

МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН УССР

Современные проблемы океанологии Черного моря

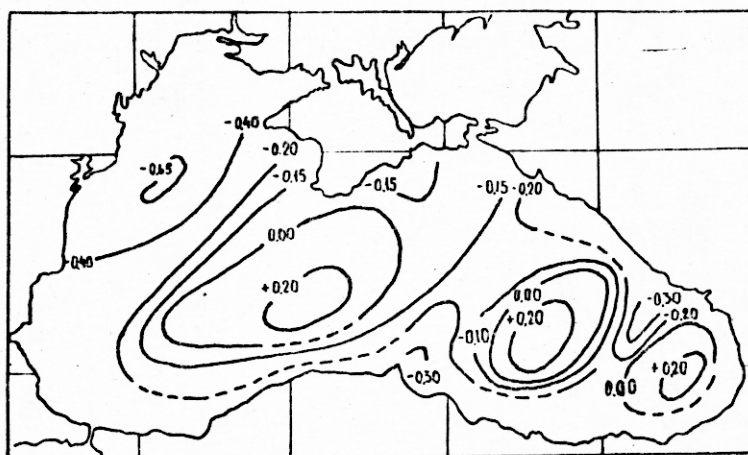
УДК 551.465.16:551.465.4

~1579-B86

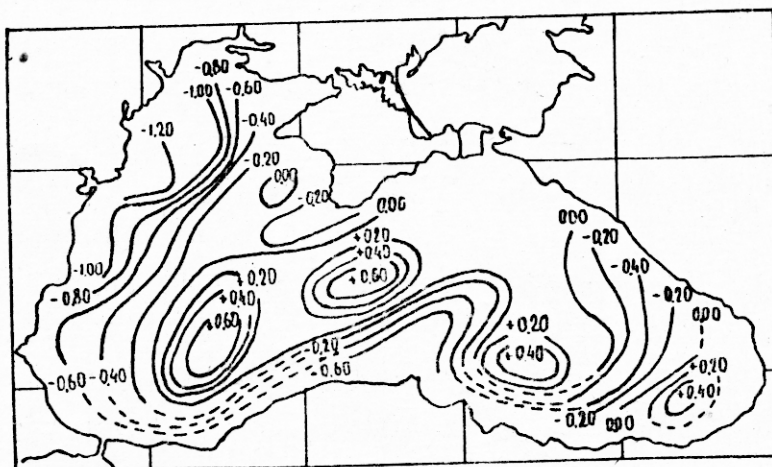
С.Г.Богуславский, В.А.Жоров, Л.В.Еремеева,
Л.В.Соловьева +СТРУКТУРА ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ЧЕРНОГО МОРЯ
В ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД ОТ ХОЛОДНОГО К ТЕПЛОМУ СЕЗОНУ

Структура гидрологических и гидрохимических полей Черного моря в литературе известна по многолетним осредненным данным для середины гидрологических сезонов /1-2/, либо по описанию распределения гидрохимических элементов на разных горизонтах /3/. Наибольший интерес представляет информация об океанологических процессах в момент зарождения летней гидролого-гидрохимической структуры верхней водной массы Черного моря. По результатам экспедиционных исследований 3-го рейса НИС "Айтодор" (с 21 марта по 18 апреля 1982 г.) построены карты распределения температуры, солености, щелочности, кислорода, ионов кальция, магния. Станции расположены в глубоководной зоне в углах квадрата со стороной 1° и у побережий - в углах квадрата со стороной $0,5^{\circ}$. Структура полей, характерная для данного рейса, сравнивалась со структурой осредненных полей гидрологических и гидрохимических элементов и из сопоставления их сделаны основные выводы о процессах. В холодный период гидролого-гидрохимические процессы поверхностного слоя определяются гидрофизическими явлениями. Март и апрель по осредненным данным относятся к гидрологической зиме в северо-западной части, когда термическая конвекция хорошо перемешивает всю толщу вод. Тем не менее, этот период характеризуется возрастанием горизонтальных градиентов среднемесячных значений перепада температуры воды в слое 0-10 м, рис.1(а,б) (данные получены при обработке 45000 станций

Горизонтальные градиенты среднемесячных значений перепада температуры воды в слое 0 - 10 метров



а - март



б - июнь

Рис. I

за ~ 45 лет). В среднем значения эти возрастают в северо-западной части от $(-0,45)^{\circ}/\text{м}$ на 1° по широте и долготе до $(-0,74)$, в западной глубоководной зоне - от $(-0,08)$ до $(-0,12)$ и в восточной эта стратификация ничтожна ($\sim 0,01$). Видимо, основным фактором возникновения градиентов следует считать увеличение речного стока от зимы к весне. Общей особенностью динамической структуры поверхностного слоя вод в этот период является опускание их в центральных районах моря и подъем у берегов и в северо-западном мелководном районе. Причем гидрологическая структура усложняется от марта к апрелю.

В табл. I приведены среднемноголетние значения температуры на некоторых стандартных горизонтах для западной и восточной зон моря.

В Черном море в апреле возникает летняя разновидность гидрологической структуры вод, толщина квазиоднородного слоя не превышает 20 м. При этом влияние инсоляции для всего моря проявляется только в поверхностном слое, табл. I. Под поверхностным слоем по осредненным данным воды восточной половины моря в толще до 50 м теплее, чем в западной, и имеют одинаковую температуру ниже этого горизонта. В марте - апреле 1982 г. глубже 20 м (до 200 м) воды были более холодными в восточной части моря, что, видимо, обусловлено влиянием холодных промежуточных вод. Зима 1981 - 82 г.г. была сравнительно теплая и активного обновления холодных вод промежуточного слоя приглубой северо-западной части моря не происходило.

Термическая структура вод в период съемки отличалась от среднемноголетних структур как в марте, так и в апреле. Осредненная структура показывает скопление теплых вод вдоль Кавказских и Крымских берегов, холодных - вдоль западных и анатолийских берегов до глубины 50 м. В марте - апреле 1982 г. четко прослеживается западный перенос холодных вод в центральной части моря до глубины 50 м, рис. 2 а. На горизонте 75 м и ниже (до 400 м) динамика вод формирует циклоническую термическую структуру, рис. 2б.

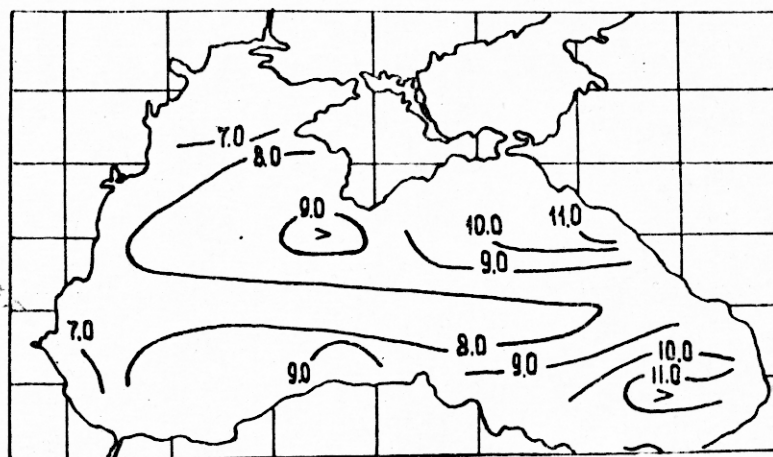
Изохалины по климатическим данным от марта к апрелю

Таблица I

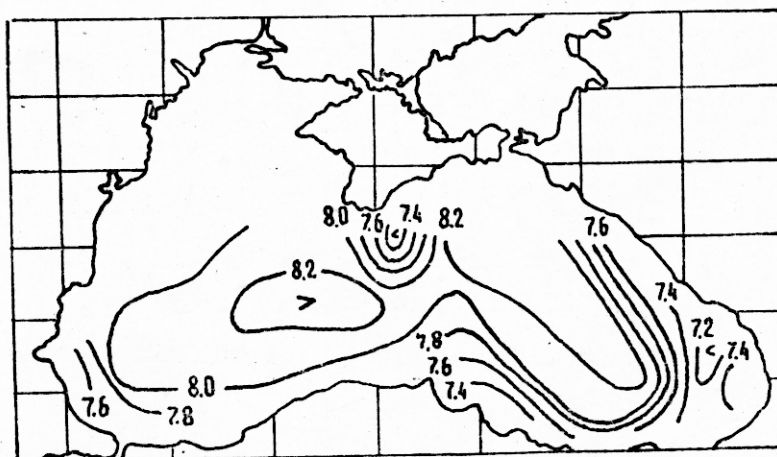
Среднемноголетние значения температуры верхнего слоя (З - западная, В - восточная)

Месяц период осреднения	Зона	Температура °C на горизонтах, м				
		0	20	50	100	200
Март (осреднение)	З	6,50	6,60	6,90	7,90	8,60
	В	7,30	7,20	7,20	7,90	8,60
Март Апрель (Ай-Тодор)	З	8,10	7,80	7,74	8,30	8,66
	В	9,23	8,15	7,61	8,18	8,63
Апрель (осреднение)	З	8,90	7,60	7,10	7,90	8,60
	В	10,00	8,05	7,30	7,90	8,60

Термическая структура вод в марте-апреле 1982г. на горизонте 0 (а) и 75 (б) метров



а)



б)

Рис. 2

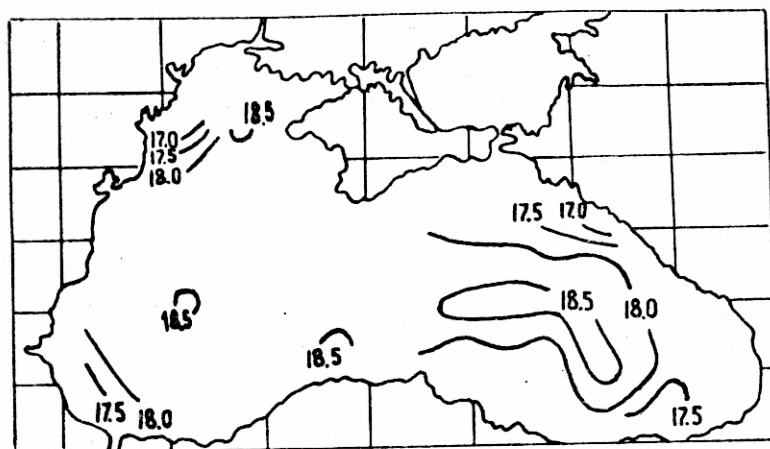
показывают на поверхности сужение области высокосолёных вод ($> 18,4^0/00$) в центральных районах моря и расширение зоны опреснённых вод ($< 18^0/00$) вдоль побережий. Отличительной особенностью солёностной структуры вод марта апреля 1982 г. является наличие циклонических зон высокой солёности вод на поверхности ($> 18,5^0/00$), широкая полоса опреснённых вод ($< 18^0/00$) в восточной половине моря (рис.3 а,б). В центральных районах моря структура поля солёности однотипна и однородна, в слое 0-30м вертикальные градиенты солёности малы. С горизонта 75 м и ниже формируется циклоническая структура поля солёности, рис.3 б. Особенности формирования полей солёности в западной и восточной глубоководной зонах моря даёт табл. 2.

Некоторое распреснение вод восточной половины моря по сравнению с западной мы объясняем влиянием холодных распреснённых вод промежуточного слоя, которые скапливаются в этой части моря.

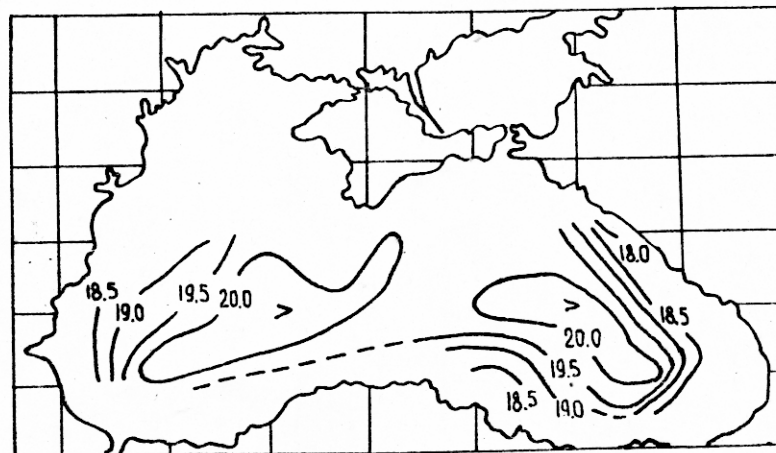
Структуры полей распределения кислорода по данным НИС "Ай-Тодор" сопоставляются с климатическими картами распределения кислорода за март и апрель. По многолетним данным в марте и апреле наблюдается общая тенденция уменьшения концентрации кислорода с северо-запада на юго-восток, а распределение температур носит обратный характер.

Распределение кислорода на поверхности в марте - апреле 1982 г. напоминает картину распределения по осреднённым данным марта - наибольшие содержания в северо-западной части (> 8 мл O_2 /л), в западной половине моря ($> 7,4$ мл O_2 /л) и восточной (6,8-7,4 мл O_2 /л) (Рис.4а). Климатическое распределение кислорода в марте обнаруживает влияние волны половодья, которое выражается в повышении содержания по району её распространения и расширения зоны влияния на большой район западной глубоководной части. В 1982 г. этой особенности не отмечено. Поскольку кислород не консервативный элемент, то он определенно характеризует гидродинамическую структуру вод (рис.4 б). Март - апрель обуславливают зимнюю

Структура поля солёности в марте-апреле
1982г. на горизонтах 0(а) и 75(б) м



а)



б)

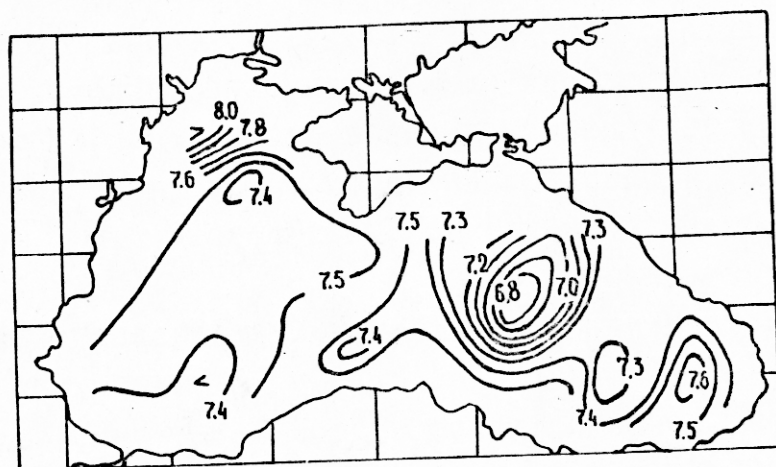
Рис. 3

Таблица 2

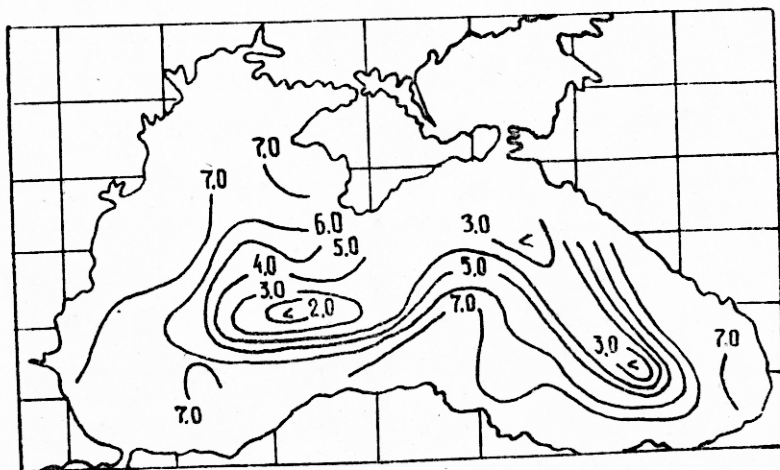
Величины средней солености на стандартных горизонтах западной и восточной
половины моря (‰) в марте - апреле 1982 г.

Зона моря	Горизонт, м											
	0	10	20	30	50	75	100	150	200	250	300	400
Запад.	18,25	18,34	18,40	18,45	18,52	19,51	20,45	21,14	21,58	21,74	21,89	22,04
Вост.	17,99	18,02	18,08	18,12	18,50	19,27	19,88	20,77	21,11	21,16	21,59	21,77

Распределение кислорода в марте-апреле,
1982г. на горизонте 0(а) и 50(б) метров



а)



б)

Рис. 4

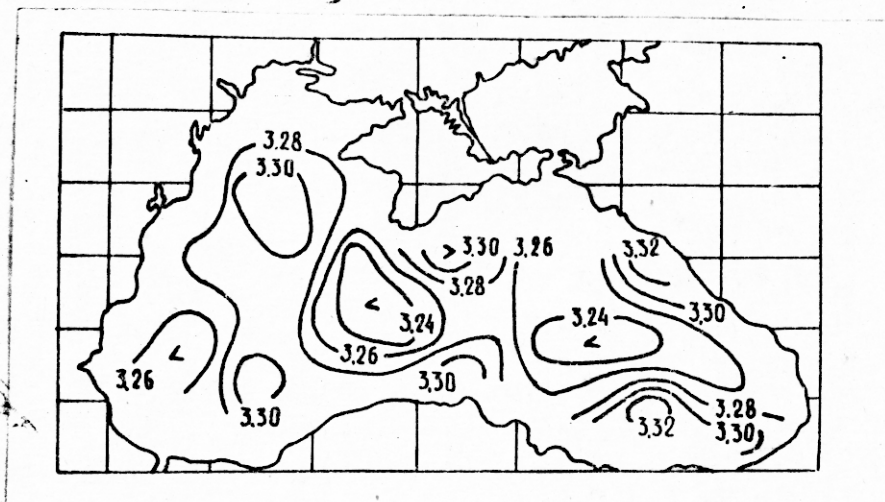
разновидность гидрологической структуры, и распределение кислорода в верхней толще вод носит такой же характер, как и по осредненным данным.

Распределение щелочности зависит от речного стока, взаимодействия кислых и щелочных агентов промежуточных слоев моря, гидродинамической структуры вод, влияния локальных факторов (приток вод Мраморного моря), холодного промежуточного слоя вод. Сведения по этому вопросу ограничены тремя опубликованными работами для летнего и осеннего сезонов. На поверхности в зонах подъема вод (приглубая северо-западная часть) отмечена повышенная соленость (18-18,5⁰/оо), рис. 3 а, меньшее содержание кислорода в воде ($< 7,4$ мл O_2 /л), рис. 4 а, выше щелочность вод, рис. 5 а, т.е. такое распределение характерно для кислородсодержащих морских вод.

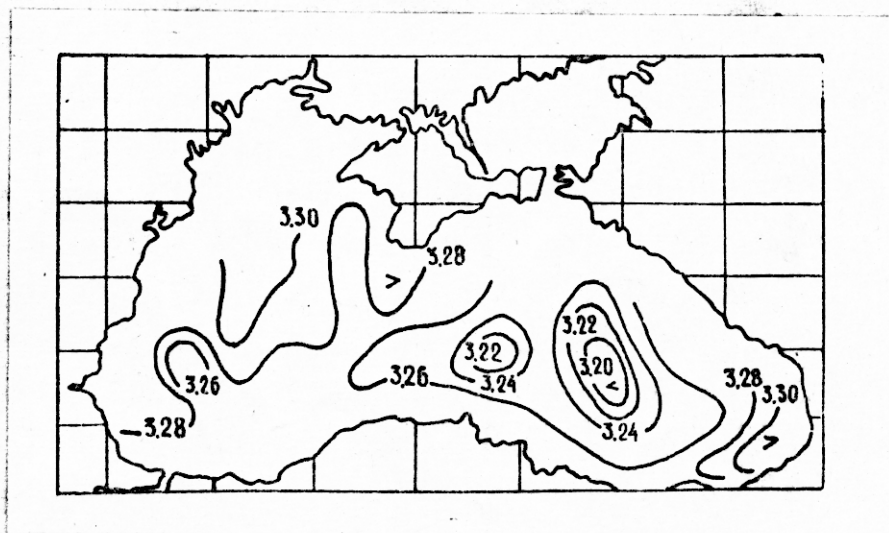
По данным НИС "Ай-Тодор" в зонах, охваченных циклонической циркуляцией вод, концентрация щелочных компонентов понижена - в западной глубоководной зоне - в слое 50-100 м, в восточной - в слое 0-150 м. Мы объясняем наблюдаемое явление следующим образом. В 95% случаев величина пересыщения слоя морской воды толщиной 1 м молекулярным кислородом выше в восточной половине моря, что, видимо, говорит о более высокой первичной продуктивности района. По многолетним осредненным данным мы обнаружили в теплое время года повышенные концентрации сероводорода под зоной жизни. Большое поступление активного органического вещества в зону сульфатредукции повышает концентрацию сероводорода и серной кислоты, что приводит к уменьшению щелочности морской воды. Как видим из приведенных выше данных, влияние биохимических процессов ощутимее в восточной половине моря как по осредненным многолетним данным, так и по результатам исследования НИС "Ай-Тодор".

Гидродинамика вод формирует поля ионов кальция и магния. В верхнем слое повышенные концентрации их отмечены в зонах влияния речных вод.

Распределение щелочности в марте-апреле
1982г. на горизонтах 0(а) и 75(б) метров



а)



б)

Выводы.

1. Горизонтальные градиенты температуры поверхностного слоя показывают опускание в центральных районах и подъем вод в мелководных. По климатическим данным воды западной части моря в слое 0-50 м холоднее, чем в восточной, из-за интенсивной зимней конвекции. В марте - апреле 1982 г. более низкая температура и соленость вод восточной половины моря (восточнее 34° в.д.) в слое 50-200 м обусловлена теплой зимой, скоплением холодных вод промежуточного слоя.

2. По распределению кислорода в поверхностном слое не обнаружено влияние половодья, видимо, из-за антропогенного фактора.

Более низкие величины щелочности в зонах подъема вод восточной половины моря по сравнению с западной обусловлены повышенной первичной продуктивностью зоны, хотя первопричиной этой особенности является гидрофизический процесс - преобладающий перенос холодных вод промежуточного слоя, обогащенных биогенами, в восточную половину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жоров В.А., Кобылянская А.Г., Богуславский С.Г., Ронкова В.П., Иванов Р.Н. Закономерности пространственного распределения кислорода в Черном море в летний период. - Геохимия, 1981, № 9, с. 1397-1405.

2. Жоров В.А., Богуславский С.Г., Ронкова В.П., Кобылянская А.Г., Паненко М.В. Гидрологический режим и формирование поля кислорода в Черном море в зимний и весенний периоды. - Москва, ВИНТИ, 22.06.84 14298-84 Деп.-35с.

3. Добржанская М.А. Закономерности пространственного распределения кислорода на различных глубинах Черного моря. - В кн.: Океанографические исследования Черного моря. Киев, Наукова думка, 1967, с. 154-169.

4. Жоров В.А., Богуславский С.Г., Богатко О.Н., Альтман Э.Н., Гертман И.Ф., Манилюк Л.С., Ронкова В.П., Белякова О.М. Распределение некоторых гидрохимических элементов Черного моря. - Москва, ВИНТИ, 1985, 24.04.85, №2747-85 Деп.-211с.