

А. КОВАЛЕВСКИЙ»

69-й РЕЙС НИС «АКАДЕМИК

«НАУКОВА ДУМКА»  
КИЕВ-1975

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО  
ЗНАМЕНИ  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ  
МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

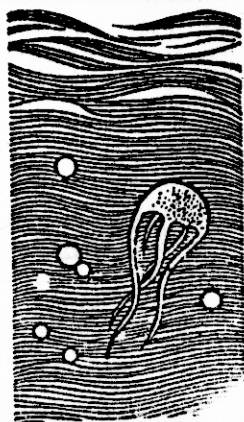
ПРОВ 98

# ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СРЕДИЗЕМНОМ И ЧЕРНОМ МОРЯХ

В НОЯБРЕ - ДЕКАБРЕ 1971г.

Институт  
Биологии южных морей  
ВНЕДРОИНСТИТУТА

№ 25821



## Состав и распределение взвешенного вещества в Тирренском море

В данной статье излагаются результаты исследования взвешенного вещества Тирренского моря, проведенного как очередная работа гидрохимической лаборатории ИнБЮМа в плане изучения круговорота веществ в морях Средиземноморского бассейна.

Тирренское море занимает одно из центральных мест в Средиземноморском бассейне. Оно заполняет огромную тектоническую котловину со многими вулканическими конусами. Обширная центральная область моря оконтурена изобатой в 2500 м, а его максимальная глубина достигает 3730 м. В целом море представляет собой глубоководный полузакрытый водоем, который сообщается с соседними морями посредством ряда преимущественно мелководных проливов: на севере — Корсиканским с глубинами до 650 м, на западе — Бонифачо с глубинами до 69 м, на юго-востоке — Мессинским с минимальной глубиной 115 м. Водобмен Тирренского моря с Лигурийским, Балеарским и Ионическим морями, благодаря высоким порогам пересеченных проливов, ограничивается водами верхних слоев. Лишь на юге самый широкий пролив между островами Сицилией и Сардинией имеет придвинутую к берегам последней продольную долину глубиной до 2000 м. Через нее идет глубинный водобмен между Тирренским морем и западной частью Средиземного. Обмену глубинными водами с восточной частью Средиземного моря препятствуют малые глубины Тунисского пролива.

Положение и геоморфологическое строение Тирренского моря обусловили состав его водной массы, в которой принято различать три слоя: поверхностный,

глубинный и промежуточный [12]. Поверхностный слой формируется прошедшими через Гибралтар водами Атлантического океана, которые поступают в Тирренское море через южный пролив и движутся против часовой стрелки вначале вдоль берегов Сицилии, а затем вдоль Апеннинского полуострова и далее к Корсике и Сардинии, образуя поверхностный циклонический круговорот. Воды поверхностного слоя имеют несколько пониженную соленость и повышенную температуру. Промежуточный слой образуется водами восточной части Средиземного моря, которые движутся с востока на запад через Тунисский пролив. Часть этих вод, ответвляясь в Тунисском проливе, входит в Тирренское море и на глубине 250–750 м, а местами заглубляясь и более, совершает циклоническое движение по тому же кругу, что и воды поверхностного слоя. Воды промежуточного слоя имеют повышенную по сравнению с поверхностным слоем соленость и пониженную температуру.

От нижней границы промежуточного слоя до дна простирается глубинный слой. Температура его достигает минимума. По данным А.К.Богдановой [2], зимой в северной части Тирренского моря наблюдается подъем глубинных вод. Это вполне оправдано наличием устойчивого циклонического течения, которое сопровождается перемещением поверхностных вод к периферии и подъемом глубинных вод в центре.

Для Тирренского моря характерно отсутствие стока крупных рек, которые могли бы оказывать опресняющее воздействие и заметно влиять на формирование комплекса взвешенных и растворенных соединений. Примечательной особенностью Тирренского моря является повышенная вулканическая активность этого района. Деятельность подводных вулканов, по мнению Бульяна [11], обуславливает относительно высокое содержание биогенов, в частности нитратов и фосфатов в воде Тирренского моря, а это в свою очередь способствует интенсификации фотохимических процессов и повышению продуктивности одноклеточных водорослей.

Согласно данным Е.В.Белогорской [1], Тирренское море по продуктивности фитопланктона близко к относительно богатым районам Средиземного моря.

Как отмечает Б.А.Шлямин [10], на берегах Сицилии и на ближайших к ней островах наблюдается особое явление, получившее у местных жителей название марробио. Оно заключается в сильном и внезапном движении воды, устремляющейся к берегу и заливающей низкие места. Спустя некоторое время вода устремляется обратно, увлекая за собой ил и растения. Марробио повторяется в короткие промежутки времени от 3 до 10 мин и может продолжаться до двух часов. Полагают, что марробио обусловлено подводными вулканическими толчками. По-видимому, марробио способствует поступлению терригенной взвеси и ряда растворимых химических соединений в море, тем самым до некоторой степени компенсируя отсутствие значительного речного стока.

Описываемое исследование взвеси Тирренского моря проводилось во время 68-го рейса нис "Академик А.Ковалевский". Материал собран в течение недели - с 26 декабря 1971 по 1 января 1972 гг. включительно на шести дрейфовых станциях по разрезу пролив Бонифачо - Липарские острова, выбранному с учетом гидрологического режима, строения дна и особенностей водоема. При этом станции 66 и 68 проведены над вершинами вулканических конусов (последняя над подводным вулканом им.Вавилова), станции 67 и 69 - над глубинами 2760 и 3300 м соответственно, а станции 70 и 72 - в районе Липарских островов вблизи действующего вулкана Строболи: первая - над глубиной 2000, вторая - над глубиной 1300 м. Схема станций приведена на рис. 1.

Погода во время сбора материала была устойчивой, солнечной. Скорость ветра переменных направлений не превышала 2-3 м/сек. Температура воздуха в полдень поднималась выше 20° С, температура воды на поверхности на станции 66 составляла 14,4° С, а затем, по мере продвижения к Липарским островам,

постепенно повышалась и на станции 70 достигла  $16,3^{\circ}\text{C}$ .

Во всем районе исследования вода была интенсивного темно-голубого цвета, который на станциях 67 и 68 соответствовал второму номеру, а на станциях 70 и 72 - третьему номеру шкалы Фореля-Уле. Прозрачность ее, определенная по диску Секки, на

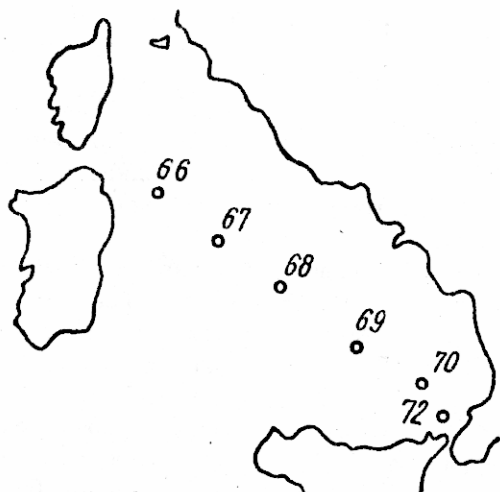


Рис. 1. Схема расположения станций.

станции 67 составила 21 м, на станциях 68 и 70 - 23 м и на станции 72 - 18 м. На всех станциях пробы брали шестилитровым хлорвиниловым батометром по всей глубине от поверхности до дна на горизонтах, близких к стандартным гидрологическим. С поверхности пробы брали эмалированным ведром. Всего собрано и обработано 50 проб.

Воду сейчас же после подъема на борт пропускали через капроновое сито с ячейками 100–110 мк, а затем немедленно фильтровали через мембранные ультрафильтры "сынпор": диаметр их 60 мм, размер пор 0,3–0,5 мк под давлением 0,4 атм. Осадок на фильтрах промывали дистиллированной водой для удаления растворимых солей морской воды. Промывные воды отсасывали через фильтр насосом Комовского. Фильтры с осадком слегка просушивали на воздухе, а затем – в сушильном шкафу при температуре 65–70°C до постоянного веса. Содержание суммарной взвеси определяли по разности веса фильтра и фильтра с осадком и по количеству профильтрованной воды. Непосредственно на фильтрах определяли содержание суммы неорганических соединений взвеси, суммы органических соединений и содержание карбонатов в пересчете на  $\text{CaCO}_3$  [3]. Результаты определения взвеси и ее составляющих приведены в табл. 1.

Суммарное содержание взвеси в воде Тирренского моря в декабре 1971 г. колебалось в пределах 0,08–1,42 мг/л, а если отбросить цифру 1,42 как экстремальную, то в пределах 0,08–0,98 мг/л.

В табл. 2 приведены некоторые статистические характеристики результатов определения суммарной взвеси по каждой станции в отдельности. В колонке 2 дано количество горизонтов, что соответствует числу всех определений ( $n$ ) на данной станции. При этом для станции 70 указывается не 9, а 8 горизонтов. Результат с горизонта 250 м (1,42 мг/л), как далеко выходящее из ряда экстремальное значение, для статистических расчетов не принят. В колонке 3 даны пределы, в которых колебалось содержание суммарной взвеси по вертикали. В колонке 4 – средние арифметические значения содержания взвеси ( $\bar{x}$ ) для всей водной толщи в данной географической точке. В колонках 5 и 6 даны максимальные отклонения в сторону увеличения (+) и в сторону уменьшения (–) от величины среднего арифметического значения содержания суммарной взвеси. В колон-

Таблица 1

Содержание взвеси и ее составляющих в воде  
Тирренского моря

| Номер<br>станции,<br>глубина<br>места | Гори-<br>зонт,<br>м | Содержание взвеси, мг/л |                         |                              |                |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------|
|                                       |                     | суммар-<br>ное          | органичес-<br>кая часть | неоргани-<br>ческая<br>часть | карбона-<br>ты |
| 66<br><br>450 м                       | 0                   | 0,88                    | 0,77                    | 0,11                         | 0,008          |
|                                       | 25                  | 0,14                    | 0,09                    | 0,05                         | 0,004          |
|                                       | 50                  | 0,51                    | 0,40                    | 0,11                         | 0,010          |
|                                       | 100                 | 0,11                    | 0,05                    | 0,06                         | 0,002          |
|                                       | 250                 | 0,28                    | 0,23                    | 0,05                         | 0,005          |
|                                       | 440                 | 0,34                    | 0,25                    | 0,09                         | 0,006          |
| 67<br><br>2760 м                      | 0                   | 0,24                    | 0,16                    | 0,08                         | 0,020          |
|                                       | 25                  | 0,21                    | 0,15                    | 0,06                         | 0,012          |
|                                       | 50                  | 0,26                    | 0,18                    | 0,08                         | 0,021          |
|                                       | 100                 | 0,12                    | 0,07                    | 0,05                         | 0,002          |
|                                       | 250                 | 0,09                    | 0,07                    | 0,02                         | 0,008          |
|                                       | 500                 | 0,08                    | 0,06                    | 0,02                         | 0,010          |
|                                       | 1000                | 0,24                    | 0,19                    | 0,05                         | 0,011          |
|                                       | 1500                | 0,23                    | 0,19                    | 0,04                         | 0,011          |
|                                       | 2000                | 0,23                    | 0,18                    | 0,05                         | 0,003          |
|                                       | 2500                | 0,15                    | 0,12                    | 0,03                         | 0,007          |
| 68<br><br>870 м                       | 0                   | 0,12                    | 0,04                    | 0,08                         | 0,006          |
|                                       | 25                  | 0,14                    | 0,09                    | 0,05                         | 0,018          |
|                                       | 50                  | 0,19                    | 0,16                    | 0,03                         | 0,009          |
|                                       | 100                 | 0,35                    | 0,27                    | 0,08                         | 0,011          |
|                                       | 250                 | 0,67                    | 0,56                    | 0,11                         | 0,009          |
|                                       | 500                 | 0,15                    | 0,09                    | 0,06                         | 0,009          |
|                                       | 950                 | 0,54                    | 0,42                    | 0,12                         | 0,014          |
| 69<br><br>3300 м                      | 0                   | 0,21                    | 0,14                    | 0,07                         | 0,017          |
|                                       | 25                  | 0,26                    | 0,19                    | 0,07                         | 0,014          |
|                                       | 50                  | 0,19                    | 0,12                    | 0,07                         | 0,011          |
|                                       | 100                 | 0,29                    | 0,24                    | 0,05                         | 0,013          |
|                                       | 250                 | 0,54                    | 0,43                    | 0,11                         | 0,016          |

Продолжение табл. 1

| Номер станции, глубина места | Горизонт, м | Содержание взвеси, мг/л |                    |                      |           |
|------------------------------|-------------|-------------------------|--------------------|----------------------|-----------|
|                              |             | суммарное               | органическая часть | неорганическая часть | карбонаты |
| 70<br><br>2000 м             | 500         | 0,18                    | 0,18               | 0,02                 | 0,010     |
|                              | 1000        | 0,14                    | 0,09               | 0,05                 | 0,010     |
|                              | 1500        | 0,37                    | 0,31               | 0,06                 | 0,007     |
|                              | 2000        | 0,30                    | 0,28               | 0,04                 | 0,007     |
|                              | 2500        | 0,44                    | 0,33               | 0,11                 | 0,010     |
|                              | 3000        | 0,12                    | 0,09               | 0,03                 | 0,007     |
|                              | 0           | 0,24                    | 0,16               | 0,08                 | 0,006     |
|                              | 25          | 0,32                    | 0,22               | 0,10                 | 0,013     |
|                              | 50          | 0,68                    | 0,58               | 0,10                 | 0,010     |
|                              | 100         | 0,41                    | 0,36               | 0,05                 | 0,005     |
|                              | 250         | 1,42                    | 1,00               | 0,42                 | 0,014     |
|                              | 500         | 0,40                    | 0,37               | 0,03                 | 0,006     |
| 72<br><br>1300 м             | 1000        | 0,10                    | 0,07               | 0,03                 | 0,002     |
|                              | 1500        | 0,50                    | 0,37               | 0,13                 | 0,016     |
|                              | 1900        | 0,21                    | 0,17               | 0,04                 | 0,004     |
|                              | 0           | 0,38                    | 0,31               | 0,07                 | 0,014     |
|                              | 25          | 0,53                    | 0,48               | 0,05                 | 0,014     |
|                              | 50          | 0,42                    | 0,35               | 0,07                 | 0,009     |
|                              | 100         | 0,22                    | 0,15               | 0,07                 | 0,008     |
|                              | 250         | 0,98                    | 0,83               | 0,15                 | 0,007     |
|                              | 500         | 0,13                    | 0,07               | 0,06                 | 0,008     |
|                              | 1000        | 0,57                    | 0,49               | 0,08                 | 0,002     |

ке 7 приведены величины средних квадратичных отклонений ( $S$ ), вычисленные по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad [6],$$

где  $x_i$  — единичная величина содержания суммарной взвеси. В колонке 8 приведены коэффициенты вариации, вычисленные по формуле

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 \quad [9].$$



Таблица 2

Статистические характеристики результатов определения  
суммарной взвеси Тирренского моря

| Номер станции | Количество горизонтов, | Пределы, в которых колебалось содержание взвеси, мг/л | $\bar{x}$ , мг/л | Максимальное отклонение от $\bar{x}$ , мг/л |      | s     | v, % |
|---------------|------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------|------|-------|------|
|               |                        |                                                       |                  | +                                           | -    |       |      |
| 66            | 6                      | 0,11 - 0,88                                           | 0,38             | 0,50                                        | 0,27 | 0,286 | 75   |
| 67            | 10                     | 0,08 - 0,26                                           | 0,19             | 0,08                                        | 0,10 | 0,068 | 36   |
| 68            | 7                      | 0,12 - 0,67                                           | 0,31             | 0,36                                        | 0,19 | 0,220 | 71   |
| 69            | 11                     | 0,12 - 0,54                                           | 0,28             | 0,26                                        | 0,16 | 0,127 | 45   |
| 70            | 8                      | 0,10 - 0,68                                           | 0,36             | 0,32                                        | 0,26 | 0,182 | 51   |
| 72            | 7                      | 0,13 - 0,98                                           | 0,47             | 0,52                                        | 0,34 | 0,276 | 59   |

Как следует из данных табл. 2, наиболее высокие значения средних величин содержания суммарной взвеси отмечены для станций, проведенных над подводными конусами (станция 66 над глубиной 450 м), при глубинах у подножия конуса, превышающих полторы тысячи метров и станция 68 над вулканом им. Вавилова - 0,38 и 0,31 мг/л; для станций у Липарских островов, т.е. расположенных в районе активного вулканизма - 0,36 и 0,47 мг/л. На станциях 67 и 69, проведенных над большими глубинами (2760 и 3300 м), средние величины содержания взвешенного вещества оказались ниже - 0,19 и 0,28 мг/л соответственно.

В целом найденные средние значения содержания взвешенного вещества в Тирренском море (0,19-0,47 мг/л) близки или несколько выше, чем среднее содержание взвеси в поверхностном слое воды Ионического моря (0,28 мг/л), найденное в феврале 1961 г. Е.М.Емельяновым [7], ниже чем средняя концентрация взвеси в водах Средиземного моря, приведенная для октября (0,85 мг/л) А.П.Лисицыным и Богдановым [8], и значительно меньше соответствующих величин, найденных в течение описываемого рейса для Черного моря у устья Дуная (1,05 мг/л), для Венецианского залива у устья По (2,64 мг/л), для Лионского залива у устья Роны (0,66 мг/л) и для Балеарского моря у устья Эбро (0,87 мг/л) [4].

В распределении суммарного взвешенного вещества Тирренского моря по вертикали в декабре 1971 г. не наблюдалось резких пиков, подобных тем, которые отмечаются на кривых вертикального распределения взвеси в Черном море [5]. При этом, как следует из данных колонок 3, 5 и 6, наибольшей равномерностью отличалось распределение взвеси на глубоководных станциях 67 и 69, расположенных в срединной части моря над его центральной котловиной. Этот вывод хорошо иллюстрируется величинами средних квадратичных отклонений ( $\delta$ ) и коэффициентами вариации ( $v$ ). Как известно, и средняя квадратичная отклонений, и коэффициент вариации являются

мерами разброса. Вычисленные для станций 67 и 69 средние квадратичные отклонения (0,068 и 0,127) и коэффициенты вариации (36 и 45%) оказались значительно ниже, чем соответствующие величины, вычисленные для остальных четырех станций. По-видимому, в районах расположения 67 и 69-й станций в декабре, когда не было интенсивного развития фитоплктона, значительную роль в нивелировании концентраций взвешенного вещества сыграл упомянутый выше подъем глубинных вод, который имеет место вследствие циклонического круговорота в поверхностном и промежуточном слоях.

В толще воды над подводными конусами и у Липарских островов наблюдалось менее равномерное распределение взвеси. С одной стороны, здесь нельзя было ожидать подъема глубинных вод и сопровождающего его нивелирования концентраций взвеси. С другой стороны, можно допустить, что в рассматриваемых районах неравномерному распределению взвеси в какой-то степени способствовали проявления вулканизма. В частности, вследствие марробии в море могут увлекаться облака терригенной взвеси. Возможно, что как раз такое облако терригенной взвеси, образовавшееся на поверхности вследствие марробии и затем опустившееся в несколько размытом виде на глубину, обусловило экстремально высокое содержание взвеси (1,42 мг/л), обнаруженное на горизонте 250 м на станции 70.

Обращает на себя внимание заметно пониженное содержание взвеси в водах промежуточного слоя. На станции 68 это проявилось на горизонте 100 м (0,11 мг/л) на станции 67 - на горизонтах 250 и 500 м (0,09 и 0,08 мг/л соответственно), на станции 68 - на горизонте 500 м (0,15 мг/л), на станции 69 - на горизонтах 500 и 1000 м (0,18 и 0,14 мг/л соответственно), на станции 70 - на горизонте 1000 м (0,10 мг/л) и на станции 72 - на горизонте 500 м (0,13 мг/л). Примечательно, что концентрации взвеси на горизонтах поверхностного и глубинного слоев,

которые прилегают к бедному взвешенным веществом промежуточному слою, резко увеличиваются. То, что минимальные концентрации взвеси в промежуточном слое наблюдались на всех без исключения станциях, позволяет рассматривать пониженное содержание взвешенного вещества в качестве одного из характерных признаков промежуточного слоя вод Тирренского моря.

Некоторое смещение по вертикали бедного взвесью промежуточного слоя, наблюдавшееся от станции к станции, по-видимому, связано с взаимопроникновением вод различных слоев, с подъемом глубинных вод, а также с воздействием рельефа дна на глубину залегания промежуточного слоя. Подводные конуса, например конус, над которым была проведена станция 68, очевидно, способствуют некоторому подъему промежуточного слоя.

На диаграммах (рис. 2) показано соотношение между органическими и минеральными соединениями, а также карбонатами во взвеси Тирренского моря. Диаграммы составлены отдельно по станциям и горизонтам. Незаштрихованные площади столбиков соответствуют процентному содержанию суммы органических соединений, заштрихованные — процентному содержанию суммы минеральных соединений без карбонатов, заштрихованные — процентному содержанию карбонатов в пересчете на  $\text{CaCO}_3$ . Во взвеси Тирренского моря в декабре 1971 г. преобладали органические соединения (50%). Лишь в двух случаях их содержание составило менее 50%: на станции 66, горизонт 100 м — 43,25% и на станции 68, горизонт 0 м — 33,57%. В остальных случаях содержание органической взвеси колебалось в пределах 55,13–93,45% или 0,04–1,00 мг/л.

Во всех случаях в составе взвешенного вещества обнаружены карбонаты, доля которых составляла от 0,38 до 13,00% суммарной взвеси. Весовые концентрации взвешенных карбонатов в пересчете на  $\text{CaCO}_3$  колебались в пределах 0,002–0,021 мг/л.

Значительное преобладание органических соединений в составе взвеси и наличие карбонатов указывают на

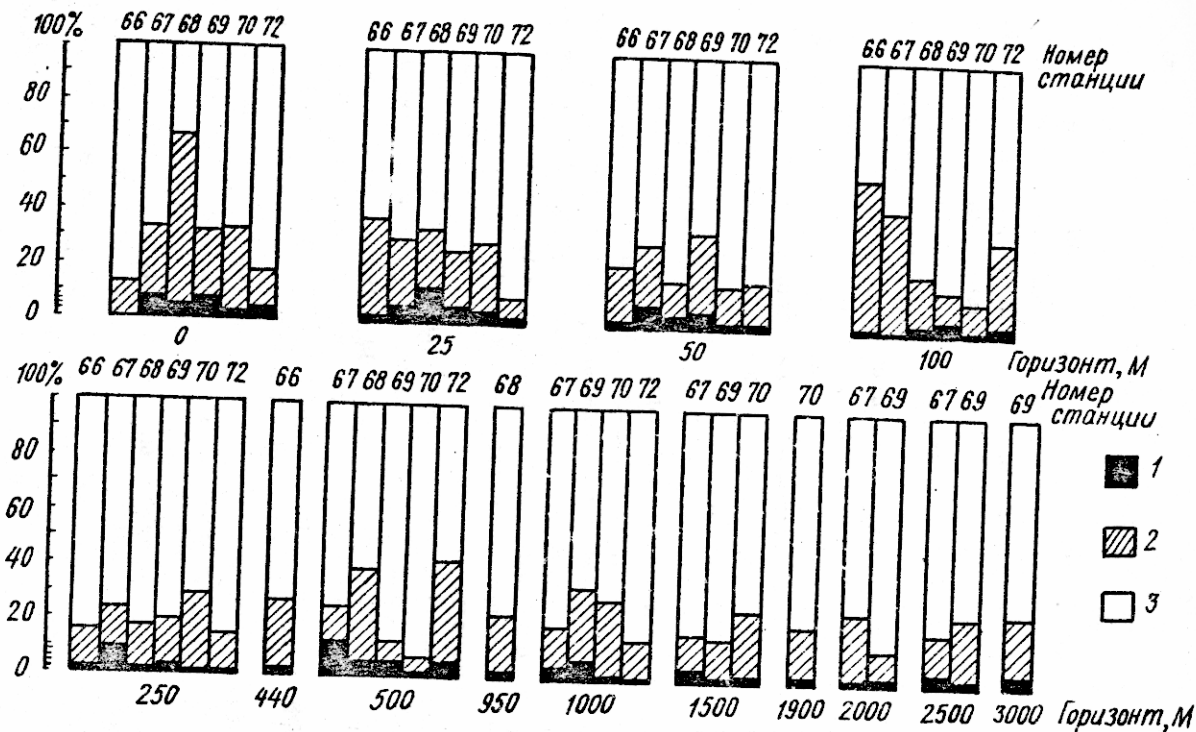


Рис. 2. Диаграммы состава взвешенного вещества: 1 - карбонаты;  
2 - сумма минеральных соединений без карбонатов;  
3 - сумма органических соединений.

преимущественно органогенное происхождение комплекса взвешенных веществ Тирренского моря.

## В Ы В О Д Ы

1. Исследовано 50 проб взвешенного вещества Тирренского моря, собранных в декабре 1971 г. по всей толще воды на шести станциях разреза пролив Бонифачо-Липарские острова.

2. Содержание суммарной взвеси в воде Тирренского моря колебалось в пределах 0,08–1,42 мг/л. При этом в 76% проб содержание взвеси колебалось 0,10 – 0,50 мг/л.

3. Среднее содержание суммарной взвеси, вычисленное для всей водной толщи по каждой станции отдельно, колебалось в пределах 0,19–0,47 мг/л. Его величина на станциях, расположенных над подводными конусами (0,31 и 0,38 мг/л) и в архипелаге Липарских островов, отличающемся повышенной вулканической активностью (0,36 и 0,47 мг/л), оказалась выше, чем на центральных станциях, расположенных над максимальными глубинами (0,19 и 0,28 мг/л).

4. В распределении взвеси по вертикали, как правило, не наблюдалось резких пиков.

5. По-видимому, подъем глубинных вод способствует нивелированию концентраций взвеси по вертикали. Если это имеет место, то равномерное распределение взвеси в водной толще над большими глубинами может рассматриваться как один из косвенных признаков подъема глубинных вод в данном районе.

6. Проявления подводного вулканизма, характерные для Тирренского моря, в частности марробии, вероятно, способствуют образованию отдельных скоплений взвеси, которые могут опускаться на глубину и перемещаться в горизонтальном направлении.

7. Одним из признаков промежуточного слоя водной массы Тирренского моря следует считать пониженные концентрации взвеси в его толще.

8. Состав взвеси Тирренского моря в декабре 1971 г. характеризовался количественным преобладанием

органических соединений и неизменным наличием карбонатов. Это указывает на преимущественно органигенное происхождение взвешенного вещества Тирренского моря.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белогорская Е.В. Распределение фитопланктона в Тирренском море. - В кн.: Основные черты геологического строения, гидрологического режима и биологии Средиземного моря. М., "Наука", 1965, с. 150-159.
2. Богданова А.К. Характеристика гидрологического режима Средиземного моря. - В кн.: Труды Севастопольск.биологич. станции, т.17, Киев, "Наукова думка", 1964, с.159-191.
3. Витюк Д.М. Определение органической и минеральной составляющих водной взвеси на ультрафильтрах. - Гидробиологич. журн. , 1970, т. 8, № 5, с.111-116.
4. Витюк Д.М. Взвесь морской воды в районах интенсивного речного стока. - Настоящий сборник.
5. Витюк Д.М. Опыт определения органической и минеральной составляющих взвешенного вещества Черного моря на различных глубинах, включая зону сероводорода. - Настоящий сборник.
6. Доерфель К. Статистика в аналитической химии. М., "Мир", 1969.
7. Емельянов Е.М. Некоторые данные по взвеси Черного и Средиземного морей. - "Океанология", 1962, т.2, вып. 4, с.664-672.
8. Лисицын А.П., Богданов Ю.А. Взвесь в водах Тихого океана. - В сб.: Осадкообразование в Тихом океане, гл.Ш. М., "Наука", 1970, с.67-126.
9. Парчевская Д.С. Статистика для радиоэкологов. Киев, "Наукова думка", 1969.

10. Шлямин Б.А. Гидрологическая характеристика Средиземного моря. Труды ГОИН, вып. 13 (25). Л., Гидрометеониздат, 1949, с.42.
11. Buljan M. *Influence of deep submarine volcanisms upon the chemistry of sea water.* - *Rapp. et procès-verbaux réunions. Paris, 1954, vol. 12, p. 135-142.*
12. Lacombe H., Tchernia P. *Quelques traits généraux de l'hydrologie méditerranéenne. Comité Centr. Océanogr. et D. Etude Côtes (C. O. E. C.). - Cahiers océanogr., 1960, vol. 12, № 8, p. 527-547.*