

~ 6611-84 Den УДК 551.465.16:551.465.4(262.5)

Жоров В.А., Богуславский С.Г.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЧЕРНОГО МОРЯ

В данной работе проанализирована имеющаяся гидролого-гидрохимическая информация с целью выявления периодических и тенденции непериодических основных гидролого-гидрохимических характеристик верхней водной массы Черного моря. Процессы в Черном море имеют ряд особенностей по сравнению с другими районами Мирового океана: замедленный вертикальный обмен вод ниже зоны термической конвекции (слой галоклина); фотосинтез, интенсивность которого в Черном море превышает возможность естественной вентиляции вод и обуславливает постоянное присутствие сероводорода ниже галоклина (влияние галоклина усиливается в теплый период благодаря сезонному термоклину); за историческое время менялись гидрологический и гидрохимический режимы моря.

Помимо общих особенностей на среднее состояние полей значительное влияние оказывают локальные факторы: речной сток, осадки и испарение, воды холодного промежуточного слоя и Мраморного моря, годовые и климатические изменения составляющих теплового бюджета водной поверхности, химические и сульфатредукционные процессы между кислородной и сероводородной зонами, антропогенный фактор. Общие и локальные особенности Черного моря привели к тому, что в водной толще бассейна наблюдается ряд уникальных явлений, не встречающихся в больших масштабах в других районах Мирового океана: синтез сероводорода в верхней части сероводородной зоны и верхнем слое донных осадков; иной механизм растворения карбонатов в воде; более интенсивное накопление некоторых биогенных соединений и микро-

элементов в восточной половине по сравнению с западной половиной моря.

Помимо отмеченных выше отличий в последние два десятилетия на фоне периодических колебаний, обусловленных солнечной активностью, наблюдаются устойчивые тенденции: поднятие сероводородной зоны моря на 25-30 м и сокращение кислородной [5, 6, 8], прогрессирующая во времени гипоксия, приводящая к заморным явлениям, возникновению сероводорода в мелководной северо-западной зоне моря и исчезновению некоторых видов рыб. При этом многие авторы считают ответственным за наблюдаемые сдвиги антропогенный фактор [7]. Видимо, реальное объяснение причин существующих изменений гораздо сложнее. Для их объяснения нужна информация о процессах во всей верхней водной массе, включая мелководные зоны. Все сведения о распределении сероводорода в Черном море приведены нами в [6], а кислорода в работе [5], где было показано изменение кислородной зоны моря [5]. По результатам работы [3], а также с использованием наших данных в настоящей работе выявлена тенденция изменения кислорода в слое пересыщения для всего моря за период 1950-76г.г. Из приведенного нами, рис., и литературных сведений следует вывод об относительном уменьшении кислорода в слое пересыщения с начала 50-х годов.

Отмечена тенденция уменьшения толщины квазиоднородного слоя и глубины залегания слоя максимальных содержаний кислорода [4]. До 60-х годов по сведениям приведенным в работе [9], на горизонте 125 м сероводорода содержалось 0,05 мг/л. В настоящее время в летний период на глубине 100 м его обнаруживают 0,2 - 0,3 мг/л [6]. В процессе фотосинтеза продукция органического вещества и кислорода связаны между собой. Результаты определения среднего содержания суммарного органического углерода в слое 0-50 м за 1948-53г.г. показали заметное уменьшение его от 4,3 до 3,0 - 3,3 мг Сорг/л [9]. Этот факт объясняли усилением хемосинтетического образования органического вещества в 1948-49г.г. из-за усиления вертикального перемешивания вод. Однако, эти годы характеризовались обычным гидрологическим режимом [1, 2]. Следовательно, причина высоких содержаний органического углерода в слое 0-50 м в 1948-50г.г. по сравнению с более поздними годами

Институт биологии
южных морей ДН УССР

БИБЛИОТЕКА

№

должна иметь другое объяснение. В табл. I приведены некоторые сведения об изменении гидролого-гидрохимических характеристик вод за последние два десятилетия. Для исключения сезонных изменений направленность изменения гидрологических параметров во времени рассмотрена в слое 100-200 м. После 1963 г. по сравнению с предыдущими годами средняя температура на горизонте 100 м увеличилась с 7,87 до 8,19 °C (0,3 °C), градиенты температуры между горизонтами 100-150 м уменьшилась на 0,2 °C, воды стали менее соленые на 0,1 ‰. Однако, возросли градиенты солености между горизонтами 150-200 м (на ~ 0,1 ‰) (табл. I).

Вместе с изменением градиентов температуры и солености изменяются и градиенты кислорода. Наибольшие величины градиентов O_2 ранее относились к слою 0-75 м, в настоящее время к слою 100-200 м. Абсолютные величины их для верхнего слоя уменьшились в 3,5-5 раз, для нижнего они возросли в 1,5 - 2,5 раза. Направленная природная тенденция изменений гидролого-гидрохимических характеристик глубоководной акватории моря в течение последних десятилетий привела

к уменьшению гидрологических и гидрохимических градиентов верхней водной толщи, её потеплению, опреснению, снижению роли холодных вод промежуточного слоя и относительному ослаблению обменных процессов в слое галоклина из-за нарастания градиентов в нем. Фотосинтетическое образование кислорода ниже слоя сезонного термоклина заметно усилилось. Ранее нами было показано [4], что закономерности гидролого-гидрохимических процессов глубоководной зоны и мелководной северо-западной части моря носят противоположный характер в верхнем слое вод. В этом слое с 1963 г. имело место обострение гидролого-гидрохимических характеристик северо-западного мелководья. В этих условиях резко проявилось влияние антропогенного фактора, который усилил природную тенденцию процесса. Ниже приведены данные о речном стоке в Черном море, табл. 2. Как видно из табл. 2 речной сток в море не уменьшился в течение последних 15 лет, а даже несколько увеличился несмотря на возросшее потребление речных вод на хозяйственные нужды.

Таблица I.

Средние значения гидрологических элементов и кислорода за различные временные интервалы в теплый сезон (август)

Гори- зонт, м	Темпера- тура, °C	Соле- ность, ‰	Примечание
100	7,87	-	Данные за 45 лет
150	8,37	-	
100	8,19	19,91	Данные за 12 лет после 1963г.
150	8,49	20,71	
200	8,66	21,27	
100	8,05	20,09	
150	8,49	20,84	с 1948-60г.г.
200	8,64	21,31	[9]
Скопинцев, до 1963г. ΔO_2 , мл/л		Наши данные, после 1963г. ΔO_2 , мл/л	
0	2,16	0,58	
15			
50	2,48	0,46	
	3,49	3,09	
75			
100	1,08	1,48	
150	0,62	1,53	

Таблица 2

Средние величины стока рек в Азово-Черноморский бассейн (Дунай, Днепр, Ю. Буг, Дон, Кубань) в периоды ослабления или усиления солнечной активности

Фаза солнечной активности; годы	Среднегодовой сток рек, км ³ /год
Ослабление 1962-64г.г.	244,5
Усиление 1965-68г.г.	314,1
Ослабление 1969-74г.г.	290,1
Усиление 1975-80г.г.	319,5

Из приведенных выше факторов очевидно, что при отсутствии заметных колебаний речного стока наблюдается длиннопериодная природная тенденция уменьшения величин гидролого-гидро-

химических градиентов верхней зоны глубоководной части моря нарастание их в северо-западной части. Антропогенный фактор при условии обострения гидрологических градиентов северо-западной части приводит к усилению фотосинтетического образования кислорода и органического вещества в поверхностном слое и гипоксию, а также возникновение сероводорода под слоем сезонного термоклина. Подобное явление возникновения дефицита кислорода и появления сероводорода периодически наблюдалось и в прошлые времена в северо-западной части, когда активного воздействия хозяйственной деятельности на морскую среду не было.

В естественных условиях содержание кислорода в поверхностной морской воде определяется зависимостью растворимости газа в воде от годового хода температуры. Однако, после 1963г. по обобщенным многолетним данным и отдельным съемкам в теплое время года нарушается закономерная связь между температурой воды и растворимостью кислорода в ней в северо-западном мелководном и юго-западном глубоководном районах моря [5] .

В северо-западной зоне общие объемы кислорода уменьшаются в толще 0-10 м непрерывно с 1970г., а в слое 10-20 м с 1966г. [4] . В юго-западном глубоководном районе моря влияние антропогенного фактора ощущается в квазиоднородном слое и верхней части слоя сезонного термоклина.

Таким образом, имеющие данные позволяют сделать вывод о том, что в последние годы (15 лет) основной элемент водного бюджета (речной сток) не уменьшался (см. табл.). Тем не менее отмечены устойчивые тенденции поднятия сероводородной и уменьшения кислородной зон моря. Выше галоклина гидролого-гидрохимические градиенты уменьшились, в галоклине возросли, подтверждая вывод о замедлении вертикального обмена вод между зонами. Холодные воды промежуточного слоя обогащены биогенными элементами. Поскольку существует многолетняя тенденция уменьшения кислорода в слое пересыщения, то это косвенно подтверждает снижение роли холодных вод в поступлении биогенных веществ в верхний слой и снижении роли глубоководных вод в формировании холодных вод промежуточного слоя. В северо-западной части наблюдается увеличение градиентов гидролого-гидрохимических характеристик, на фоне этого эф-

эффективность влияния антропогенного фактора возрастает.

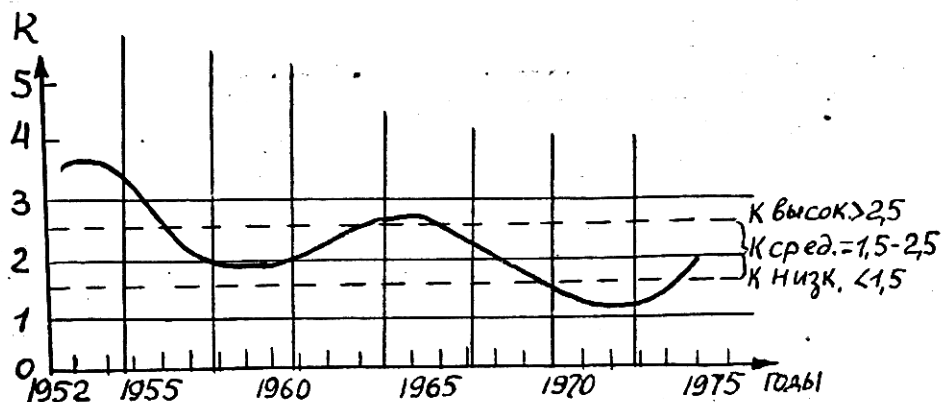


Рис. Изменения величин K в слое пересыщения.

$$K = \frac{M \times O_2}{100}, \text{ где } M - \text{метры,}$$

O_2 — % пересыщения).

Выводы :

1. Основной причиной периодических колебаний гидрологических и гидрохимических элементов является периодичность солнечной активности. Тенденция расширения сероводородной зоны и сокращения кислородной в Черном море обусловлены в основном длиннопериодными изменениями климатических условий в регионе.

2. Отмечено, что в последнее десятилетие выше галоклина гидрологические градиенты и градиенты кислорода уменьшаются, в галоклине возрастают, при этом снижается интенсивность обмена вод и поступление биогенных элементов в зону фотосинтеза.

3. На фоне обострения гидрологических градиентов в северо-западной части эффективность отрицательного влияния антропогенного фактора в этой зоне возрастает.

Литература

1. Георгиев Ю.С. О динамике холодного промежуточного слоя в Черном море. Сб.: Океанографические исследования Черного моря. Киев, Наукова думка, 1967, с.105-113.
2. Гололобов Я.К. Оценка состояния химической базы биологической продуктивности Черного моря и некоторые особенности ее формирования. Изд. "Пищевая промышленность". Труды АзЧерНИРО, 1964, в.23, с.33-47.
3. Гололобов Я.К., Елизаров А.А., Павлов В.А. и др. Приемы

оценки биопродуктивности морских районов по данным об океанографических характеристиках среды. Обзорная информация. Серия: Промысловая океанология, 1977, вып.5 с.17-23.

- 4. Жоров В.А. Структура поля кислорода в Черном море летом. Гидрохимические материалы 1982, т. 90, с.121-129.
- 5. Жоров В.А., Богуславский С.Г. и др. Закономерности пространственного распределения кислорода в Черном море в летний период. Геохимия 1981, № 9, с. 1397-1405.
- 6. Жоров В.А., Еремеев В.Н., Богуславский С.Г., Калашникова Ю.С. Особенности распределения и пространственно-временная изменчивость поля сероводорода в Черном море. "Геохимия", № 3, 1984, с. 421-429.
- 7. Зайцев Ю.П. Что происходит с Черным морем ? Химия и жизнь. 1979. № 4, с.80-84.
- 8. Рябинин А.И., Богачук В.М. К геохимии сероводорода в водах Черного моря. Геохимия, 1977, № 8, с.1257-1269.
- 9. Скопинцев Б.А. Формирование современного химического состава вод Черного моря. Гидрометеиздат, Л., 1975, с.335.