

ИНФОРМАЦИЯ

ИССЛЕДОВАНИЯ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА В 35-м РЕЙСЕ Э/С «ВИТЯЗЬ»

35-й рейс экспедиционного судна Института океанологии АН СССР «Витязь», так же как и его 31-й и 33-й рейсы, проводился в соответствии с программой международного исследования Индийского океана и общим планом работ Института по изучению Мирового океана.

Идея международного исследования Индийского океана (Международной Индоокеанской экспедиции) возникла еще в период проведения Международного Геофизического Года (1957—1958 гг.) и была оформлена в виде широкой, хотя в некоторых отношениях и несколько расплывчатой программы Научным комитетом океанографических исследований (SCOR) во время проведения Океанографического конгресса в Нью-Йорке в сентябре 1959 г. Позднее некоторые методические и организационные вопросы программы обсуждались на сессии SCOR в Копенгагене в июле 1960 г. и на конференции Международной океанографической комиссии (МОК) в сентябре 1962 г. В осуществлении этой программы, рассчитанной на несколько лет (1960—1965 гг.), согласились участвовать сначала около десяти, а затем свыше 20 стран (СССР, Австралия, Англия, Индия, Индонезия, Пакистан, США, Франция, ФРГ, Цейлон, ЮАР, Япония и др.), причем ввиду недостаточной подготовленности большинства из них к проведению намеченных исследований предполагалось, что наиболее широко работы развернутся с 1962 г.

Необходимость постановки систематических исследований Индийского океана силами многих стран определяли, по меньшей мере, четыре следующие причины:

- 1) относительно слабая изученность этого океана по сравнению с Тихим и Атлантическим океанами;
- 2) специфичность и своеобразие многих явлений и процессов в Индийском океане; важность их познания для разработки ряда крупнейших теоретических проблем океанологии, геологии, геофизики, климатологии и других наук.
- 3) важность выявления естественных ресурсов океана, особенно его пищевых богатств, в первую очередь, для удовлетворения потребностей в продуктах питания относительно слабо развитых и густо населенных стран Азии и Африки;
- 4) невозможность детального исследования столь огромных пространств океана силами одного или немногих государств; важность широкого международного сотрудничества.

Каждое государство, согласившееся участвовать в исследовании Индийского океана, имело, естественно, и свои научные и практические задачи.

Советский Союз фактически приступил к выполнению намеченной программы раньше большинства других стран, направив осенью 1959 г. в Индийский океан э/с «Витязь». Первые два плавания «Витязя» в Индийском океане проводились в зимние периоды Северного полушария: 31-й рейс с октября 1959 г. по апрель 1960 г. и 33-й рейс с октября 1960 г. по апрель 1961 г. Оба этих почти семимесячных рейса дали чрезвычайно много новых сведений по различным разделам океанологии, резко расширивших наши знания о природе Индийского океана [1, 4—6]. Одновременно с «Витязем» в 1959—1961 гг. в Индийском океане вели исследования советские суда «Воейков» и «Шокальский», австралийское судно «Диамантина», американские суда «Вима» и «Арго», японское — «Умитака-мару», английское — «Оуэн» (с 1961 г.), а также некоторые другие.

В 1962 г., как это и предполагалось ранее, работы Международной индоокеанской экспедиции несколько расширились. В восточной части океана продолжались работы австралийских судов «Диамантина» и «Гаскойн» и японского «Умитака-мару», в центральной части океана вели исследования американские суда «Арго» и «Хорайзн», в западной — английское «Оуэн», французское «Роберт Жиро», южноафриканское «Африкана», в Аравийском море пакистанское судно «Зулфикар», а в прибрежных водах Индии несколько индийских судов. В этом же году было организовано третье большое плавание «Витязя» в Индийский океан — его 35-й рейс.

НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ РЕЙСА

В отличие от двух предыдущих рейсов «Витязя» в Индийский океан 35-й рейс было намечено провести летом Северного полушария, т. е. в период летнего муссона. В этот период года, в силу более сложных метеорологических условий, океанологические исследования в тропической части Индийского океана ранее почти не проводились.

Основными задачами 35-го рейса были: сбор материалов и производство наблюдений для разработки следующих проблем:

- 1) закономерности поверхностной и глубинной циркуляции вод в тропической зоне Индийского океана в летний сезон; процессы турбулентного перемешивания;
- 2) исследование зон океанологических фронтов;
- 3) зональная структура вод океана на меридиональном разрезе по 91° в. д.;
- 4) гидрооптическая характеристика водных масс;
- 5) изучение геологического строения дна и его осадочной толщи акустическими и сейсмоакустическими методами;
- 6) закономерности распределения донных осадков и минеральные ресурсы океана. Геологическая история океана;
- 7) первичная продукция в океане;
- 8) изучение биологической структуры океана и выявление новых промысловых районов;
- 9) химические процессы в океане;
- 10) определение радиоактивности вод.

Кроме того, экспедиция имела и ряд других, более частных задач, отраженных в программах работ отдельных научных отрядов.

Помимо этого, в задачи рейса входило проведение в океане близ берегов Западной Австралии совместно с учеными Австралии, США и Японии, работ по сравнению («интеркалибрации») методов гидрохимических исследований, методов исследования первичной продукции; а также уловистости различных планктонных сетей. Эти работы были организованы по инициативе SCOR, причем Академия наук СССР дала согласие на проведение их на «Витязе».

Наконец, в задачи экспедиции было включено ознакомление с методами советских комплексных океанологических исследований иностранных ученых (из Индии, Индонезии, Цейлона и ОАР), которые должны были принять участие в рейсе.

В основу схемы маршрута экспедиции было положено выполнение в Индийском океане нескольких, преимущественно меридиональных гидрологических разрезов, частично повторяющих разрезы предыдущих рейсов «Витязя», но выполненные в другие сезоны. При этом имелось в виду получение сравнительного материала для изучения динамики физических процессов в океане.

«Витязь» вышел из Владивостока в 35-й рейс 23.VI.1962 г. и вернулся во Владивосток 23.XI.1962 г. Таким образом, плавание продолжалось 153 суток. Маршрут экспедиции показан на рис. 1. Во время рейса «Витязь» заходил в порты: Сингапур, Джакарта, Фримантл, Мадрас и на обратном пути снова в Сингапур.

В экспедиции при выходе судна из Владивостока участвовало 125 человек, из них 59 человек научного состава экспедиции и 66 человек экипажа судна. Начальником экспедиции был профессор П. Л. Безруков, командовал «Витязем» капитан Е. А. Авраменко.

В составе экспедиции работали следующие научные отряды и группы: 1) Метеорологический (начальник отряда Л. П. Шкоткин); 2) Гидрологический (начальник отряда В. Г. Нейман); 3) турбулентности (начальник отряда О. А. Кузнецов); 4) гидрооптический (начальник отряда В. И. Войтов); 5) химический (начальник отряда А. Н. Богоявленский); 6) радиохимическая группа (ст. группы В. М. Орлов); 7) геологический (начальник отряда В. Ф. Канаев); 8) отряд планктона (начальник отряда И. Н. Суханова); 9) отряд бентоса (начальник отряда А. П. Кузнецов); 10) ихтиологический (начальник отряда Н. В. Парин); 11) отряд морской техники (начальник отряда Е. П. Осмоловская); 12) гидрографическая группа (ст. группы А. Е. Абаев). На протяжении всего рейса в экспедиции участвовал чл.-корр. Академии наук Румынской Народной Республики профессор Е. А. Пора.

В Джакарте 14.VII на борт «Витязя» было взято 13 иностранных ученых (от Индии: д-р А. Даниэль, д-р П. В. Баванараяна, С. П. Рао, Т. Д. Кришна-Картха, С. П. Гопалакришнан, С. Датта; от Индонезии: А. Л. Луману, Патаппон Пассау, М. Малани, Касиан Ромимохтарто, Соянто; от Цейлона — д-р П. Канагаратнам; от ОАР — д-р С. К. Эль-Вакил). Из них П. В. Баванараяна оставил судно во Фримантле 1.VIII, остальные — в Мадрасе 25.IX.

В порту Фримантл 2.VIII на борт судна было принято для проведения работ по интеркалибрации 10 иностранных ученых (от Австралии: Д. Рочфорд, Г. Джиттс, К. Уолкер, Н. Дайсон, Д. Трэнтер и Ф. Дэйвис; от США: проф. М. Доти и Д. Мак Гилл; от Японии — д-р И. Сугиура и Н. Сейджио) и два австралийских кинооператора. Работы по интеркалибрации были проведены в океане в течение 6 суток на расстоянии 100—200 миль от Фримантла (см. ниже) и прошли успешно. В период выполнения этих работ общее количество участников экспедиции достигало 149 человек.

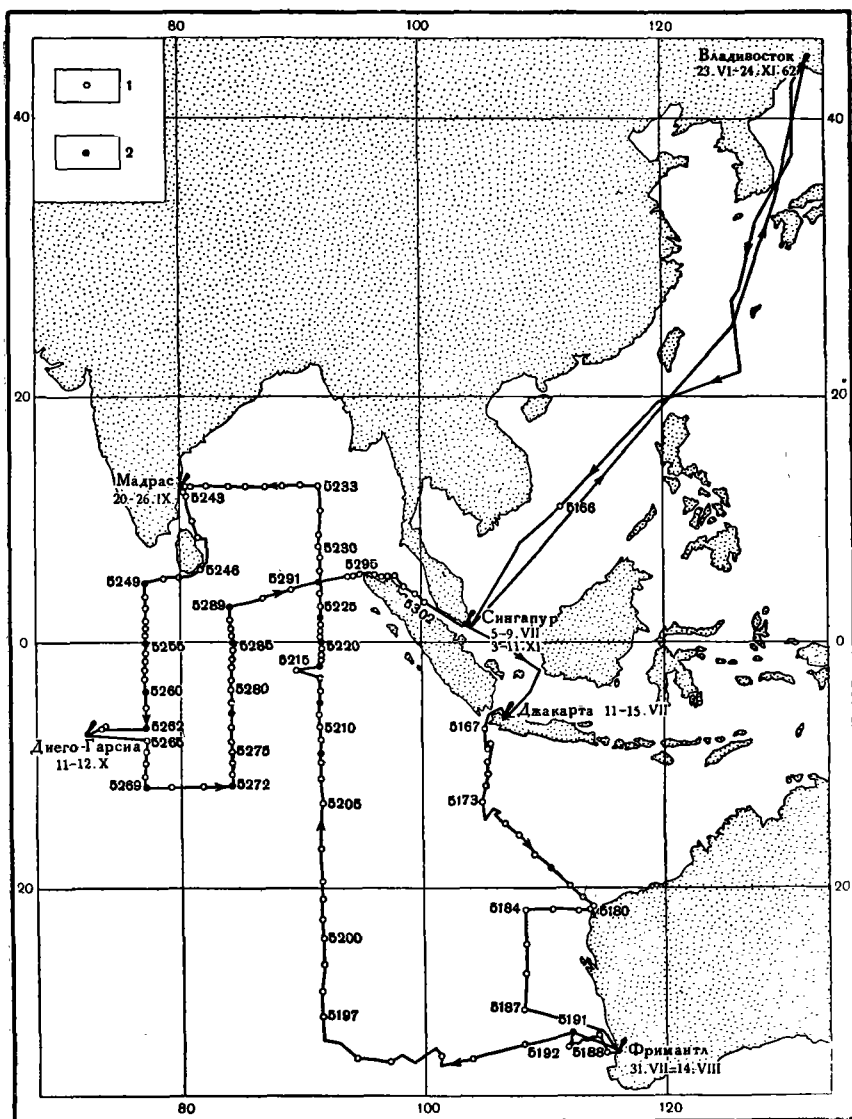


Рис. 1. Карта маршрута 35-го рейса э/с «Витязь».
1 — океанографические станции, 2 — буйковые суточные станции

Участие в 35-м рейсе большого количества иностранных ученых (всего на разные сроки до 26 человек из восьми стран) выделяло данный рейс из всех предыдущих рейсов «Витязя» и придавало ему характер международной экспедиции.

Ниже приводятся некоторые количественные показатели выполнения плана работ рейса.

1. Длина маршрута, мили	20 800
2. Из них с эхолотным промером	19 100
3. Общее количество океанографических станций	137
а) Из них гидрологических, с определениями температуры и солености воды	120
б) В том числе глубже 2000 м	83
4. Количество буйковых, преимущественно суточных станций	17
5. Количество наблюдений над течениями с буй (на горизонтах от 50 до 2500 м)	124
6. Батитермографные измерения	124
7. Градиентные измерения скорости ветра с дрейфующего буй, станции	14

8. Гидрохимические определения:	
а) Станции	107
б) Количество определений	11 161
9. Количество проб для определения радиоактивности вод	140
10. Гидрооптические станции	111
11. Колонки донных осадков, взятые грунтовыми трубками	70
12. Дночерпательные пробы	50
13. Станции с сейсмоакустической косой	111
14. Сейсмоакустические разрезы с количеством взрывов от 4 до 36	13
15. Станции с фотографированием дна	10
16. Сепараторные пробы водной взвеси	17
17. Донные траления	14
18. Пробы плейстока	141
19. Ловы планктонными сетями	582
20. Ловы тралом Айзекса — Кидда	34
21. Глубинные ловы рингтралами	8
22. Пробы на фитопланктон, взятые батометрами	760
23. Пробы для определения первичной продукции	1191
24. Икhtiологические ловы (разными орудиями)	475
25. Актинометрические измерения	505

Как видно из этого перечня, объем проведенных в 35-м рейсе работ весьма значителен.

Рейс проходил в трудных метеорологических условиях. Из 92 суток плавания в Индийском океане (исключая дни стоянок в портах) сила ветра в 6 баллов (от 10 м/сек) и более достигала в течение 49 суток (53,3%), а 7 баллов и более — 18 суток (19,5%). Еще больше было дней с крупной зыбью. В связи с этим на многих отрезках маршрута приходилось отказываться от производства тех или иных видов глубоководных работ (а в отдельных случаях они требовали повторения). Два раздела работ (спуск тяжелой трубки большого диаметра, работы с сейсмоакустическим буем) практически проводить в рейсе не было возможности (там, где это требовалось по существу дела). В экваториальной зоне океана проведение некоторых видов работ осложнялось исключительно большой скоростью течений (до 2—3 узлов и более).

В целом же, несмотря на неблагоприятные условия погоды, маршрут и план основных океанологических работ рейса были выполнены. Это было достигнуто напряженной и слаженной работой всего коллектива экспедиции.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В рейсе была проведена только первичная обработка собранных материалов. Поэтому мы ниже остановимся, базируясь на данных отдельных научных отрядов, только на некоторых основных научных и практических итогах 35-го рейса «Витязя».

Одним из наиболее существенных результатов рейса можно считать выполнение комплексных океанологических исследований в экваториальной и тропической зонах северо-восточной части Индийского океана в период летнего муссона. В этот более тяжелый в навигационном отношении сезон подобные исследования здесь ранее не проводились. Работы в области средних широт океана (к западу от Австралии), проведенные в зимний период Южного полушария, также дали интересные сведения, расширяющие наши знания о природе Индийского океана.

Изложение научных результатов по отдельным разделам исследований целесообразно начать с работ гидрологического отряда, поскольку в программе работ экспедиции им было отведено наиболее видное место.

В 35-м рейсе «Витязя» впервые в практике океанографических исследований северной части Индийского океана проведены наблюдения над течениями в период летнего муссона с использованием инструментальных измерений на буйковых станциях. Полученные данные имеют большую научную ценность и являются пока единственной основой для изучения гидрологических условий в этой части океана в данный период. Кроме того, они представляют несомненный интерес и для навигации.

Система циркуляции вод в исследованном районе оказалась резко отличной от системы, характерной для периода зимнего муссона. Она состоит из следующих основных элементов:

а) слабого течения западных ветров, занимающего широкую область южнее примерно 10° ю. ш.;

б) Пассатного течения, расположенного между 5 и 10° ю. ш.;

в) Муссонного течения, занимающего всю область севернее 5° ю. ш.

В исследованном районе океана выделяются две резко выраженные фронтальные зоны: одна из них — Экваториальная дивергенция проходит примерно по 5° ю. ш., другая — Тропическая конвергенция — по 10—14° ю. ш. Эти фронтальные зоны являются границами Пассатного течения. В период рейса пассатная зона оказалась необычно сжатой и аномально сдвинутой к северу.

В северо-восточной части океана относительно сильные течения захватывают лишь верхний слой воды, глубина которого не превышает 300 м. Самым мощным потоком

в северо-восточной части океана в период летнего сезона является Муссонное течение. Максимальная скорость его была зарегистрирована в районе экватора, где она составляла 180 см/сек.

Под Муссонным течением, идущим на восток, существует глубинное противотечение, направленное на запад; максимальная скорость его на одном из разрезов оказалась равной 70 см/сек.

По своим термохалинным характеристикам воды северо-восточной части океана подразделяются на две большие области — экваториальную и центральную (или тропическую). Границей раздела между ними служит Тропическая конвергенция. Распределение солености в экваториальной области имеет сложный характер и определяется влиянием высокосоленных вод Аравийского моря и опресненных вод Бенгальского залива. Поле температуры на всех глубинах имеет менее сложный характер; это связано с тем, что факторы, определяющие его формирование, являются зональными. Сезонная смена циркуляции приводит к изменениям в распределении температуры и солености вод в относительно небольшом верхнем слое океана.

В работах гидрохимического отряда большое внимание было уделено методическим вопросам. Выполненные в рейсе международные сравнения методов определения в воде кислорода и фосфатов показали, что точность и воспроизводимость методов анализа, применяемых в советских и в иностранных экспедициях (Австралия, США, Япония), являются величинами одного порядка. Успешно проведены работы по применению фотоэлектроколориметра ФЭК-56-Д.

Выполненная работа по изучению влияния батометров на химические характеристики проб воды показала, что в батометрах БМ-48 происходит уменьшение концентраций кислорода и фосфатов, а величины рН и щелочности возрастают. Обнаружен эффект «старения» батометров БМ-48, т. е. уменьшения со временем степени поглощения кислорода стенками батометра.

Собран большой материал по гидрохимии северо-восточной части Индийского океана в период летнего муссона. Полученные данные позволяют судить о влиянии сезонных изменений циркуляции вод на их химическую структуру. Предварительный анализ показывает, что химическая структура вод в исследованном районе на средних и больших глубинах мало меняется. Большинство отмеченных изменений структуры глубинных слоев находится в пределах точности методов химических исследований. В верхних слоях изменение распределения химических характеристик хорошо коррелируется с наблюдаемыми колебаниями циркуляции вод.

Отряд турбулентности проводил исследования в целях выяснения закономерностей процессов турбулентного перемешивания над океаном и процессов взаимодействия турбулентного потока воздуха с поверхностью океана. Отрядом был сконструирован и построен малый метеобуй, позволяющий устанавливать анемометры и вести измерения скорости ветра на очень небольшой высоте от взволнованной поверхности океана (40 см). Это дало возможность впервые провести измерения параметров морского волнения одновременно с непрерывной записью скорости ветра на четырех горизонтах при помощи созданных в институте индукционных анемометров и осциллографа. Отряд, кроме того, проводил актинометрические наблюдения.

Гидрооптическим отрядом получены обширные материалы по распределению оптических характеристик в поверхностных и глубинных водах северо-восточной части Индийского океана в летний сезон, т. е. в период года, когда гидрооптические наблюдения здесь не проводились. На некоторых станциях выполнены измерения всего комплекса гидрооптических характеристик для определения связи между ними.

Наиболее массовый материал получен по прозрачности вод. В исследованном районе водные массы, различающиеся по гидрологическим характеристикам, оказались сходными по прозрачности, причем она была высокой. В то же время в зонах дивергенции и конвергенции наблюдалось понижение прозрачности.

Геологическим отрядом в результате непрерывного эхолотного промера получен новый обширный материал по геоморфологии дна Индийского океана. Уточнены контуры и характер рельефа крупнейших котловин и подводных хребтов восточной части океана, открыты ранее неизвестные подводные горы, массивы и глубоководные желоба.

На пути от Зондского пролива к Австралии обследован район так называемой банки Мария-Августина, появившейся на картах более ста лет назад. Выяснено, что в том месте, где указывалась эта банка, глубины превышают 5500 м, но несколько восточнее обнаружены две подводные горы с глубинами над ними 2474 и 3726 м с крутыми склонами. Поэтому пока не исключена возможность нахождения в этом малоизученном районе и мелководной банки. Подтверждена обособленность от материкового склона Австралии горного массива, называвшегося ранее Западно-Австралийским хребтом [7].

Вдоль южного склона широтного подводного хребта, протягивающегося вдоль 30—32° ю. ш. к западу от Австралии¹, прослежен глубоководный желоб, ранее пересеченный э/с «Обь», но не описанный. Максимальная глубина его, по данным 35-го рейса, 5761 м. В этом же районе обнаружено еще несколько узких желобов с глубинами 5800—6100 м, а также горных массивов и высоких подводных гор; одна из них возвы-

¹ Этот хребет, отделенный от материка Австралии глубокой депрессией, условно можно называть Широтным Индоокеанским хребтом.

шается до глубины 1180 м. Несколько юго-восточнее глубоководный желоб с глубинами до 6857 м был обнаружен ранее австралийским судном «Диамантина». Район этот требует дальнейшего изучения, но уже сейчас можно говорить о наличии здесь зоны интенсивного тектонического раздробления.

Целый ряд подводных гор обнаружен на трех меридиональных разрезах через тропическую часть океана. Прослежен к югу на 100 миль открытый в 33-м рейсе «Витязя» глубоководный желоб Чагос [1], максимальная глубина его — 5408 м.

Анализ данных, собранных в трех рейсах «Витязя», а также материалов иностранных экспедиций приводит к выводу о наличии в северо-восточной части Индийского океана огромного меридионального хребта, протягивающегося из юго-восточной части Бенгальского залива до 32—34° ю. ш. (где он соединяется с широтным хребтом), т. е. на протяжении более 2600 миль. На вероятность существования такого хребта недавно указал немецкий ученый Стокс [8], материалы промера «Витязя» подтверждают его существование, заполняя на картах имевшиеся пробелы и позволяя с большей уверенностью соединять в единую горную систему указывавшиеся ранее на картах отдельные горные массивы. Этот хребет, которому предлагается присвоить название Восточно-Индоеокеанского хребта², имеет, по-видимому, очень большое значение в структуре дна Индийского океана и, вероятно, оказывает существенное влияние на динамику глубинных вод.

Наличие в восточной части Индийского океана огромного меридионального хребта (относительной высотой 2—3,5 км) заставляет пересмотреть номенклатуру и расположенных по обе его стороны глубоких котловин, которые ранее на картах объединялись под одним названием Индийско-Австралийской котловины. Западную из этих котловин, находящуюся между Чагос-Лаккадивским и Срединным хребтами и Восточно-Индоеокеанским хребтом, целесообразно называть Центральной котловиной Индийского океана, а восточную — Западно-Австралийской котловиной.

В рейсе были уточнены контуры аккумулятивных равнин и областей дна с расчлененным рельефом и получены многие другие материалы по подводному рельефу; все эти данные будут использованы при составлении новой батиметрической карты Индийского океана.

Большие материалы собраны по составу и распределению осадков. Данные 35-го рейса позволяют развить полученные в результате предыдущих рейсов «Витязя» и «Оби» представления о климатической и вертикальной зональности и о неравномерности и прерывистости осадконакопления на дне Индийского океана.

При выполнении меридиональных разрезов выяснено, что распространение широко развитых в тропической зоне океана на дне глубоких котловин радиоляриевых илов ограничено 16—18° ю. ш.; южнее, в области, характеризующейся опусканием вод и бедностью их биогенными элементами, радиоляриевые илы, как правило, отсутствуют, сменяясь красными глинами.

Собраны дополнительные материалы, иллюстрирующие закономерную смену по вертикали карбонатных фораминиферовых илов осадками слабокарбонатными на критической глубине 4600—4700 м и совсем бескарбонатными на глубине 4900—5000 м (один из типичных примеров вертикальной зональности осадконакопления). Вместе с этим выявлены интересные исключения из этого правила. На дне желоба Чагос, у подножья крутого склона фораминиферовые пески найдены на глубине около 5400 м, причем подводные фотографии показали, что это, видимо, обусловлено быстрым переносом карбонатного материала с соседнего поднятия мутьевыми потоками. Аналогичные примеры в сходных геоморфологических условиях обнаружены и в некоторых других местах. Это лишний раз свидетельствует о том, что роль мутьевых потоков в глубоководном осадконакоплении нельзя недооценивать.

У подножий нескольких подводных гор в глубоких котловинах океана встречены также явные следы донных оползней в виде брекчиевидных илов и многочисленных обломков базальта, сгруженных в фораминиферовых и радиоляриевых илах. На вершинах и склонах подводных гор обнаружены участки дна с отсутствием современных осадков, что подтверждает прерывистость осадочного покрова на дне океана [2].

Собраны обширные дополнительные материалы, свидетельствующие об исключительно широком распространении в глубоких котловинах океана, в областях дна с расчлененным рельефом железо-марганцевых конкреций [3]. На рис. 2 приведена карта их распространения по данным трех рейсов «Витязя». На одной из станций встречены конкреции шаровидной формы, по внешнему виду напоминающие пушечные ядра (рис. 3).

Проведенные в рейсе Е. П. Осмоловской полуколичественные спектральные анализы конкреций (см. ниже) показали, что они, как и в Тихом океане, обладают высоким содержанием никеля, кобальта, меди, свинца и целого ряда других элементов (всего обнаружено 32 элемента).

Отряд проводил также сбор водной взвеси (при помощи сепараторов) и воздушной взвеси.

Интересные сведения получены по изменению состава осадков по вертикали.

² Называть этот хребет Бенгальским, как предложил Стокс, вряд ли целесообразно, так как он распространяется далеко за пределы Бенгальского залива.

По периферии Центральной и Западно-Австралийской котловин под радиолариевыми илами во многих колонках вскрыты терригенные и карбонатные осадки, что указывает на резкие изменения условий седиментации в недавнем геологическом прошлом.

В результате сейсмоакустических работ методом отраженных волн получены новые обширные сведения о строении и мощности осадочной толщи в исследованной части океана. В процессе работ М. Ф. Михно была применена новая методика работ с пьезо-

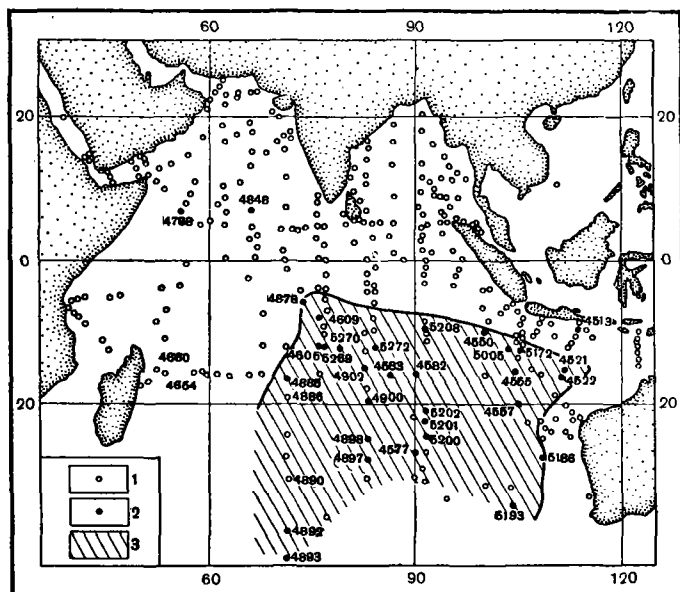


Рис. 2. Распространение железо-марганцевых конкреций в Индийском океане:

1 — геологические станции без конкреций; 2 — геологические станции с конкрециями; 3 — область массового распространения

сейсмографной косой — непрерывное профилирование в дрейфе судна. Это позволило более уверенно выделять и проследживать все отражающие границы в осадочной толще. При этом в ряде случаев установлено выклинивание отдельных горизонтов на коротких расстояниях. Важный дополнительный материал получен из сопоставления в одном и том же месте данных сейсмических исследований методом отраженных волн с данными применения метода преломленных волн в английской экспедиции на «Челленджере». В результате, помимо мощности малоуплотненных осадков, во многих местах удалось определить мощность пород второго слоя (до кровли базальта).

Мощность малоуплотненных осадков в исследованной части океана колеблется в больших пределах (от нуля до 1600 м) и чаще всего равна нескольким сотням метров, а мощность пород второго слоя обычно значительно больше.

Планктонным отрядом исследованы закономерности распределения общей биомассы планктона в северо-восточной части океана в период летнего муссона. Установлено значительное увеличение биомассы в этот период по сравнению с зимним сезоном. Особенно большие количества планктона наблюдались в районе экватора и севернее в области Муссонного течения, где в слое 0—100 м биомасса превышала $0,25 \text{ см}^3/\text{м}^3$. Кроме того, повышение концентрации планктона отмечено у берегов Австралии и у южного окончания разреза по 77° в. д. Указанные районы приурочены к зонам подъема вод. В области распространения центральной индийской воды количество планктона было, как и зимой, весьма низким.

В южной части Бенгальского залива высокая биомасса планктона наблюдалась ранее и в зимнее время, что позволяет предполагать наличие здесь устойчивой зоны высокой продуктивности.

Количественное распределение фитопланктона в общих чертах совпадает с распределением общей биомассы планктона. Качественный состав фитопланктона в период летнего муссона несколько беднее, но основной комплекс видов общий для обоих сезонов.

В период интеркалибрации была проведена работа по сравнению уловистости различных планктонных сетей (сети Джеди, индоокеанской стандартной сети, переданной на «Витязь» в качестве дара ЮНЕСКО, сети Кларка Бампуса, привезенной австралийским ученым Трентером). Получен ценный сравнительный материал.

Проведенные в рейсе работы по сравнению методов измерения первичной продукции дали также обширный материал. Участники международной калибровки согласились с предложением советского участника (О. И. Кобленц-Мишке) считать наиболее целесообразным в качестве эталонного метода использовать метод *in situ*, а не метод имитации, как это предлагалось ранее. Весьма полезным явилось обсуждение всего комплекса вопросов, связанных с изучением первичной продукции.

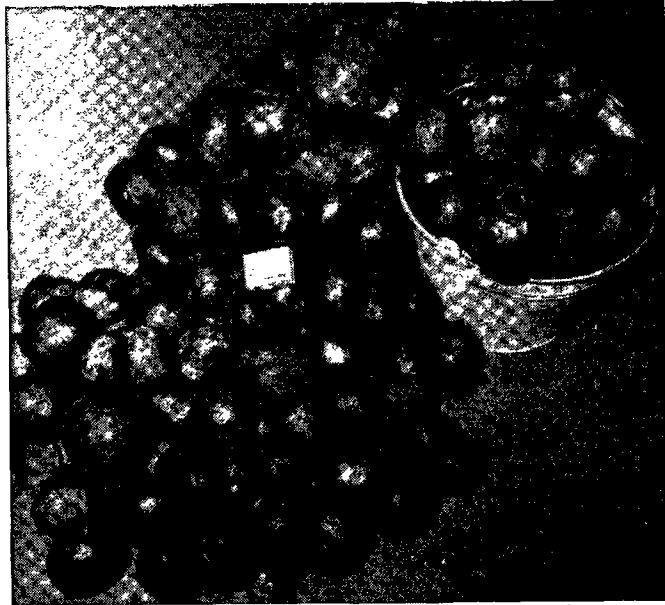


Рис. 3. Конкреции со дна Индийского океана на палубе э/с «Витязь»

В 35-м рейсе работы по изучению первичной продукции проведены в большем объеме, чем в предыдущих индоокеанских рейсах «Витязя». При этом установлено, что в северо-восточной части океана в период летнего муссона первичная продукция в поверхностном слое воды была значительно выше, чем в период зимнего муссона, и колебалась в пределах от 0,6 до 32 mg/m^3 в день, а на преобладающей части акватории — от 1 до 5 mg/m^3 в день. Повышенные концентрации первичной продукции обнаружены в районах влияния берегового стока и сгонных явлений, а также в зонах подъема глубинных вод.

Ихтиологическим отрядом проводилось изучение пелагических и батипелагических рыб и сбор материалов по размножению и развитию рыб.

В рейсе была собрана большая коллекция глубоководных и пелагических рыб, насчитывающая не менее 325 видов из 115 семейств. В этой коллекции представлены многие редкие и малоизученные рыбы, среди которых имеются и новые виды.

Полученные материалы позволяют уточнить положение зоогеографических границ в северо-восточной части Индийского океана. В частности, на ряде станций, близ берегов Австралии и в открытой части океана, к югу от 25—27° ю. ш. были встречены рыбы, характерные для ихтиофауны умеренных вод. Количественное распределение рыб, определявшееся по данным ловов и по визуальным наблюдениям, оказалось тесно связанным с гидрологическими условиями, в частности, с положением зон конвергенций и дивергенций. Собранные данные подтверждают имеющиеся сведения о количественной бедности ихтиофауны центральной индийской воды.

Интересные сведения получены по размножению и развитию рыб. Собраны новые материалы по морфологии икры и эмбриональному развитию некоторых видов летучих рыб, по местам и срокам нереста тунцов, парусников, летучих рыб.

Особое внимание уделялось сбору материалов по промысловым рыбам пелагиали — тунцам, парусникам, меч-рыбам. Большие скопления молоди тунцов (до 500 личинок в стандартном лове), обнаруженные в водах, прилегающих к Цейлону, свидетельствуют об интенсивном нересте тунцов в данном районе, являющемся, по всей вероятности, одним из важнейших нерестилищ этих промысловых рыб в восточной части океана.

Полученные в 35-м рейсе сведения о биологической продуктивности отдельных районов океана, материалы по распределению личинок и мальков тунцов и других

рыб тушцового промысла, визуальные наблюдения стай тунцов у поверхности и сведения по японскому промыслу представляют значительный интерес для рыбной промышленности. Основываясь на материалах 35-го и предыдущих индоокеанских рейсов «Витязя», можно предполагать, что наилучшие перспективы для тунцевого промысла в Индийском океане имеются в экваториальной зоне к югу и юго-западу от Цейлона, в районе Сейшельских о-вов, в водах Сомалийского течения и в Аденском заливе.

Отрядом бентоса собраны материалы о количественном и качественном составе донной фауны в исследованной части океана. Эти материалы являются существенным дополнением к данным предыдущих рейсов «Витязя»: они подтверждают, что в центральной части океана биомасса бентоса весьма низкая, не превышает $0,5-0,6 \text{ г/м}^2$ и возрастает до $0,5-1 \text{ г/м}^2$ в прибрежных районах.

Отрядом проведены также обширные сборы плейстона. Кроме того, велись опыты над скоростью обрастания, а Г. Г. Николаевой исследовалось распределение в поверхностном слое осадков бактерий.

В отряде морской техники была проведена методическая работа по выяснению возможностей применения спектроаналитических методов на борту судна для океанологических исследований. С этой целью были подготовлены и использованы для изучения содержания малых элементов в океанских водах пламенный фотометр и спектрограф. Последний был применен, кроме того, для анализа донных осадков и железо-марганцевых конкреций. На фотометре изучалось также содержание в фитопланктоне пигментов. В результате проведенных работ сделан вывод о целесообразности и перспективности применения указанных приборов в океанологических экспедициях.

Метеорологический отряд в течение всего рейса проводил гидрометеорологические, аэрологические и синоптические работы по программе Гидрометеослужбы и обеспечивал экспедицию краткосрочными прогнозами погоды. Всего за рейс выполнено 187 стандартных гидрометеорологических наблюдений и выпущено 183 радиозонда (новый тип радиозонда А-22-3) со средней высотой подъема 19970 м и максимальной 27800 м.

Гидрографическая группа, совместно с штурманским составом, производила координирование промерных работ, якорных буйковых станций, собирала сведения для корректуры карт и лоций. Всего за время рейса выполнено 458 навигационных обсерваций и 319 астрономических обсерваций. Для координации промера использовано 389 навигационных обсерваций и 245 астрономических. В результате совместной работы геологического отряда, гидрографической группы и штурманского состава выполнен попутный промер, который может быть использован для корректуры навигационных карт.

НАУЧНЫЕ КОНТАКТЫ

Во время стоянок «Витязя» в иностранных портах участники экспедиции имели возможность установить научные контакты с местными учеными.

В период стоянки в порту Фримантл участники экспедиции ознакомились с Университетом Западной Австралии, посетили Метеорологическую обсерваторию, австралийское гидрографическое судно «Гаскойн», присутствовали на приемах, организованных руководством университета, мэрами городов Фримантл и Перт, местными профсоюзами, участвовали в геологических экскурсиях в окрестностях Перта под руководством декана факультета наук университета проф. Р. Прайдера, который проявил очень много внимания к советской экспедиции. На «Витязе» побывало большое количество ученых, студентов, члены общества «Австралия—СССР», руководители профсоюзов и представители других слоев населения (всего более 1000 человек).

Университет Западной Австралии специальных океанографических работ не ведет, но на геологическом отделении недавно поставлены исследования по геологии прибрежной зоны океана (осадки шельфа, эстуариев), а на зоологическом ведутся работы по фауне литорали.

После окончания работ по интеркалибрации группа научных сотрудников экспедиции (П. Л. Безруков, А. Н. Богоявленский, О. И. Кобленц-Мишке, В. Г. Нейман, Н. В. Парин и А. Б. Исаева) по приглашению президента SCOR д-ра Г. Хэмфри вылетала на два дня в Сидней в океанографический центр Австралии в городе Кроналле (C.S.I.R.O., Division of Fisheries and Oceanography) для обсуждения совместно с иностранными учеными результатов работ по интеркалибрации и выработки предварительных рекомендаций. Расходы по поездке принял на себя SCOR. Одновременно советским ученым была предоставлена возможность ознакомиться с этим научным учреждением, являющимся, по существу, океанографическим институтом.

Институт расположен в 30 км от Сиднея, в парке, на крутом берегу эстуария небольшой речки, близ впадения ее в Тасманово море, и размещен в нескольких зданиях. В нем имеются лаборатории: гидрологии, гидрохимии, биохимии, планктона, первичной продукции, ихтиологии, физиологии морских рыб, промыслового рыболовства, а также большие экспериментальные лаборатории, конструкторское и чертежное бюро, вычислительное бюро, библиотека. Штат института более 100 человек, из них 40 научных сотрудников. Директором является д-р Г. Хэмфри. Институт имеет подразделения в других штатах Австралии, организует океанографические экспедиции на судах «Диамантина» и «Гаскойн», издает научные труды. Работы ведутся на высоком научном уровне.

В порту Мадрас, как указывалось, ученые Индии, Индонезии, Цейлона и ОАР оставили «Витязь». В первый же день стоянки судна в Мадрасе на его борт прибыли представители Мадрасского университета, которые приветствовали экспедицию и предложили широкую программу научных контактов, а также ознакомления с достопримечательностями города. В последующие дни участники экспедиции посетили Мадрасский университет, Технологический и Президентский колледжи, Морскую Биологическую станцию Рыбного департамента в Энноре (в 20 км от города), Мадрасскую метеорологическую обсерваторию, присутствовали на нескольких приемах, организованных комитетом Гостеприимства и Мадрасским университетом, участвовали в экскурсиях в окрестностях Мадраса. Ученые «Витязя» прочитали в Университете шесть лекций о природе Индийского океана. На «Витязе» побывало большое количество ученых, преподавателей, студентов — всего более 500 человек. Все встречи с индийскими учеными проходили в дружеской обстановке.

Мадрасский университет является третьим древнейшим университетом Индии, размещен в нескольких крупных зданиях в наиболее живописной части города, против всемирно известного мадрасского пляжа. Университет не ведет океанологических исследований, но на факультетах биологии и ботаники проводятся исследования по морской биологии, например, по морским древоточцам, фитопланктону, физиологии моллюсков и рыб. Университету был передан комплект трудов Института океанологии АН СССР. В последний день стоянки «Витязя» в Мадрасе на судне была проведена киносъемка с целью создания фильма о работах Индоокеанской экспедиции. Она проводилась отделом фильмов Министерства Информации и Радиовещания правительства Индии. Пребывание «Витязя» в Мадрасе, как и во Фримантле, широко освещалось в местной печати.

В порту Сингапур участники экспедиции также были тепло встречены местными учеными, которые ознакомили нас с Сингапурским университетом, организовали экскурсию на коралловый остров Раффлес. В дар Университету экспедицией была передана небольшая научная коллекция из Индийского океана.

РАБОТА С ИНОСТРАННЫМИ УЧЕНЫМИ

В рейсе была проведена большая работа по ознакомлению иностранных ученых с методикой советских океанических исследований. Были организованы систематические занятия и лекции, на которых иностранные ученые знакомились с основными проблемами советской океанологии, с аппаратурой, методами сбора и обработки материалов (всего проведено более 100 лекций и семинаров). Иностранные ученые активно участвовали в работах научных отрядов, причем им была предоставлена возможность отобрать некоторые пробы для последующих исследований. Перед уходом с «Витязя» иностранные ученые на общем собрании экспедиции высказали глубокое удовлетворение своим участием в рейсе.

П. Л. Безруков

ЛИТЕРАТУРА

1. Безруков П. Л. 1961. Исследования Индийского океана в 33-м рейсе э/с «Витязь». Океанология, № 4.
2. Безруков П. Л. 1962. О неравномерности распределения глубоководных океанических осадков. Океанология, № 1.
3. Безруков П. Л. 1962. Распределение железо-марганцевых конкреций на дне Индийского океана. Океанология, № 6.
4. Богоров В. Г., Безруков П. Л. 1961. «Витязь» в Индийском океане. Природа, № 10.
5. Океанологические исследования. 1961. Сборник статей. X раздел программы МГГ. (Океанология), № 4.
6. Исследования Индийского океана (33-й рейс э/с «Витязь»). Тр. Ин-та океанол. АН СССР (в печати).
7. Faibridge R. W. 1955. Some bathymetric and geotectonic features of the eastern part of the Indian Ocean, Deep-Sea Research, No 2.
8. Stocks T. 1960. Bodengestalt des Indischen Ozeans. Erdkunde, 14. H. 3.