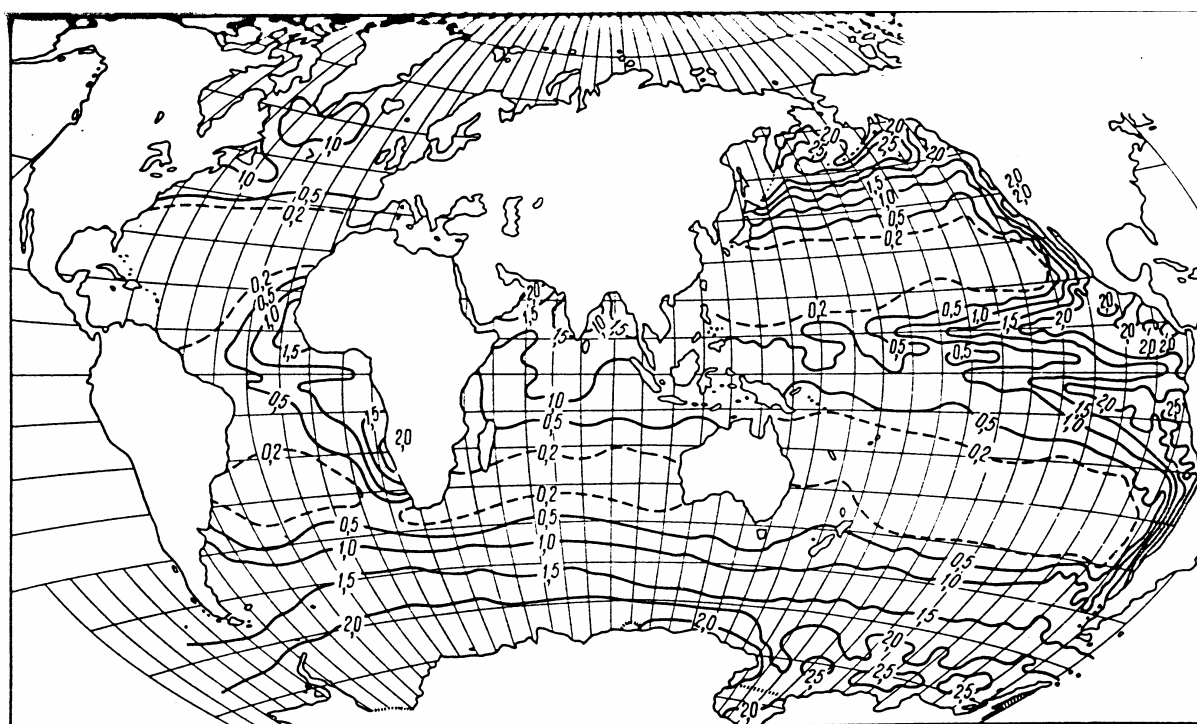


Рис. 3. Распределение фосфатов на горизонте 100 м, мкг-ат/л [4]

С глубиной содержание растворенного неорганического фосфора возрастает. При этом меняется соотношение между неорганическими и органическими его формами. Если в высокопродуктивных районах Мирового океана в фотическом слое содержание суммарного органического фосфора достигает 30-50% валового, то на горизонтах 200-500 м в результате прямой и не прямой регенерации его количество снижается до 5-10%, а на глубинах 500-1000 м - до 2-5% валового. В слое кислородного минимума концентрация фосфатов может достигать 40-50 мкг Р/л.

Биологическая роль кремния в океане, как известно, определяется тем, что он (наряду с кальцием и магнием) входит в состав скелетных образований распространенных морских организмов: в состав створок диатомовых, игл радиоля-

риевых, спикул кремниевых губок. В водах океана кремний присутствует: в виде метакремниевой  $H_2SiO_3$  или кремниевой  $H_4SiO_4$  кислот и продуктов их диссоциаций, коллоидных частиц аморфного кремнезема; в виде взвешенных частиц биогенного, терригенного и космического происхождения. Основной формой кремния в водах открытого океана является растворенная кремниевая кислота и ее производные. На долю взвешенного кремния приходится совершенно незначительная часть, на 1-2 порядка меньше растворенного. Морские организмы способны потреблять только кремний, находящийся в растворенной форме.

Концентрация кремния в поверхностном слое океанов меняется в очень широких пределах: от 4-5 мкг Si/л весной, когда Si очень активно потребляется диатомовыми водорослями, до 2000 мкг Si/л и более в зимнее время (рис. 4). В отличие от соединений азота и фосфора соединения кремния не могут и не выступают в качестве фактора, лимитирующего развитие фито- и зоопланктона.

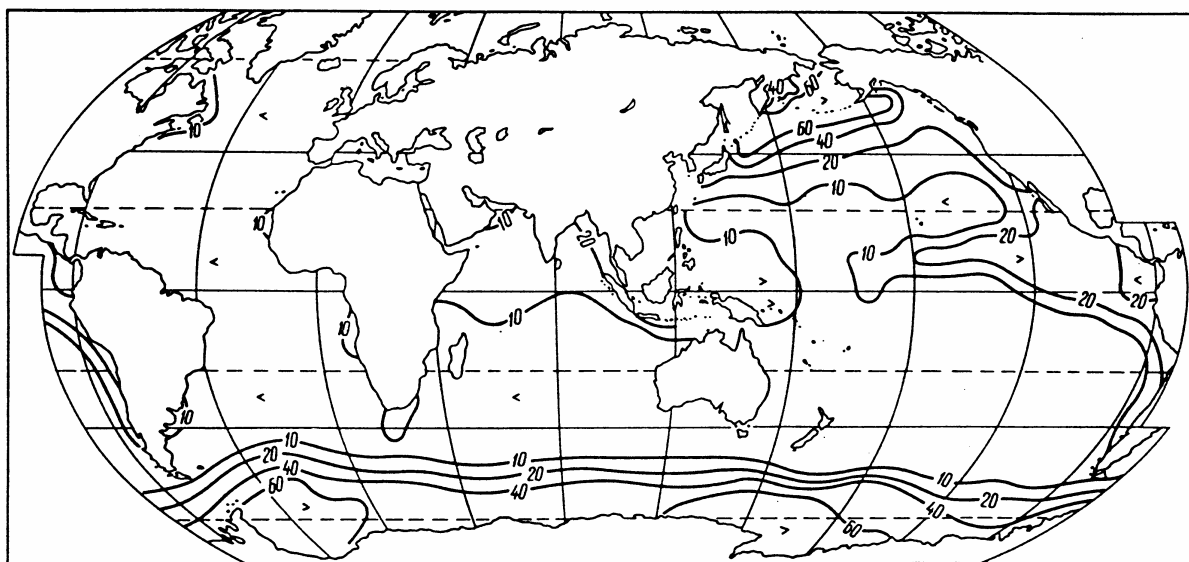


Рис. 4. Распределение кремниевой кислоты на горизонте 100 м, мкг-ат/л [4]

Кремний (и его соединения) в водах любого района Мирового океана содержится в количествах, вполне достаточных для интенсивного развития всех потребляющих его организмов. Хотя в отдельных регионах, в частности, в антарктических водах моря Скотия, именно кремний может выступать как лимитирующий биогенный элемент. Здесь летом кремний изымается из воды диатомеями и в последующем крилем в таких масштабах, что его запас, накопленный за зимний период, оказывается недостаточным, чтобы восполнить потребности. Однако этот пример не типичен для вод всего Мирового океана. Практически повсеместно, даже в летний период - период максимального потребления кремния - содержание его обеспечивает нормальное развитие жизни.

Распределение растворенного кремния по глубинам сходно с распределением азота и фосфора: минимальные его концентрации наблюдаются в поверхностных слоях, где он потребляется фитопланктоном. С ростом глубины концен-

трация кремния повышается, достигая на больших глубинах величин 3000-4000 мкг Si/л и более.

Говоря о распределении биогенных элементов в водах Мирового океана, необходимо отметить, что высокие концентрации их наблюдаются на восточной периферии океанов, в полярных районах и в районе экватора. Это обусловлено выносом биогенов в результате подъема глубинных вод в зонах апвеллинга и особенностями зимней вертикальной циркуляции. При этом максимальные концентрации биогенных элементов, приуроченные к районам подъема глубинных вод, нередко совпадают с максимальными величинами вертикальных градиентов плотности.

К микроэлементам в водах Мирового океана относятся химические элементы, концентрация каждого из которых не превышает 1 мг/л. Их условно подразделяют на стабильные, не обладающие радиоактивностью, и естественные радиоактивные элементы. В настоящее время интерес для промысловой океанологии представляют прежде всего стабильные микроэлементы. Это связано с тем, что, во-первых, многие из них имеют важное физиологическое значение. Так, марганец участвует в процессах дыхания, фотосинтеза, обмена азота и железа, медь влияет на изотопный обмен, фотосинтез и синтез хлорофилла и т.д. Во-вторых, многие из стабильных микроэлементов не только входят в состав тканей живых организмов, но и при этом некоторые гидробионты способны не только усваивать, но и накапливать микроэлементы.

Таблица 5

**Накопление микроэлементов в морских организмах по сравнению с морской водой (отношение концентраций)**

Элемент	Бурые водоросли	Морской гребешок	Устрица	Мидия
Ni	200-1000	12000	4000	14000
V	10-300	4500	1500	2500
Zn	400-1400	28000	110300	9100
Mo	2-5	90	30	60
Cr	100-500	200000	60000	320000
Co	4500	-	-	-
Ag	10-150	2300	18700	330
Pb	140	5300	33000	4000
Cu	-	3000	13700	3000
Cd	-	2260000	318000	100000
Fe	-	291500	68200	196000
Mn	-	55500	4000	13500

До настоящего времени микроэлементы продолжают оставаться слабоизученными. Однако учитывая, что: 1) многие из них имеют режим, сходный с режимом биогенных элементов; 2) возрастает антропогенное загрязнение вод Мирового океана, с которым в воду попадают многие токсичные, в частности, тя-

железные металлы; 3) все более развивается аква- и морекультура - необходимо увеличить усилия по изучению характера распространения, режима, динамики микроэлементов.

### 2.3. Зональность и районирование Мирового океана

В Мировом океане отмечаются три вида природной зональности: широтная, вертикальная и циркумконтинентальная. Если широтная и вертикальная зональности аналогичны тому, что наблюдается на суше, и определяются географическим положением зон и рельефом (глубинами), то циркумконтинентальная зональность специфична для океана. Она зависит от степени удаления от суши и, соответственно, от изменения воздействия континентальных факторов на процессы, протекающие в океане.

Наиболее всеобщей является *широтная* зональность (поясность). Она прослеживается по распределению многих физико-химических параметров поверхностных вод (особенно по температуре и солености) и жизни в океане. В каждом полушарии в качестве основных выделяют полярную, умеренную, тропическую и экваториальную зоны.

По мере увеличения глубины происходит выравнивание условий, что приводит к уменьшению числа широтных зон. На больших глубинах можно выделить две-три зоны с обособлением вод в глубоководных впадинах.

*Вертикальная* зональность наиболее конкретно проявляется в изменении условий среды на разных глубинах и у дна. В основе вертикальной зональности лежит не просто изменение глубинного положения, а главное - энергетические различия, проявляющиеся в разных световых и температурных условиях по мере удаления от поверхности океана и в смене субстрата у дна. В пелагиали различают поверхностную зону (эпипелагиаль) - глубины от 0 до 150-200 м, переходную зону (мезопелагиаль) - глубины от 150-200 до 750-1000 м и глубоководную зону. Последняя подразделяется на батипелагиаль (от 750-1000 до 2500-3500 м), абиссопелагиаль (от 2500-3500 до 6000 м) и ультраабиссопелагиаль - глубже 6000 м.

*Циркумконтинентальная* зональность проявляется практически на всех уровнях биопродукционных процессов и в распределении органического вещества в океане. Она нередко может превалировать над широтной, особенно в областях прибрежного апвеллинга, и играет особую роль в размещении рыболовства, например, в его привязанности к прибрежным районам.

Зональность занимает важное место в представлениях о биологической структуре Мирового океана. Кроме того, в связи с экологической неоднородностью океана используется более дробное его подразделение, выделение естественных районов. Основы для выделения подобных районов могут быть различными. Однако по каким бы признакам или комплексу признаков ни выделялись районы, их отличительная особенность - сравнительная однородность таких признаков, как близость свойств вод района и процессов происходящих в них.

Так, Расс (1979) выделяет в Мировом океане следующие промыслово-географические комплексы и районы:

1 - *холодноводные* (Арктический, Антарктический);

2 - *умеренно холодноводные* (северобореальные - Атлантический, Тихоокеанский; южнонотальные - Патагонско-Южночилийский, Южно-Новозеландский);

3 - *умеренно-тепловодные* (южнобореальные - Западно-Атлантический, Восточно-Атлантический, Западно-Тихоокеанский, Восточно-Тихоокеанский; северонотальные в южном полушарии - Перуано-Чилийский, Аргентинский, Южно-Африканский, Южно-Австралийский);

4 - *тропическо-экваториальные* (Индо-Западнотихоокеанский, Гвинейский или Западно-Африканский, Панамский, Антило-Бразильский).

В обобщающих работах ФАО (продовольственная и сельскохозяйственная организация при ООН) по рыбным ресурсам районирование Мирового океана основано на географо-статистическом принципе. Каждый океан разделен условными меридианами на западную и восточную части. В Тихом и Атлантическом океанах эти части подразделены на северную, центральную и южную области. Так, в восточной части Атлантики выделяются: Северо-Восточная, Центральновосточная, Юго-Восточная; в западной: Северо-Западная, Центральновесточная и т.д.

На рис. 5 приведено расположение в Мировом океане основных статистических регионов ФАО ООН. Каждый из регионов имеет свое сокращенное название (аббревиатуру):

- 21. Северо-Западная Атлантика - СЗА
- 27. Северо-Восточная Атлантика - СВА
- 31. Центральновесточная Атлантика - ЦЗА
- 34. Центральновосточная Атлантика - ЦВА
- 41. Юго-Западная Атлантика - ЮЗА
- 47. Юго-Восточная Атлантика - ЮВА
- 48. Антарктическая часть Атлантики - АЧА
- 51. Западная часть Индийского океана - ЗИО
- 57. Восточная часть Индийского океана - ВИО
- 58. Антарктическая часть Индийского океана - АЧИО
- 61. Северо-Западная часть Тихого океана - СЗТО
- 67. Северо-Восточная часть Тихого океана - СВТО
- 71. Центральновесточная часть Тихого океана - ЦЗТО
- 77. Центральновосточная часть Тихого океана - ЦВТО
- 81. Юго-Западная часть Тихого океана - ЮЗТО
- 87. Юго-Восточная часть Тихого океана - ЮВТО
- 88. Антарктическая часть Тихого океана - АЧТО

В пределах каждого из регионов факторы внешней среды рассматриваются применительно к их связям с основными объектами рыболовства, величиной и изменчивостью промысла. В данном учебном пособии используется районирование ФАО.

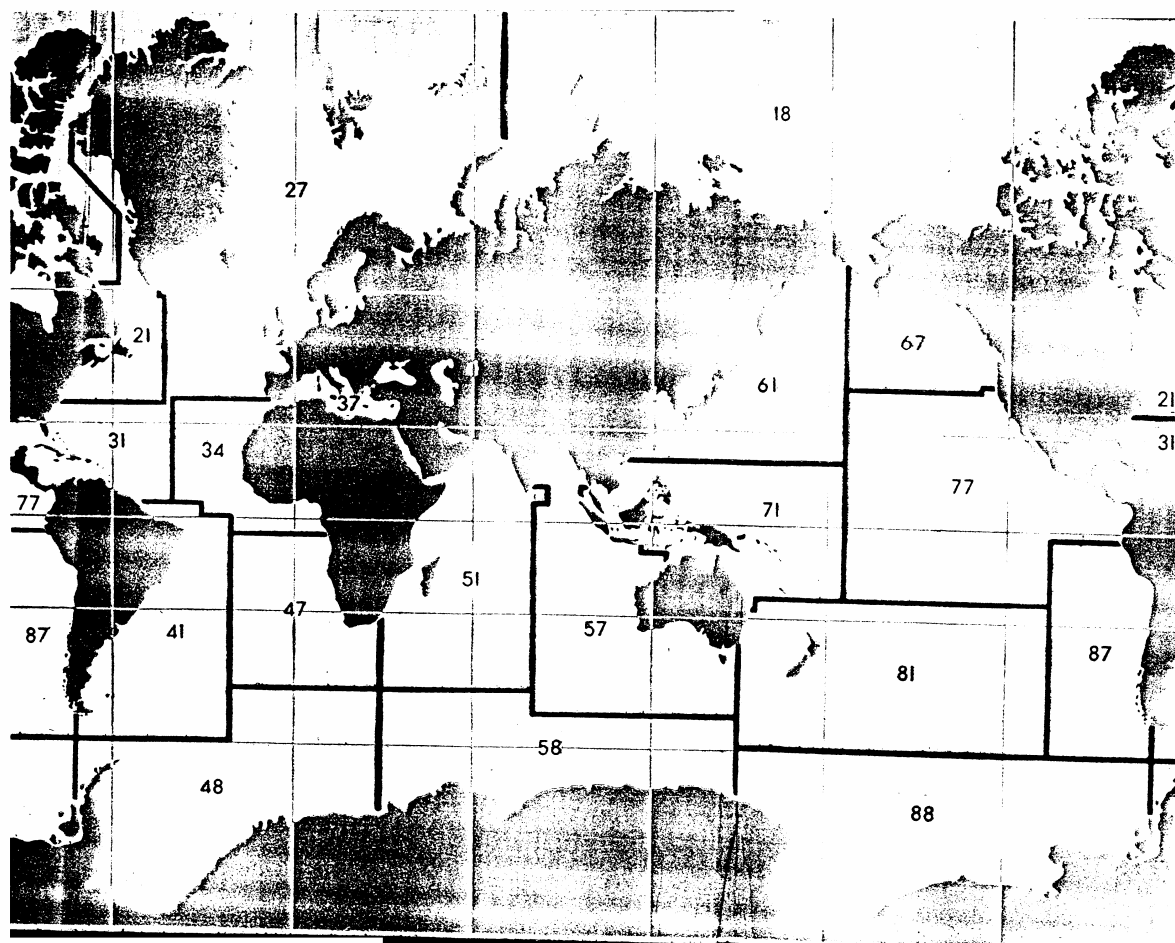


Рис. 5. Основные рыболовные регионы статистики ФАО ООН

### Глава 3. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ МИРОВОГО ОКЕАНА

Мировой океан, особенно его верхние слои, представляют собой исключительно благоприятную среду для существования организмов. Поэтому жизнь в океане отличается огромным богатством и разнообразием. Из 33 классов существующих на Земле растений в нем обитают 15; они включают свыше 14000 видов, из них до 10000 - зеленые и диатомовые водоросли. Из 63 классов животных, объединяемых в 12 типов, в Мировом океане обитает 57, при этом представители 30 классов живут исключительно в океанах и морях. Эти 57 классов насчитывают более 160000 видов животных, в том числе почти 100000 видов моллюсков и ракообразных, 16000 видов рыб.

По месту обитания все морские организмы делятся на *пелагические* и *бентические*. Первые населяют толщу воды (пелагиаль) и независимы от дна и берегов океана. Вторые (бентос) обитают на грунте или в грунте.

Пелагические организмы делятся на планктон и нектон. Организмы планктона (от греческого - *блуждающий*) лишены способности к активному перемещению в толще воды или обладают этой способностью лишь весьма ограничено. Нектон (от греческого - *плавающий*) - это группа водных животных, способных к самостоятельному активному передвижению в воде.

По главному признаку - принадлежности к растениям или животным - организмы планктона делятся на фитопланктон и зоопланктон. В первых из них происходит процесс фотосинтеза - образование живых клеток из неживой материи. Важнейшим условием протекания этого процесса является солнечное освещение при наличии определенного диапазона температур и биогенных веществ.

Воспроизводство жизни, воспроизводство органического вещества - отличительное естественно-историческое свойство Мирового океана. Оно составляет суть процесса биологической продуктивности в океане.

Для количественного учета всех организмов, населяющих водную толщу (планктона, нектона, бентоса), используются понятия "биомасса" и "численность". *Общая биомасса* - это масса всех организмов, содержащаяся в единице объема воды. *Общая биомасса*, как и биомасса групп тех или иных организмов, измеряется в граммах на литр (или в граммах на 1 квадратный метр). *Численность* - это количество организмов одной и той же группы или вида, содержащихся в единице объема воды или обитающих в определенном районе.

Под *биологической продуктивностью* района понимают производительность (продуцирование) органического вещества всем сообществом организмов данного океана, моря или какой-либо части акватории за определенный период времени. Различают первичную и вторичную продукции. К первичной продукции относят органическое вещество, создаваемое непосредственно из минеральных биогенных веществ автотрофными (фотосинтезирующими и хемосинтезирующими) организмами, в основном микроскопическим фитопланктоном (рис. 6). В ходе потребления первичной продукции зоопланктоном и зообентосом (консументами) создается вторичная продукция. Таким образом, питание большинства морских организмов зависит от количества и продуцирования фитопланктона.

Пищевые (трофические) взаимоотношения в океане представляют в виде пирамиды, основанием которой служит фитопланктон и другие растения. Трофические связи являются основой сбалансированности жизненных циклов в океане. Существенны также условия размножения, эколого-физиологические, биохимические и другие биологические процессы, протекающие как индивидуально, так и в биоценозе.

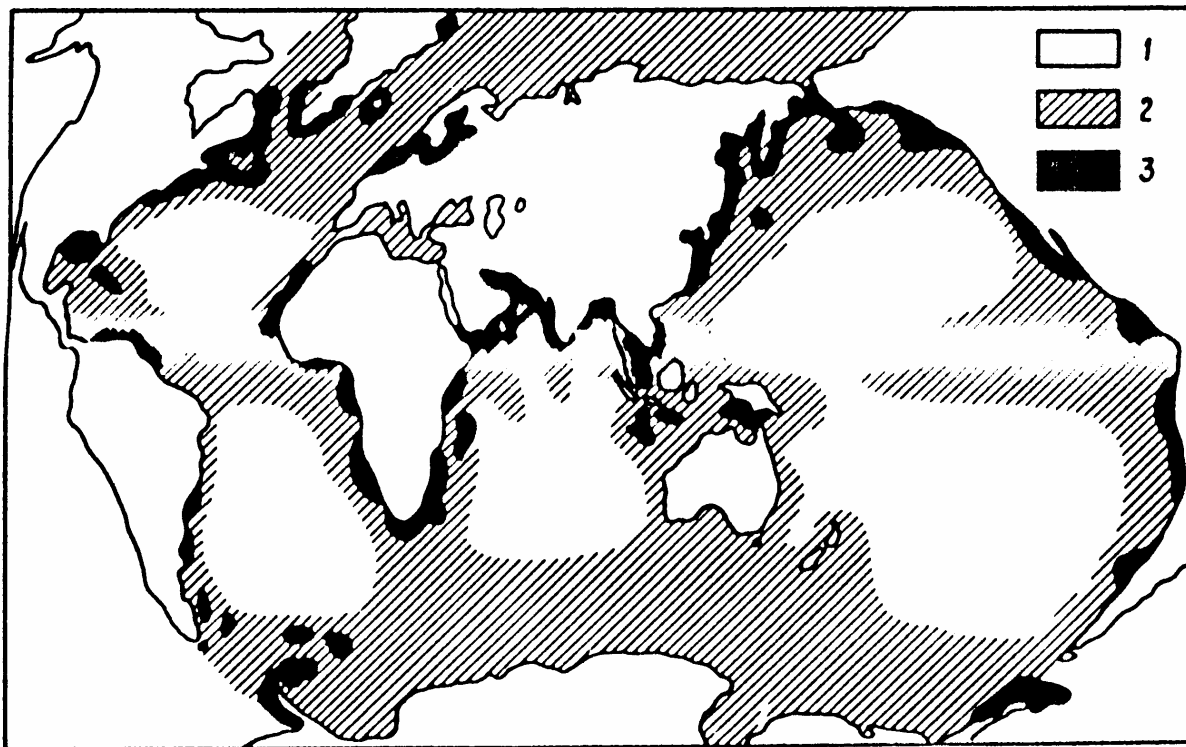


Рис. 6. Распределение первичной продукции, рассчитанной по потреблению биогенных элементов в эвфотическом слое, мг С/м<sup>2</sup> в день [4]:  
1 - 750; 2 - 1250; 3 - 1750

Если биомасса - общее суммарное количество живых организмов в единице объема или на единице площади акватории безотносительно к ее пищевой полезности для человека, то с учетом практики промысла и потребления человеком выделяют определенную ее часть, которая составляет понятие *биологические ресурсы*. Их величина обусловлена биологической продуктивностью, возможностью возобновления под действием природных и антропогенных факторов. При оценке зависимости между природной средой и продуктивностью необходимо учитывать несколько общих положений:

- энергетическая обеспеченность продукционных процессов;
- вещественная обеспеченность продукционных процессов: биогены, органическое вещество, первичная продукция;
- благоприятные для обитания и воспроизводства организмов физические и химические условия;
- устойчивые трофические взаимоотношения, включая кормовую базу промысловых объектов;
- оптимальные условия среды для разных групп организмов и стадии их развития, приспособленность к изменениям этих условий;
- концентрирование организмов под воздействием абиотических и биотических факторов;
- природная, техническая и экономическая доступность промысловых объектов.



Говоря о биологических ресурсах Мирового океана, используемых человеком, необходимо помнить, что по мере развития техники и технологий, по мере перехода от рыболовства прибрежного, морского к океаническому человек осваивает не только новые районы, но и объекты промысла. В настоящее время имеются два направления в использовании биологических ресурсов океана: 1) промыслом активно осваиваются виды, ранее не представлявшие большой пищевой ценности (минтай Тихого океана, путассу Атлантики); 2) человек начинает осваивать не только менее ценные в пищевом отношении объекты, но и предпринимает попытки вовлечь в технологический процесс по переработке биологических ресурсов океана организмы, находящиеся на низких трофических уровнях (крыль антарктических вод). Однако до настоящего времени главными представителями биологических ресурсов, изымаемых из Мирового океана, являются рыбы.

Между условиями среды, живыми организмами и промыслом нет и не может быть простых однозначных связей; является большой ошибкой учет только физических и химических условий. Роль природных факторов во всех аспектах продуктивности океана рассматривается в свете широтной, вертикальной и циркумконтинентальной зональности, причем значение последней для рыболовства особенно существенно. Широтные физико-географические зоны показывают различия в поступлении света и тепла и, соответственно, в энергетической стороне процессов в океане, в их воздействии на распределение организмов и продуктивность. Циркумконтинентальные зоны дают представление об изменчивости продуктивности по мере удаления от границ континентов. Именно циркумконтинентальная зональность позволила раскрыть многие особенности сосредоточения жизни на периферии океана из-за повышенного воздействия стока с суши, преобладания малых глубин, интенсивного перемешивания вод, особенностей прибрежной циркуляции и водообмена.

Общая биомасса животных организмов в Мировом океане почти в 20 раз превышает биомассу растительных. Это соотношение принципиально отличается от того, что свойственно суше. Ежегодная продукция морских организмов превышает их биомассу более чем в 17 раз, причем основу этой продукции - до 90% - составляют мельчайшие организмы фитопланктона - первичное продукционное звено (основа трофической пирамиды).

Первичная продукция, как сказано выше, это продукция главным образом фитопланктона, выраженная через углерод органического вещества (ОВ), создаваемого за единицу времени в единице объема воды или под единицей площади акватории. Первые попытки расчета величины первичной продукции Мирового океана были предприняты в 40-е годы нашего столетия. Х.Свердруп с соавторами в 1942 году опубликовал работу, где величина первичной продукции определена равной  $(50-130) \times 10^9$  т  $C_{орг}/год$ . В 1944 году Д.Райли в своей работе приводит цифру  $(80-155) \times 10^9$  т  $C_{орг}/год$ . Однако в послевоенные годы в отечественной литературе появились цифры, определяющие первичную продукцию Мирового океана в 2, 3 и даже 4 раза меньше приведенных Х.Свердрупом и Д.Райли: Б.А.Скопинцев (1969, 1979) -  $43,3 \times 10^9$  т; О.И.Кобленц-Мишке (1970, 1977) -  $25-30 \times 10^9$  т; В.Г.Богоров (1970, 1974) -  $45 \times 10^9$  т; С.В.Бруевич (1971) -  $44+5 \times 10^9$  т  $C_{орг}/год$ . Хотя в эти же годы А.П.Виноградов (1967), оценивая продукцию био-

сферы Земли, считал, что для Мирового океана наиболее реальна величина первичной продукции, равная  $100 \times 10^9$  т  $C_{\text{орг}}/\text{год}$ . Такая разница в цифрах, оценивающих величину первичной продукции Мирового океана, объясняется различием методов ее определения. Х.Свердруп и Д.Райли для ее определения пользовались так называемым скляночным кислородным методом, а наши и зарубежные исследователи, определявшие первичную продукцию в послевоенные годы, применяли радиоуглеродный метод, метод определения первичной продукции по  $C^{14}$ .

Как показали исследования последних лет (Сорокин, 1971; Гершанович и др., 1990), применение радиоуглеродного метода измерения первичной продукции по  $C^{14}$  приводит к занижению результатов в 3-5 раз. Поэтому в настоящей работе величина годовой первичной продукции в перерасчете на органический углерод принята равной  $100 \times 10^9$  т  $C_{\text{орг}}/\text{год}$  (Гершанович и др., 1990). Естественно, увеличение первичной продукции Мирового океана не подразумевает увеличение его рыбопродуктивности. Однако правильная, более точная оценка первичного звена трофической цепи позволяет реальнее представить возможные размеры последующих звеньев этой цепи, в том числе и рыбопродуктивность.

Распределение первичной продукции в Мировом океане в общих чертах подчинено широтной и циркумконтинентальной зональности. В связи с тем, что продуктивность фитопланктона в первую очередь связана с обеспеченностью его биогенными элементами, общая картина распределения первичной продукции во многом совпадает с распределением биогенов (рис. 2-4). Максимальные величины первичной продукции (более  $2 \text{ г } C/\text{м}^2$  в день) характерны для зон апвеллинга, минимальные (менее  $500-750 \text{ мг } C/\text{м}^2$  в день) - приурочены к центрам океанских антициклонических круговоротов. Высокой продуктивностью (не менее  $1,0 - 1,5 \text{ г } C/\text{м}^2$  в день) отличаются антарктические воды. В прибрежных областях и за их пределами более высокая первичная продукция наблюдается главным образом в умеренных, субполярных и экваториальных широтах.

*Фитопланктон.* В Мировом океане обитает около 2000 видов планктонных организмов (из них около 1700 видов - в северном полушарии). Биомасса фитопланктона составляет около 1,5 млрд. т, а продукция, образующаяся за год, - 550 млрд. т (Богоров, 1974).

Таблица 6

**Биомасса и продукция различных групп организмов  
в Мировом океане, млрд. т в сыром весе (Богоров, 1974)**

Наименование	Биомасса (Б)	Продукция (П)	Коэффициент воспроизводства (П/Б)
Продуценты:			
- фитопланктон	1,5	150,0	366,0
- фитобентос	0,2	0,2	1,0
Консументы:			
- зоопланктон	21,5	53,0	2,5
- зообентос	10,0	3,0	1/3
- нектон	1,0	0,2	1/5

Наименование	Биомасса (Б)	Продукция (П)	Коэффициент воспроизводства (П/Б)
Редуценты: - бактерии	0,07	70,0	1000,0

Основная роль в создании первичной продукции в Мировом океане принадлежит диатомовым, перидиниевым и сине-зеленым водорослям. При этом на долю диатомовых приходится 90-98% в полярных и умеренных широтах и 50-60% в субтропиках и тропиках. В среднем по всему Мировому океану в общем балансе первичной продукции и биомассе фитопланктона на долю диатомовых приходится 77%, перидиниевых 22 и сине-зеленых - 1.

В целом в Мировом океане самая большая биомасса фитопланктона (более  $100 \text{ мг/м}^3$ ) в районах подъема глубинных вод, в зонах стыка теплых и холодных течений, в районах с интенсивным вертикальным перемешиванием вод, близ устьев рек и у кромки льда (рис. 7). Эти районы составляют лишь небольшую часть площади Мирового океана. Огромные пространства, занятые антициклональными круговоротами, в целом бедны фитопланктоном. Однако, как показали исследования последних лет, на отдельных региональных участках этих круговоротов может отмечаться высокая биомасса фитопланктона и как следствие - первичной продукции. Но, учитывая огромную площадь этих круговоротов и большую дисперсность запасов фитопланктона, не они определяют низкие величины первичной продукции гигантских пространств к северу и югу от экватора.

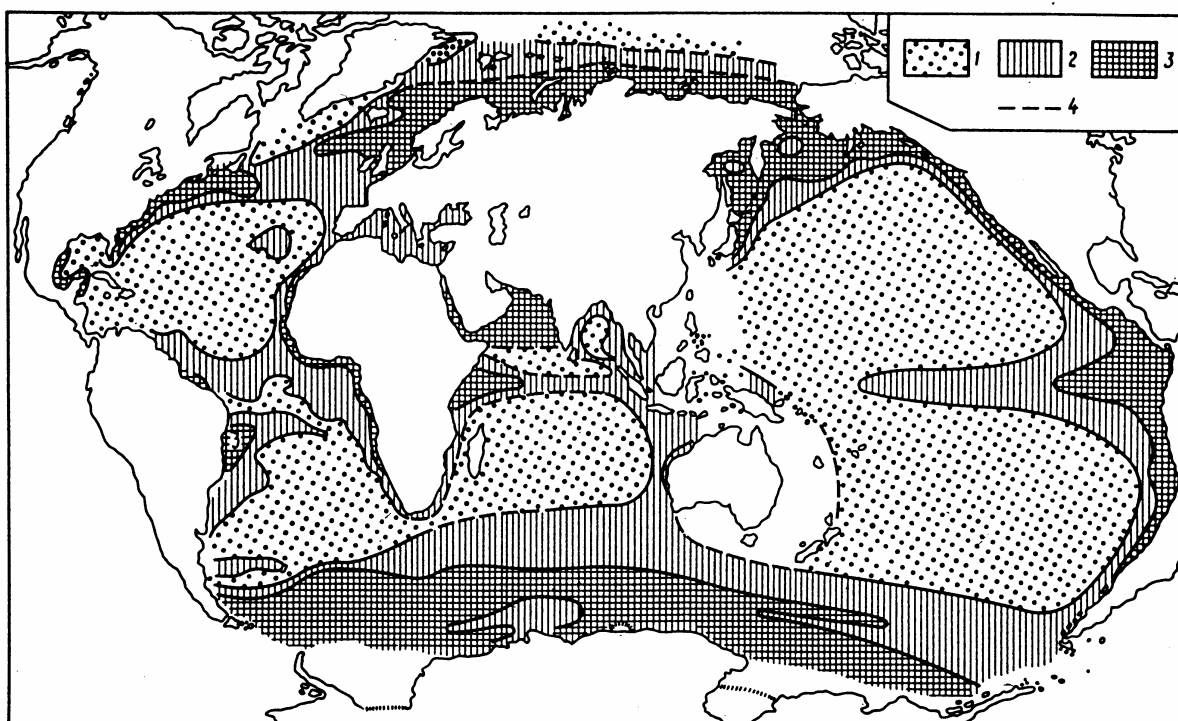


Рис. 7. Распределение биомассы фитопланктона в слое 0..100 м по акватории Мирового океана,  $\text{мг/м}^3$  [4]:

1 -  $<10$ ; 2 -  $10\text{--}100$ ; 3 -  $>100$ ; 4 - изопланкта, проведенная по косвенным данным

В Мировом океане обитает около 2000 видов *зоопланктона*. Видовой состав его наиболее разнообразен в тропической зоне; в полярных зонах северного и южного полушарий и в прилегающих к ним районам умеренных широт обитает всего 150-200 видов зоопланктона. Согласно Богорову (1974), общая масса зоопланктона в Мировом океане равна 21,5 млрд. т, а годовая продукция - 53 млрд. т. Биомасса его колеблется в различных районах океана в очень широких пределах - от менее 25 мг/м<sup>3</sup> до более 500 мг/м<sup>3</sup>. Распределение зоопланктона зависит прежде всего от количества пищи, т.е. от пространственного распределения фитопланктона (рис. 8). Развитие последнего в свою очередь зависит от распределения биогенных элементов. Поэтому распределение фосфатов, нитратов, кислорода, фитопланктона и зоопланктона во многом аналогично друг другу. Распределение биомассы зоопланктона в пределах каждого крупного района Мирового океана имеет пятнистый характер. Это вызвано местными особенностями движения вод, которые обусловлены изменениями характеристик ветра в пространстве. Зоопланктон является основным компонентом питания пелагических рыб. Во многих случаях именно он определяет кормовую базу важнейших объектов промысла - зоопланктофагов.

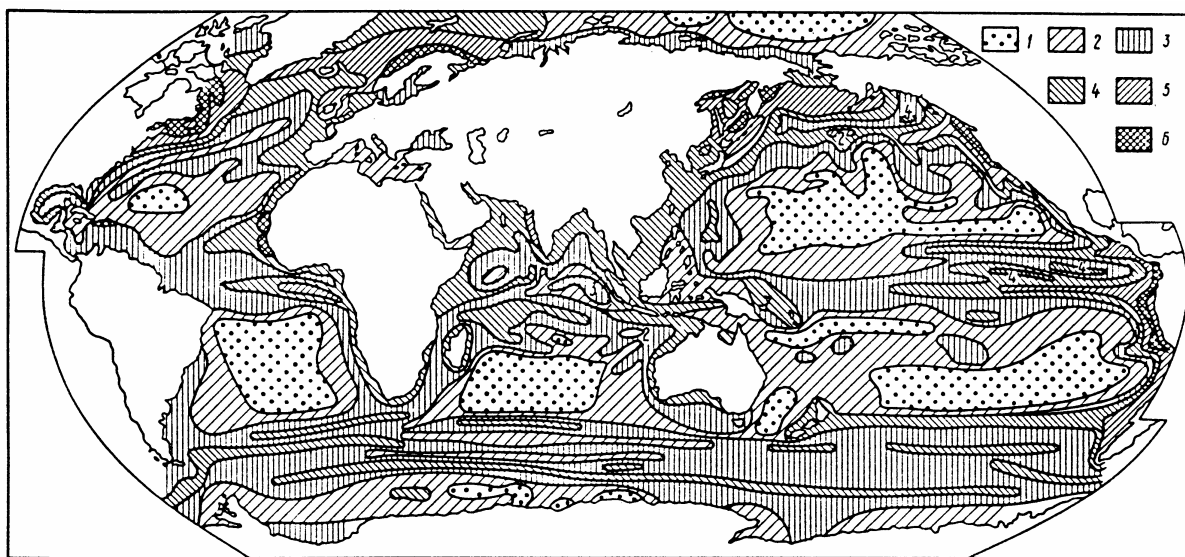


Рис. 8. Распределение биомассы зетного зоопланктона в верхнем 100-метровом слое океана, мг/м<sup>3</sup> [4]:  
1 - <25; 2 - 25...50; 3 - 50...100; 4 - 100...200; 5 - 200...500; 6 - >500

Организмы *бентоса* исключительно разнообразны: в Мировом океане обитает около 181000 их видов, не считая рыб. Количественное распределение бентоса в основном соответствует тем же общим закономерностям, что и зоопланктона. Фитобентос представлен в основном макрофитами, биомасса которых на шельфе (до глубин 180-200 м) составляет около 2 млрд. т. Макрофиты, основная масса которых находится на глубинах менее 20 м, зеленым кольцом опоясывают континенты и острова. Некоторые виды донной растительности имеют большое практическое значение - их используют в

практическое значение - их используют в пищевых, технических и медицинских целях. Кроме того, заросли макрофитов на дне очень важны для рыб и других животных как субстрат для откладывания икры и как место обитания личинок и молоди рыб. В последние годы добыча водной растительности составляет 3,5-4,0% общего промысла в Мировом океане и имеет тенденцию к повышению.

Донная фауна - одна из самых многообразных в Мировом океане. Это относится как к ее видовому составу, так и к особенностям ее функционирования в сообществах. Биомасса донной фауны Мирового океана составляет около 10 млрд. т (Моисеев, 1969): 82% ее находится на шельфе, 8% - на материковом склоне, 10% - в пределах ложа океанов и морей (рис. 9). Средняя биомасса зообентоса в этих областях океана равна соответственно 200, 20 и 0,2 г/м<sup>2</sup>. Одной из причин такой особенности ее распределения является уменьшение количества пищи при увеличении глубины. Отмершие в верхнем слое животные и растения погружаются медленно, и часть их поедается в толще воды nekтоном, а у части подвергается минерализации органическое вещество (ОВ). Поэтому количество органических веществ, достигших дна, существенно зависит от глубины водного бассейна. Согласно современным представлениям, дна достигает примерно 5-10% ОВ, образовавшихся в верхнем слое. Почти все опустившиеся ОВ поедаются бентическими организмами. Поэтому распределение последних очень сильно зависит от поступления пищи. В целом распределение бентоса хорошо согласуется с распределением фитопланктона и зоопланктона.

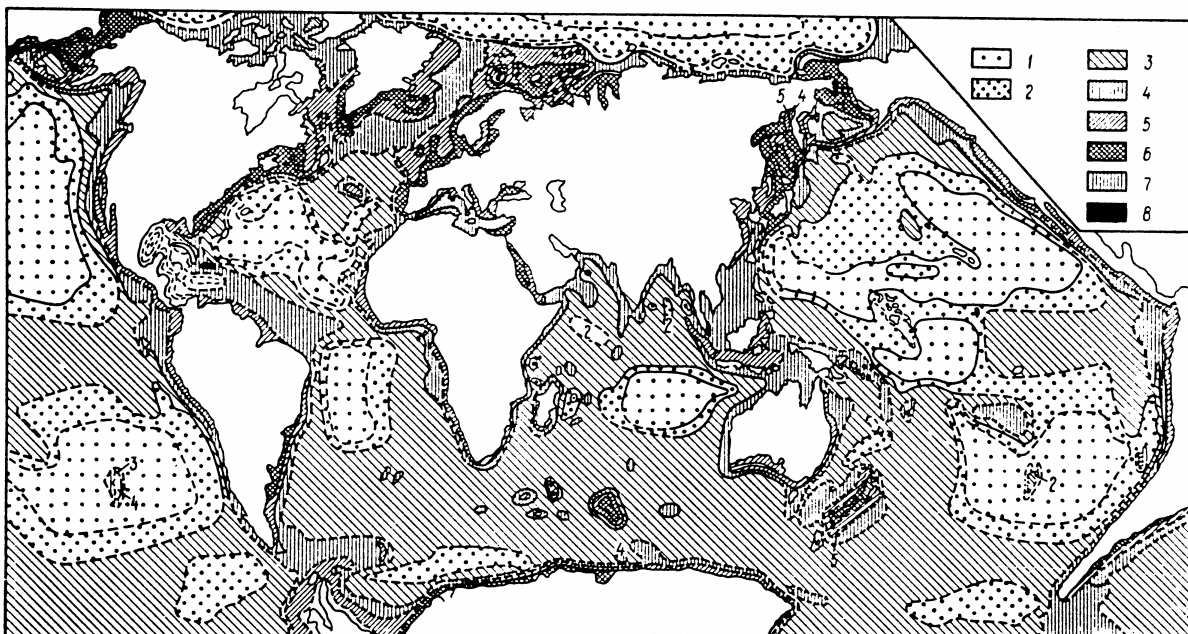


Рис. 9. Распределение биомассы бентоса в Мировом океане, г/м<sup>2</sup> [4]:  
 1 - менее 0,05; 2 - 0,05...0,1; 3 - 0,1...1,0; 4 - 1,0...10;  
 5 - 10...50; 6 - 50...300; 7 - 300...1000; 8 - более 1000

На долю бентосных беспозвоночных (ракообразных, моллюсков, иглокожих) приходится свыше 6% общего мирового улова. Планктонные ракообразные дают почти 0,6% общего вылова. Совместно с водной растительностью (3,5-4,0%) организмы планктона и бентоса дают более 10% совокупного мирового улова. При этом необходимо иметь в виду, что промысловые организмы планктона и бентоса имеют исключительно высокую пищевую, медицинскую и техническую ценность. Именно поэтому сейчас уделяется такое большое внимание использованию этих групп растений и животных в марикультуре.

Практически по всем группам нерыбных объектов промысла возможно увеличение добычи. Правда, эти возможности весьма неравноценны по отдельным объектам и районам океана.

Как показывает практика и научные изыскания, запасы камчатского краба, омаров используются человеком полностью. Примерно на таком же уровне находится промысел креветки: вылов креветок может возрасти лишь в ограниченных районах за счет развития промысла мелких и (или) глубоководных видов. Например, возможно увеличение добычи глубоководных видов креветки в Карибском море. Здесь же возможно возрастание вылова лангустов. Недостаточно используются в Мировом океане группы моллюсков, имеющих раковины. Добыча и культивирование их практикуется в США, Японии, Корее, Франции, на долю которых приходится почти 90% мирового улова. В тропических и субтропических районах Латинской Америки, Африки недостаточно используются запасы крабов-плавунцов, лангустинов.

Наиболее значительным резервом добычи ракообразных является переход промысла на более низкий трофический уровень. Так, вылов беспозвоночных ракообразных (*Euphausia superba* Dana - криль), обитающих в антарктических водах, можно увеличить на порядок и даже больше. Многие исследователи считают популяцию этих животных самой большой популяцией водных животных на Земле. Существует мнение о возможности ежегодного их изъятия в размере 100 млн. т. Однако в определении суммарной биомассы и продукции этого рачка до сих пор существуют очень большие разногласия. В связи с этим для подсчета возможного максимального вылова криля необходимо проведение детальных международных исследований, в частности, с участием стран, в первую очередь заинтересованных в этом: Аргентины, Великобритании, России, США, ФРГ, Чили, Японии.

*Нектон.* По оценкам В.Г.Богорова (1974), биомасса нектонных организмов составляет около 1 млрд. т, а продукция равна 0,2 млрд. т/год. Таким образом, биомасса животных почти в 20 раз превосходит биомассу растений. Такое несоответствие биомассы пищи и ее потребителей в океане, как считает В.Г.Богоров, возможно только в силу громадной продукции одноклеточных водорослей планктона. Как уже было сказано выше, современные исследования первичной продукции говорят о том, что она несомненно выше, чем считалось ранее. А коль скоро биомасса и продукция фитопланктона - основа трофической пирами-

ды, следует пересмотреть и изменить оценку всей биологической продуктивности вод Мирового океана. Так, по мнению П.А.Моисеева (1983, 1985), продукция nektonных организмов составляет не 0,2 млрд. т/год, а по крайней мере в полтора раза больше, т.е. 0,3 млрд. т/год.

К nekтону относятся главным образом рыбы, головоногие моллюски и морские млекопитающие.

Среди головоногих моллюсков важнейшее место принадлежит кальмарам, наиболее массовым их представителям. Наибольшее промысловое значение среди кальмаров имеют два семейства: неретические (близматериковые) кальмары (*Loliginidae*) и океанические кальмары (*Ommastrephidae*). Добыча последних имеет меньшее значение, так как их ежегодный улов составляет 10-15% общего вылова кальмаров (около 1100 тыс. т и 150 тыс. т соответственно).

Промысел кальмаров в настоящее время охватывает не более 10% ареала их распространения и имеет большие резервы для увеличения. Дальнейшее развитие мирового промысла головоногих моллюсков, и прежде всего кальмаров, будет зависеть от перевода промысловой активности в пелагиаль открытого океана.

Некоторые виды морских млекопитающих на протяжении многих десятилетий и даже столетий являлись основным источником животного белка, основным объектом промысла для людей, живущих на побережье океана. Это относится прежде всего к ластоногим (моржи, тюлени, сирены, каланы и др.) и китообразным. Наибольший урон при этом понесли - по мере развития техники, промысла и технологии переработки - китообразные, хотя отдельные виды ластоногих исчезли с лица Земли уже в исторически недавнее время. В частности, знаменитая стеллерова морская корова (*Hidrodamalis gigas*) была варварски уничтожена промыслом еще во второй половине XVIII века. Согласно данным ФАО, с 1868 по 1965 г. было добыто 1995760 китов, из них финвалов - 42%, кашалотов - 20, синих - 13, горбатов - 9, сейвалов - 8,5 и других - 3%. Учитывая: 1) слабый учет добытых китов в XIX веке; 2) заведомо заниженные показатели добычи китов в 50-е - начале 70-х годов XX века - необходимо признать эту цифру (около 2 млн. голов за столетие) весьма приблизительной и заниженной. Согласно официальным данным ФАО, максимум добычи китов в послевоенное время пришелся на 1962 г. - добыто 66090 крупных китов (голубые, финвалы, горбачи, сейвалы, кашалоты и др.). После 1962 г. добыча постоянно уменьшалась, промысел стал базироваться на мелких видах (малые полосатики, кашалоты), и в начале 70-х годов Международная китобойная комиссия приняла решение о запрете добычи китообразных. Промышлять китов имеют право лишь народы, исконно занимающиеся их промыслом в прибрежных водах северных морей (эскимосы, чукчи, жители Фарерских островов без использования современных технических средств). И хотя правительства некоторых стран (Норвегии, Японии) настаивают на возобновлении китобойного промысла, ссылаясь на якобы восстановленную численность китов в водах северного полушария, междуна-

родное сообщество (а это США, Великобритания, Россия, ФРГ и многие др. страны) запрет на промысел китообразных не отменило. Более того, в 1994 г. Международная китобойная комиссия ФАО при ООН признала целесообразным организовать международный китовый заповедник в приантарктических водах.

Промысел ластоногих и до сих пор ведется, главным образом, в прибрежных арктических водах, но масштабы его сравнительно невелики и выходят за рамки предмета настоящего пособия.

*Рыбы* в настоящее время имеют наибольшее промысловое значение. Они делятся на хрящевых и костистых. К первым относятся подклассы хрящевых (акулы, скаты) и цельноголовые (химеры). К костистым относятся двоякодышащие и высшие. Последние делятся на 4 группы: 1) хрящекостные (осетровые); 2) цельнокостные (панцирные щуки); 3) кистеперые; 4) костистые.

Среди последних выделяют четыре основных экологических типа.

1. Пелагические планктофаги - мелкие рыбы размером не более 25 см. Питаются мелкими планктонными организмами (анчоусы, сардины).

2. Пелагические хищники - более крупные рыбы, питающиеся организмами с разных трофических уровней (скумбрия, треска, тунцы, минтай, ставрида).

3. Демерсальные хищники - живут в придонных водных слоях, питаются нектобентическими и бентическими беспозвоночными, мелкой рыбой (камбала, палтус, пикша и др.).

4. Проходные рыбы - лососи, угорь, мойва, килька.

В настоящее время (на уровне отрядов рыб) в Мировом океане исключительное промысловое значение имеют сельдеобразные, трескообразные, окунеобразные, скорпенообразные и камбалообразные. Меньшее значение имеют отряды ламнообразных, катранообразных, скатообразных, миктофообразных, сарганообразных, долгохвостообразных, кефалеобразных и угреобразных, возможности промыслового освоения которых еще далеко не исчерпаны.

Господствующее положение сельдеобразных, трескообразных и окунеобразных рыб в мировом вылове не случайно. Их приспособленность к изменчивости условий существования исключительно велика. Кроме того, видовое разнообразие позволяет представителям этих отрядов выступать в роли основных пищевых конкурентов на высших ступенях трофической лестницы, занимать почти все наиболее удобные экологические ниши, выдерживать все возрастающий пресс промысла.

Таким образом, пять отрядов морских рыб (или около 400 их видов) сейчас и около 10 в перспективе являются основой массового промысла на долгие годы. Мировой улов, по данным ряда исследователей, может достигать не менее 100 млн. т, а по подсчетам специалистов ФАО различных лет уловы могут составлять 130-250 млн. т/год.

Наиболее характерной чертой динамики мирового вылова гидробионтов за последние 10-15 лет является его постоянный рост при некотором сокращении вылова в отдельные годы.



Таблица 7

**Мировая добыча рыб и нерыбных объектов  
в 1984-1995 гг., тыс. т (по данным ФАО, 1997)**

Район лова	Год							
	1984	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Вылов в океанах и морях	73054	86819	83256	83029	84571	85938	91514	91905
Вылов в пресноводных водоемах	9716	13841	14716	14768	15606	17234	19025	21005
Мировой улов в целом	82770	100660	97972	97797	100177	103172	110538	112910

Совершенно очевидно, что это не предел.

Наиболее продуктивными являются районы умеренных и субполярных широт, частично субтропических, а также восточные периферии океанов. Они характеризуются повышенным динамическим режимом, четко выраженной сезонностью, высокими концентрациями биогенных элементов, соответственно и высокой продукцией фито- и зоопланктона, определяющих кормовую базу рыб.

Представление о вкладе основных промысловых районов в общемировой вылов дает таблица 8. (По данным ФАО, 1997).

Таблица 8

**Общемировой вылов в основных промысловых районах**

№ района	Название района	Площадь района		Вылов по годам, тыс. т						
		тыс. км <sup>2</sup>	% от площ. Миров. океана	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
18	Арктич. Моря	7336	2,0	-	-	-	-	-	-	-
21	СЗА	5207	1,4	3140	3289	2968,5	2649	2404	2032	2065,5
27	СВА	16877	4,7	10021	9198	9710	11171	11020	11138	11794
31	ЦЗА	14681	4,1	1807	1709	1817	1665	1908	2252	1895
34	ЦВА	13979	3,9	3941	4101	3923	3277	2954,5	2887	3194
37	Средиз., Черное моря	2980	0,8	1736	1528	1458	1607	1723,5	1858	1922
41	ЮЗА	17616	4,9	2267	2029	2212	2179	2215	2151	2402
47	ЮВА	18594	5,2	2107	1415	1268	1462,5	1440	1320	1295
48	АчА	12298	3,4	467	388	437	362	82,4	81	122
51	ЗИО	30198	8,4	3383	3351	3550	3779,5	3935	3889	3903
57	ВИО	29782	8,2	3042	3098	3311	3568	3914	3923,5	4118

№ рай-она	Назва-ние рай-она	Площадь района		Вылов по годам, тыс. т						
		тыс. км <sup>2</sup>	% от площ. Миров. океана	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
58	АЧИО	12624	3,5	31	34,4	17,5	8,8	8,5	6,4	9,7
61	СЗТО	20476	5,6	26265	25586	24300	24165	24625	25120	27249
67	СВТО	7503	2,1	3306	3406	2975	3252	3407	3256	3067
71	ЦЗТО	33233	9,2	7398	7771	8320	8560	8681	9077	9231
77	ЦВТО	48899	13,5	1756	1520	1511	1359	1283	1375	1547
81	ЮЗТО	28375	7,9	815	860,5	962	934	786	790	873
87	ЮВТО	30016	8,3	15335	13972	14290	14573	15550	20358	17217
88	АЧТО	10386	2,9	1,1	0,7	0,7	0,1	-	-	-

Несмотря на то, что в конце 70-х - 80-е годы рыбопоисковые усилия многих стран, прежде всего СССР, были направлены в воды южного полушария и где были достигнуты определенные успехи (в частности, открыт огромный по площади ареал ставриды за пределами экономической зоны Чили), тем не менее, промысловые районы северного полушария и до настоящего времени являются основными поставщиками рыбы. В таблице 9 приведены данные о вкладе различных областей океана в общемировой вылов. (По данным ФАО, 1997).

Таблица 9

## Вылов в различных областях Мирового океана, млн. т

Область	Номера районов	Вылов по годам						
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Северная Атлантика	18+21+27	13161300	12487000	12678200	13819500	13424400	13170200	13859900
Центральная Атлантика	31+34+37	7484100	7338000	7197900	6548900	6586300	6997300	7011000
Южная Атлантика	41+47+48	4841400	3821500	3916200	4004000	3737600	3551900	3818700
Индийский океан	51+57+58	6456800	6483600	6878800	7356500	7857300	7818500	8031000
Северная часть Тихого океана	61+67	29570400	28991400	27275300	27416900	28032600	28376300	30316100
Центральная часть Тихого океана	71+77	9153800	9291100	9830300	9918700	9963800	10451500	10778200
Южная часть Тихого океана	81+87+88	16151100	14832900	15252400	15506600	16336000	21148000	18090000

Для многих видов рыб известны ареалы их распространения, миграционные пути. Однако промысел возможен только там, где рыбы образуют массовые скопления. Чаще всего такие скопления образуются около естественных границ, куда входят берег, дно, градиентные зоны гидрологических и гидрохимических показателей, на участках обильного развития кормовых организмов, в районах нагула, нереста и зимовки.

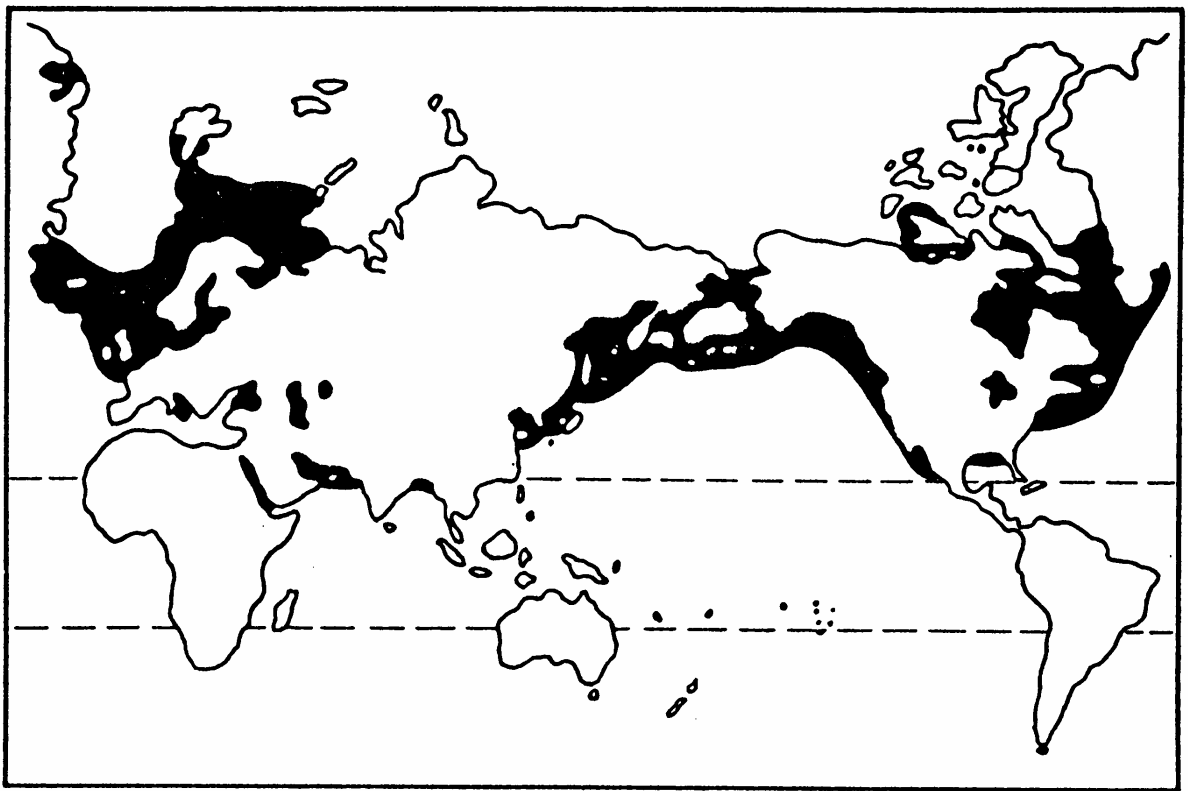
В последние годы увеличился лов некоторых представителей саргонообразных, состоящих из семейств полурыл, летучих рыб, макрелешук и саргановых; отряда макруриообразных (рыб, близких к тресковым); отряда бериксообразных и отряда солнечных. В настоящее время важнейшими промысловыми рыбами являются: из обитающих в пелагиали - анчоусовые, тунцовые, скумбриевые, ставридовые, сайровые, лососевые; из донных и придонных рыб - тресковые, камбаловые, горбылевые; из полуглубоководных рыб - морские окуни, мерлузы, черные палтусы, аргентины и долгохвосты.

В последние 15-20 лет представление о тропиках как о биологической пустыне стало постепенно меняться под влиянием многочисленных доказательств достаточно высокой первичной продукции фитопланктона и бактериопланктона. Океанологические и ихтиологические исследования, а также промысел, заставили обратить внимание на многочисленную группу мезопелагических рыб. Более 60-90% их общего вылова в тропиках на глубине 100-300 м приходится на представителей *Mystophidae* и *Gonostemidae*. Мезопелагические рыбы питаются зоопланктоном, фитопланктоном и скоплениями бактерий на частичках детрита, т.е. они занимают самые первые трофические уровни нектона, являясь объектами питания для лососей, тунцов, скумбрий, ставрид, рыбы-меч и др. Многим видам мезопелагических рыб, обитающим в тропиках, свойственен одногодичный жизненный цикл. Возможно, что в ближайшее время громадная масса мезопелагических рыб станет одним из ведущих объектов мирового промысла, положив начало "кормовому" рыболовству, т.е. большая часть улова пойдет на кормовую муку или на выработку кормового белка.

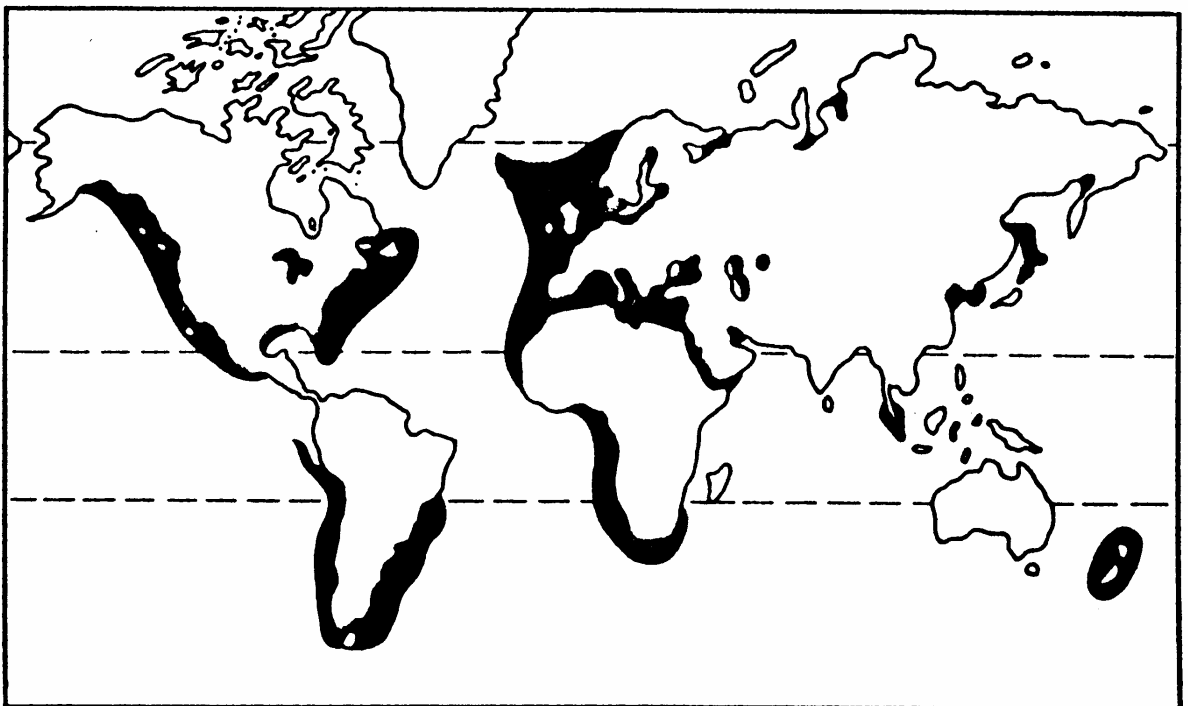
Рассмотрим особенности распределения некоторых наиболее массовых видов рыб, чтобы получить представление об ареалах их распространения, тех экологических нишах, которые они занимают.

Одно из ведущих мест в мировом промысле занимает отряд *трескообразных*, включающий 8 семейств и около 500 видов. Важнейшим промысловым семейством отряда, в которое входят 60 видов, являются собственно тресковые (*Gadidae*). Из них наиболее ценные объекты промысла - треска, пикша, северная и южная путассу, минтай, навага, сайка, морской налим, сайда, мерланг и др. При этом в настоящее время минтай занимает абсолютное первое место по объему вылова среди трескообразных рыб Мирового океана: 1991 - 4893484, 1992 - 4986664, 1993 - 4619008, 1994 - 4299474, 1995 - 4687718.

Тресковые распространены главным образом в водах северного полушария, в южном полушарии обитает лишь четыре их вида (рис. 10). В Северо-Западной Атлантике промысел тресковых занимает ведущее место. Здесь добывают атлантическую треску, пикшу, сайду, морского налима. По современным представлениям, все эти виды полностью используются промыслом. В Северо-Восточной Атлантике кроме перечисленных видов ловят таких тресковых, как мольва, менек, сайка, северная навага, мерланг, тресочка Эсмарка, путассу и др.



а



б

Рис. 10. Ареалы тресковых (а) и мерлузовых (б) в Мировом океане [4]

Как следует из наблюдений, атлантическая треска постоянно обитает в субполярных и полярных водах. Северной и восточной границей ареала арктоскандинавского стада трески является область распространения высокоширотной модификации арктических вод. Поэтому в зависимости от межгодовых изменений площади, занятой водами высокоширотной модификации, треска арктоскандинавского стада расширяет или уменьшает ареал своего распространения. Так, в связи с долгосрочным похолоданием вод Баренцевого и Норвежского морей в 80-е годы улов трески здесь заметно упал и в 1983 году составил 1373 тыс. т (для сравнения: вылов атлантической трески в 1962 г. составлял 3010 тыс.т), в 1991 - 1337004, 1992 - 1180043, 1993 - 1136421, 1994 - 1241602, 1995 - 1264105.

Численность стада трески Северо-Восточной Атлантики напрямую зависит от океанологических условий на ее нерестилищах, которые располагаются у северо-западных берегов Норвегии. Помимо гидрофизических и гидрохимических параметров важную роль играют и ветровые условия во время нереста, определяющие во многом интенсивность переноса и перемешивания вод в фотическом слое, от чего зависит количество планктона. Перечисленные факторы среды не только влияют на условия, при которых протекает нерест, но и оказывают решающее воздействие на выживание молоди трески в течении первых 2-3 лет жизни.

В Северо-Западной Атлантике находится другая популяция атлантической трески. Здесь треска обитает в узкой прибрежной полосе вдоль побережья Гренландии и Северной Америки до 38-40° с.ш., придерживаясь холодных вод Лабрадорского течения. Как показывают практика и научные наблюдения, нерест трески здесь во многом определяется особенностями температурного режима различных районов СЗА. Так, на банке Флемиш-Кап треска нерестится в начале апреля. По мере прогрева вод нерест смещается на север: в прибрежных районах Ньюфаундленда нерест трески проходит в мае-июле. При этом скопления молоди трески Северо-Западной Атлантики удерживаются в строго определенных местах системы Лабрадорского течения, где гидрологические условия более постоянны, чем в окружающих водах.

Кроме трески в водах Северной Атлантики добываются в достаточно значительных количествах пикша и сайда. Пикша обитает в полярных и субполярных водах. Похолодание вод Баренцева и Норвежского морей в 80-е годы привело к значительному сокращению ареала пикши. Изменились также сроки ее выхода на нерест в отдельные районы моря. В целом же ежегодные уловы пикши во всех промысловых районах Северо-Восточной Атлантики в последнее десятилетие составляли около 300 тыс. т: в 1991 - 190946, 1992 - 208085, 1993 - 251536, 1994 - 311889, 1995 - 319545 т.

На шельфах Ирландии и Исландии, в Баренцевом и Норвежском морях постоянно ведется промысел сайды. Начиная с 80-х годов ее здесь ежегодно добывается около 400 тыс.т. Считается, что это намного ниже ее потенциального улова. Примерно на таком же уровне находится добыча в водах СВА полярной трески, чуть меньше вылов сайки и мерланга. О запасах этих тресковых в на-

стоящее время нет достаточно точных представлений, хотя предполагается, что запасы мерланга используются почти полностью.

Особое место в промысле занимает путассу. Путассу (*Micromesistius routassou*) по своей биологии резко отличается от биологии других тресковых рыб, обитающих в Северной Атлантике.

В СВА обитает два стада путассу - бискайское и гебридско-норвежское, второе наиболее многочисленное. По оценкам рабочей группы ИКЕС (Международная организация, занимающаяся изучением биологических ресурсов Северо-Восточной Атлантики) и ПИНРО, запас его в 1993-1994 гг. составлял около 5 млн. т.

Совершая нагульно-нерестовые миграции, рыба этой популяции осваивает огромную акваторию СВА от Бискайского залива до Шпицбергена и в теплые годы проникает в Баренцево море до острова Колгуев, на западе встречается над горами Срединно-Атлантического хребта и в массовых количествах выходит на нагул в воды, омывающие Исландию. Промысловые скопления (в зависимости от биологического состояния и сезона года) распределяются в экономических зонах Ирландии, Великобритании, Норвегии, Фарерских островов, Исландии, в открытой части Атлантики и Норвежского моря.

Годовой жизненный цикл, протяженность миграций путассу определяются интенсивностью и сезонными изменениями теплосодержания вод Северо-Восточной Атлантики.

Популяция путассу разделена в пространстве по возрасту - молодь и половозрелая рыба населяют разные участки ареала. Молодь чаще нагуливается в шельфовых водах и на относительно мелководных банках на глубинах до 220 м. С возрастом она начинает осваивать материковый склон и пелагиаль.

Нерест путассу проходит в феврале-мае в южной части ареала - на материковом склоне Ирландии и Гебридских островов (между 49 и 57° с.ш.) и на банках Поркьюпайн и Роколл на глубинах 200-430 м при температуре воды в слое обитания 7,7-9,5° на севере и 8,5-10,8° на юге и солености 35,2-35,6‰. В начале нерестовые скопления выходят на юге участка (47-49° с.ш.), потом - на 50-53° с.ш. и позже на 54-56° с.ш.

Нерест путассу - порционный (2-3 порции), поэтому период существования плотных скоплений во многом определяется количеством рыбы в косяках и гидрометеорологическими условиями. Мелкие косяки быстрее распадаются в штормовую погоду.

За нерестовый период скопления путассу совершают значительные горизонтальные миграции. В отдельные сутки скопления проходят до 20 миль. Каждый год направление миграции косяков рыбы изменяется в зависимости от складывающейся гидрометеорологической ситуации. Нерестовые миграции прекращаются с выметом второй порции икры и распадом косяков, после чего рыба по течению скатывается к местам нагула в Норвежское море. Вылов путассу в последние годы относительно стабилизировался: 1991 - 447819, 1992 - 474871, 1993 - 546683, 1994 - 496967, 1995 - 545937 т.

Вторая крупная популяция путассу расположена в Юго-Западной Атлантике. Южная путассу (*Micromesisteus australis*) обитает в водах, омывающих подводную окраину Южной Америки от устья Ла-Платы на юг до банки Бердвуд и м.Горн и далее, вплоть до Южных Оркнейских островов. При этом замечательным является то, что в антарктических водах на юге ареала путассу встречается у самой поверхности воды при температуре 1,0-1,5°. По мере продвижения на север путассу переходит к донному образу жизни и встречается в верхней части материкового склона Фолклендско-Патагонского района на глубинах 200-300 м.

Как уже указывалось, в последнее десятилетие первое место по вылову среди тресковых прочно удерживается за минтаем (*Theragra halcogramma*). Он обитает в морях северной части Тихого океана (рис. 11). Его ареал простирается от Берингова пролива на юг, до Кореи на западе и Северной Калифорнии на востоке океана. Минтай обитает в слоях воды с температурой около 2-4° С. В северо-западной части Тихого океана уловы минтая уже с начала 70-х годов ежегодно превышают 3-4 млн.т. В северо-восточной части океана добыча минтая существенно меньше и составляет в среднем около 1 млн.т. В целом же мировой вылов минтая составляет около 5 млн. т в год. При этом одним из наиболее продуктивных районов его промысла является Охотское море, большая часть которого располагается в исключительной экономической зоне России. Лишь в центре моря находится участок за пределами 200-мильной зоны, где возможен свободный международный промысел. В связи с этим важной проблемой является контроль за выловом минтая в данном районе моря. Это обусловлено тем, что в международных водах облавливается рыба единого охотоморского стада. Бесконтрольное изъятие здесь может подрвать запасы его, находящиеся в экономической зоне нашей страны.

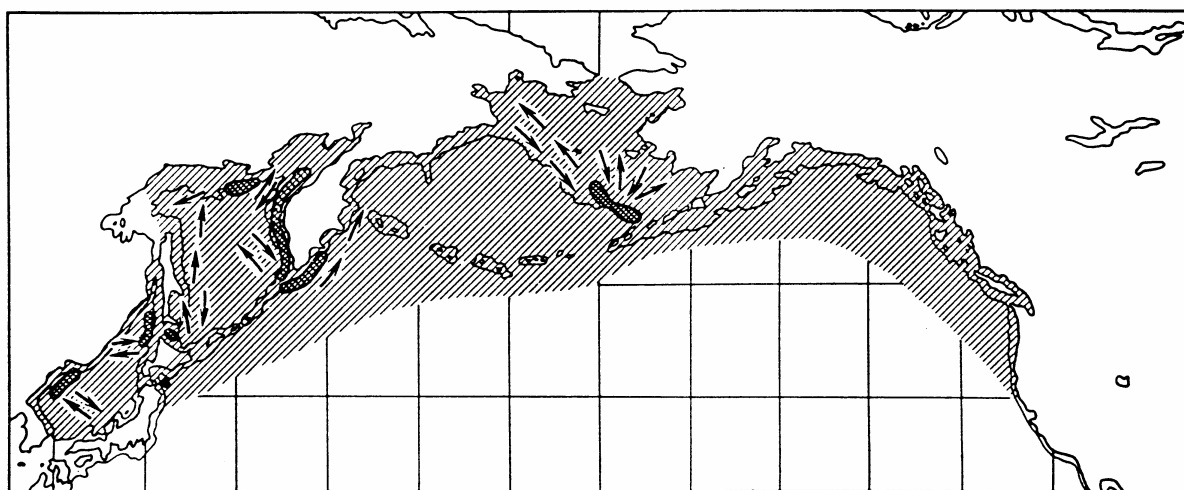


Рис. 11. Ареал минтая (редкая штриховка) и места его интенсивного нереста (частая штриховка). Стрелками указано направление локальных миграций [4]

Важное значение среди промысловых трескообразных имеет семейство мерлузовых (Merluccidae), которое включает около 25 видов и подвидов. Всего в Мировом океане в настоящее время добывают более 1,5 млн. т мерлузовых.

В Атлантическом океане представители мерлузовых добываются как в северном полушарии, так и в южном (рис. 10). В Северо-Западной Атлантике распространены американский (серебристый) хек. Его ареал простирается от пролива Белл-Айл на севере до Багамских островов на юге на глубинах от 30 до 300 м. Добыча его сейчас сравнительно невелика и обычно не превышает 100 тыс. т в год. На северо-востоке Атлантики распространен европейский хек, который встречается от берегов Норвегии до побережья Сенегала. Промысловые запасы его невелики и полностью используются; годовой вылов, как правило, не достигает 100 тыс. т. В Юго-Восточной Атлантике мерлузовые представлены капской (южноафриканской) и ангольской мерлузами. Вылов их колеблется в широких пределах - от 300 до 800 тыс. т/год. В Юго-Западной Атлантике представителями мерлузовых являются патагонская (аргентинская) мерлуза и аргентинский макруронус, которые распространены на шельфе и верхней части материкового склона Фолклендско-Патагонского района. Как считают, запасы их весьма значительны, потенциальный вылов может достигать 1 млн. т/год. Однако в настоящее время ресурсы мерлузовых ЮЗА используются не в полной мере (в 1995 г. добыто 644478 т), хотя аргентинская мерлуза, как и ее капская родственница, отличается тем, что растет значительно быстрее рыб других видов данного рода. А это способствует тому, что быстрее происходит обновление промыслового стада.

В Тихом океане мерлузовые распространены главным образом по периферии океана, вдоль его восточной и южной окраин. На востоке океана находится ареал северной мерлузы, ресурсы которой практически полностью используются, а годовой вылов обычно превышает 100 тыс. т. В юго-восточной части Тихого океана распространена чилийско-перуанская мерлуза, ресурсы которой, судя по всему, используются недостаточно полно. Слабо используются также и запасы новозеландской (австралийской) мерлузы и новозеландского макруронуса.

Таким образом, мерлузовые широко распространены в Мировом океане. При этом основная особенность их в том, что, являясь холодолюбивыми организмами, они постоянно находятся в водах субполярного происхождения. Однако особенности гидродинамики вод во многих промысловых районах нередко приводят к тому, что мерлузовые соседствуют с рыбами субтропических и тропических вод. В частности, это весьма характерно для мерлузовых Атлантического океана.

Как следует из этого краткого обзора, запасы трескообразных достаточно хорошо изучены и интенсивно используются. Используя современные знания об океане, можно рассчитывать на увеличение вылова сайды, путассу (особенно Юго-Западной Атлантики), мерлузы ЮЗА, ЮВА, юго-восточной и юго-западной частей Тихого океана, макруронуса ЮЗА и ЮЗТО.

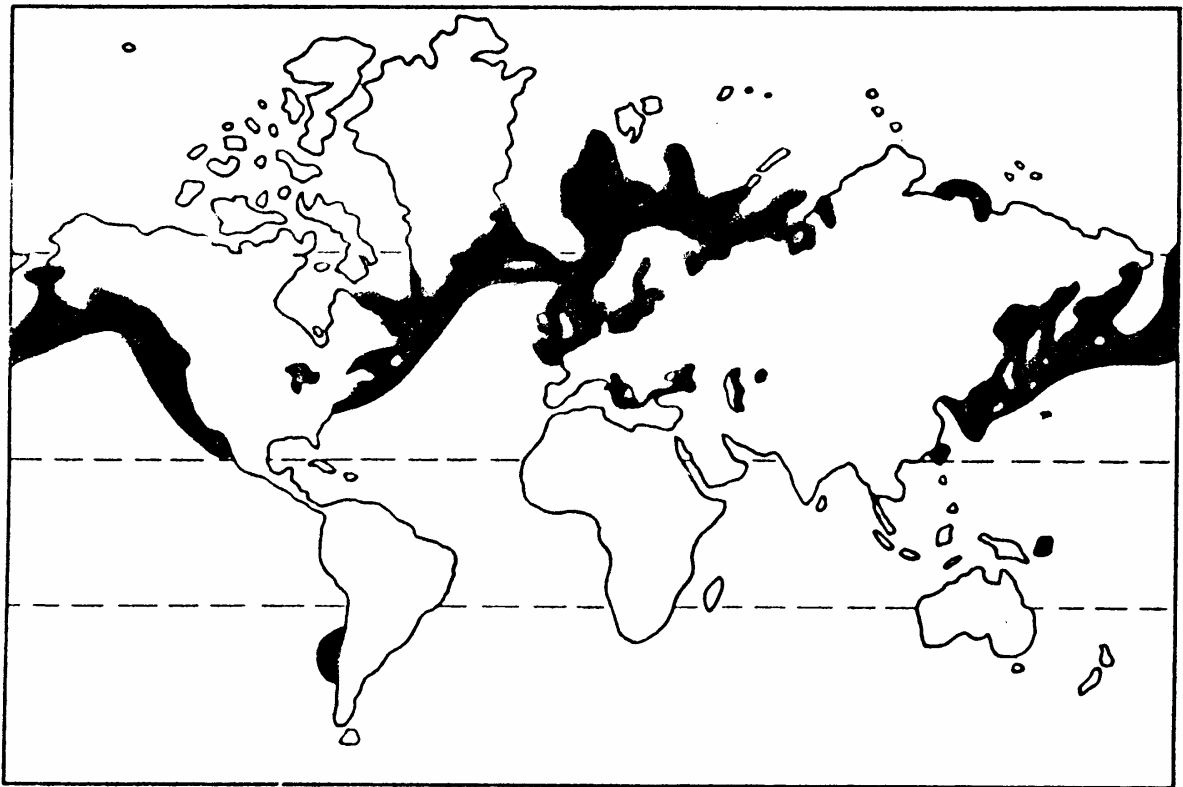


*Сельдеобразные.* Рыбы этого отряда многие годы играли ведущую роль в общем мировом вылове. Да и в настоящее время они вместе с трескообразными дают большую часть мирового улова в водах Мирового океана. Отряд, насчитывающий 3 семейства, объединяет около 300 видов. Из этих трех семейств - сельдевые, анчоусовые и дорабовые - наиболее важными в промысловом отношении являются сельдевые. Это стайные планктоноядные рыбы. Обитают они практически на всех широтах, от Арктики до Субантарктики, хотя наибольшим видовым разнообразием сельдевых отличаются тропики (рис. 11, а). По мере продвижения к полюсам видовое разнообразие сельдевых уменьшается: в водах умеренных широт оно меньше, чем в тропиках; в приполярных областях обитают единичные виды.

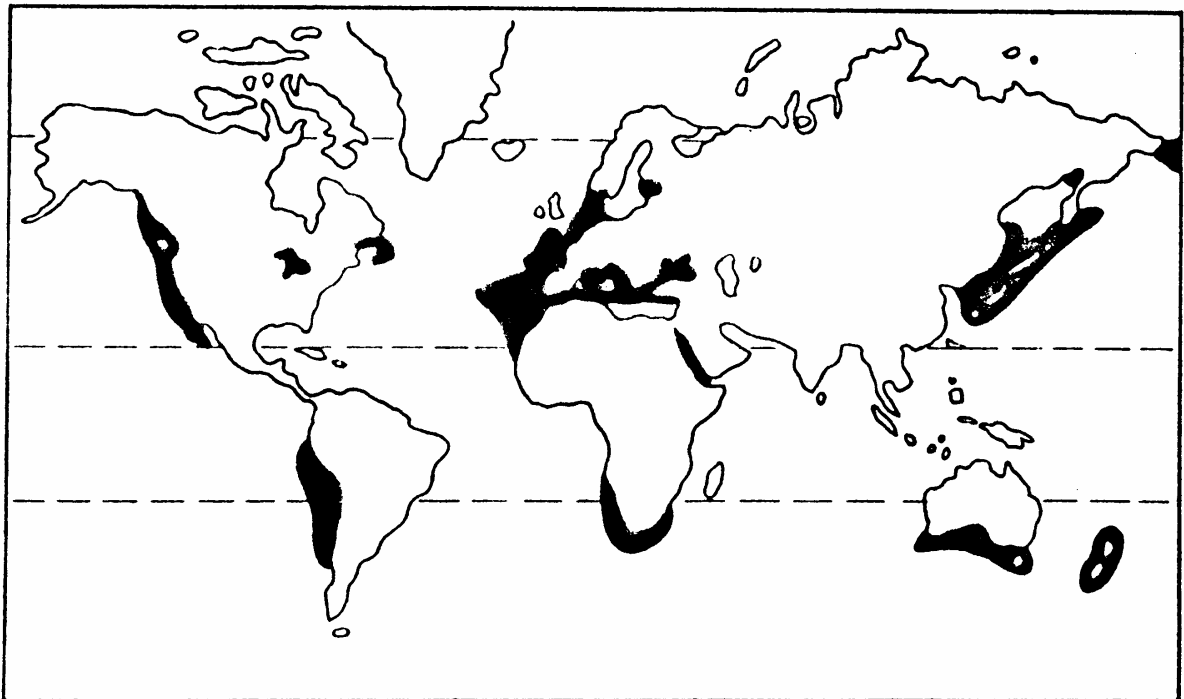
В субполярных и умеренных широтах северного полушария сельдевые представлены атлантической (*Clupea harengus*) и тихоокеанской (*Clupea pallasii*) сельдями. В Северной Атлантике и бассейне Северного Ледовитого океана сельди распространены в Карском, Баренцевом, Норвежском и Балтийском морях, а также обитают в водах, омывающих побережья Юго-Восточной и Южной Гренландии, берега Канады и США. В Тихом океане они распространены в Охотском и Беринговом морях и в узкой прибрежной зоне вдоль берегов Евразии и Северной Америки примерно до широты северного тропика (рис. 12). В южном полушарии сельди обитают у берегов Чили.

Основной особенностью сельдей северного полушария является жесткая локализация нерестилищ на небольших по площади участках шельфа вблизи берегов. Так, основным районом нереста одного из североамериканских стад атлантической сельди является банка Джорджес. В СВА норвежское стадо атлантико-скандинавской сельди весной нерестится на очень незначительных по площади банках шельфа Норвегии: Ланн-Грунд, Будгруннен, Фрея, Хальтен, Склинна, Трен. При этом максимум личинок весенненерестующейся норвежской сельди всегда обнаруживается на границе прибрежных и атлантических вод в слое максимума градиента плотности. Как и у других рыб, занимающих обширные пространства в водах умеренных, субполярных и полярных широт, нерест начинается на юге ареала. По мере прогревания вод нерестовые скопления смещаются в более высокие широты.

Положение основных нерестилищ сельди вблизи области полярных (арктических) вод нередко ведет к формированию условий, далеких от оптимальных на всех фазах раннего онтогенеза. В связи с этим при возникновении любых экстремальных условий во время нереста формируются неурожайные поколения. Так, неурожайные поколения норвежской сельди образуются в годы, когда возникают большие массы холодной и опресненной воды, что обуславливает дрейф личинок в слоях, не захваченных весенними процессами фотосинтеза. В настоящее время в связи успешным регулированием вылова атлантической сельди ежегодный улов этого ценного промыслового объекта колеблется в пределах 1500-2300 тыс.т, при этом, как и раньше (в 50-е - 60-е годы), ведущая роль в вылове принадлежит норвежской весенненерестующейся сельди.



а



б

Рис. 12. Распределение сельдей (а) и сардин (б) в Мировом океане [4]

Запасы тихоокеанской сельди, которая имеет несколько относительно изолированных стад (охотоморское, Олюторского залива и др.), в 60-х - начале 70-х годов были сильно подорваны неумеренным промыслом. В 1983-1984 гг. в северо-западной и северо-восточной частях Тихого океана вылавливали не более 250-300 тыс. т, что почти в 5-6 раз меньше, чем в конце 50-х - начале 60-х годов. В 1995 г было добыто около 212000 т тихоокеанской сельди. Жесткая регуляция промысла в пределах советской рыболовной зоны, мероприятия по обустройству искусственных нерестелищ, привели к частичному восстановлению охотоморского стада. Для того, чтобы сохранить (или восстановить) другие стада тихоокеанской сельди, крайне необходимы меры по охране запасов и рациональному их использованию.

В атлантических прибрежных водах североамериканского континента обитает манхеден *Brevoortia tyrannus*. Всего род манхеден из семейства сельдевых насчитывает семь видов, но наибольшее промысловое значение из них имеет именно *B. tyrannus*. Ареал этой сельди охватывает узкую прибрежную полосу США приблизительно от штата Нью-Джерси до Техаса. В связи с тем, что ареал располагается вне зоны влияния холодных вод Лабрадорского течения, состояние популяции манхедена довольно стабильно. Следствием этого является стабильность оптимальных уловов, величина которых с конца 70-х годов (практически - с введением 200-мильной зоны) колеблется в незначительных пределах - от 280 до 400 тыс. т в год.

Важными массовыми промысловыми объектами семейства сельдевых являются представители родов сардин, сардинопсов и сардинелл, которые обобщенно называют сардинами. Они распространены в умеренно теплых, в субтропических и тропических водах, главным образом, в шельфовых зонах Мирового океана (рис. 12).

Ареал европейской сардины в восточной части Атлантического океана не только граничит на севере с ареалом атлантической сельди, но и практически совпадает с последним. При этом нередко наблюдаются случаи, когда в результате появления неурожайных поколений сельди и (или) ее бесконтрольного изъятия промыслом происходило замещение сельди европейской сардиной. В настоящее время ежегодный улов этой сардины составлял: 1991 - 1460782, 1992 - 1157770, 1993 - 1092389, 1994 - 1166937, 1995 - 1207128 т.

Кроме европейской сардины сельдевые в тропических водах Атлантики представлены несколькими видами сардинелл, ежегодный вылов которых составляет более 700 тыс.т.

Важными объектами промысла в Тихом океане являются южноамериканские сардины (так называемая чилийская сардина), ежегодный вылов которых в середине 80-х годов XX столетия превышал 5025 тыс.т. Кроме чилийской сардины в последние годы восстанавливаются и активно используются промыслом запасы калифорнийской и японской сардин. При этом, по мнению некоторых исследователей (Кушинг, 1979), колебания уловов этих видов сардин обусловлены не влиянием промысла, а циклическими колебаниями природных факторов биотического и абиотического характера.

Длительное время семейство анчоусовых, в которое входит свыше 100 видов, занимало первое место в мировой добыче. Так, в начале 70-х годов вылов перуанского анчоуса превышал 10 млн. т в год. Однако сильный пресс промысла, а также проявления катастрофических Эль-Ниньо в 1972-1973 и 1982-1983 годах существенно подорвали его запасы. В настоящее время вылов этой рыбы составляет: 1991 - 4017106, 1992 - 6157269, 1993 - 8482463, 1994 - 12520611, 1995 - 8644576 т. Кроме перуанского анчоуса в Мировом океане, в различных его районах, вылавливается европейский, аргентинский (патагонский), капский, японский и другие виды анчоусов (хорошо известные азовская и черноморская хамса относятся к европейскому анчоусу). В 80-е годы вылов анчоусовых в Мировом океане превышал 3,5 млн. т. В настоящее время составляет около 2 млн. т/год. По мнению многих исследователей, эти уловы можно безболезненно увеличить примерно вдвое, даже без восстановления запасов перуанского анчоуса.

Анчоусовые весьма активно реагируют на изменение условий внешней среды, особенно на изменение температуры воды. Сезонные изменения температуры воды вызывают сезонные миграции анчоусовых, а отклонения от оптимального температурного режима вод могут привести к появлению урожайных или неурожайных поколений. При этом во многих районах Мирового океана резкое уменьшение биомассы анчоусовых обычно сопровождается заметным увеличением биомассы других сельдевых. Классическим в этом плане является пример с калифорнийским анчоусом и калифорнийской сардиной. Объяснить это можно пищевыми взаимоотношениями семейства сельдеобразных.

Снижение запасов трески и пикши в водах Северной Атлантики в 60-е годы привело к быстрому росту биомассы мойвы - основного промыслового вида семейства корюшковых (*Osmeridae*). Мойва (*Mallotus villosus*) обитает в субполярных и полярных водах. Ее скопления обнаружены в высоких широтах Гренландского, Норвежского, Баренцева и Карского морей, а также в море Лаптевых, Чукотском, Беринговом и Охотском. Уже с конца 70-х годов в США запасы мойвы почти полностью освоены - здесь ежегодно вылавливали более 2,5 млн. т. Недостаточно освоены запасы мойвы Северо-Западной Атлантики, запасы корюшковых в северной части Тихого океана. Последний факт объясняется тем, что в северо-западной части Тихого океана вылов других, более ценных сельдеобразных еще не достиг своего предела. Считается, что корюшковые не являются особенно перспективным объектом промысла. Это объясняется несколькими причинами: 1) возможное восстановление запаса тресковых может привести к снижению биомассы мойвы - одного из основных видов пищи этих рыб; 2) ареал массовых видов корюшковых незначителен по площади и ограничен северными районами Мирового океана; 3) стоимость мойвы на международных рынках незначительна из-за сравнительно низких пищевых качеств.

По сравнению с корюшковыми 13 видов семейства лососевых отличаются высокими пищевыми качествами (всего семейство лососевых - *Salmonidae* - включает 36 видов). Лососевые встречаются практически повсеместно в субполярных водах северного полушария. Они относятся к анадромным рыбам, которые нерестятся в реках, а остальную часть жизни проводят в море. Их миграционные пути проходят далеко от берегов. Лососевые используются промыслом почти полностью и частично воспроизводятся искусственно на береговых рыбо-

разводных заводах, где происходит выращивание мальков. Наибольшее значение в мировом морском промысле имеют дальневосточные лососи рода *Oncorhynchus*, все виды которого (горбуша, кета, нерка, сима, чавыча, кижуч) активно промышляются человеком с незапамятных времен (рис. 13). Всего лососевых в мире в последние годы добывается около 700-800 тыс. т в год. Для увеличения их биомассы и вылова необходимо в первую очередь полностью запретить морской промысел лососей в местах их нагула в открытых водах Тихого океана.

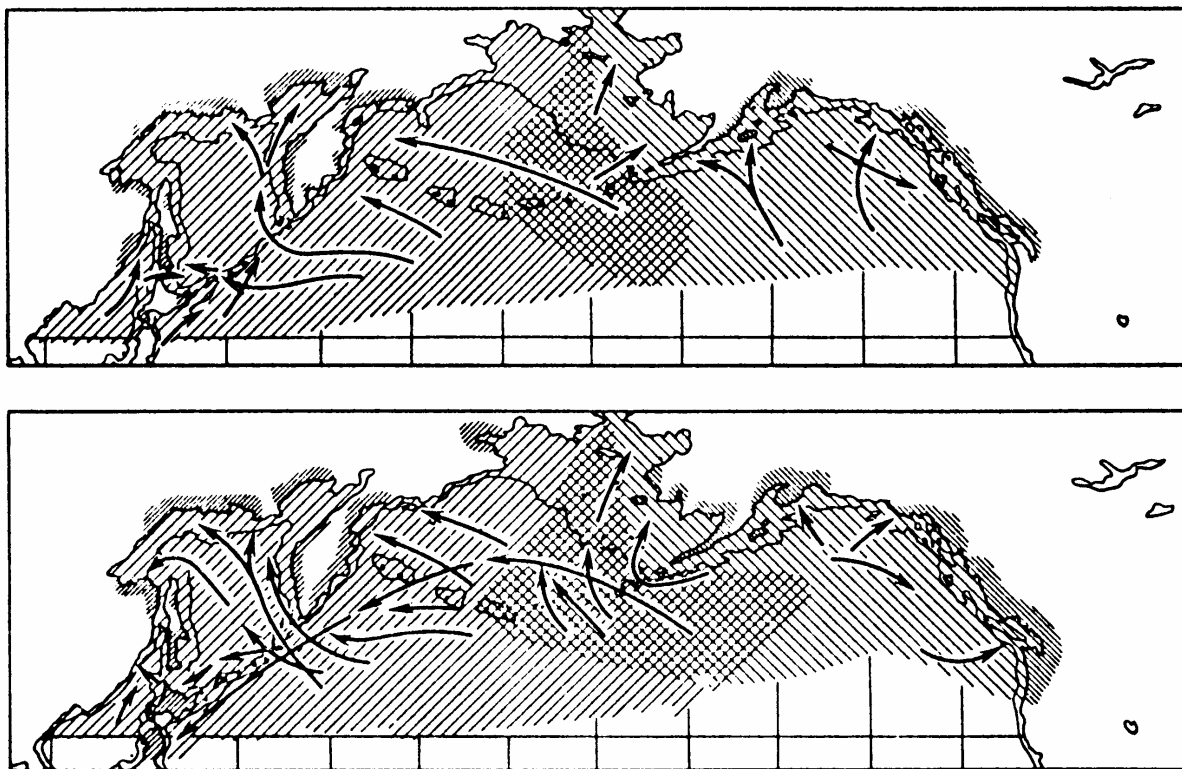


Рис. 13. Анализ азиатской и американской горбуши (а) и кеты (б).  
Стрелками показаны направления нерестовых и пищевых миграций,  
частой штриховкой - места интенсивного нереста [4]

Анализ промысловых биологических данных о состоянии сельдеобразных и лососеобразных в Мировом океане позволяет сделать некоторые выводы. Важнейшими из них являются следующие. Сельдеобразные представляли и представляют собой один из самых крупных по биомассе отрядов промысловых рыб. Лососеобразные распространены значительно меньше. Однако и те и другие остро реагируют как на изменение условий внешней среды, так и на пресс промысла. Под влиянием неконтролируемого промысла биомасса и запасы даже массовых видов могут меняться в короткий срок на порядок и более. В перспективе возможно увеличение вылова сельдеобразных в Мировом океане на несколько миллионов тонн. Из лососеобразных некоторую перспективу в промысле представляют отдельные виды семейств гладкоголовых и платитроковых, обитающих на глубинах от 400 до 1700 м в Северной Атлантике.

*Окунеобразные* (Perciformes) наряду с трескообразными и сельдеобразными представляют собой один из самых многочисленных отрядов промысловых рыб. Отряд окунеобразных состоит из более чем 200 семейств и свыше 2000 видов. В отличие от сельдеобразных и трескообразных окунеобразные обитают в самых разных природных условиях. Так, семейство ставридовых расселилось почти по всей акватории Мирового океана, за исключением самых северных и южных районов, а семейство нототениевых является типичным эндемиком, нигде за пределами Южного океана не встречающимся.

К середине 80-х годов вылов окунеобразных в Мировом океане по сравнению с 70-м годом вырос почти вдвое, приблизительно от 7 до 12 млн.т. Причем этот рост происходил за счет освоения новых объектов и районов промысла. Рассмотрим некоторые из них.

В последние годы в промысле морских пелагических окунеобразных рыб быстро растет значение семейства ставридовых, объединяющих более 100 видов. Основу всех массовых уловов имеют рыбы из рода ставриды (*Trachurus*), который включает более 15 видов и подвидов. Эти рыбы встречаются преимущественно в субтропических и умеренных водах обоих полушарий.

До конца 70-х годов ставриды облавливались практически лишь на шельфах, изредка - в зоне материкового склона. При этом ежегодный вылов колебался от около 50 тыс. т в Северо-Западной Атлантике до 600-800 тыс. т в Юго-Восточной Атлантике, северо-западных и центрально-западных районах Тихого океана. В 1978 г. научно-поисковая экспедиция управления Запрыбпромразведка открыла в юго-восточной части Тихого океана, за пределами 200-мильной экономической зоны Перу и Чили крупные промысловые скопления перуанской ставриды *T. symmetricus murphyi*. Расширяя район исследований, в 1979-1981 гг. специалисты Запрыбпромразведки обнаружили, что ареал ставриды протягивается в южной части Тихого океана практически от побережья Южной Америки до Новой Зеландии. Плотные промысловые скопления ставриды приурочены здесь к зоне субполярного антарктического фронта и западной границе Перуанского океанического течения. Развитие поисковых работ, увеличение промысловых усилий привели к тому, что уже в середине 80-х годов в этом районе Тихого океана добывалось 2-2,5 млн. т ставриды ежегодно. Это открытие огромного по площади ареала ставриды в южной части Тихого океана заставило в корне пересмотреть представления об открытых областях океана как об "океанических пустынях".

В настоящее время в Мировом океане вылавливают около 6 млн. т ставриды ежегодно, хотя в начале 70-х годов вылов был менее 2 млн. т. Несмотря на рост вылова ставридовых, не все потенциальные запасы этих рыб используются промыслом. Так, не ведется в надлежащих (возможных) масштабах лов таких массовых видов, как калифорнийская ставрида, новозеландская ставрида. Недостаточно изучены возможности промысла ставридовых в некоторых районах Атлантики: в открытых частях СВА, СЗА и ЦВА. Расширение и углубление поисковых и исследовательских работ в этих и других районах Атлантического и Тихого океанов, оптимизация промысловых усилий в них, несомненно, позволит увеличить вылов ставридовых на несколько миллионов тонн.

Семейство скумбриевых (*Scombridae*), в состав которого входит 56 видов рыб, имеет не меньшее значение в промысле. Наиболее массовые роды скум-

бриевых - такие, как собственно скумбрия (*Scomber*), тунец (*Thunnus*), пелагида (*Sarda*) и др. широко распространены в пелагиали Мирового океана за исключением районов полярных вод.

Основными районами промысла скумбрии являются северо-западная и центрально-западная части Тихого океана. Здесь добывается ежегодно от 2 до 2,5 млн. т *S.japonicus japonicus*. Популяция этой скумбрии находится в субтропических водах северо-западной Пацифики, на границе с водами полярного и субполярного происхождения, приходящими в этот район с течением Ойясио. Межгодовые колебания в положении фронтальной зоны здесь ведут к изменению расположения промысловых участков, межгодовым колебаниям численности и биомассы скумбрии в этом высокопродуктивном районе Тихого океана.

Вслед за Тихим океаном основными районами промысла скумбрии являются северо-восточная и центрально-восточная части Атлантики, где добывается соответственно 500-700 тыс.т и 100-150 тыс.т ежегодно. В 70-е годы важное значение в промысле скумбрии имела северо-западная Атлантика, где в то время добывалось до 350 тыс.т ежегодно. Однако в настоящее время СЗА дает не более 30-50 тыс.т скумбрии в год. Такое резкое падение уловов обусловлено пагубным влиянием бесконтрольного пресса промысла.

В Индийском океане ежегодный вылов скумбрии составляет 210-350 тыс. т. Всего же в Мировом океане в 80-е годы вылавливали около 3,5 - 3,7 - 4,0 млн.т скумбрии. По современным представлениям, есть возможность несколько увеличить эти цифры, в первую очередь за счет пока не используемых запасов скумбрии северо-восточной части Тихого океана.

Важным объектом промысла в Мировом океане является род тунцов. Основные промысловые виды - обыкновенный тунец (*Thunnus thunnus thunnus*), длинноперый (*T.alalunga*), большеглазый (*T.obesus*), и желтоперый (*T.albacares*) тунцы. В последние десятилетия наблюдается значительный рост вылова тунцов: так, если в 1970 г. было добыто 1,34 млн. т тунцов, то в 1995 г. вылов их составил около 3 млн. т. Причина увеличения вылова тунцов заключается прежде всего в высоких пищевых качествах большинства видов тунцов и, как следствие, в высокой стоимости на рынках сбыта: средняя стоимость тонны тунцов на мировом рынке уступает лишь лососевым рыбам.

Значительное увеличение вылова тунцов в последние десятилетия стало возможным благодаря тому, что вместо удебного лова, распространенного ранее, стал широко применяться кошельковый лов тунцов скоростными сейнерами с использованием современной поисковой гидроакустической аппаратуры, вертолетов, высокостенных кошельковых сетей и т.п. Кроме того, к настоящему времени уже известны и достаточно хорошо изучены основные районы скопления тунцов.

Наибольшее количество тунцов добывается в Тихом океане: на северо-западе и в центрально-западной части Пацифики ежегодно вылавливают 1,0-1,2 млн.т тунцов, главным образом полосатого, желтоперого, большеглазого и длинноперого. Желтоперый и полосатый составляют большую часть улова тунцов в восточно-центральной части Тихого океана, где ежегодно добывают около 400-850 тыс.т тунцов (рис. 14). В юго-восточной части океана ежегодно вылавливают около 100 тыс. тунцов. Таким образом, только в Тихом океане добывают

более 2,0-2,2 млн.т тунцов. И если в большинстве районов уловы близки к оптимальным, то потенциальный вылов желтоперого и длинноперого тунцов в восточно-центральной части Тихого океана значительно превышает величину фактических уловов.

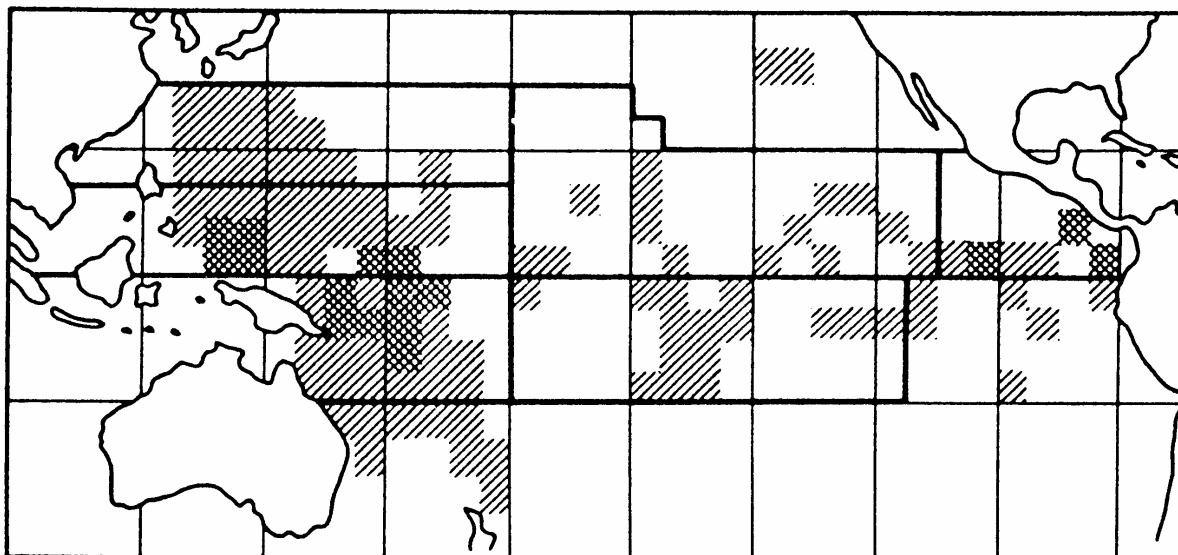


Рис. 14. Распределение личинок желтоперого тунца в октябре-декабре [4]

Вылов тунцов в Атлантическом океане составляет ежегодно около 340-550 тыс.т. При этом основной вклад в промысел дает Центрально-Восточная Атлантика. Здесь добывается 250-350 тыс.т тунцов, среди которых преобладают длинноперый, большеглазый и желтоперый. Северо-Восточная и Юго-Восточная Атлантика дают соответственно 30-50 и 60-70 тыс.т тунцов. На западе Центральной Атлантики, включая Карибское море, вылавливают около 45-50 тыс.т тунцов; на северо-западе Атлантического океана добывают всего около 10 тыс.т обыкновенного тунца. Анализ тунцового промысла в Атлантике показывает, что запасы большеглазого и полосатого тунцов здесь используются не полностью. Вылов этих видов может быть существенно увеличен.

В Индийском океане добыча тунцов ежегодно составляет 250-300 тыс.т. В последние годы наблюдается увеличение их вылова в океане, чему способствует и возрастание роли нашего отечественного тунцеловного флота. В целом в Индийском океане еще слабо используются запасы полосатого и большеглазого тунцов.

Анализ распределения скоплений тунцов в Мировом океане позволяет прийти к выводу о строгой их приуроченности к определенным районам в системе постоянных течений тропических вод. Каждый вид тунцовых, сохраняя свойственную виду избирательность по отношению к физическим характеристикам среды (прежде всего - температуре), занимает строго определенное положение в той или иной системе течений. Так, в Саргассовом море, представляющем собой квазистационарный макромасштабный антициклонический вихрь, тунцы распределяются строго по периферии моря. В Индийском океане районами концен-



трации тунцов являются зоны конвергенции вод в экваториальных течениях. В Карибском море скопления тунцов образуются на локальных участках циклонических круговоротов, так как постоянные течения в Карибском бассейне не образуют четко выраженной лентообразной структуры. Напротив, в Тихом океане, где постоянные течения имеют преимущественно широтное направление, промысловые участки тунцов, за исключением юго-восточной части океана, образуются в виде узких лент, вытянутых с востока на запад. В юго-восточной части Тихого океана постоянный промысловый участок желтоперого тунца протягивается в субмеридианальном направлении вдоль Перуанского течения приблизительно по  $90^\circ$  з.д. от экватора до  $20^\circ$  ю.ш.

Скопления тунцов располагаются, как правило, в водах с определенной оптимальной для того или иного вида температурой. Так, длинноперый тунец обитает в водных массах, температура которых не опускается ниже  $15^\circ$  С. Замечено, что 95% добытого длинноперого тунца выловлено при температуре воды от  $15,6^\circ$  до  $20,0^\circ$  С. Поэтому водные массы и их границы определяют распределение длинноперого тунца; миграции его совершаются в пределах этих границ, а не через них.

Аналогичная картина наблюдается в распределении полосатого тунца в северо-западной части Тихого океана. В годы усиления Курошио границы теплых вод и вместе с ними и косяки полосатого тунца продвигаются дальше чем обычно, к северу. При этом, если теплые воды прогреются до большой глубины, то тунец совершает частые вертикальные миграции. Если же теплые воды подстилают слой холодных вод, то он образует крупные скопления близ поверхности океана. Скопления тунцов, как правило, концентрируются в языках теплых вод, вклинивающихся в холодные воды.

Как уже указывалось, высокие пищевые качества и, как следствие, высокая стоимость тунцов на мировом рынке являются сильнейшим стимулятором их интенсивного промысла. В то же время оценка оптимальных величин их изъятия сильно затруднена в связи с почти полной невозможностью применения сейчас современных методов измерения биомассы (акустического, ихтиопланктонного). Поэтому любые оценки перспективы увеличения вылова того или иного вида тунцов основываются на анализе самого тунцового промысла.

В целом же, оценивая возможные перспективы увеличения вылова представителей отряда окунеобразных, который дает в настоящее время более 20% мирового улова, можно говорить о возрастании добычи окунеобразных приблизительно на 2-3 млн. т в год. Помимо возможного увеличения вылова представителей семейств ставридовых и скумбриевых, о котором говорилось ранее, рост вылова окунеобразных связывают с промыслом рыб семейства красноглазковых, которые образуют скопления на подводных возвышенностях в открытых районах Мирового океана. В частности, крупные запасы красноглазки были обнаружены в конце 70-х годов специалистами управления Запрыбпромразведки и АтлантНИРО на подводных горах Китового хребта (Атлантический океан) и хребта Наска (Тихий океан). Значительный прирост вылова окунеобразных может дать и семейство кардиналовых, один из видов которого - австралийско-новозеландский эпигонус, - безусловно, относится к массовым промысловым видам. И хотя недостатком кардиналовых являются их малые размеры (длина не

более 10 - 20 см), они могут быть использованы для изготовления кормовой муки и кормового белка.

Кроме названных семейств определенный прирост вылова отряда окунеобразных могут дать семейство нототениевых, из которого наибольшее промысловое значение имеет мраморная нототения и антарктическая серебрянка, и семейство белокровных рыб, важнейшим промысловым представителем которого является так называемая белокровная щучка. Все эти семейства обитают в Южном океане, в антарктических и приантарктических водах. И хотя ежегодный вылов всех антарктических рыб в настоящее время относительно невелик и равен примерно 100-150 тыс. т, можно ожидать роста добычи в этом районе Мирового океана, ведь к антарктическим относятся более ста видов рыб, принадлежащих к 34 родам. Это преимущественно донные и придонные рыбы, которые (за исключением антарктического клыкача) практически не выходят за пределы шельфовой зоны.

Отряд *скорпенообразных* насчитывает почти 30 семейств и около 1000 видов. Представители этого отряда обитают преимущественно в субтропиках и тропиках, хотя некоторые представители скорпенообразных предпочитают воды умеренных широт. Наибольшее промысловое значение имеет семейство собственно скорпеновых (*Scorpaenidae*), к которому относятся хорошо известные в нашем промысле виды морских окуней (*Sebastes mentella* и *Sebastes marinus*).

В северной части Атлантики обитают 4 вида окуней рода *Sebastes*. Наиболее многочисленным среди них является окунь-клювач *Sebastes mentella* Travin. Он широко распространен в бореальной области Атлантики от глубоководных желобов Баренцева моря до залива Мэн на глубинах 200 - 1000 м вдоль материкового склона, а также на смежных участках океанической пелагиали в слое 80-800 м. Над Срединно-Атлантическим хребтом крупные особи клювача отмечены на юге до 52° с.ш.

В пределах этого обширного видового ареала окунь-клювач образует несколько популяций; в Северо-Восточной Атлантике основной до недавнего времени считалась Баренцевоморская. Однако в 1980 г. советским научно-поисковым судном управления Запрыбпромразведка РТМС "Куликово поле" промысловые скопления окуня были обнаружены в море Ирмингера. В апреле 1980 г. уловы достигали 20 т нерестовой рыбы длиной 28 - 41 см за траление. С 1981 г. рыболовный флот СССР начал широкомасштабный промысел клювача в море Ирмингера. В дальнейшем район и сроки промысла окуня расширились. В 1982 г. советскими траулерами было выловлено более 120 тыс. т этого вида. А с 1985 г. кроме отечественных промысловых судов к промыслу окуня в море Ирмингера приступили суда других стран Европы и Японии. В настоящее время здесь в весенне-летний сезон на промысле окуня ежегодно находится 40-85 траулеров многих стран Европы и Азии.

Для сохранения этой популяции, которая пока находится в удовлетворительном состоянии и по величине запаса является самой богатой в Северной Атлантике, необходимо организовать международное изучение и контроль за изъятием промыслом под эгидой ИКЕС, запретить лов клювача в водах Восточной Гренландии, где основу уловов составляет неполовозрелая рыба, которая с возрастом пополняет запас пелагиали моря.

Взрослый окунь-клювач избегает температуры воды ниже 3° С. Поэтому вблизи изотермы три градуса образуются его промысловые скопления. Концентрация окуня и рассеивание его скоплений на шельфе и материковом склоне Лабрадора, Ньюфаундленда, Восточной Гренландии и в море Ирмингера тесно связаны с изменчивостью циркуляции в атмосфере и гидросфере. В случае преобладания широтного переноса в направлении восток-запад окунь накапливается на шельфе и склоне Североамериканского континента и Гренландии. При преобладании переноса запад-восток промысловые концентрации формируются в море Ирмингера.

В последние годы в северных районах Атлантики и морях европейского Севера ежегодно добывают 300-500 тыс. т окуня. Это в общем соответствует величинам его потенциального вылова.

Значительные запасы окуня *Sebastes marinus* были и в северной части Тихого океана. Однако в связи со значительным переломом вылов его уменьшился с 455 тыс.т в 1965 г. до всего 26 тыс.т в 1981 г. В настоящее время промысел окуня в тихом океане практически не ведется. В целом же запасы скорпеновых и их промысловая значимость изучены еще явно недостаточно.

Важное значение в мировом промысле имеет отряд *камбалообразных*. Он включает 9 семейств, объединяющих около 350 видов. Камбалообразные - морские рыбы, обитающие главным образом в прибрежной зоне у дна и на дне. Большинство представителей камбалообразных не совершает отдаленных миграций, производя лишь небольшие сезонные миграции: отходят от берега на зимовку, а весной подходят к берегу на мелководья для размножения (нереста) и нагула.

Наибольшее промысловое значение среди камбалообразных имеют семейства ромбовых (*Bothidae*), собственно камбаловых (*Pleuronectidae*), в состав которых входят различных виды палтусов, солевых или правосторонних языков (*Soleidae*), левосторонних языков (*Cynoglossidae*).

Камбалообразные отличаются высокими вкусовыми качествами. Поэтому они полностью используются во всех промысловых районах Мирового океана. В США их добыча колеблется от 200 до 800 тыс.т в год. В США ежегодно вылавливают 130-170 тыс.т камбал и около 25 тыс.т языков. В северных районах Тихого океана добывают более 400 тыс.т камбалообразных. А всего в Мировом океане ежегодно добывают 1,1-1,3 млн.т представителей данного отряда, что близко к предельно допустимому изъятию. Дальнейшее увеличение их добычи без проведения рыбоводных мероприятий невозможно.

Отряд *сарганообразных*, который состоит из 4 семейств и примерно 130 видов, среди которых наибольшую массу имеют семейства саргановых (*Belonidae*), макрелешуковых (*Scombersocidae*) и летучих рыб (*Exocoetidae*).

Суммарная ихтиомасса сарганообразных оценивается во многие миллионы тонн. Они широко распространены в теплых и умеренных водах, как в открытом океане, так и в мелководных прибрежных районах. Наиболее важное промысловое значение среди них имеет лишь сайра (*Cololabis saira*), вылов которой в северо-западной части Тихого океана колеблется от 200 до 300 тыс.т в год. На примере сайры хорошо видно влияние фронтальных зон на поведение и распределение рыб. Зимой сайра находится в теплых (14-25° С) водах течения Куроисио.

Весной, с усилением адвекции вод на север, она мигрирует в зону взаимодействия вод Куроисио и Ойясио. Осенью, по мере охлаждения воды, сайра мигрирует на юг.

Величина и стабильность скоплений сайры во многом зависят от расположения и резкости проявления фронтальной зоны. Если фронт выражен резко (т.е. наблюдаются значительные градиенты температуры на незначительном расстоянии), расположен в широтном направлении и смещается на юг медленно, то формируются наиболее мощные и стабильные скопления сайры. Если же фронт выражен слабо или вытянут по долготе, то скопления чаще всего образуются там, где воды Ойясио в виде языков внедряются в теплые воды (в так называемых “вершинах” ветвей Ойясио).

Аномальные по развитию гидрологических процессов годы сказываются на поведении сайры. Если прибрежная ветвь Ойясио ослабевает, то сайра идет на юг преимущественно вдали от берегов. В те годы, когда прибрежные ветви холодной воды усиливаются, то они способны “прижать” рыбу очень близко к берегу (на расстояние нескольких кабельтовых). Кроме того, замечено, что годы высоких уловов сайры совпадают с периодами повышенной активности циклонической деятельности в нижней атмосфере.

Макрелешуковые, как и сайра, принадлежат к числу наиболее массовых планктоноядых рыб открытого океана. Они обитают в умеренно теплых и субтропических водах всех океанов (рис. 15). В тропической зоне их экологическую нишу занимают летучие рыбы.

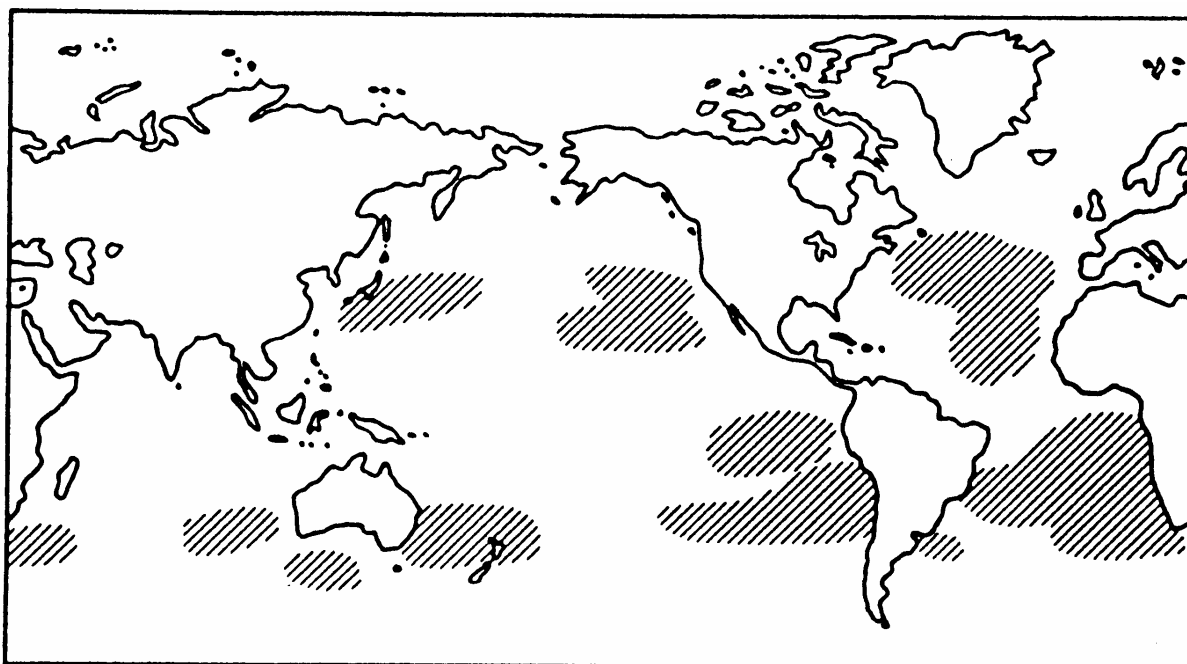


Рис. 15. Основные районы концентрации макрелешуковых [4]

Развитие массового промысла сарганообразных зависит главным образом от прогресса в технике и методах лова разреженных океанических объектов. Так,

усилия ученых АтлантНИРО и специального экспериментального конструкторского бюро промышленного рыболовства (г. Калининград) по организации в начале 70-х годов промышленного лова макрелешуки Северо-Западной Атлантики на свет не дали устойчивых положительных результатов. В зависимости от биологического состояния макрелешука временами создавала промысловые концентрации у источников света. Но они были неустойчивы. Работы в этом направлении должны быть, несомненно, продолжены.

Отряд *бериксообразных* включает 9 семейств и более 100 видов. Наиболее полно изучено промысловое значение семейства бериковых, которое дает ежегодно несколько тысяч тонн улова. Представители рода берикс (*Begux*) широко распространены в субтропических и умеренно теплых водах на глубинах 200-700 м. Они могут создавать промысловые концентрации на отдельных подводных поднятиях и горах. Так, в 1976 г. специалистами управления Запрыбпромразведка были обнаружены крупные запасы большеглазого берикса на Угловом поднятии (Северо-Западная Атлантика) и Китовом хребте (ЮВА). В 1979 г. промысловые скопления берикса выявлены на хребте Наска (Юго-Восточная часть Тихого океана). В эти же годы скопления берикса были обнаружены на возвышенности Риу-Гранди (ЮЗА). Так как площадь подводных поднятий мала, запасы берикса на них относительно невелики. Поэтому бесконтрольный промысел может привести к подрыву запаса этой рыбы. Так случилось с бериксом Углового поднятия. Нерегулируемый промысел 1976-1977 гг. привел к почти полному уничтожению данного стада. Популяция его здесь восстановилась лишь в начале 90-х годов.

В целом же потенциал бериксообразных невелик. По данным некоторых исследователей, он может быть до 1 млн. т.

Важным объектом промысла в некоторых районах Мирового океана являются кефалиевые: в 1980 г. их было выловлено около 200 тыс. т, в 1991 - 315 тыс. т, в 1995 - 459 тыс. т. В последующие годы роста вылова практически не наблюдалось, т.е. изъятие промыслом близко к потенциальному вылову. Дальнейшее увеличение добычи этих ценных промысловых объектов связано только с развитием марикультуры.

Подотряд макруросовидных относится к трескообразным. Он состоит из двух семейств, основное из которых макруросовые (*Macrouridae*). Значительные запасы этих рыб обнаружены в различных районах Мирового океана. Обитают они главным образом на материковом склоне на глубинах от 500 до 1000 м, хотя иногда нередки и на материковой отмели, но не выше 150-200 м. Летом 1973 г. научно-поисковое судно управления Запрыбпромразведка БМРТ "Атлант" обнаружило крупные промысловые скопления тупорылого макруруса на подводных горах хребта Рейкьянес и в северной части Северо-Атлантического хребта. Это было практически первое открытие промысловых концентраций ценного объекта за пределами подводных окраин материков в Атлантике. В дальнейшем здесь вели промысел макруруса траулеры трех главков СССР. Сейчас, к сожалению, этот район используется крайне недостаточно.

В настоящее время ежегодный вылов макруросовых достигает более 50 тыс. т. Дальнейший рост добычи их затруднен, главным образом из-за боль-

шими глубин обитания рыбы (в южной части хребта Рейкьянес, например, макрурус встречается на глубинах до 1800 м) и из-за сложных форм рельефа дна, которые характерны для материковых склонов и подводных гор.

Отряд *осетрообразных* относится к исключительно ценным проходным рыбам. Он состоит всего из двух семейств, наиболее важным из которых является семейство осетровых. Все 24 вида осетровых имеют большое промысловое значение. К их числу относятся наиболее массовые виды: русский осетр, севрюга и белуга. Они обитают главным образом в бассейне Каспийского моря, хотя незначительный промысел их ведется в Черном и Азовском морях. Ежегодная добыча осетровых составляет около 30 тыс. т. Такой объем промысла достигается в значительной мере за счет специальных рыбоохранных и рыбоводных мероприятий.

Промысел *акул и скатов* осуществляется во многих районах Мирового океана. Ведется специальный промысел, а также попутная добыча при тунцовом промысле. Основу уловов дают представители отрядов ламнообразных, катранообразных и скатообразных. Отряд ламнообразных включает 7 семейств, которые широко распространены в теплых и умеренных водах океана. Катранообразные распространены значительно шире: они встречаются и в теплых и холодных водах (включая воды Черного моря), у берегов и в открытом океане. Общий объем вылова акул и скатов составляет около 600 тыс. т в год. Больше всего акул вылавливают в западной части Индийского океана. Реальной оценки запасов акул и скатов в настоящее время практически нет. Считается, что достигнутый объем их вылова, который удерживается на протяжении многих лет, свидетельствует о незначительных резервах этих рыб.

В отличие от акул и скатов запасы рыб отряда *миктофообразных* оцениваются в несравненно больших объемах. Так, только биомасса миктофообразных к югу от 48° ю.ш. составляет, по мнению некоторых ученых, около 100-200 млн. т. Наиболее перспективными в промысловом отношении являются светящиеся анчоусы (*Mycrophidae*), которые широко распространены в Мировом океане - от Шпицбергена и северной части Баренцева моря до шельфовых районов Антарктиды. В частности, крупные запасы светящегося анчоуса обнаружены специалистами управления Запробпромразведка в Аргентинской котловине. Однако реальное промысловое значение миктофообразные могут иметь лишь в немногих океанических районах, где условия обитания способствуют их большой концентрации. Кроме того, значительные трудности в разработке специализированных орудий лова и технологической обработке сырья препятствуют освоению добычи этих рыб.

В водах Мирового океана добываются промысловые рыбы других семейств (миноговые, курковые, номеевые, удильщикообразные и др.). Однако запасы их невелики, и даже полное их освоение кардинально не изменит общую картину мирового промысла.

Промысловая продуктивность различных районов Мирового океана весьма неодинакова. В настоящее время в водах океанов ежегодно вылавливается около 100 млн. т рыбы и морепродуктов. Как и в 1950-60 гг., господствующее положение по общему вылову занимают северные районы Тихого и Атлантического

океанов (к северу от 40° с.ш.). Так, в 1995 г. из 91904900 т рыбы на севере Пацифики и Атлантики добыто 48% мирового улова - 44,2 млн.т. Южные районы этих океанов вносят существенный вклад в общемировой объем вылова - здесь было добыто почти 22,0 млн. т, или 24% мировой добычи рыбы. На долю центральных частей Тихого и Атлантического океанов пришлось 20% мирового улова. В Индийском океане было добыто всего около 8,0 млн.т, что составляет порядка 8,0% общего объема вылова.

Низкая (относительно других) продуктивность Индийского океана обусловлена несколькими причинами. Важнейшей из них является та, что в этом океане нет субтропической и умеренной зон северного полушария и отсутствуют также крупномасштабные области постоянного апвеллинга, характерные для восточных окраин Пацифики и Атлантики. Кроме того, в Индийском океане весьма ограничена площадь шельфов. Не исключено, что развитие поисковых работ и рыболовства в открытых районах Индийского океана, особенно в наиболее продуктивном поясе, находящемся южнее 35-й параллели, приведет к некоторому увеличению его доли в мировом рыболовстве. Но значительных изменений в соотношении вклада различных океанов в общемировой вылов оно не принесет.

Наиболее высокопродуктивным районом Мирового океана является северо-западная часть Тихого океана. По оценкам ФАО, потенциальный вылов гидробионтов в этом районе может превысить 34 млн. т в год, что составляет 1,665 т/км<sup>2</sup>, т.е. в 3-4 раза превышает средние величины потенциального вылова для Тихого и Атлантического океанов в целом и в 10 раз - для Индийского океана. Столь высокая продуктивность этого района объясняется несколькими причинами. В пределах района располагается одна из самых больших динамических систем Мирового океана - система Куроиси-Ойясио, большая часть поверхностных вод которого представлена высокопродуктивными водами субполярной и умеренной зон океана. Здесь происходит взаимодействие этих вод с субтропическими и частично тропическими водами, поступающими из южных областей. На северо-западе Тихого океана много окраинных морей, общая площадь шельфовых зон которых превышает 2 млн. км<sup>2</sup>. Немаловажную роль играет тот факт, что северо-запад Тихого океана примыкает к Евроазиатскому континенту с мощным речным стоком, поставляющим большое количество биогенных элементов. Район отличается высокой интенсивностью муссонных процессов и циклогенеза. В результате взаимодействия всех этих процессов океанологического и синоптического характера приблизительно вдоль 40° с.ш. формируется мощная фронтальная зона, оказывающая большое влияние на распределение и воспроизводство гидробионтов.

Вторым по продуктивности районом Мирового океана является юго-восточная часть Тихого океана (ЮВТО). Это объясняется тем, что здесь взаимодействуют холодные воды Перуанского течения с теплыми субтропическими и тропическими водами. Вдоль побережья Перу и Чили располагается мощная зона постоянного апвеллинга. Наконец, к югу от 30-35° ю.ш. в широтном направлении протягивается зона субполярного фронта (субантарктическая конвергенция), где контактируют воды субтропиков и воды субполярных модификаций.

Кроме того, район отличается также активным циклогенезом, что способствует энергичному перемешиванию поверхностных вод.

Очень высока промысловая продуктивность северной части Атлантического океана (третье место после северо-западной и юго-восточной частей Тихого океана). Условия здесь аналогичны условиям соответствующего района Тихого океана. Особенно важно наличие мощной системы Гольфстрим - Северо-Атлантическое течение - Лабрадорское течение. В наиболее продуктивных районах СЗА и СВА взаимодействуют воды полярного и субтропического происхождения.

В тропических и субтропических широтах по промысловой продуктивности заметно выделяются восточные районы Атлантического и Тихого океанов. Это обусловлено наличием мощных восточных пограничных течений (Канарское и Калифорнийское в северном полушарии, Бенгельское и Перуанское - в южном), ярко выраженных областей прибрежного апвеллинга.

Промысловую продуктивность приантарктических вод Атлантического, Индийского и Тихого океанов оценить пока трудно, хотя потенциальный вылов только в антарктической части Атлантики, по оценкам ФАО, может достичь 10 млн. т в год. Наибольший интерес здесь представляют экосистемы островных шельфов и поднятий дна в зоне Антарктического циркумполярного течения.

Промысловая продуктивность открытых областей Мирового океана связывается с теми районами, где поднятия дна ведут к ярко выраженному подъему глубинных вод и где формируются так называемые “оазисы” - участки с высокими величинами первичной продукции и значительной биомассой зоопланктона (например, Китовый хребет в ЮВА).

#### **Глава 4. ВЛИЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ПОВЕДЕНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ**

В связи с исключительным разнообразием гидробионтов и особенностями их жизни влияние океанологических условий на отдельные виды далеко не одинаково. Эти условия по-разному влияют на отдельные популяции рыб одного вида и на рыб одной популяции, но разного возраста. Однако многолетние и многочисленные наблюдения и исследования показали, что существуют некие общие закономерности зависимости ихтиофауны от внешней среды. И в первую очередь от таких факторов, как температура, соленость и плотность воды; содержание в ней растворенного кислорода и биогенных элементов; течений и ветрового волнения; освещенности (прозрачности) воды; пищи и др.

Рассмотрим влияние некоторых из них.

*Температура воды.* Среди множества характеристик океанской среды особое место в промысловой океанологии занимает температура. Важное экологическое значение температуры воды объясняется ее существенным влиянием на все без исключения биологические процессы в море, начиная с продуцирования первичного органического вещества и кончая поведением промысловых скоплений гидробионтов. Изменения температуры сдвигают химическое равновесие водной толщи, замедляют или ускоряют ход химических реакций, определяют начало и



интенсивность хода активного продуцирования первичного органического вещества. Скорость обменных процессов в организме, ход созревания половых желез, двигательная и пищевая активность управляются в первую очередь температурными условиями среды обитания. От температуры зависит потребность живых организмов в кислороде и пище, уровнем тепловых условий определяется отношение гидробионтов к воздействию практически всех других факторов среды. Наконец, важность температуры как океанологической характеристики многократно преумножается простотой и не сравнимой с другими параметрами массовостью ее наблюдения. Что касается краткосрочного промыслового прогнозирования, то температура воды (вернее, термическая структура верхнего слоя океана) является сегодня единственной океанологической характеристикой, широко используемой на практике.

Температура воды оказывает влияние на рыб в течение всего жизненного цикла, причем наиболее сильное - в преднерестовый период и во время развития молоди. При высокой температуре гонады созревают быстрее, чем при низкой; поэтому в теплые годы косяки рыб приходят в места нереста раньше, а в холодные позже, чем обычно. Сдвиги сроков нереста по гидрометеорологическим причинам у рыб умеренных широт обычно составляют 2 - 3 недели. Исследования показали, что в умеренных и высоких широтах высокой температуре воды соответствует появление в следующем году поколения рыб, имеющего большую численность (так называемые "урожайное поколение"), а низкой температуре - поколения малой численности.

Температура воды влияет также на питание, процессы обмена веществ и на рост рыб. При низкой температуре воды рыба не питается. Балтийская треска, например, перестает кормиться при температуре ниже  $+1^{\circ}$ , а оптимальная температура для ее питания заключается в пределах от  $+2,2$  до  $15,5^{\circ}$  C. Во время теплой зимы 1951-1952 гг. балтийская сельдь (салака) питалась всю зиму и быстро росла, а в очень холодную зиму 1953-1954 гг. она не кормилась 4 месяца. Однако установлено также, что некоторые холодноводные рыбы, например, камбала-ерш, плохо питаются при высокой температуре воды. Увеличение температуры воды на Кольском меридиане, как правило, соответствует подъему трескового промысла в Баренцевом море в целом. Однако при этом концентрации рыбы увеличиваются только в восточных районах моря (она даже проникает в Карское море), а в западных, наоборот, уменьшаются. Хотя в годы потепления промысловые концентрации трески появляются даже у берегов Гренландии.

Ощущение температуры у рыб очень развито. На основе экспериментов установлено, что отдельные виды костных рыб ощущают изменение температуры воды на  $0,03-0,05^{\circ}$  C и реагируют на него.

У большинства рыб температура тела всего на  $0,5-1,0^{\circ}$  C отличается от температуры окружающей среды. Только у тунцов эта разница может достигать более  $10^{\circ}$  C, но такие высокие температуры сохраняются у них сравнительно короткое время при интенсивном движении.

Рыбы могут жить при самой разнообразной температуре воды. Однако весьма важное значение для их расселения и жизни в различных условиях имеет амплитуда колебаний температур, при которых могут жить одни и те же виды. При

этом рыб подразделяют на stenothermных, т.е. приспособленных к узкой амплитуде колебания температуры, и eurythermных - тех, которые могут жить в пределах значительных изменений температуры. Обычно рыбы тропической и субтропической зон более stenothermны, чем рыбы умеренных и высоких широт. Сравнительно недавно установлено, что различные виды морских беспозвоночных нерестятся при узком диапазоне температур.

Если общая амплитуда температур, при которых может жить той или иной вид рыбы, очень часто может быть велика, то для каждой стадии развития она обычно значительно меньше. Рыба выбирает воду определенной, оптимальной для каждого этапа развития температуры. Так, температур обуславливает различие в региональном распределении молоди и взрослых рыб, так как оптимальные температуры для молоди и взрослых особей разные.

Наиболее важное значение имеет температура воды в период нереста. Однако она имеет большое значение и для сроков созревания гонад. Так, предшествующие холодные месяцы замедляют созревание половых желез балтийской трески, что задерживает срок нереста. Подобное явление отмечено и для атлантическо-скандинавской сельди: эксперименты и натурные наблюдения показали, что нерест может задерживаться до трех месяцев.

Температура непосредственно влияет на темп развития икры и личинок, а в сочетании с соленостью определяет плотность воды, что воздействует на способность икры держаться на плаву. Необходимая длительность периода инкубации икры, равно как и продолжительность личиночной стадии, зависит от температуры окружающей среды. Так, икра сельди развивается за 40-50 суток при температуре  $0,5^{\circ}\text{C}$  и за 6-8 суток при  $16^{\circ}\text{C}$ . Икра трески имеет инкубационный период 37 суток при  $0^{\circ}\text{C}$  и 8,5 суток при  $13,5^{\circ}\text{C}$ . Температура воды отражается на меристических признаках рыб: особи, обитающие в водах с более низкими температурами, имеют большее количество позвонков и лучей плавников, что связано с приспособлением к движению в воде иной плотности (изменение числа позвонков меняется в период сегментации тела).

Узость диапазона температур, благоприятных для нереста, влияет на географическое распределение районов нереста. Например, в Мотовском заливе (Баренцево море) треска нерестится тремя неделями позднее, чем у Лофотенских островов, и на 1,5-2 месяца позже, чем в Северном море. В нерестовый период рыбы более ориентируются на океанологический "климат" окружающей среды, чем на географическое положение места. Следовательно, долгопериодные изменения температуры могут обусловить периодические смещения районов нереста, а также промысла в северном и (или) южном направлениях.

Преобладающая температура воды во время нереста и после него является наиболее важным фактором, определяющим так называемую "мощность поколения" и выживаемость личинок наиболее важных в промысловом отношении видов рыб. Этот факт учитывается при прогнозировании численности возрастных групп рыб на предстоящие годы. Температура воды влияет на выживаемость личинок несколькими путями. Первый путь предполагает влияние через наличие или отсутствие пищи для личинок. Продуктивность фитопланктона зависит от сезонных изменений температуры воды и освещенности (последняя

обычно тесно коррелируется с температурой). Изобилие зоопланктона - пищи личинок - связано с изобилием фитопланктона и с длительностью нерестового периода зоопланктонных организмов, которая тоже контролируется температурой. Так, многие исследователи полагают, что высокие температуры воды способствуют появлению более урожайных поколений трески благодаря большому количеству планктона, служащему треске кормом. Слишком высокие или слишком низкие температуры могут обусловить сдвиг развития личинок "по фазе" таким образом, что оно будет происходить ранее или позднее наступления пика популяции соответствующего вида зоопланктона. Обычно в цикле развития личинок период их питания совпадает со временем наступления пика популяции планктона.

Второй путь влияния температуры воды на мощность нового поколения рыб может проявляться через конкуренцию видов. Примером такой конкуренции могут служить взаимоотношения между сардиной и анчоусом, обитающими у южного побережья Калифорнии. Низкие температуры более благоприятны для анчоуса. Поэтому задержка (на 1-2 месяца) здесь холодных (по сравнению со среднемноголетними значениями) вод приводит к появлению более мощного поколения анчоуса, личинки которого в питании конкурируют с личинками сардины.

Темп роста, продолжительность жизни и максимальные размеры балтийской трески количественно связаны со средней годовой температурой поверхности моря. Крупные рыбы ищут более холодные воды, стремятся к более низким температурам, что объясняется их физиологической потребностью. Более крупные и взрослые особи мигрируют к холодным границам ареала вида, в то время как более мелкие особи остаются в районе обычного его распространения. Нередко крупные особи не возвращаются на обычные нерестилища, а нерест в холодных водах не дает результата. Таким образом природа сама мудро регулирует появление потомства.

Непрерывное наблюдение за температурой воды на нерестилищах, ее изменениями в тех районах, где позднее развиваются мальки, наличием и количеством корма (планктона), а также знание оптимальной для выживания мальков данного вида рыб температуры облегчает прогнозирование выживаемости нового поколения и мощности возрастной группы данного вида.

*Соленость воды* влияет на осморегуляцию рыб и сказывается на плавучести пелагической икры. Оплодотворение и развитие икры у различных рыб успешно происходит в очень широком диапазоне солености (например, у икры сельди в диапазоне от 5,9 до 52,5‰). Кроме того, у многих рыб, развивающихся при разных соленостях (лососи, например), наблюдается изменение числа позвонков в хвостовой области и числа лучей в непарных плавниках, что связано с приспособлением к движению в воде различной плотности.

*Океанские течения.* К сожалению, исключительно трудно непосредственно наблюдать в естественных условиях поведение рыб в течениях. Можно полагать, что течения влияют на поведение рыб следующим образом.

1. Течения переносят икру и мальков из областей нереста в районы развития, а оттуда - в районы откорма.

2. Течения определяют направление миграций рыб, так как служат средством ориентирования для взрослых рыб.

3. Течения (особенно приливо-отливные) обуславливают суточные изменения поведения рыб.

4. Течения, их границы определяют распределение рыб в связи с температурным режимом, а также в связи с распределением корма.

5. Течения влияют на свойства природной среды и тем самым определяют непосредственно численность любого вида рыб и пределы его географического распространения.

6. Течения создают зоны с большими градиентами характеристик воды, особенно температуры, служащие границами ареалов или вызывающие временные задержки рыб, совершающих миграции.

Скорость движения рыб зависит от их размеров и температуры воды. Скорость взрослых рыб большинства видов имеет такой же порядок, как и скорости большинства течений. Хотя в ряде случаев скорость рыб (тунцы, лососи, ставриды, скумбрии и др.) превосходит скорость течений. Так, макрель размером 33-38 см развивает скорость до 189-300 см/с; ставрида обыкновенная - 5-55 см/с. Максимальную скорость рыба может поддерживать лишь в течение небольшого отрезка времени. Крейсерские скорости рыб, конечно, значительно меньше: сельдь Северного моря развивает скорость, равную 3,5 узла; ставрида тихоокеанская - до 5,2-5,5 узла.

По-видимому, существует минимальное пороговое значение скорости течения, на которое реагирует рыба, причем это пороговое значение у каждого вида свое. Нельзя, конечно, сравнивать таких отличных пловцов, как тунец, меч-рыба, парусник, с такими, как камбалы, палтусы, кабан-рыба и др.

Большая часть экспериментальных и натуральных данных свидетельствует о том, что рыбы обычно устремляются против течения (даже тогда, когда рыба сносится течением). Это, возможно, обусловлено тем, что рыба движется навстречу потоку корма (особенно это характерно для пелагических планктонофагов). Если же рыба двигается по течению, то ее скоростью больше скорости течения. (Это тоже факт в пользу точки зрения, что определяющей здесь является пища, вернее - погоня за пищей.) В целом же поведение взрослых рыб по отношению к течению во многом зависит от их физиологического состояния, в первую очередь от стадии зрелости половых желез. Так, при откорме, нагуле рыба может двигаться по течению, но с большей скоростью. При нересте многие виды рыб двигаются против течения; особенно характерно это для проходных рыб.

Как правило, в большинстве случаев поведение рыб является результатом совместного влияния различных факторов среды. Наглядный пример тому - поведение и распределение скоплений атлантическо-скандинавской сельди. В начале зимы эта сельдь скапливается в "карманах" холодных вод к востоку от Исландии; она сносится сюда ветвью Восточно-Гренландского течения. Весной рыба попадает в теплые воды Норвежского течения и начинает активно перемещаться к нерестовым банкам в прибрежных районах Норвегии. Скорость движения рыб в период миграции определяется, по-видимому, температурой воды.

Любая рыба обычно стремится оставаться в одной, специфической для нее водной массе. Однако в течение жизни может переходить из одной водной массы в другую. Это обусловлено изменениями в образе жизни рыб, их физиологическом состоянии. Если водная масса неподвижна, то горизонтальное перемещение рыб будет ограничено.

Изучение границ ареалов распространения ихтиофауны в Мировом океане в сопоставлении с течениями показало, что резкие изменения в составе ихтиофауны имеют место там, где скорости постоянных (пограничных) течений превышают 1 узел. Примерами таких районов изменений ихтиофауны являются течения Мыса Игольного, Флоридское, Куроисио. Там, где скорость течения составляет более 1 узла, возникают зоны раздела, ограничивающие распространение менее подвижных видов рыб.

Как правило, границы постоянных течений являются постоянными океанологическими фронтами. Именно в самих фронтальных зонах наблюдаются наивысшие концентрации пелагических рыб. Это обусловлено тем, что фронты и фронтальные зоны отличаются богатой кормовой базой (особенно для планктонофагов). Кроме того, фронтальные зоны характеризуются большими градиентами различных параметров, в том числе температуры; они отличаются незначительной шириной зон с оптимальными для рыб условиями внешней среды.

Столь же богаты пищей для рыб и промысловыми запасами конвергенции холодных и теплых течений (например, Куроисио и Ойясио, Фолклендского и Бразильского).

Кроме того, важные в промысловом отношении скопления рыб отмечаются обычно в центрах круговых потоков воды на боковых границах течений. Подобные круговые потоки, вихри, меандры являются местами скопления многих пелагических рыб, например, сельди в Северной Атлантике, лосося в Беринговом море, сардинопса и ставриды в Юго-Восточной части Тихого океана.

Скопления придонных демерсальных рыб также нередко связаны с границами течений. При этом наиболее резко на распределении таких рыб сказывается положение слоя скачка, если он “упирается” в дно.

Как известно, положение границ течений меняется как от сезона к сезону, так и с изменением метеорологических условий. Кроме того, эти изменения имеют и многолетний характер. Прогнозирование положения границ течений, их перемещений, возможного будущего положения является одной из важнейших задач промысловой океанологии.

*Влияние света* на рыб проявляется весьма многообразно. Рыбы реагируют на световые раздражители в пределах от 0,01 до 0,001 лк, в зависимости от предшествующей адаптации к свету или темноте. “Зрительная способность” рыбы примерно такая же, как и органов зрения других позвоночных животных, хотя среди них встречаются виды с различной степенью восприимчивости к свету. Многие рыбы различают цвета (не в этом ли причина многообразия красочной палитры, характерной для ихтиофауны коралловых сообществ?). Рыбы могут быть положительно или отрицательно фототаксичными, т.е. обладать положительной или отрицательной реакцией на свет. Некоторые промысловые объекты (макрелешука, сайра, килька, молодая сельдь) положительно реагируют на искусственный

свет, что используется в практике промышленного рыболовства. Однако воздействие искусственного света на рыб во многом зависит от их физиологического состояния, а также обуславливается другими факторами среды (в частности, для некоторых видов изменяется в зависимости от времени суток).

Натурные наблюдения и эксперименты показали, что каждому виду свойственна определенная оптимальная освещенность, при которой активность рыб максимальна. Часто рыба держится в местах именно с такой освещенностью.

Как уже давно установлено, изменение освещенности воды является основной причиной суточных вертикальных миграций большинства рыб. При этом, как правило, косяки пелагических рыб большинства видов перед заходом солнца поднимаются к поверхности и после захода солнца рассредоточиваются в толще воды у поверхности. С восходом солнца рыба “скосячивается” и погружается в более глубокие слои. Такое поведение весьма характерно, в частности, для нерестовых концентраций ставриды ЮВТО.

Придонные рыбы обычно проводят дневное время на дне, а ночью поднимаются и рассредоточиваются в толще воды, а в период нереста нередко формируют косяки. Такое поведение наблюдалось, например, у нерестящегося берикса на Угловом поднятии и Китовом хребте (Атлантический океан).

Не исключено, что вертикальные миграции пелагических рыб обусловлены не только освещением. Известно, что некоторые фитопланктонные организмы могут вырабатывать в процессе фотосинтеза токсичные вещества. Эти вещества, вполне возможно, вынуждают рыб избегать скоплений фитопланктона в светлое время суток.

Суточные вертикальные миграции рыб гораздо менее интенсивны при высокой мутности вод и в пасмурную погоду. И в то же время в безоблачные ночи в полнолуние многие виды как пелагических, так и придонных рыб не совершают обычных для них вертикальных перемещений.

*Ветровое волнение* нередко вызывает гибель пелагической икры и препятствует развитию личинок. Например, такие случаи наблюдаются при нересте весенненерестящейся норвежской сельди на прибрежных мелководных банках. Наиболее неблагоприятно влияние ветрового волнения на взрослых рыб в прибрежной зоне, когда в штормовых условиях возрастает количество взвеси в воде и эта взвесь накапливается в жабрах, что ведет к гибели рыб.

## **Глава 5. ОСНОВЫ ПРОМЫСЛОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ**

В настоящее время нет четкости в определении заблаговременности промысловых прогнозов рыб, как нет и единой классификации прогнозов. Современная промысловая деятельность позволяет выделить следующие виды промысловых прогнозов (наиболее часто употребляемая классификация).

*Сверхдолгосрочные прогнозы* - на срок от нескольких до 20 и более лет. Это стратегические прогнозы, из которых исходит планирование развития рыбодобывающей отрасли. При разработке сверхдолгосрочных прогнозов необходимо учитывать данные о динамике численности нескольких поколений объектов промысла, имея большие ряды наблюдений по биологии, промыслу, гидроме-

теорологии. Такие прогнозы сырьевой базы должны основываться на зависимости численности поколений от климатических, гелиогеофизических (солнце, луна) и других длиннопериодных факторов.

*Долгосрочные прогнозы* - на срок от года до нескольких лет - необходимы рыбодобывающим предприятиям для уточнения сверхдолгосрочных прогнозов. Основой этих тактических прогнозов является динамика численности и урожайности поколений, а главные параметры, используемые при их разработке, - биологические характеристики и промысловая статистика.

*Сезонные прогнозы* - на срок от месяца до года - основываются на биологических закономерностях вида, изучении его сезонных миграций и распределения, положения зон высокой продуктивности.

*Краткосрочные (оперативные) прогнозы* составляются с заблаговременностью от суток до месяца. Их цель - предсказание распределения и основных перемещений рыбных скоплений данного вида в границах его традиционного района обитания. Они используются при оперативном управлении флотом на промысле.

Сверхдолгосрочные прогнозы основаны, главным образом, на связи между изменениями климата и изменениями численности объектов промысла. Многолетние колебания численности рыб можно подразделить на неустойчивые и относительно устойчивые периоды продолжительностью до нескольких десятилетий. Так, японские ученые установили, что промежутки времени между пиками максимальных уловов сахалино-хоккайдской сельди, сардины, синего тунца близки к периодичности солнечной активности (10-12, 20-22 и 80 лет). Они отмечали, что численность сельди определяется океанографическими условиями и годы высокой численности совпадают с усилением Цусимского течения. Сравнивая колебания численности сельди и ее увеличения с условиями в море, Уда (Uda, 1952) обнаружил соответствие между аномально холодными годами на Хоккайдо (годы низкого урожая риса) и низкими уловами хоккайдской сельди через 4 (реже через 3) года, когда сельдь этого года нереста становится объектом промысла. В то же время тенденция колебания численности (уловов) сахалино-хоккайдской сельди противоположна тенденции промысла сардины у Хоккайдо: в годы большой численности сардины, когда наблюдается усиление и распространение теплого течения на север, промысловые районы ее смещаются на север, а в годы малой численности смещаются в южные воды.

Влияние климатических условий не только в разных океанах, но и в различных областях одного и того же океана может значительно отличаться. Так, Т.Ф. Дементьевой (1976) отмечалось, что потепление в Арктике в 1920-1950 гг. способствовало увеличению количества урожайных поколений норвежской сельди и трески. Однако повышение температуры воды в Северной Атлантике способствовало и повышению численности поколений трески и пикши на северных границах ареала, и уменьшению их численности на южных границах. И наоборот, понижение температуры воды обуславливало повышение численности рыб на южной границе ареала и понижение ее на северных границах. А.А.Елизаров (1976) показал, что колебания расходов Западно-Гренландского и Лабрадорского течений, количество айсбергов южнее 48° с.ш. и урожайность тресковых рыб

(западно-гренландская треска, треска и пикша Ньюфаундленда) имеют примерно семилетний (6-8 лет) период колебаний.

Гелиогеофизические изменения гидрологических условий не могут не вызывать соответствующих изменений в организмах, обитающих в Мировом океане. Немало отечественных исследователей отмечает, что многолетние колебания теплового состояния Норвежского и Баренцевого морей характеризуются отчетливо выраженными квазипериодическими колебаниями периодичностью 4, 7, 11 и 18 лет. 11-летняя периодичность численности отмечена различными учеными для рыб Каспийского бассейна, аральского леща, семги, тихоокеанских лососей и некоторых других рыб.

Сверхдолгосрочные прогнозы, которые основываются на связи колебаний численности рыб с климатическими (гелиогеофизическими) изменениями, предполагают, что эти изменения происходят постепенно. Однако значительные, внезапные и непериодические колебания океанологических условий типа Эль-Ниньо, ураганов, цунами и т.п. могут резко изменять океанологическую ситуацию, привести к почти полному исчезновению объектов прогноза.

Долгосрочные прогнозы основаны на поиске связей между факторами среды и численностью годовых размерно-возрастных групп объектов промысла, прогнозе колебаний продуктивности района. В долгосрочных и оперативных прогнозах основным методом является в настоящее время корреляционный анализ. Вот несколько примеров применения данного вида анализа. Исследования, выполненные в Белом и Баренцевом морях, показали, что существует тесная связь между численностью поколений наваги Белого моря и печерской наваги с температурой воды в период выклева и личиночного развития. Высокий коэффициент корреляции (0,80) между температурой воды весной и урожайностью беломорской наваги (по данным 50-летних наблюдений) позволяет прогнозировать численность этих рыб. Заблаговременность такого прогноза - до 2 лет в Онежском и Двинском заливах Белого моря и в Печерской губе.

Аналогичная связь численности поколений наваги северо-восточного побережья Камчатки с температурой воды и соленостью в период эмбрионального и личиночного развития (с февраля по июнь) была обнаружена по материалам 9-летних наблюдений.

Как показали наблюдения, численность поколений атлантическо-скандинавской сельди решающим образом зависит от абиотических факторов - термического режима на нерестилищах сельди и на путях миграции ее молоди. По дисперсионному анализу степень влияния температуры воды на урожайность 68,6% для марта и 66 - для марта-апреля.

Сезонные прогнозы являются в основном прогнозами распределения и поведения видов. Они должны предсказывать распределение и плотность промысловых скоплений, наступление сроков нереста и нерестовых подходов и т.п.

Из большого количества факторов, влияющих на распределение и поведение промысловых объектов, в настоящее время предпочтение отдается температуре воды. Помимо легкости и относительной доступности измерений следует учитывать, что аномалии температуры воды весьма устойчивы как во времени, так и в пространстве.



Уже давно установлено, что сроки нереста рыб в умеренных и высоких широтах весьма значительно колеблются. Так, колебания сроков начала нереста азовской хамсы и салаки Вислинского залива составляют около 2 месяцев, пугассу СВА - 1,5 месяца, тюльки Азовского моря - 2 месяца. Основной причиной колебания сроков нерестовых подходов и нереста весенненерестующих рыб является температура воды в преднерестовый период. Разработаны методики прогноза нерестовых подходов многих промысловых объектов в зависимости от различных показателей температуры: температура воды и воздуха (среднемесячная), температура воды по разрезу (средняя по слоям), придонная температура воды и т.п. Так, сопоставляя температуры воды на разрезе Кольского меридиана и распределения трески в 1946-1963 гг. по 12 промысловым районам Баренцева моря было установлено, что миграционные пути трески определяются условиями, сложившимися зимой еще до появления рыбы у побережья. По температуре слоя 150-200 м (зимой треска обитает в этом слое) в ноябре можно с высокой степенью точности прогнозировать улов трески в марте-апреле. Весной, в период откорма треска встречается в слое 50-200 м и предиктором служит температура этого слоя. Летом и осенью в период миграции на восток учитывается температура всей толщи воды.

Иногда при отсутствии данных по температуре воды либо при наличии связи атмосферных процессов с последующей термической ситуацией в качестве предикторов используют соответствующие индексы атмосферной циркуляции. Прогнозирование сроков нерестовых подходов и нереста должно основываться на достаточном количестве лет наблюдений за нерестовыми подходами и нерестом (не менее 10-15 лет) и соответствующем количестве наблюдений за гидрометеорологическими показателями (атмосферная циркуляция, температура воды и воздуха). При прогнозе сроков начала нереста атлантическо-скандинавской сельди в качестве индекса атмосферной циркуляции используют число дней с глубокими циклонами (заблаговременность - 2 месяца), долготу положения исландского минимума (заблаговременность - 5-6 месяцев). При прогнозе нерестовых подходов охотоморской сельди используют разность давления в двух пунктах Охотского моря в марте-апреле (заблаговременность - до 2 месяцев).

Краткосрочные прогнозы должны обеспечивать научно обоснованное предсказание участков и сроков образования промысловых скоплений, а также давать характеристику плотности концентрации (улов на промысловое усилие), соотношения видов и размерно-возрастных групп в скоплении и др.

Существует большое количество методов и приемов краткосрочного прогнозирования. Одни из них основаны на анализе промысловой информации с последующей математической или экспертной экстраполяцией величин прогнозируемых характеристик на основе изучения закономерностей их изменения за прошедший период. При составлении прогнозов по данной методике учитываются имеющиеся сведения по среде, биологическому состоянию организмов, а также данные за тот же период прошлых лет. Другие методы краткосрочного прогнозирования основаны на представлениях о единстве всех процессов в океане, об обусловленности распределения и поведения промысловых объектов, комплексов абиотических и биотических условий. При разработке краткосроч-

ных прогнозов с использованием данных методов необходимо учитывать метеорологические, океанологические, биологические данные и пресс промысла. Не всегда все эти обстоятельства учитываются при прогнозировании в равной степени, но в любом случае наряду с промысловой частью необходимо описание среды обитания.

Гидрометеорологическое содержание этих методов меняется от корреляционного учета изменений какого-либо одного фактора до построения сложных моделей, учитывающих целый комплекс наблюдаемых в том или ином районе метеорологических и океанологических характеристик. Так, среднесуточные уловы скумбрии на шельфе Северо-Западной Африки в 1964 г. успешно прогнозировались по величине широтного градиента давления в Азорском антициклоне. Уловы креветки в тот же период в этом же районе лучше прогнозировались по скорости сгонных ветров - при их ослаблении уловы креветки увеличивались. В районах СЗА изменение среднесуточных уловов удовлетворительно прогнозировалось по изменениям индексов атмосферной циркуляции (по Кацу), которые оценивались по ежедневным факсимильным картам приземного анализа.

В последние годы для краткосрочного прогнозирования все активнее привлекаются современные математические методы и ЭВМ. Наиболее разработанные многофакторные методы прогноза, базирующиеся на принципах распознавания образов с самообучением, созданы в Морском гидрофизическом институте РАН и ТИПРО.

## **Глава 6. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫСЛОВОЙ ОКЕАНОЛОГИИ**

Круг проблем, стоящих перед промысловой океанологией, как и перед любой прикладной многопрофильной наукой, достаточно обширен. Эти проблемы имеют самое различное происхождение. Среди них условно можно выделить следующие главнейшие:

- технико-экономические;
- международно-правовые;
- собственно научные.

Первая группа проблем вызвана современными экономическими трудностями нашего государства. Они привели к тому, что в значительной степени свернуты систематические наблюдения и исследования, выполнявшиеся в традиционных районах промысла. Из-за этого прервался ряд постоянных многолетних наблюдений за важнейшими параметрами среды: температурой, соленостью, растворенным кислородом, биогенными элементами и пр. Практически прерваны также во многих районах наблюдения за объектами промысла, их численностью, состоянием запасов и т.п. Вполне естественно, что все это не может не сказаться негативно на качестве рыбопромысловых прогнозов, не только краткосрочных (оперативных), но и долгосрочных (стратегических).

Практически полностью прекратились рыбопоисковые работы в перспективных районах Мирового океана, в частности, в южных областях Тихого, Атлан-

тического и Индийского океанов. Не ведется поиск и исследование новых объектов лова.

Экономические трудности не позволяют в должных масштабах разрабатывать и внедрять в практику рыбохозяйственных исследований новые приборы и аппаратуру. Так, для изучения распределения первичной продуктивности Мирового океана до сих пор недостаточно широко используются возможности дистанционных методов исследования распределения хлорофилла с ресурсных спутников Земли. Слабо используются гидрооптические методы изучения особенностей распределения фито- и зоопланктона в высокопродуктивных районах Мирового океана. Практически свернуты исследования, выполнявшиеся из подводных обитаемых аппаратов, так как база "Гидронавт" оказалась в ближнем зарубежье (г. Севастополь). Эта же причина - разрыв прежде устойчивых связей - привела к тому, что некоторые банки океанологических и биологических данных, собиравшиеся в течение многих десятилетий, стали недоступными для российских промокеанологов (БалтНИРХ - Латвия, АзЧерНИРО - Украина).

Возникновение международно-правовых проблем относится к середине 70-х годов, когда все прибрежные государства ввели 200-мильные экономические зоны, в пределах которых запрещено проведение любых исследовательских работ судами других государств. Сложилась ситуация, когда изучение какого-либо промыслового объекта в пределах всего его ареала становится невозможным из-за нахождения части области его распространения в экономической зоне того или иного государства. Не всегда в этих странах ведутся рыбохозяйственные исследования в необходимых масштабах и на должном научном уровне (например, в странах Западной Африки). Изучение тех или иных промысловых объектов только за пределами 200-мильных зон, без исследования их прибрежных районов обитания может привести к неверным выводам о структуре популяций, запасах, масштабах воздействия пресса промысла и т.п. Подобная проблема характерна, например, для ЮВТО и ЮЗТО, где ставрида обитает и отлавливается не только на шельфе Перу и Чили, но и за 200-мильной зоной Чили до прибрежных вод Новой Зеландии (ареал ставриды как бы опоясывает южную часть Тихого океана).

Уже говорилось о слабом использовании биологических ресурсов Фолклендско-Патагонского района. Однако он остается до сих пор недостаточно изученным, так как современных широкомасштабных рыбохозяйственных исследований на шельфе Аргентины не проводится. Решение группы международно-правовых проблем требует заключения межправительственных соглашений о научно-техническом сотрудничестве по изучению среды и промысловых объектов тех или иных районов Мирового океана (как, например, между Россией и Марокко).

Группа научных проблем промысловой океанологии включает широкий перечень вопросов, среди которых можно выделить следующие. Важнейшей задачей и проблемой является определение истинной величины первичной продуктивности вод Мирового океана - первого звена всего продукционного цикла. Требуется решения проблема разработки методов расчета реальных величин биомассы фито- и зоопланктона, организмов бентоса и нектона. Это позволит ре-

шить вопрос о допустимом уровне изъятия тех или иных гидробионов. Как известно, современные оценки возможного роста вылова рыб из-за недостатков методик подсчета запасов колеблются в широких пределах - от 100 до 260 млн. т в год. Работы в этом направлении смыкаются не только с техническими, но и международно-правовыми проблемами промысловой океанологии, так как позволяют вводить действенный международный контроль за промыслом, осуществлять более рациональное квотирование вылова тех или иных объектов не только в прибрежных районах, но и в открытом океане. Наконец, важной задачей промысловой океанологии является научное обеспечение развития марикультуры. Это обеспечение должно заключаться в подборе районов с наиболее благоприятными океанологическими параметрами, контроле за развитием неблагоприятных процессов и явлений, разработке и осуществлении мероприятий по улучшению существующих природных условий с целью максимально возможного повышения урожайности марикультурных хозяйств.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Русские и советские промысловые океанологи внесли значительный вклад в изучение и освоение биологических ресурсов Мирового океана. Достаточно вспомнить имена Н.М.Книповича, Г.К.Ижевского, П.А.Моисеева, Ю.Ю.Марти. Отечественная рыбохозяйственная наука позволила СССР в 80-е годы выйти на второе место в мире по вылову рыбы (после Японии). В послевоенные годы были не только успешно освоены традиционные районы промысла в Атлантике, Тихом и Индийском океанах. Благодаря проведенным исследованиям были открыты и переданы промышленности многие новые районы и объекты промысла в различных областях Мирового океана. Так, в середине 60-х гг. были открыты крупные запасы промысловых рыб на шельфе Уругвая и Аргентины. В 70-е годы освоены приантарктические районы Атлантики, в том числе шельф о. Ю.География, где были обнаружены промысловые концентрации мраморной нототении. С началом введения прибрежными государствами 200-мильных зон поисковые усилия были направлены в воды открытых океанов. Так, в 1973 г. были выявлены крупные запасы тупорылого макруруса на хр. Рейкьянес. В конце 70-х гг. скопления берикса, рыбы-кабан, масляной рыбы, красноглазок были открыты на Угловом поднятии, Китовом хребте и хр. Наска. В это же время были обнаружены мощные промысловые скопления ставриды и сардинопса за пределами экономических зон Перу и Чили в Тихом океане. Перечень этих открытий касается только работ специалистов-океанологов АтлантНИРО и Запрыбпромразведки. Подобные или похожие изыскания выполнялись и промысловыми океанологами других бассейнов.

Широкие исследования, выполняемые (несмотря на экономические трудности), российскими учеными, их комплексность, использование новейших средств изучения среды и биологии объектов промысла, развитие международного научно-технического сотрудничества создают благоприятные условия для рационального увеличения добычи биологических ресурсов Мирового океана.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурков В.А. Общая циркуляция Мирового океана. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 253 с.
2. Виноградов А.П. Введение в геохимию океана. - М.: Наука, 1967. - 216 с.
3. Гершанович Д.Е., Муромцев А.М. Океанологические основы биологической продуктивности Мирового океана. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. - 320 с.
4. Гершанович Д.Е., Елизаров А.А., Сапожников В.В. Биопродуктивность океана. - М.: Агропромиздат, 1990. - 237 с.
5. Дементьева Т.Ф. Биологическое обоснование промысловых прогнозов. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 240 с.
6. Елизаров А.А., Кочкиков В.Н., Ржонсницкий В.Б. Океанологические основы рыболовства. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. - 222 с.
7. Ижевский Г.К. Океанографические основы формирования промысловой продуктивности морей. - М.: Пищепромиздат, 1961. - 216 с.
8. Кобленц-Мишке О.И. Первичная продукция // Океанология. Биология океана. - М.: Наука, 1977. Т.1. С.62-65.
9. Кушинг Д.Х. Морская экология и рыболовство. - М.: Пищевая промышленность, 1979. - 288 с.
10. Левасту Т., Хела И. Промысловая океанография. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 295 с.
11. Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Калинина Л.И. Батиграфическая кривая и размеры планетарных морфоструктур Мирового океана // Геоморфология. 1974. №4. С. 3-11.
12. Марти Ю.Ю., Мартинсен Г.В. Проблемы формирования и использования биологической продуктивности Атлантического океана. - М.: Пищевая промышленность, 1969. - 267 с.
13. Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. - М.: Агропромиздат, 1969. - 368 с.
14. Моисеев П.А. Добыча биологического сырья в Мировом океане // Биологические ресурсы океана. - М.: Агропромиздат, 1985. - С. 166-180.
15. Никольский Г.В. Экология рыб. - М.: Высшая школа, 1974. - 357 с.
16. Промысловая океанология / Под ред. Д.Е.Гершановича. - М.: Агропромиздат, 1986. - 336 с.
17. Расс Т.С. Биогеографическая основа районирования рыбопродуктивных зон Мирового океана // Биологические ресурсы Мирового океана. - М.: Наука, 1979. - С. 48-83.
18. Яковлев В.Н. Гидрометеорологическое обеспечение океанического рыболовства. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 230 с.
19. Atlas of the living resources of the seas // FAO. Fisheries Series. Rome, 1981.
20. Riley G.A. The carbon metabolism and photosynthetic efficiency of the earth as a whole // Amer. Sci. 1944. V. 32. P.129-134.
21. Sverdrup H.U., Johnston M.W., Fleming R.H. The oceans, their physics, chemistry and general biology // Prentice-Hall, Inc. № 4. 1942. 1087 p.
22. Uda M. A consideration of the Long Gears Trend of the Fisheries fluctuation in relation to sea conditions // Bull. of the Japan. Society Sci. Fisheries. V. 23. 1957. №78.
23. FAO Fisheries Series. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1997. № 48, 134.