

А. К. БОГДАНОВА

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ СРЕДИЗЕМНОГО МОРЯ, ВЫПОЛНЕННЫХ  
Э/С «АКАДЕМИК КОВАЛЕВСКИЙ» В 1958—1959 гг.**

Настоящая статья является результатом предварительной обработки гидрологической части исследований на э/с «Академик Ковалевский» в 1958 и 1959 гг.

В первой экспедиции, в августе — сентябре 1958 г., гидрологические работы выполнялись Е. В. Белогорской и А. А. Михайловым; было сделано 15 гидрологических станций, из них три суточных: в Адриатическом, Ионическом и Эгейском морях с наблюдением через каждые 6 час. Во второй экспедиции, в июле — сентябре 1959 г., гидрологические работы выполнялись А. К. Богдановой (СБС), Б. Н. Филюшкиным (ИОАН), С. Т. Михайловым (ЧЕНИС). Всего выполнено 28 гидрологических станций, из них шесть четырехсуточных: в Ионическом море — две, в море Леванта — одна, в Тирренском — одна и по одной в проливах Тунисском и Отранто. Две последние станции выполнялись на якоре (рис. 1).

Согласно программе МГГ, на всех станциях проводились метеорологические, гидрологические и гидрохимические наблюдения. Одновременно на тех же станциях выполнялся расширенный комплекс биологических наблюдений. Изучалось количественное содержание бактерий, фитопланктона, производились сетяные ловы зоопланктона и ихтиопланктона. Кроме того, производились бентосные и ихтиологические наблюдения и изучалась паразитофауна средиземноморских рыб.

Течения измерялись только на многосуточных станциях в дни их завершения. В Тунисском проливе наблюдения проводились вертушкой Алексеева на шести горизонтах: 10, 25, 50, 100, 150 и 200 м, в проливе Отранто — морскими вертушками, которые опускались одновременно на четыре горизонта: 15, 50, 100 и 700 м, в дрейфе — на горизонтах 15, 50, 100 и 1000 м. Наблюдения над течением в дрейфе обрабатывались методом Нансена. Для наблюдения над температурой использовались глубоководные опрокидывающиеся термометры, которые опускались с морскими батометрами одновременно на все стандартные горизонты. На больших глубинах опускалась вторая серия батометров — с глубины 1000 м и до дна. На всех стандартных горизонтах определялся кислород, фосфаты, окисляемость и на отдельных станциях — биологическое потребление кислорода.

Метеорологические наблюдения на переходах проводились в синоптические сроки четыре раза в сутки стандартными приборами по методике МГГ.

Материалы экспедиций 1958—1959 гг. на э/с «Академик Ковалевский» значительно дополнили наши сведения о гидрологическом режиме восточной части Средиземного моря. Они позволяют уже сейчас внести некоторое уточнение относительно формирования водных масс этого района и выяснить

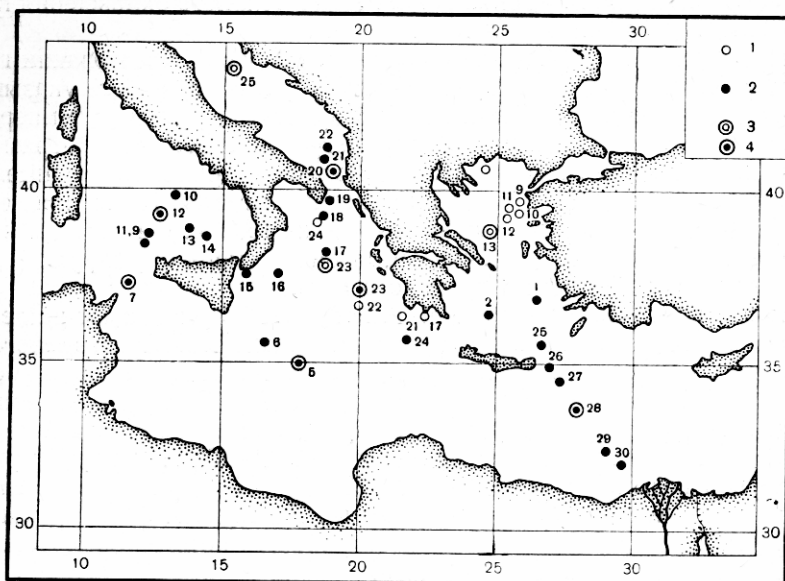


Рис. 1. Схема расположения гидрологических станций, выполненных э/с «Академик Ковалевский» в Средиземном море в августе—сентябре 1958 г. (1) и в июле—сентябре 1959 г. (2); 3 и 4-суточные станции

отдельные стороны динамики его вод, недостаточно освещенных в предыдущих исследованиях.

Как известно, основную часть водного баланса Средиземного моря —  $55,2 \text{ км}^3/\text{год}$ , или 97,8%, по данным Шотта (Schott, 1915), составляют атлантические воды с соленостью 36,2‰ и температурой летом  $22^\circ$  и зимой  $15^\circ$ . В формировании поверхностного слоя также принимают участие воды, поступающие через Босфор и Дарданеллы из Черного моря ( $0,33 \text{ км}^3/\text{год}$ , или 0,006%). Средняя соленость этих вод равна 22—25‰, а температура зимой 7—8 и летом  $22\text{—}24^\circ$ . Около  $1 \text{ км}^3/\text{год}$  дают осадки и  $0,23 \text{ км}^3/\text{год}$  — материковый сток. В результате смещения всех этих вод со средиземноморскими, нагревания их и осолонения под воздействием испарения ( $4,69 \text{ км}^3/\text{год}$ ) происходит формирование водной массы поверхностного слоя моря. Под ним, на глубине 200—500 м, располагаются воды промежуточного слоя. Природа образования вод промежуточного слоя, с относительно повышенной температурой и соленостью, остается до последнего времени до конца не раскрытой. В работе Нильсена (Nielsen, 1912), Шотта (1915), Валло (Valleix, 1939) указывается на некоторое повышение температуры и солености воды на глубине 200—400 м и, наоборот, понижение солености и некоторое повышение содержания растворенного кислорода в глубинных слоях моря (примерно от 1500—2000 м и до дна), но не раскрываются причины и условия их образования.

Рассматривая вопрос о вертикальной циркуляции, Нильсен (1912) высказывает мнение, что в Эгейском и Адриатическом морях вертикальная циркуляция распространяется до дна. В центральной и северной частях моря Леванта вследствие высокой солености поверхностных вод допускается вероятность опускания их при охлаждении на большие глубины, подтверждая высказывания С. О. Макарова (1894). В южных районах Средиземного моря вертикальная циркуляция проникает не глубоко вследствие распрес-

няющего влияния атлантических вод и незначительного охлаждения поверхностных вод в холодное время года.

М. Поллак (Pollak, 1951) пересматривает вопрос об образовании глубинных вод восточной половины Средиземного моря. В его работе указывается, что для всей восточной половины моря характерно различие температуры, солености и кислорода в верхнем 1000-метровом слое, и однообразие всех характеристик глубже этого горизонта. Поллак выделяет три водные массы, расположенные на разных глубинах: поверхностные 0—700 м, промежуточные — 700—1600 м и глубинные воды — ниже 1600 м. Он считает, что глубинные воды в восточной половине Средиземного моря формируются только в юго-восточном районе Адриатического моря.

Лакомба и Черниа (Lacombe et Tchernia, 1960) указывают на две области образования и погружения вод в восточной половине Средиземного моря: в Адриатическом море (температура  $12^{\circ},95$  и соленость  $38,60\text{‰}$ ) и у берегов Родоса и Кипра, практически на юго-востоке Эгейского моря, в районе, прилегающем к турецкому берегу, и на севере Левантийского бассейна. В первом районе погружение прослеживается до 200—300 м и характеризуется температурой воды  $15,7^{\circ}$  и соленостью  $39,1\text{‰}$ . Из двух районов наиболее глубокое погружение происходит в средней Адриатике. Здесь формируется наиболее плотная вода, которая распространяется потом на больших глубинах Ионического моря и моря Леванта.

Наши наблюдения позволили проследить границы распространения промежуточного слоя в восточной части Средиземного моря, его толщину и уточнить природу его происхождения. Промежуточный слой повышенной солености отмечался нами на всей площади восточной половины моря. Глубина его залегания оказалась неодинаковой. Она увеличивалась от 50 м в Эгейском море по направлению на юго-восток к морю Леванта, где на ст. 28 достигала 250 м; от Тунисского пролива на северо-восток к Тирренскому морю, от 250—300 до 400—500 м, и от Адриатики к центру Ионического моря от 200 до 500—700 м. Соленость и температура в этом слое нарастала с запада на восток. Так, в Тунисском проливе (ст. 7) температура в слое повышенной солености была  $13,94^{\circ}$  и соленость  $38,69\text{‰}$ , а в центральной части моря Леванта —  $15,89^{\circ}$  и  $39,00\text{‰}$ . Направление градиента температуры и солености с востока на запад наблюдалось и в 1959 г. от центра Ионического моря на Тирренское (от ст. 25 на 5).

Такое направление градиента солености в промежуточном слое определяет перемещение этих вод с составляющей с востока на запад к Гибралтарскому проливу. Это постоянное глубинное течение было подмечено еще во время датской экспедиции (1908—1910 гг.).

Глубина расположения промежуточного слоя не остается постоянной. Она изменяется в зависимости от системы течений (расположения центров циклонических и антициклонических колец течений), фаз приливов и сгонно-нагонной циркуляции. Характеристика промежуточного слоя в зависимости от района расположения станций дана в табл. 1, где также приведены сведения о температуре и солености верхних слоев восточной половины Средиземного моря, характеризующие трансформацию атлантических вод по мере продвижения их на восток и северо-восток от Тунисского пролива.

Степень смешения различных водных масс на разных горизонтах моря легко определить из анализа  $T-S$ -диаграмм, построенных по материалам наших наблюдений 1958—1959 гг. На рис. 2 и 3 станции расположены с запада на восток от Тунисского пролива к северо-западной части моря Леванта (от ст. 7 к ст. 25) и от Тирренского моря на Ионическое (от ст. 12 к ст. 17). На рис. 4 дано поперечное расположение станций: от Тунисского пролива на северо-восток в Тирренское море (от ст. 7 к ст. 10) и от Критского моря на

Таблица 1

## Изменение глубины и характеристики промежуточных слоев воды с минимумом и максимумом солености

Изменение глубины и характеристик приливов

| Номер станции                       | 7                                                               | 8     | 12,<br>серия V | 10      | 5,<br>серия XIV                                    | 17    | 18      | 19    | 20,<br>серия III | 22    |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------|----------------|---------|----------------------------------------------------|-------|---------|-------|------------------|-------|
| Расположение станций                | от Тунисского пролива через Тирренское море<br>на северо-восток |       |                |         | от средней части Средиземного моря<br>на Адриатику |       |         |       |                  |       |
|                                     | Слой минимума солености                                         |       |                |         |                                                    |       |         |       |                  |       |
| Температура, °C . . . . .           | 15,62                                                           | 15,68 | 15,86          | 15,64   | 15,35                                              | 16,06 | 15,85   | 14,68 | 14,98            | 15,91 |
| Соленость, ‰ . . . . .              | 37,19                                                           | 37,29 | 37,33          | 37,64   | 37,26                                              | 37,93 | 38,43   | 38,43 | 38,44            | 38,40 |
| Глубина, м . . . . .                | 100                                                             | 50    | 50             | 50      | 25                                                 | 50    | 75      | 50    | 50               |       |
| Процент атлантических вод . . . . . | 66                                                              | 62    | 60             | 49      | 63                                                 | 38    | 20      | нет   | 19,5             | нет   |
|                                     | Слой максимума солености                                        |       |                |         |                                                    |       |         |       |                  |       |
| Температура, °C . . . . .           | 13,97                                                           | 13,91 | 13,90          | 13,83   | 14,34                                              | 14,04 | 14,44   | 14,12 | 14,18            | 14,31 |
| Соленость, ‰ . . . . .              | 38,69                                                           | 38,65 | 38,60          | 38,61   | 38,79                                              | 38,97 | 38,68   | 38,60 | 38,66            | 38,77 |
| Глубина, м . . . . .                | 250—300                                                         | 400   | 400—500        | 400—500 | 300—400                                            | 750   | 150—250 | 250   | 200              | 200   |

| Номер станции                       | 7                                  | 5       | 24      | 25    | 26                          | 27                                             | 28,<br>серия III | 29      | 30            |  |
|-------------------------------------|------------------------------------|---------|---------|-------|-----------------------------|------------------------------------------------|------------------|---------|---------------|--|
| Расположение станций                | от Тунисского пролива<br>на восток |         |         |       | от о-ва Крит на Александрию |                                                |                  |         |               |  |
|                                     | Слой минимума солености            |         |         |       |                             |                                                |                  |         |               |  |
| Температура, °C . . . . .           | 15,62                              | 16,35   | 16,74   | 17,02 | 16,56                       | Соленость<br>уменьшается<br>с 50 м и до<br>дна | 18,70            | 18,08   | 18,62 и 16,95 |  |
| Соленость, ‰ . . . . .              | 37,19                              | 37,26   | 38,70   | 38,78 | 39,00                       |                                                | 38,38            | 8,96    | 38,96         |  |
| Глубина, м . . . . .                | 100                                | 25      | 78      | 75    | 75                          |                                                | 75               | 75      | 75—100        |  |
| Процент атлантических вод . . . . . | 66                                 | 63      | 11      | 9     | —                           |                                                | 22               | —       | —             |  |
|                                     | Слой максимума солености           |         |         |       |                             |                                                |                  |         |               |  |
| Температура, °C . . . . .           | 13,97                              | 14,34   | 14,97   | 15,69 | 16,27                       |                                                | 15,89            | 16,85   | 19,95         |  |
| Соленость, ‰ . . . . .              | 38,69                              | 38,79   | 38,90   | 39,02 | 39,09                       |                                                | 39,00            | 39,04   | 39,01         |  |
| Глубина, м . . . . .                | 250—300                            | 300—400 | 257—309 | 150   | 100                         |                                                | 250              | 100—150 | 150           |  |

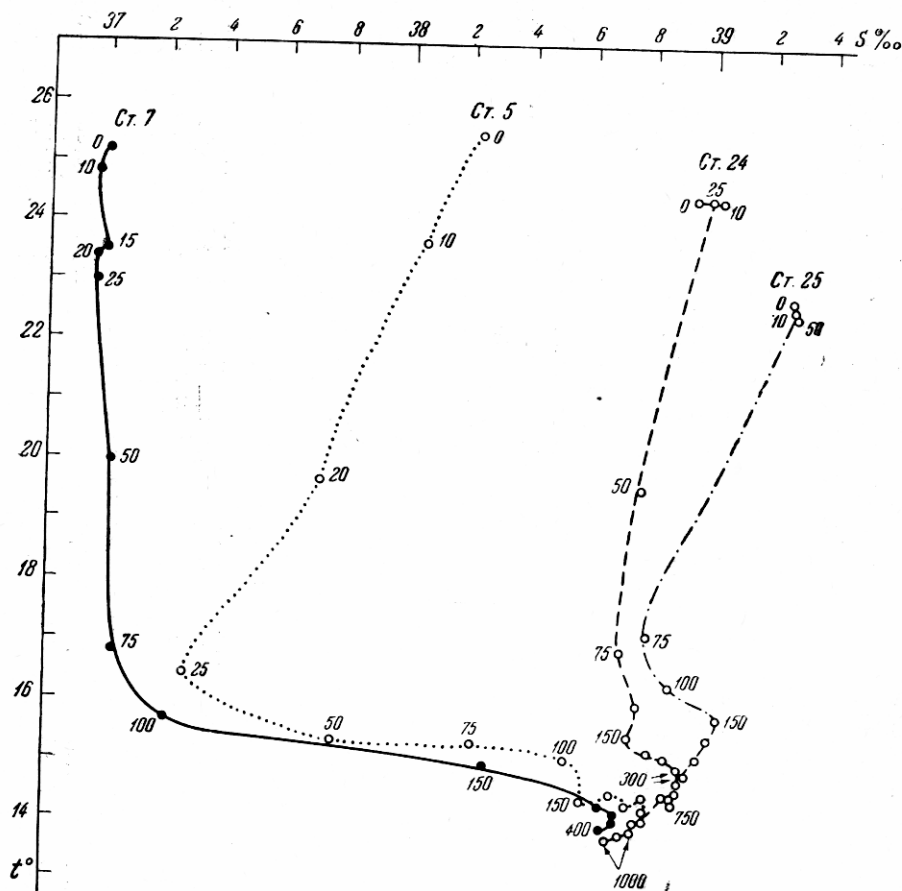


Рис. 2. Т—S-диаграммы по станциям, расположенным по направлению с запада на восток от Тунисского пролива на юг Критского моря (станции 5, 7, 24, 25)

Александрию (от ст. 2 к ст. 30). На этих Т — S-диаграммах хорошо прослеживаются направление движения атлантических вод и их трансформация по мере удаления от Гибралтара.

Т — S-диаграммы указывают на разнородность водных масс, лежащих ниже зоны непосредственного влияния атлантических вод, а также на различные условия образования промежуточных (на глубине 200—500 м) и глубинных (от 1500—2000 м и до дна) вод Средиземного моря.

Известно, что вода, образующаяся при смешении двух водных масс с различной температурой и соленостью на Т — S-диаграмме изобразится точкой, лежащей на прямой, соединяющей параметры начальных вод. Эта точка делит прямую на отрезки в обратном отношении к пропорции смешения вод. Т — S-диаграмма позволяет определить процентное соотношение смешения двух разных водных масс, образовавших данную воду. Поэтому для определения процента примеси атлантических вод в подповерхностном слое пониженной солености был использован метод Т — S-диаграммы. За координаты атлантической воды взята температура  $15^{\circ}$  и соленость  $36,2\%$ , средиземноморской — температура  $15,7^{\circ}$  и соленость  $39\%$ . Прямая, соединяющая параметры атлантической воды со средиземноморской, была разбита на 10 равных

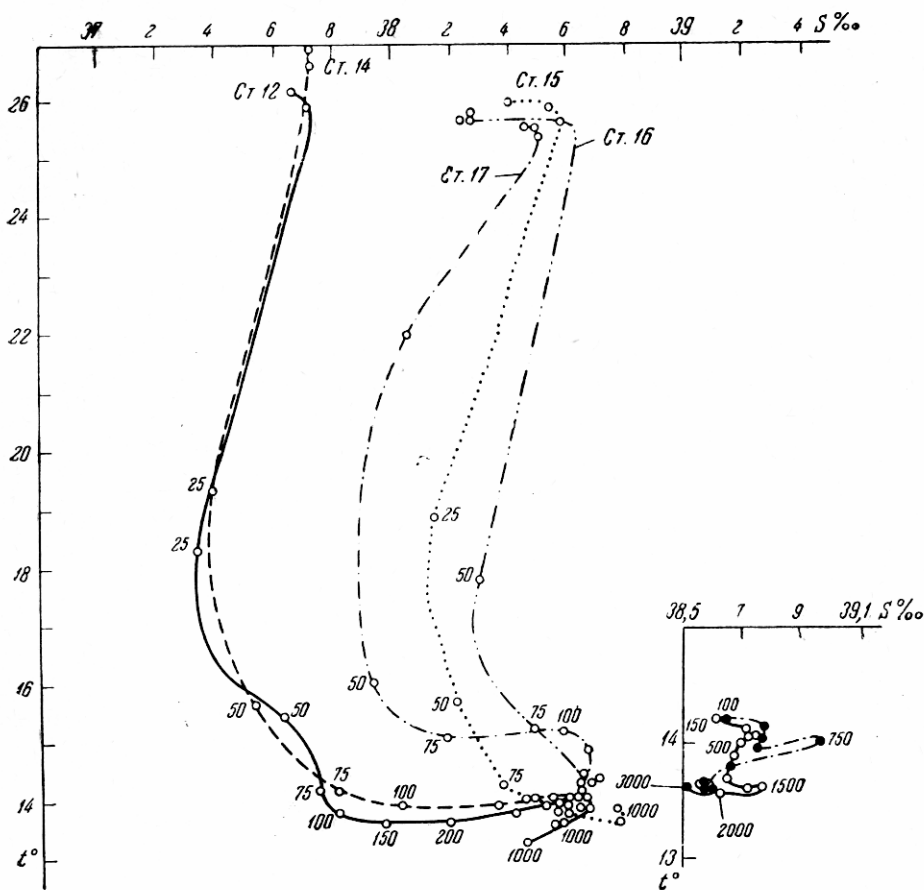


Рис. 3. Т—S-диаграммы по станциям, расположенным от Тирренского моря на Ионическое (станции 12, 14, 15, 16, 17)

частей, каждая из которых соответствует 10%. Использование метода Т — S-диаграммы для определения доли атлантических вод возможно только на нижней границе распресненного слоя, где изменение солёности происходит в основном за счет смешения со средиземноморскими водами. На поверхности, где солёность изменяется под влиянием двух факторов: смешения со средиземноморскими водами и осолонения за счет интенсивного испарения, метод Т — S-диаграмм не может быть использован для определения пропорции смешения.

По нашим наблюдениям, распресненный слой атлантических вод в Тунисском проливе (ст. 7) доходил до 100 м глубины, где солёность была 37,19‰, что примерно составляет 66% атлантической и только 34% средиземноморской воды. В средней части Средиземного моря (ст. 5) слой атлантической воды значительно уменьшается. Минимум солёности отмечается на глубине 25 м, где солёность равна 37,26‰. Содержание атлантических вод здесь примерно 63%. На глубине 50 м солёность — 38,11‰, содержание атлантических вод здесь 30,3%. На глубине 75 м на ст. 5 вода была примерно с такой же характеристикой, как в Тунисском проливе на глубине 150 м; ее солёность — 38,18‰, т. е. атлантических вод здесь содержится 30%.

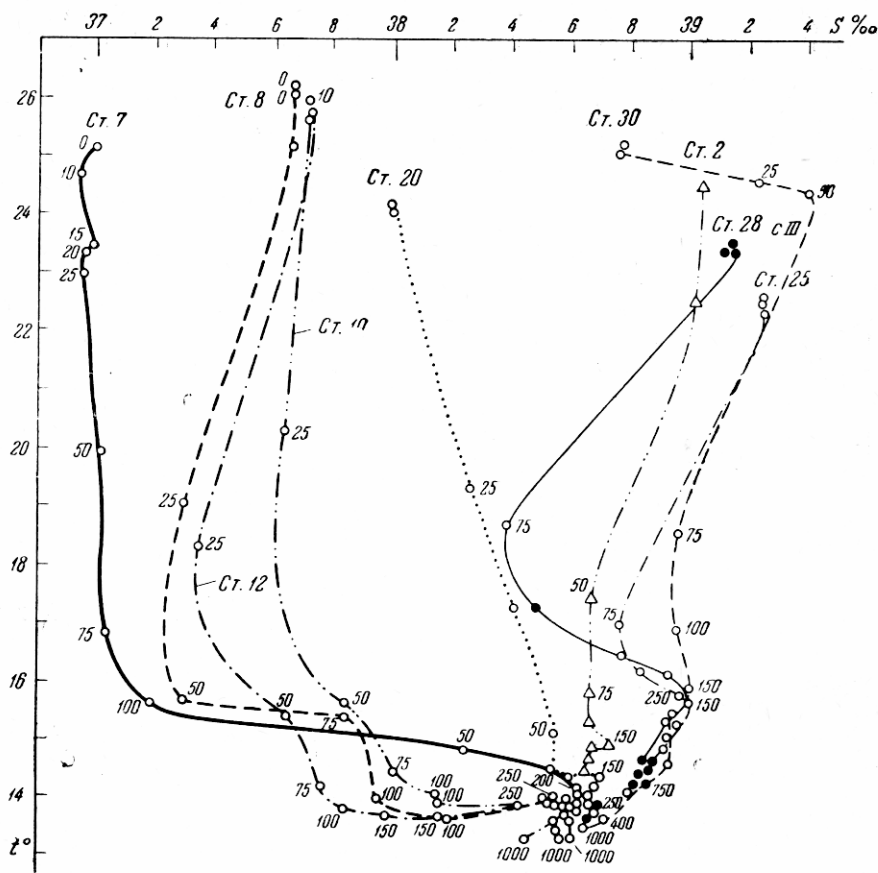


Рис. 4. Т—S-диаграммы по станциям, расположенным от Тунисского пролива на северо-восток в Тирренское море (станции 7, 8, 10, 12) и от Критского моря на юго-восток к Александрии (станции 2, 25, 28, 30) и в проливе Отранто (станция 20)

По направлению на северо-восток от Тунисского пролива в Тирренское море атлантические воды выявляются более четко, однако и в этом направлении толщина слоя уменьшается. Уже на ст. 8, расположенной в 20 милях к юго-востоку от Сицилии, минимум солёности (37,29‰) находится на глубине 50 м, на станциях 12 и 10 — на 25 м, процент примеси атлантических вод в слое минимума солёности составлял примерно 62, 60 и 49. От средней части Средиземного моря на Адриатику глубина минимума солёности увеличивается от 25 м на ст. 5 до 75 м — на ст. 18, процент примеси атлантических вод уменьшается от 63 до 20.

Таким образом, анализ Т—S-диаграмм, построенных по наблюдениям э/с «Академик Ковалевский» в 1958—1959 гг., позволяет составить четкое представление о количественном взаимодействии различных водных масс Средиземного моря. Мы видим, что на поверхности атлантические воды меняют свою характеристику не только в результате их смешения с поверхностными средиземноморскими водами, но и за счет нагревания и, особенно, осолонения под воздействием интенсивного испарения. На глубине, в зоне соприкосновения их со средиземноморскими водами, изменение характеристик атлантических вод происходит за счет смешения их с глубинными водами Средиземного моря.



Формирование подповерхностного слоя в зоне соприкосновения и смешения атлантических вод с собственно средиземноморскими происходит в течение всего года. Осолонение поверхностных вод за счет интенсивного испарения отмечается в теплое время года.

В работах Нильсена (1912), Поллака (1951), Лакомба и Черниа (1960) основная роль в образовании промежуточных и глубинных вод Средиземного моря отводится конвекционному перемешиванию. На наш взгляд, в образовании промежуточных и глубинных вод играют решающую роль два фактора: 1) зимнее охлаждение, приводящее к нарушению устойчивости осолоненных вод, и 2) поперечная циркуляция, возникающая в циклонической системе течения, господствующей в холодное время года. В начальный период отрицательного теплообмена с атмосферой понижение температуры приводит к увеличению плотности поверхностных осолоненных вод и опусканию их в процессе поперечной циркуляции в промежуточные слои в соответствии с их плотностью. При дальнейшем охлаждении и перемешивании соленость поверхностных вод уменьшается, в ряде северных районов наступает гомотермия и гомохалинность. В таких районах поперечная циркуляция охватывает свою толщу воды от поверхности до дна. Если плотность поверхностных охлажденных и хорошо перемешанных вод оказывается выше промежуточных вод, они перемещаются по дну, уходя далеко от места их погружения. Таким образом, поперечная циркуляция принимает активное участие в формировании не только промежуточных, но и глубинных вод восточной половины Средиземного моря.

Новым в исследовании Средиземного моря является выполнение многосуточных станций, позволяющих проследить за суточным колебанием гидрологических показателей в толще вод от поверхности до глубины 1000 м. В литературе этот вопрос не получил освещения; вероятно, таких наблюдений не было. Максимальная суточная амплитуда колебания изотермы 20° отмечена нами на ст. 5, расположенной в центральной части собственно Средиземного моря. На этой станции был хорошо выражен суточный период колебаний температуры и солености на глубине 25 м.

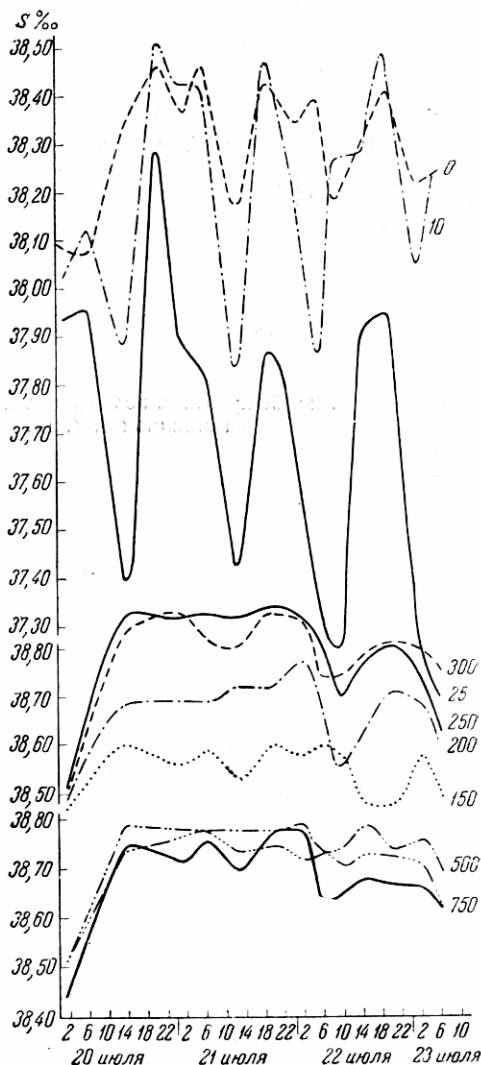


Рис. 5. Суточные колебания солености на станции 5, расположенной в центральной части Средиземного моря



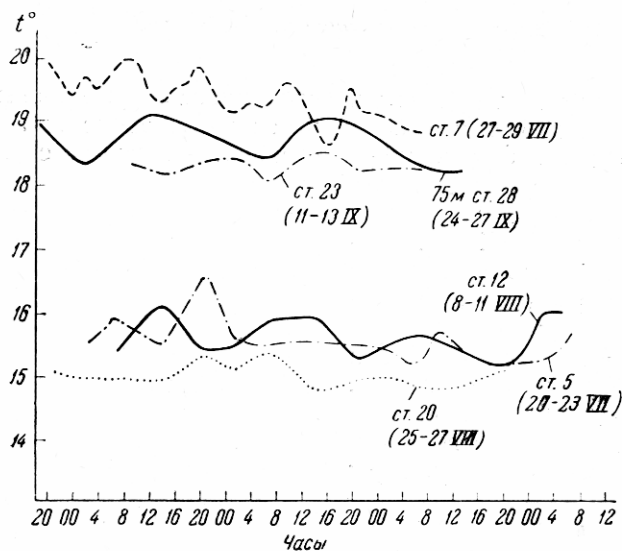


Рис. 6. Суточные колебания температуры на глубине 50 м на станциях 5, 7, 12, 20, 23, 28 (1959 г.)

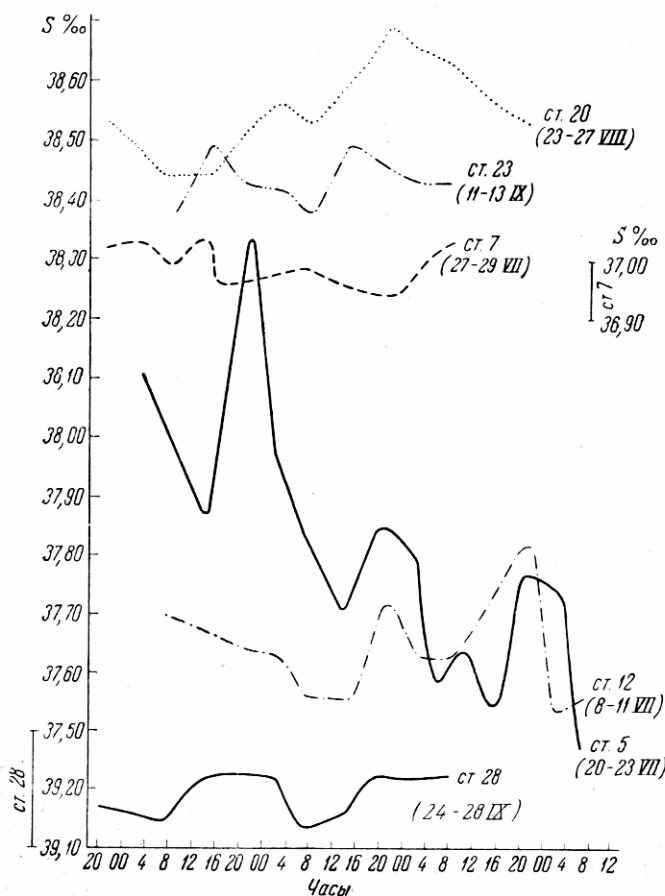


Рис. 7. Суточные колебания солености на глубине 50 м на станциях 5, 7, 12, 20, 23, 28 (1959 г.)

О колебании пограничного слоя в Средиземном море упоминается в работе Б. А. Шлямина (1949), в которой говорится, что в западной части Средиземного моря в непосредственной близости от о-ва Мальорка на некоторой глубине отмечались интересные периодические колебания температуры, связанные, вероятно, с приливами. Амплитуда колебаний глубины этого слоя достигала 50 м. К сожалению, Шлямин не указывает, из каких источников он приводит эти данные, и нам не удалось выяснить, кем и когда выполнены эти наблюдения.

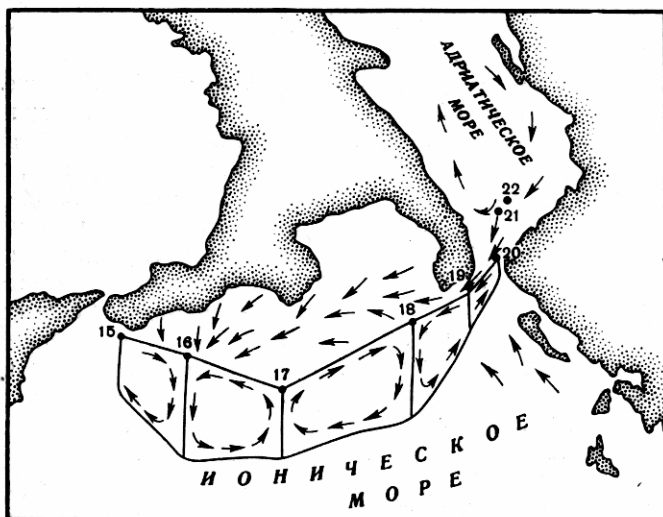


Рис. 8. Схема поверхностных течений и поперечной циркуляции в верхнем прогретом и хорошо перемешанном слое для Ионического моря при ветрах северной четверти

Известно, что в Средиземном море наблюдаются полусуточные и смешанные приливы. Полусуточная приливная волна проникает из Атлантического океана через Гибралтар, а суточный прилив возникает в самом Средиземном море. Таким образом, в море наблюдается смешанный прилив, причем в Ионическом и Тирренском морях более четко выражен полусуточный прилив, в открытых районах Средиземного моря — суточный. В тех же районах Средиземного моря, где амплитуды полусуточных и суточных приливных волн имеют один порядок, колебание температуры и солености в течение суток более сложное.

Суточные колебания температуры и солености наблюдались нами во всей восточной половине Средиземного моря. На рис. 5 приведен суточный ход солености от поверхности до глубины 1000 м на ст. 5, расположенной в центральной части Средиземного моря. Колебания солености приливного характера четко прослеживаются до 1000 м глубины. К сожалению, наблюдения ограничивались 1000-метровой глубиной, поэтому остается невыясненным, какой величины достигают эти колебания на больших глубинах Средиземного моря.

Приводим кривые изменения температуры и солености по времени на 50-метровом горизонте на станциях, расположенных в восточной половине Средиземного моря (рис. 6—7). На ст. 5 (рис. 5), расположенной в центральной части собственно Средиземного моря, довольно хорошо выражен суточный период колебаний. На станции 7, расположенной в Тунисском

проливе, хорошо заметен полусуточный прилив с амплитудой 6 м на глубине 50 и 11 м — на глубине 100 м. В проливе Отранто (ст. 20) интенсивный сгон, вызванный северными и северо-восточными ветрами, совершенно затухал приливные колебания пограничного слоя. Амплитуда в течение трех суток менялась от 2 до 6 м, а период — от 8 до 10 час. Наибольшая амплитуда колебаний пограничного слоя в течение трех суток составляла 8 м. По разрезу Крит — Александрия на ст. 28 период колебаний глубины залегания изотермы 20° в течение трех суток менялся от 4 до 10 час., амплитуда — от 1 до 7 м. Нарушение приливной периодичности было связано с ветровым режимом, обусловившим сгон от о-ва Крит при антициклоническом течении с центром в районе расположения ст. 28.

При организации океанографических наблюдений в Средиземном море желательно по возможности исключить вертикальные перемещения водных масс, обусловленные приливами. Для этого необходимо рассчитать время так, чтобы наблюдения приходились на одну и ту же фазу прилива, как это рекомендуется Дефантом (Defant, 1950). Для исключения влияния прилива можно проводить суточные станции с интервалом наблюдения не более 4 час. и при построении вертикальных разрезов и распределения температуры и солёности по площади использовать среднесуточные данные. Влияние прилива можно исключить и в том случае, если, наряду со съемкой по сетке станций несколькими кораблями, один из них будет вести непрерывные наблюдения на многосуточной станции. Тогда возможно будет наблюдения приводить к одной фазе. В противном случае съемка не даст правильной картины распределения температуры, солёности, плотности и гидрохимических показателей ни по площади, ни по вертикали.

В период средиземноморской экспедиции (август 1959 г.) нам удалось проследить хорошо выраженный сгон в районе юго-востока Адриатики. Этот сгон захватил пролив Отранто и северную часть Ионического моря. Сгон был вызван длительным действием северных ветров силой 6—9 м/сек, продолжавшихся в течение 7 суток (с 22 по 29 августа 1959 г.). При этих ветрах в Адриатическом море возникает антициклоническая система течения с поперечной циркуляцией, перемещающей поверхностные теплые воды от берега в море. Одновременно под непосредственным воздействием северных ветров происходит интенсивный вынос поверхностных теплых вод через пролив Отранто в Ионическое море. Соответственно этим ветрам и течениям отмечалось значительное уменьшение толщины теплого слоя и увеличение резкости изменения температуры и плотности от ст. 18 к ст. 20. В суточном ходе температуры, солёности на глубине 50 м на ст. 20 так же, как в суточном колебании глубина залегания 20-градусной изотермы, периодичность приливного характера была нарушена сгонно-нагонной циркуляцией в этом районе.

При смене полей атмосферного давления и ветра, когда разрушается одна система течения и возникает другая, происходит также весьма быстрое перераспределение водных масс по площади и вертикали. В Ионическом море наблюдения выполнялись с 22 по 24 августа в период устойчивых ветров северной четверти, при которых в море установилась циклоническая система течений. Поперечная составляющая к основному направлению циклонического течения перераспределила водные массы так, что более прогретые, относительно легкие воды оказались на периферии, где их слой значительно увеличился (станции 16 и 18). В центре же циклонического течения, наоборот, толщина теплого слоя уменьшилась. Такое распределение водных масс хорошо прослеживается при сопоставлении ст. 17 со ст. 18 и ст. 18 со ст. 16. Северные и северо-восточные ветры вызвали сгон также у юго-восточной оконечности Аппенинского полуострова, и это сказалось на уменьшении толщины прогретого поверхностного слоя на ст. 15 и 19. На рис. 8 дана схема по-

верхностных течений и поперечной циркуляции в верхнем прогревом и хорошо перемешанном слое для Ионического моря при устойчивых ветрах северной четверти. Там же, по данным наблюдений, построен вертикальный разрез поверхностного теплого слоя от центра циклонического течения на запад (от ст. 17 к ст. 15) и от центра на север (от ст. 17 к ст. 20). Приведенная схема течения и поперечной циркуляции в поверхностном прогревом слое хорошо иллюстрирует причины быстрого изменения толщины прогреваемого слоя при смене ветра и течения.

### ВЫВОДЫ

1. В образовании промежуточных и глубинных вод играет решающую роль два фактора: а) зимнее охлаждение, нарушающее устойчивость поверхностных осолоненных вод и приводящее к интенсивному конвекционному перемещиванию, и б) поперечная циркуляция, возникающая в циклонической системе течения, господствующего в холодное время года.

2. Осолонение поверхностного слоя за счет интенсивного испарения прослеживается только в верхнем, хорошо прогревом и перемешанном слое.

3. Промежуточный слой относительно высокой температуры и солености формируется в начальный период охлаждения, когда переслоенность вод еще не полностью разрушена и поперечная циркуляция осуществляется послойно.

4. При дальнейшем охлаждении и перемешивании соленость поверхностных вод несколько уменьшается, в ряде северных районов наступает гомотермия и гомогалинность. В этих районах поперечной циркуляцией захватывается вся толща воды от поверхности до дна. Если плотность охлажденных поверхностных вод оказывается выше плотности окружающей воды, то движение их на больших глубинах происходит в соответствии с градиентом плотности.

5. Во время экспедиции 1958 и 1959 гг. прослежены значительные вертикальные перемещения всех изоперхностей, обусловленные как приливо-отливными течениями, так и сгонно-нагонной циркуляцией. Максимальная суточная амплитуда солености на глубине 25 м наблюдалась в центральной части Средиземного моря и достигла  $0,89\text{‰}$  в течение 7 часов. В этом районе был выражен четко суточный период колебаний.

6. Суточные колебания в распределении температуры и солености по вертикали и горизонтали, связанные с приливо-отливными течениями, в Средиземном море весьма существенны, поэтому для получения сравнимых результатов необходимо организовывать наблюдения так, чтобы исключить их влияние.

### ЛИТЕРАТУРА

- Макаров С. О. 1894. «Витязь» и Тихий океан, т. 1, 2. СПб.  
Шлямин Б. А. 1949. Гидрометеорологическая характеристика Средиземного моря.— Труды ГОИН, вып. 13/25.  
Defant A. 1950. Reality and illusion in oceanographic surveys.— J. of Mar. Res., v. IX, N 2.  
Lacombe H. et Tchernia P. 1958. Temperatures et salinités profondes en période d'été.— Bull. Information. COEC X Année No. 4.  
Lacombe H. et Tchernia P. 1960. Quelques traits généraux de l'hydrologie méditerranéenne.— Bull. d'information du comité central d'océanographie et d'étude des côtes. XII année, N 8.  
Nilsen J. N. 1912. Rep. Danish. Oceanogr. Exped. 1908—1911.  
Pollak M. J. 1951. J. of Mar. Res., v. X, N 1.  
Schott G. 1915. Die Gewässer des Mittelmeeres.— Ann. Hydrogr., Berlin.  
Vallaux C. 1939. Bull. l'Inst. Océanograph., No 764.