

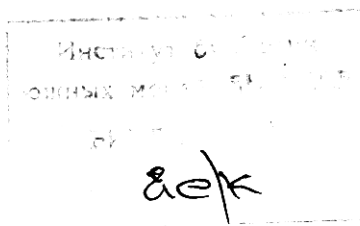
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

Экология моря

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1980 г.

Выпуск 6



ЭКОСИСТЕМЫ ШЕЛЬФОВЫХ ЗОН

УДК 551.48(262.538)

В. И. ТИМОЩУК, Н. С. РИСИК

ТЕРМОХАЛИННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДИЗЕМНОМОРСКОЙ ВОДЫ ЗИМОЙ В ПРИБОСФОРСКОМ РАЙОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

В течение 20 лет Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского АН УССР проводит исследования в прибофторском районе Черного моря. Сделаны обобщения о влиянии водообмена через пролив Босфор на формирование гидрологических и биологических структур прилегающей акватории [1, 2].

Исследователи водообмена через Босфор установили зависимость количества поступления средиземноморской воды в Черное море от разности уровней Черного—Эгейского морей и сгонно-нагонных процессов. Одним из факторов, определяющих уровень моря, является режим речного стока, подверженный влиянию человека и претерпевший коренные изменения. К таковым относятся изъятие речного стока и его сезонное перераспределение. Перспективный план реконструкции стока бассейна Черного моря предусматривает увеличение безвозвратного изъятия до санитарного объема русловых вод. Следует предполагать, что перестройка в режиме речного стока и уровня моря повлияла на механизм водообмена через пролив Босфор и трансформацию средиземноморских вод в Черном море.

Цель данной работы — определить наличие средиземноморской воды зимой в прибофторском районе, когда наступает минимальное превышение среднего месячного уровня Черного моря над уровнем Эгейского моря (конец августа—начало марта) и ее вертикальную структуру.

Материалы и методы исследования. В работе использованы материалы о термохалинной структуре прибофторского района Черного моря, полученные в I рейсе НИС «Профессор Водяницкий». Прежде чем наметить станции разреза, был произведен анализ схем станций гидрологических съемок, выполненных в различные сезоны. Станции с наиболее высокими значениями солености придонной средиземноморской воды наносили на карту. Они оказались в 26-градусном секторе с вершиной на середине входного створа, в проливе между мысами Румели—Анадолу (рис. 1). Исходя из этих результатов, гидрологический разрез был ориентирован перпендикулярно гипотетической оси придонного потока средиземноморской воды, что в дальнейшем вполне себя оправдало и позволило сократить количество станций. Крайние станции разреза, ст. 93, $\varphi=41^{\circ}32'$, $\lambda=28^{\circ}53,5'$, ст. 100, $\varphi=41^{\circ}28,4'$, $\lambda=29^{\circ}13,2'$ располагались соответственно в 22 и 15 милях от входного створа в Босфор. На 10 станциях 28 февраля—1 марта 1977 г. произведено зондирование термохалинозондом «Исток». Зондирование на каждой станции температуры и солености с дискретностью 1,6 с занимало в среднем 8 мин. Глубины станций определялись эхолотированием и датчиком глубин зонда «Исток», расхождение в измерениях не превышало допустимых. Координаты станций определялись двумя спо-

собами: навигационными наблюдениями и спутниковой системой навигации, бортовой аппаратурой «МАГНАВОКС-702 А/НП», позволившей определять местоположение судна с точностью до ± 50 м.

За время съемки, которая продолжалась 6 ч 20 мин, погодные условия сильно ухудшились, восточный ветер, не меняя направления, усилился от 10 до 15 м/с, температура воздуха понизилась с 8,2 до 6,5°C. После выполнения 102-й станции 1 марта в 00 ч 44 мин ветер

быстро усилился и возрос до жестокого шторма, температура воздуха понизилась до отрицательной. Вследствие создавшихся гидрометеорологических условий заборные работы в прибофорском районе Черного моря были прекращены.

Обсуждение полученных данных. Сравнение профилей температуры и солёности, полученных при спуске и подъеме зонда, показывают в большинстве случаев (78%) отсутствие гистерезиса и хорошее совпадение элементов тонкой структуры. В остальных случаях (22%) среднеквадратические отклонения ($\sigma_t = 0,016$; $\sigma_s = 0,019$) не превышают допустимых [4]. Таким образом, полученные материалы вполне соответствуют требованиям для выявления термохалинной структуры вод. Полученные материалы выгодно отличаются тем, что наблюдения сделаны в предельно короткое время, характеристики температуры и солёности можно воспроизвести из имеющихся за-

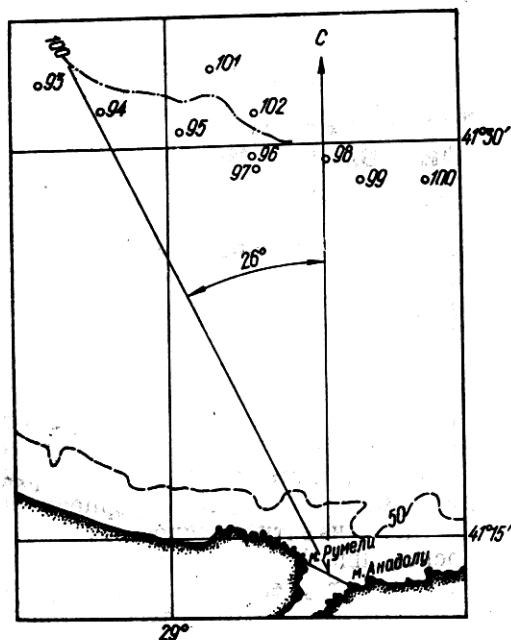


Рис. 1. Схема станций в прибофорском районе Черного моря, выполненных 28 февраля—1 марта 1977 г., и сектор расположения станций с максимальными T — S -индексами придонной воды.

писей в широких пределах дискретности (до 1,6 с).

Анализируя полученные материалы, устанавливаем, что по термохалинным характеристикам придонная вода на всех станциях разреза отличается от поверхностной. В 16 милях от пролива, на ст. 96, отмечены максимальные значения солёности и температуры придонной воды (рис. 2). Толщина слоя придонной водной массы по T — S -индексам на верхней границе ($T = 7,0^\circ\text{C}$; $S = 19,0^\circ/\text{‰}$; на нижней границе: $T = 11,0^\circ\text{C}$; $S = 29,46^\circ/\text{‰}$) составляет 9 м. Чтобы определить распространение этой воды, было произведено зондирование от ст. 96 (на север по свалу глубин). Оказалось, что уже на расстоянии 2 миль, ст. 102, глубина 98 м, температура воды понизилась до 8,16°C, солёность — до 21,73 $^\circ/\text{‰}$ и они остались без изменений на расстоянии следующих 2 миль, ст. 101. На этом этапе зондирование было прекращено в связи с резким ухудшением погоды.

По данным гидрологической съемки, выполненной в этом районе НИС «Академик Ковалевский» 21 февраля 1961 г. [1], максимальные значения термохалинных характеристик придонной воды практически не отличаются от полученных нами в 1977 г. и совпадают по месту расположения (таблица). На этом основании можно предположить, что реконструкция речного стока за истекший 16-летний период заметно не повлияла на изменение вертикальной структуры вод в прибофорском районе моря в зимний период.

А. К. Богданова и соавторы указывают, что средиземноморская вода поступает во все сезоны года (с 96—97%-ной обеспеченностью), опускается на большие глубины и нередко достигает дна примерно через 8 сут [1, 2]. Выводы о постоянстве поступления средиземноморских вод в Черное море и большие скорости их погружения («самозахоронение» в анаэробные горизонты и до дна) использованы для обоснования «Проекта улучшения окружающей среды в районе стамбульских выпусков сточных вод». Проектом предусмотрен сброс городских и промышленных стоков объемом $6 \cdot 10^7$ м³/год в нижнее течение Босфора [7]. Обнаружение, даже во все сезоны года, придонной воды с повышенными термохалинными характеристиками в прибосфорском районе Черного моря не может являться достаточным показателем непрерывного поступления средиземноморской воды в неблагоприятный зимний период. Предварительно рассчитанное время полного перемешивания средиземноморской воды в гипотетических изолированных углублениях рельефа глубиной 5—10 м составляет от 7 сут до нескольких месяцев.

В работе Гуннерсона и Оцтургута приведены данные, полученные на основе исследований динамики придонного слоя в средней части пролива, в 15 км от южного входа, о том, что весьма существенное влияние на водообмен в проливе оказывают сейши Черного моря [6]. К притопленному бую на якоре было подвешено устройство, следящее за глубиной залегания 10°-ной изотермы и регистрирующее вертикальные колебания во времени. За сутки максимальное перемещение 10°-ной изотермы составило 60 м, в пределах глубин 30—90 м относительно поверхности. За этот период скорость течения на глубине 60 м менялась от 0,1 до 100 см/с. На длиннопериодные беспорядочные флуктуации регистрируемых параметров накладывались короткопериодные.

Используя данные, приведенные этими авторами, мы определяли спектр колебаний глубин залегания 10°-ной изотермы. На спектре прослеживаются два пика, периоды колебаний которых составляют соответственно $T_1=54$ мин и $T_2=34$ мин (рис. 3). Оценки, полученные Гуннерсоном и Оцтургутом [6] по данным колебания уровня воды в проливе на станциях, удаленных на 8, 15, 24 км от южного входа, показали период колебаний порядка 65 мин. Период колебаний, полученный теоретически, составляет $T=55$ мин для прямоугольного канала длиной 31 км, глубиной 35,8 м. Авторы считают, что эти колебания генерированы сейшами Черного моря.

Мы предполагаем, что колебания глубин залегания 10°-ной изо-

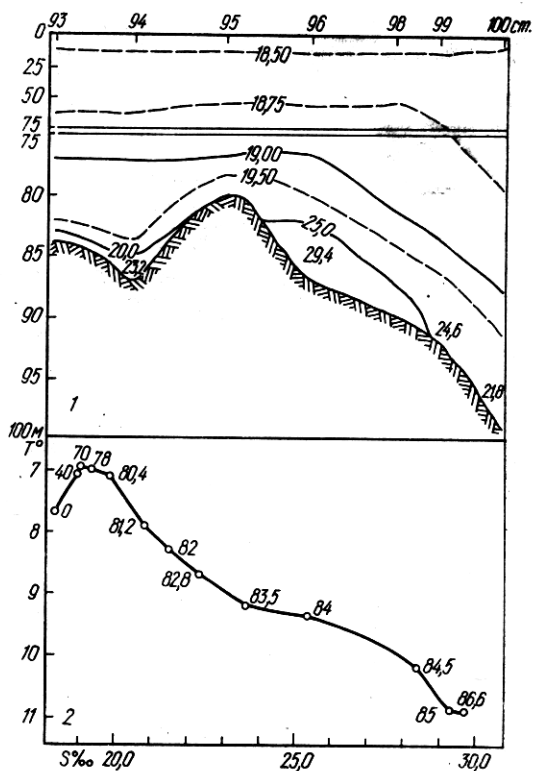


Рис. 2. Распределение солёности в прибосфорском районе Черного моря (1) и T-S-диаграмма по наблюдениям на станции 96 (2) в 1977 г.

Максимальные термохалинные характеристики придонной средиземноморской воды в прибосфорском районе Черного моря в феврале 1961 и 1977 гг.

НИС	Дата наблюдений	Направление и расстояние в милях от Босфора	Глубина станции, м	Горизонт, м	T, °C	S. ‰
«Академик Ковалевский»	21.02.1961	СЗ, 8	80	79	12,93	30,34
	21.02.1961	СЗ, 14	92	91	12,29	29,29
	21.02.1961	СЗ, 18	95	94	11,98	28,46
«Профессор Водяницкий»	28.02.1977	СЗС, 16	87	85	11,03	29,42

термы связаны с прохождением внутренних волн, имеющих основными энергонесущие частоты $\frac{2\pi}{T_1}$ и $\frac{2\pi}{T_2}$.

Из материалов, полученных Гуннерсоном и Оцтургутом, видно, что при максимальных амплитудах глубины залегания 10°-ной изотермы горизонтальная составляющая скорости придонного течения приближалась к нулю, а в отдельных случаях достигала нулевых значений. В этом случае имеет место запирание потока на время, пока не образуется новое установившееся состояние. Эти данные необходимо учитывать при изучении вопроса о водообмене через пролив Босфор и поступлении средиземноморских вод в Черное море.

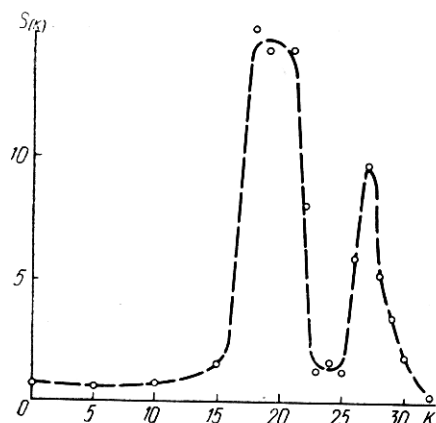


Рис. 3. Спектр колебаний глубин залегания 10°-ной изотермы в 15 км от южного входа в Босфор, 11 мая 1965 г.

1. Богданова А. К. Водообмен через Босфор и его влияние на гидрологию и биологию Черного моря. — Киев: Наук. думка, 1969. — 282 с.
2. Богданова А. К., Большаков В. С., Толмазин Д. М. О распределении и трансформации средиземноморской воды в Черном море. — В кн.: Некоторые результаты океанографических исследований Черного моря. Киев: Наук. думка, 1966, с. 16—17.
3. Марчук Г. И. Океанические приливы. — Л.: Гидрометеоназдат, 1977. — 92 с.
4. Прохоров В. И., Федоров К. М., Волчков А. Г. Опыт тарировки термозонда «Аист» в условиях экспедиции. — Океанология, 1973, 13, вып. 3, с. 524—529.
5. Хемминг Р. В. Численные методы. — М.: Наука, 1968. — 474 с.
6. Gunnerson Ch., Ozturgut E. Enviromental designu for Istanbul sewago disposal. — J. Environ. Eng. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng., 1974, 100, N 1, Febr., p. 101—118.
7. The Black Sea-geology chemistry and biology / Amer. assoc. petrol. geol. — Tulsa (Okla), 1974. — 126 p.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегия
18.09.79

V. I. TIMOSHCHUK, N. S. RISIK

**THERMOHALINE CHARACTERISTICS
OF THE MEDITERRANEAN WATER IN THE NEAR-BOSPORUS AREA
OF THE BLACK SEA IN WINTER**

Summary

The inflow of the Mediterranean waters into the Black Sea through the Bosphorus in the winter period was studied. The detected fluctuations of the 10° isothermal line level are supposed to be attributed to passing of internal waves of different energy carrying frequencies.