

ПРИРОДА  
И РЕСУРСЫ  
МИРОВОГО  
ОКЕАНА

# ТИХИЙ ОКЕАН



## ТИХИЙ ОКЕАН

Заведующий редакцией О. Д. КАТАГОЩИН  
Редактор Ю. О. ГНАТОВСКИЙ  
Редакторы карт Л. И. ОЛЬШАНСКАЯ,  
Т. В. РУПАСОВА, Е. А. ШЕМЯКИНА  
Младшие редакторы З. П. ЛЬВОВА, Л. И. ВАСИЛЬЕВА  
Оформление художника Е. А. ЯКУБОВИЧА  
Художественный редактор А. И. ОЛЬДЕНБУРГЕР  
Технический редактор Л. П. ГРИШИНА  
Корректор И. В. РАВИЧ-ЩЕРБО

ИБ № 1506

Сдано в набор 20.04.81. Подписано в печать 15.04.82. А01069. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага типографская № 1. Печать высокая. Гарнитура Обыкновенная  
новая. Усл. печатных листов 20. Учетно-издательских листов 21,85.  
20,5 усл. кр.-отт. Тираж 19 000 экз. Заказ № 2219. Цена 1 р. 70 к.

Издательство «Мысль». 117071. Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.  
Московская типография № 11 Союзполиграфпрома при Государственном ко-  
митете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.  
Москва, 113105, Нагатинская, 1.

ПРИРОДА  
И РЕСУРСЫ  
МИРОВОГО  
ОКЕАНА

# ТИХИЙ ОКЕАН



Москва «Мысль» 1982

Редакции географической литературы

Л. И. Галеркин, М. Б. Бараш,  
В. В. Сапожников, Ф. А. Пастернак

Под общей редакцией  
доктора географических наук О. К. Леонтьева

## ВВЕДЕНИЕ

Тихий океан — самый большой на земном шаре. Его площадь вместе с морями — 178,7 млн. км<sup>2</sup>, а объем воды — 707 млн. км<sup>3</sup>. Они составляют соответственно 49 и 53% от площади и объема вод всего Мирового океана. Тихий океан является и самым глубоким как по средней (4282 м), так и по максимальной глубине (11 022 м), обнаруженной в Марианской впадине советским океанографическим судном «Витязь» в 1957 г. Глубины более 4 км занимают 106,5 млн. км<sup>2</sup>, или 59,6% от общей площади, а глубоководные желоба (глубже 6 км) — 2,88 млн. км<sup>2</sup>, или 1,5%. В Атлантическом океане площадь желобов — 0,8, а в Индийском — 0,7 млн. км<sup>2</sup>.

Тихий океан имеет наибольшую протяженность в экваториально-тропической зоне — 17,2 тыс. км, что обуславливает его роль гигантского аккумулятора солнечной энергии на планете. С юга Тихий океан широко открыт влиянию антарктической области, а водообмен с Северным Ледовитым океаном через Берингов пролив пренебрежимо мал. Водообмен с Индийским океаном осуществляется через широкий пролив между о. Тасмания и Антарктидой, а также через проливы Зондского архипелага; с Атлантическим — через узкий пролив Дрейка. Наличие в верхнем стометровом слое очень теплых (выше 25°) вод в центральной и западной частях океана обуславливает широкое распространение кораллов, образующих многочисленные острова и рифы. Исключительное явление представляет собой Большой Барьерный риф к северо-востоку и востоку от Австралии, который протягивается на 2 тыс. км от залива Папуа до о. Фрейзер. Коралловыми рифами окружены архипелаги Каролинских, Маршалловых островов, Лайн, Фиджи, Тонга и многих других.

На северных и западных окраинах Тихий океан включает моря: Берингово, Охотское, Японское, Восточно- и Южно-Китайские, Арафурское и малые моря Индонезийских островов. Эти моря занимают около 8% площади океана. Непосредственно в самом океане выделяются большие акватории, традиционно также

называемые морями: Филиппинское, Ново-Гвинейское, Коралловое, Фиджи, Тасманово на западе, Росса, Амундсена, Беллинсгаузена на юге. На северо-востоке выделяется зал. Аляска. Островные дуги и подводные хребты отделяют океан от окраинных морей и разделяют ложе океана на большое число крупных и мелких котловин, многие из которых имеют желоба с глубоководными впадинами глубиной свыше 6 км. Характерной особенностью Тихого океана по сравнению с другими является большое количество островов, особенно в его центральной и западной частях. Всего их насчитывается около 10 тыс. общей площадью 1,26 млн. км<sup>2</sup> и населением свыше 8,3 млн. человек.

Огромные размеры океана и значительная удаленность его центральных областей от материков обуславливают высокую стабильность гидрологических условий в пространстве и во времени по сравнению с другими океанами. С размерами Тихого океана связаны и его своеобразные «рекорды»: самые сильные ветры, самые высокие и длинные волны, самые большие антарктические айсберги, самые разрушительные волны цунами и т. д. В гидрологии Тихого океана есть особенности, качественно отличающие его от других. В экваториально-тропической зоне побережья нет устьев крупных рек, которые подобно Амазонке и Конго в период паводка сбрасывают в Атлантику много воды и образуют обширные распресненные линзы на поверхности океана. Нет в Тихом океане и промежуточных вод повышенной солености, как красноморские в Индийском или средиземноморские в Атлантическом. Это связано с тем, что на окраинах океана нет морей — испарителей средиземноморского типа. Ограниченная связь с Арктическим бассейном и отсутствие выноса далеко к северу теплых и соленых вод влияют на интенсивность зимней конвекции. Поэтому на севере океана не образуются соленые и обогащенные кислородом глубинные воды, аналогичные глубинным водам Северной Атлантики.

Эта книга является третьей в серии «Природа и ресурсы Мирового океана» издательства «Мысль». Композиционно она похожа на «Атлантический океан» (1977 г.). Здесь также приводятся краткая история океанографических исследований, описание гидрометеорологических и гидрохимических особенностей рельефа и строения дна, растительного и животного мира.

Введение и главу о климатических и гидрологических характеристиках написал кандидат географических наук Л. И. Галеркин; главу о геоморфологии и геологическом строении дна — кандидат геолого-минералогических наук М. С. Бараш; главу о химии вод — кандидат географических наук В. В. Сапожников; главу о биологии океана — кандидат биологических наук Ф. А. Пастернак. Краткая история исследования написана авторами совместно.

В 1967—1972 и в 1978—1980 гг. издательство «Наука» выпустило две десяти томные монографии «Тихий океан» и «Океаноло-

гия», в которых приводятся итоги изучения океана почти по всем областям океанографии. Работая над книгой для издательства «Мысль», авторы не только широко использовали эти монографии и другие издания, но и стремились по возможности рассказать о новых, оригинальных результатах собственных исследований, сделанных на основании материалов и экспедиций в соответствии с планами международного сотрудничества последних лет.

## ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Самый крупный из океанов планеты стал известен европейцам только в первой четверти XVI в., после возвращения экспедиции Магеллана. Плавания японцев и малайцев, полинезийцев, инков, камчадалов и алеутов накапливали, конечно, огромные познания, но они не записывались и не могли быть переданы. Европейцам пришлось открывать океан для себя самостоятельно. Его обследование длилось почти 4 столетия.

Во времена Великих географических открытий мореплаватели интенсивно искали новые земли. Наносились на карты острова и побережье материков, описывались гидрометеорологические условия плавания. Сведения тех времен о ветрах, течениях, колебаниях уровня у берегов, волнении и других факторах навигационного значения записывались в судовые журналы от случая к случаю, в зависимости от любознательности и добросовестности капитанов и штурманов. Еще Магеллан попытался измерить глубину океана. Вытравили 2500 футов (762 м) пенькового линя, но дна не достали. Так же разрозненно и бессистемно приходили сведения о животном и растительном мире островов, побережий и прибрежных вод. Первый научный материал по донной фауне и флоре, а также по морским млекопитающим, рыбам и планктону в северной части Тихого океана был собран в русских экспедициях Беринга и Чирикова на судах «Св. Петр» и «Св. Павел». В конце XVIII в. плавали французские и английские суда («Будез», «Этуаль», «Резолюшн» и др.), на которых натуралисты попутно собирали коллекции животного и растительного мира.

Первые океанографические наблюдения в Тихом океане проводились во время кругосветного плавания Крузенштерна на «Надежде» (1803—1806 гг.). Впервые в истории измерялась температура воды не только на поверхности океана, но и на глубинах до 400 м, проводились специальные наблюдения над колебаниями атмосферного давления во все время плавания. Экспедиция Коцебу на «Предприятии» (1823—1826 гг.) положила начало систематическим измерениям температуры, солености, плотности и содер-

жания кислорода на глубинах с помощью изобретенного Ленцем батометра. Путешествие Дарвина на «Бигле» (1831—1836 гг.) под командованием Фитроя вошло в историю изучения океана как крупнейшее событие в биологической науке.

Начало собственно океанографическим экспедициям положило кругосветное плавание «Челленджера» (1872—1876 гг.), на котором проводился большой комплекс океанографических работ. Всего было сделано 362 глубоководные станции. Бьюкеноном было собрано 77 проб морской воды, и более половины из них в Тихом океане. Химический анализ установил постоянство на всей акватории соотношения между 11 главными ионами морской воды, которые не зависят от испарения и атмосферных осадков. Всестороннее исследование собранных образцов грунта положило начало морской геологии и разработке классификации морских осадков. В той же экспедиции были сделаны большие сборы биологического материала, и в особенности глубоководных животных. Впервые были разделены сообщества прибрежных, донных и пелагических групп.

Весьма важным для гидрофизики Тихого океана были измерения Макарова на «Витязе» (1886—1889 гг.). Всего им было сделано 163 глубоководные станции с определениями температуры, плотности и солености воды на нескольких горизонтах. На глубинах измерялись течения впервые созданным Макаровым прибором. После плавания «Витязя» и обобщающей книги Макарова (1894 г.) стали известны главные географические закономерности распределения температуры и плотности воды на поверхности Тихого океана.

После Томпсона и Меррея на «Челленджере» несколько крупных океанографических судов продолжали рекогносцировочное обследование Тихого океана, которое продолжалось до 20-х годов нашего века. В это же время началась прокладка кабелей связи по дну морей и океанов, что придавало геологическим исследованиям практическую направленность. Бурное развитие судоходства и океанского промысла повлияло на прикладные аспекты физических, гидробиологических и гидрохимических исследований в океанах. Из экспедиций этого этапа выделяются американские («Альбатрос» и «Неро»), немецкие («Эди», «Стефан», «Планет»), английские («Терра Нова») и др. На «Тускароре» впервые для измерения глубин стали использовать вместо пеньковых линий стальную проволоку.

На основании всех этих и многих других экспедиций были опубликованы карты рельефа и донных осадков Тихого океана, первые сводки по морской геологии. В результате почти сорокалетней работы «Альбатроса» был накоплен обширный материал по составу планктона, бентоса и нектона восточной части океана, района Гавайских и Филиппинских о-вов, Японии. Все экспедиции этого периода не просто продолжали «инвентаризацию» населения вод океана, но и устанавливали географическое распре-

деление и вертикальное расслоение отдельных групп организмов в толще океана и на его дне. Исследовались питание промысловых рыб и морских млекопитающих, миграции животных и многие другие стороны биологии планктона, бентоса и nekтона. Биологические сборы обязательно сопровождались гидрофизическими и гидрохимическими измерениями среды обитания. Таким образом накапливался обширный фактический материал.

В 20-х годах начался период детального изучения Мирового океана. Отдельные случайные и разрозненные экспедиции стали перерастать в целенаправленные и систематические исследования. Большое влияние оказало и развитие материально-технической базы. Во всех областях океанографии глубоководные приборы и методы стали массовыми. Во многих случаях это повлекло за собой коренную смену представлений. Так, измерение океанских глубин (5—6 км) лебедкой и проволокой требовало несколько часов (в среднем — 1 км в час). Поэтому их малое количество создало впечатление о пологом характере и монотонности рельефа дна. Введение в практику эхозондирования с измерениями на ходу судна, на которое требовалось несколько секунд, полностью изменило представления о топографии дна. Были открыты котловины, хребты, желоба, подводные горы. Во многих районах рельеф оказался не менее расчлененным, чем в горных районах суши.

Наиболее значительными экспедициями в Тихом океане были американские («Карнеджи» и «Рамапо»), голландская («Снеллиус»), датская («Дана»), английская («Дискавери-II»), японские («Шинтоку-мару» и «Мансю»). Как правило, экспедиции были комплексными, т. е. в определенном районе океана одновременно изучались рельеф и осадки, брались пробы воды на физические и химические анализы, производились обловы биологических объектов на разных уровнях по горизонтали и вертикали. Так, немагнитное судно «Карнеджи» в основном изучало магнитное поле планеты. Однако биологи и гидрохимики вели на нем интенсивные исследования, в результате которых удалось установить зависимость одноклеточных планктонных водорослей от концентрации фосфатов и других питательных солей, описать связь вертикального распределения планктона с температурой, соленостью и биогенами. В это же время развивались и геофизические методы. На «Снеллиусе» были продолжены начатые еще Ф. Ф. Литке на «Сенявине» маятниковые гравитационные наблюдения. Обобщение их впоследствии привело к уточнению фигуры Земли как неоднородного тела вращения.

Использование в эти годы сейсмографов постепенно привело к выявлению тихоокеанского сейсмического кольца. Изучение островов показало, что вулканы ложа океана извергают базальты, а вулканы островных дуг — андезитовые лавы. Среди биологических работ заслуживает внимания экспедиция на Большой Барьерный риф Австралии, получившая богатый материал по фауне кораллов и сопутствующей ей донной фауне и флоре рифа.

Гидрофизические работы имели главной целью изучить пространственное распределение океанологических характеристик. Исследования временной изменчивости велись только в двух районах: к югу и востоку от Японии и у Калифорнийского побережья. Они осуществлялись на так называемых стандартных разрезах от берега в океан с определенной регулярностью во времени и большим количеством наблюдений в сравнительно узкой (500—1500 км) вдольбереговой зоне. Эти японские и американские измерения послужили основой для изучения Кюросио и Калифорнийского течения, переноса тепла и т. д.

В то же время были сделаны полные анализы солевого состава вод Тихого океана (Ратманов и др. 1936 г.; Мияке 1939 г.; Вентворт 1939 г.). В отличие от выполненных ранее они включали определение карбонатов и сразу же позволили обнаружить пространственную неоднородность их содержания. В экспедициях кроме прикладных анализов для биологии химии продолжали заполнение «белых пятен» в океане. Особое внимание было уделено определению растворенного кислорода и основных биогенных элементов (азота, фосфора и кремния), концентрация которых резко менялась не только от места к месту, но и от сезона к сезону.

После второй мировой войны продолжалось быстрое развитие океанографической техники. Появились зондирующие приборы для измерений температуры и солености на ходу судна, измерители течений разного назначения, вплоть до самых глубоководных, комплексы якорных автономных буйковых станций и другие приборы. В биологии усовершенствовались методы тралового лова на любых глубинах до дна и появились новые системы сетей. Гидрохимические анализы достигли точности  $10^{-9}$  долей в литре воды. Геологи получили на вооружение эхолот-самописец, буксируемые магнитометры, поршневую трубку, способную брать колонки осадков более 20 м длиной. Появились акустические методы для определения совершенно неизвестной ранее толщи осадочных пород и радионавигационные системы точного определения места корабля.

Вооруженные многими из этих новых приборов, через Тихий океан прошли три кругосветные экспедиции: шведская на «Альбатросе» (1947—1948 гг.), английская на «Челленджер-II» (1950—1952 гг.) и датская на «Галатее» (1950—1952 гг.). Они были в основном геологического и биологического профиля. Работами «Альбатроса» в экваториальной части океана была обнаружена малая мощность осадков — всего первые сотни метров, что оказалось во много раз меньше любых теоретических расчетов. Производились измерения теплового потока через дно. Для работы с тяжелыми грунтовыми приборами использовались электрические лебедки. Труды шведской экспедиции на «Альбатросе» на многие годы определили направления развития морской геологии. Такое же оборудование использовалось на «Галатее», на «Дискавери» и

«Челленджер-II». Сейсмические работы в американских экспедициях «Мид—Пацифик» и «Каприкорн» показали, что земная кора под Тихим океаном имеет толщину 5—9 км, т. е. принципиально отличается от континентальной, имеющей мощность 30—40 км. Экспедицией «Мид—Пацифик» с плосковершинных подводных гор — гайотов были подняты осадки с фораминиферами и кораллами мелового возраста. Экспедиция на «Галатее» обследовала донную фауну глубоководных желобов — Филиппинского, Бугевиль, Кермадек, Тонга.

В 1949 г. в дальневосточных морях и Тихом океане начались работы судна Института океанологии АН СССР «Витязь». Первые же рейсы привели к серии больших открытий по геологии, прежде всего по рельефу дна: были выявлены крупные хребты, поднятия, подводные горы и впадины. Были разработаны отечественные приборы и методы проведения морских геологических работ, возникли концепции о закономерностях современного осадочного процесса (три типа зональности, роль взвеси и биогенных факторов).

В Тихом океане проведено более 40 рейсов «Витязя». Собранные материалы имеют наибольшую ценность как комплексные, так как природа океана изучалась геологами, биологами, гидрологами, химиками, метеорологами. Подробные съемки и разрезы, выполненные с борта «Витязя» в северо-западной части океана, по количеству и качеству разносторонних данных не имеют себе равных в океанографии. На «Витязе» впервые проводились длительные наблюдения за течениями в открытом море с закоренного судна на глубинах более 5 км, а впоследствии стали широко применяться автономные якорные буйковые станции. Велик вклад «Витязя» в изучение подробностей системы экваториальных течений, Күросио, Күрило-Камчатского и Ойясио. Начали формироваться исследования на стыке разных океанографических дисциплин, как, например, геохимические и биогидрохимические.

В результате тридцатилетней работы преимущественно в Тихом океане собран обширный материал по биологии донной фауны, рыбам, планктону. Создана уникальная коллекция глубоководных организмов. Биологи «Витязя» обогатили науку сотнями новых видов и родов, многими новыми таксонами более высокого ранга и даже одним новым типом животного мира — погонофорами. По всем этим материалам впервые составлены карты количественного распределения планктона и бентоса на обширных пространствах океана.

Были открыты основные закономерности вертикальной зональности планктона, нектона и бентоса от поверхности океана до максимальных глубин, получены географические характеристики телатической и донной фауны. Обработка собранного «Витязем» материала впервые позволила получить представление о зоогеографическом районировании абиссали Тихого океана. При анализе данных по планктону изучены пространственные отношения зоо-

и фитопланктона, их вертикальная группировка, сезонные явления в планктоне разных широт океана. Первые же траления в Курило-Камчатском желобе на глубине до 8000 м доказали возможность существования донных и пелагических организмов на максимальных глубинах. Экспедиция на «Галатее» подтвердила сделанные «Витязем» выводы на примере других желобов. Результаты советских ученых легли в основу выделения особой биологической зоны океанских глубин—ультраабиссали. Работы «Витязя», продолженные на «Дм. Менделееве» с 1967 г., положили начало исследованиям структуры и функционирования пелагических сообществ в океане.

Послевоенный этап океанографического изучения Тихого океана характерен различными формами международной кооперации в экспедиционных работах, обменом материалом между странами и совместной обработкой результатов измерений. Первой совместной работой была съемка 20 судами Японии, Канады и США северной части Тихого океана. Она получила название «Норпак». Затем последовали совместные международные программы МГГ, ЭКВАПАК, КУРОСИО, МГСС и др. Они позволили получить почти одновременную картину пространственного распределения характеристик на больших акваториях.

Особенностью послевоенного развития океанографии явилось начало стационарных наблюдений в открытом океане. Они осуществляются в очень ограниченном районе вокруг выбранной географической точки меняющимися кораблями. Их называют судами погоды. Обычно в программу работы входят регулярные метеорологические наблюдения, зондирование температуры и солености воды и отбор проб батометрами для гидрохимических анализов. В Тихом океане в 1947—1949 гг. начали работу две японские станции: „Т” (29° с. ш., 135° в. д.) и „Е” (39° с. ш., 153° в. д.) и одна канадская — „Р” (50° с. ш., 145° в. д.). Результаты измерений периодически публикуются в печати для всеобщего использования.

Крупнейшим открытием физической океанографии явилось обнаружение американской экспедицией на «Хью М. Смит» в 1952 г. поверхностного противотечения — течения Кромвелла, которое узкой и сильной струей пересекает почти весь океан вдоль экватора на глубинах 50—150 м. Вскоре аналогичные противотечения были обнаружены и в других океанах.

Обобщение сведений о гидрологии Тихого океана дано в книге Г. Шотта (1935 г.). Затем Х. Свердруп с соавторами (1942 г.) издал сводку всех имеющихся знаний по Мировому океану, и в том числе по Тихому. В конце 40-х—начале 50-х годов появляются крупные теоретические работы В. Б. Штокмана (1946 г.) и Х. Свердрупа по теории Межпассатного противотечения, Манка (1950 г.) — по ветровой циркуляции. В 1960—1970 гг. бурно развиваются численные методы изучения течений на основании поля плотности в толще вод и ветра над океаном (А. С. Саркисян в

СССР, Брайен и Кокс в США). Структура и водные массы в отдельных регионах и для своего океана в целом плодотворно исследовались А. Д. Добровольским, Монтомгери, К. Виртки, Ю. Ридом и многими другими. Фундаментальные работы по циркуляции вод и течениям Тихого и Мирового океана опубликовал В. А. Бурков (1972, 1980).

По мере накопления материалов наблюдений появляется возможность перейти от анализа отдельных съемок и экспедиций к обобщениям климатического характера.

Накопленные геофизические и геологические данные позволили установить основные закономерности строения дна Тихого океана, основные черты рельефа, небольшую мощность осадочно-го чехла, возрастающую к периферии океана, отличие мощности и строения океанической коры от континентальной. Выявлены связанные со срединными хребтами пояса сейсмичности и повышенного теплового потока, а также системы полосовых магнитных аномалий коренных пород, которые отражают инверсии магнитного поля Земли. Эти и другие не упомянутые здесь данные не соответствовали концепциям о постоянстве положения материков и океанов и их геологическом развитии и хорошо объяснялись с позиций гипотезы перемещения материков, выдвинутой еще в 1912 г. А. Вегенером, но не получившей тогда широкого признания. Соответствие новых данных этой гипотезе необычайно оживило интерес к геологическим исследованиям в океанах. С 60-х годов было получено много новых геологических и геофизических данных в пользу этой концепции, которая развилась в стройную глобальную теорию литосферных плит. Эта теория имеет большое практическое значение, так как по-новому объясняет происхождение месторождений многих полезных ископаемых, позволяет с новых позиций вести их целенаправленные поиски, освещает все практические аспекты геологии.

Активизация морских геологических работ в последние 10—15 лет вызвана также быстрым истощением минеральных ресурсов суши и необходимостью детального изучения геологического строения дна морей и океанов, прежде всего их шельфов, с целью разветывания здесь поисков и добычи полезных ископаемых. Современный этап изучения геологии Тихого океана характеризуется необычайно широким развитием всех геофизических методов в новейших модификациях: автоматических и управляемых с судна комплексных геофизических систем; мощных орудий сбора колонок осадков и образцов коренных пород; обитаемых подводных аппаратов, позволяющих через иллюминаторы наблюдать подводные обнажения, потоки лав, тектонические трещины и отбирать образцы манипуляторами; подводного телевидения; локаторов бокового обзора, дающих изображение дна в полосе шириной в несколько сот метров, и т. д.

Замечательным техническим достижением является глубоководное бурение. С 1968 г. непрерывно работает специально постро-

енное американское судно «Гломар Челленджер», оборудование которого позволяет на многокилометровых глубинах океана бурить дно и получать керны осадочных и изверженных пород. В работах по Проекту глубоководного бурения принимают участие институты и организации нескольких стран, в том числе АН СССР.

Современный этап гидрохимических исследований подразумевает изучение физико-химических и химико-биологических процессов, которые определяют временные изменения концентрации биогенных элементов и кислорода.

Гидрохимические исследования стали проводиться на океанологических полигонах, т. е. в наиболее характерных точках океана (зоны апвеллингов, фронтов, планетарных дивергенций и т. д.). Особое внимание стали уделять процессам, происходящим на границах: океан — атмосфера, придонная вода — донные осадки, океан — берег, взвесь — вода и т. д. Эти исследования позволили проследить трансформацию биогенных элементов в продукционно-деструкционных циклах. Оценка газового обмена ( $O_2$ ,  $CO_2$ ) через границу океан — атмосфера показала тенденцию накопления  $CO_2$  в атмосфере, что чревато растворением карбонатных осадков в океане и изменением климата нашей планеты.

Глубокое понимание физико-химических процессов, определяющих гидрохимическую структуру океана, связано с именами Силлена, Д. Гольдберга, Райли, Купера, С. В. Бруевича и А. П. Виноградова. Все чаще гидрохимики стали возвращаться к идеям В. И. Вернадского, понимая огромную роль живого вещества в преобразовании и миграции химических элементов. В развитии биогидрохимии большая заслуга принадлежит Редфилду, Б. А. Скопичеву, Ричардсу и т. д.

На современном этапе становится ясно, что продукционно-деструкционные процессы управляют поведением практически всех биогенных микроэлементов. «Живое вещество» определяет вертикальное распределение микроэлементов, скорость их трансформации и время пребывания в водной толще. Комплексный подход к изучению экологических вопросов оказался наиболее плодотворным. В последнее время активно развиваются исследования на стыке химии и других океанографических дисциплин. Например, биогидрохимия моря изучает влияние продукционно-деструкционных процессов на изменение концентрации углекислоты, кислорода и основных биогенных элементов.

Именно эти процессы определяют трехслойную гидрохимическую структуру океана, увеличение дефицита кислорода и концентрации биогенных элементов в глубинных водах от циркулярного кольца к Алеутским островам. Биогидрохимический подход позволил разобраться в сложнейших процессах трансформации биогенных элементов в зонах апвеллинга и экваториальной дивергенции.

Чрезвычайно перспективно в биологических исследованиях привлечение автономных подводных аппаратов. Благодаря им

открыта своеобразная фауна вокруг гидротермальных источников рифтовых зон, которая поражает огромными размерами своих представителей. В составе этой фауны в Перу-Чилийском и Калифорнийском районах описаны новые виды, роды и таксоны более высокого ранга. В результате почти столетних биологических исследований в настоящее время имеются представления о составе, вертикальном и географическом распределении планктона, nekтона и бентоса в Тихом океане. Изучены распределение первичной продукции в эпипелагиали Тихого океана и трофических областей на его ложе; выяснены многие вопросы сезонной изменчивости в составе, зональности и количестве планктонных водорослей и животных.

Суммируя советские и зарубежные исследования Тихого океана, можно сказать, что в настоящее время относительно хорошо изучена почти вся северная часть океана, западные и восточные районы тропической зоны. Значительно меньше сведений о юго-западной части умеренных широт и совсем мало их в центральных районах южной части океана и в приантарктическом кольце вод. На всех этих акваториях предстоят еще обширные и систематические исследования.

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТИХОГО ОКЕАНА

Воды Тихого океана простираются от антарктических до северных полярных широт. В южной части океан интенсивно обменивается водами с Индийским и Атлантическим. В северной части обмен через Берингов пролив очень мал, и лоток холодных арктических вод и льдов к югу практически отсутствует. Вследствие этого широтные контрасты свойств океанических вод к северу от  $40^\circ$  с. ш. значительно меньше, чем в Атлантическом океане.

По сравнению с другими океанами Тихий имеет наибольшую ширину в экваториально-тропической зоне обоих полушарий, т. е. в зоне наиболее интенсивного накопления тепла. Средняя температура на его поверхности ( $19,37^\circ$ ) выше, чем в Атлантическом ( $17,58^\circ$ ) и Индийском ( $17,85^\circ$ ) океанах [15]. Общий теплозапас Тихого океана оценивается в  $3,85 \cdot 10^{21}$  ккал против  $1,83 \cdot 10^{21}$  ккал в Атлантическом и  $1,65 \cdot 10^{21}$  ккал в Индийском океанах [57]. В то же время температура всей толщи вод (до 6000 м) в Тихом океане ( $3,66^\circ$ ) меньше, чем в Атлантическом ( $3,74^\circ$ ) и Индийском океанах ( $3,99^\circ$ ). Это объясняется тем, что в его общем теплозапасе доля холодных глубинных вод значительно выше, чем в других океанах [54].

В Тихом океане отсутствуют относительно теплые и соленые промежуточные воды типа средиземноморских в Атлантическом и красноморских в Индийском океанах, поскольку в его бассейне нет соответствующих морей-испарителей. В то же время в северной части Тихого океана образуются субарктические воды пониженной солености, аналогичные субантарктическим. В Атлантическом океане вместо них происходит формирование глубинных атлантических вод высокой солености. Все это обуславливает заметные отличия вертикальной структуры полей температуры и солености в Тихом океане в целом по сравнению с другими океанами. Особенно сильно эти отличия выражены севернее экватора, а в южном полушарии общие характеристики вод всех океанов сравнительно однородны. Огромные размеры Тихого океана определяют в целом меньшие горизонтальные градиенты физико-хими-