

*Аль-Бухайри Осам Ахмед*

## ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ КРАСНОГО МОРЯ

*Al Buhairi Osama Ahmed*

## CHANGES IN WATER TEMPERATURE IN THE SOUTHERN RED SEA

*В статье проанализированы изменения температурного режима поверхностных вод в двух точках южной части Красного моря за последнее столетие и особенно за последние 30 лет. Показано, что температура воды в течении XX века циклически колебалась. Определяющими фактором изменения температурного режима вод Красного моря являются изменения в характере циркуляции атмосферы Атлантического региона Северного полушария, и в Индо-Тихоокеанском секторе Южного полушария.*

*Ключевые слова: температура воды, Северо-Атлантическое колебание, Южное колебание.*

*Changes of a surface water temperature in two points at southern part of Red sea for last century and especially for last 30 years are analysed. It is shown that water temperature during the XX-th century cyclically fluctuated. Main factors of temperature change in water of Red sea are changes in character of atmospheric circulation of the Atlantic region of Northern hemisphere, and in Indo-Pacific sector of Southern hemisphere.*

*Key words: Water temperature, North-Atlantic Oscillation, Southern Oscillation.*

Красное море протянулось длинным коридором между Африкой и Аравийским полуостровом на 1932 км (рис. 1).

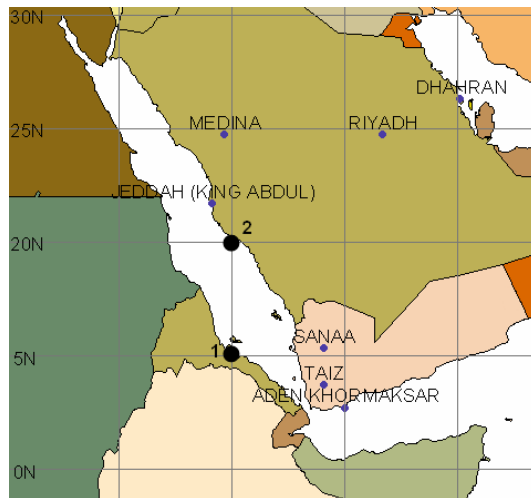


Рис. 1. Карта-схема Аравийского полуострова с указанием точек, в которых проведены температурные наблюдения

Метеорологические условия моря формируются под воздействием стационарных и сезонных барических центров действия атмосферы. Это отрог повышенного давления над Северной Африкой Азорского максимума давления и Исландского минимума над северной частью Средиземного моря, а также центров повышенного давления (зимой) над центральной Азией и пониженного давления (Азиатский минимум), а также в летний период. Летом циклон на севере Индии обуславливает западные ветры на южном побережье.

Воздействие указанных центров приводит к преобладанию в летний сезон северо-западных ветров по всей протяжённости моря. Зимой в самой южной части моря от Баб-эль-Мандебского пролива примерно до 18°с.ш. преобладают юго-восточные ветры, а севернее сохраняются северо-северо-западные ветры. [1]. Устойчивые ветровые потоки вдоль оси Красного моря прежде всего определяются гористым рельефом побережья, а смена ветров в южной части моря связана с муссонной циркуляцией в Аравийском море.

Температурный режим моря определяется этими особенностями атмосферной циркуляции и соответствующими им особенностями циркуляции вод. На рис.2 приведён сезонный ход поверхностной температуры воды в двух точках – с координатами 20,5°с.ш. и 40,5°в.д. (точка 2), и 15°с.ш. и 40° в.д. (точка 1).

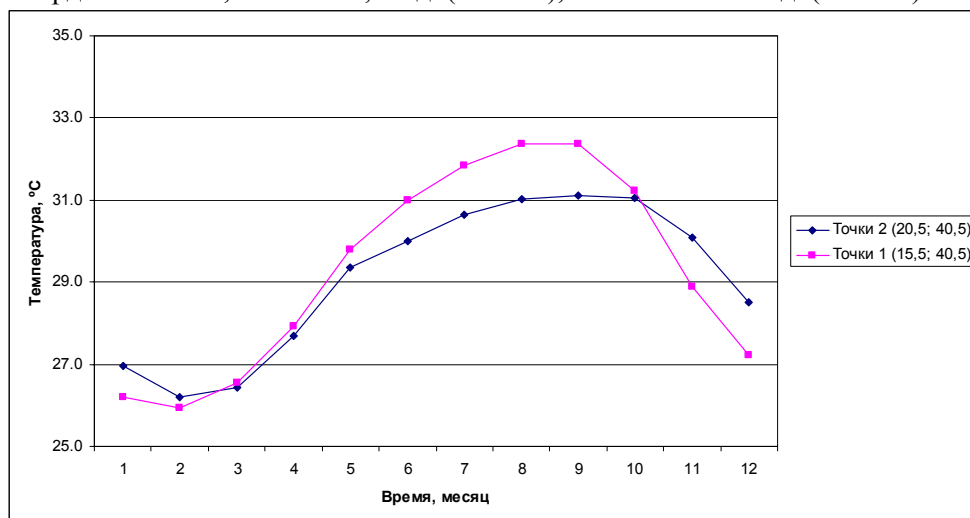


Рис. 2. Сезонный ход изменений температуры воды в точках 1 и точках 2

Как видно из рис. 2, сезонный ход температур очень схож в обеих точках. Различия сводятся к тому, что в летний период температура воды несколько выше (+32°С) в более южной части моря, чем в северной (+31°), а зимой – наоборот (+26 и +27°) соответственно. Это связано с тем, что летом имеет место сгон тёплых поверхностных вод к западному побережью моря и подъём к поверхности более холодных вод с глубины у восточного побережья. Зимой, особенно в самой южной части моря, при юго-восточных ветрах тёплые воды сго-

няются к восточному побережью и температуры на западе оказываются несколько ниже.

Исследование многолетней изменчивости температуры воды Красного моря затруднено отсутствием данных с начала века. Только в точке 1 наблюдения за температурой воды имеются с 1903 г. В точке 2 наблюдения проводились лишь с 1982 г. [3]. Поэтому наибольший интерес представляют изменения температуры воды в т. 1.

Изменения среднегодовой температуры воды в т. 1 приведены на рис. 3. Из рисунка видно, что температура воды за последнее столетие изменялась от +28,6°С до +29,9°С. Наибольшие температуры воды наблюдались в 30-е годы прошлого столетия, 60-е и 90-е годы, а наименьшие – в первое десятилетие, 40-е годы и 70-е. Таким образом, наблюдается колебание с периодом около 30-лет на фоне небольшого повышения температуры воды на 0,4°С за столетие. Особенно заметное повышение температуры воды наблюдалось во второй половине 80-х годов и 90-е годы. Если рассматривать изменения температуры воды за отдельные сезоны, то можно отметить наличие во все сезоны циклического колебания с периодом около 30 лет и тренда. Положительный тренд более выражен в осенне-зимний период (1,5–0,6°С за столетие), и заметно слабее в весенне-летний период (0,2°).

Спектральный анализ показал наличие в многолетней изменчивости колебаний среднегодовой температуры воды в т. 1 также циклических колебаний с периодом 20 лет, около 7 лет, а также с периодом 4–5 лет.

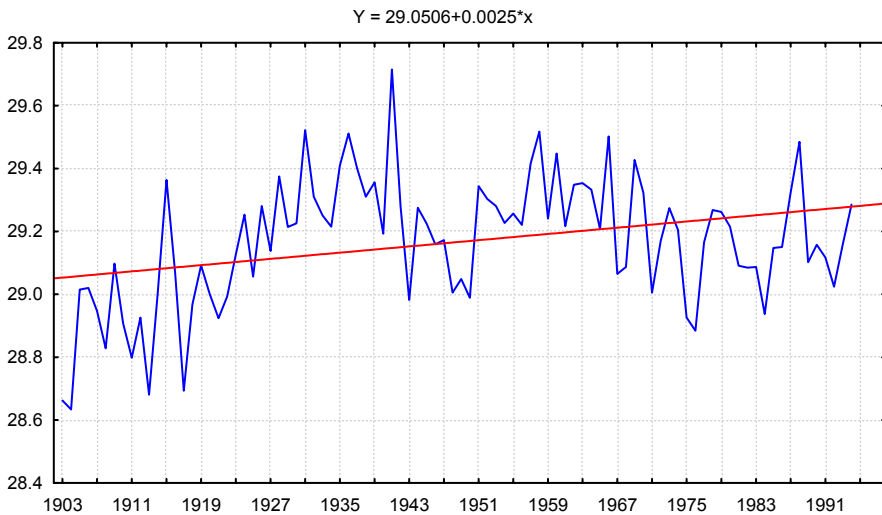


Рис. 3. Среднегодовая температура воды в точке 1 с координатами 15,5 ; 40,5

В точке 2, наблюдения в которой охватывают период 27 лет (рис. 4), хорошо видно повышение температуры в те же 90-е годы, и максимум, приходя-

щийся на конец 90-х годов. Как и в первой точке, это повышение более выражено в зимний период ( $0,4^{\circ}\text{C}$ ) и слабее всего в летний период ( $0,1^{\circ}\text{C}$ ).

В структуре изменчивости также как и в 1-й точке, заметно циклическое колебание с периодом около 7 лет и 4 года. Более длительных циклических колебаний из-за короткого периода наблюдений, естественно, выявить невозможно.

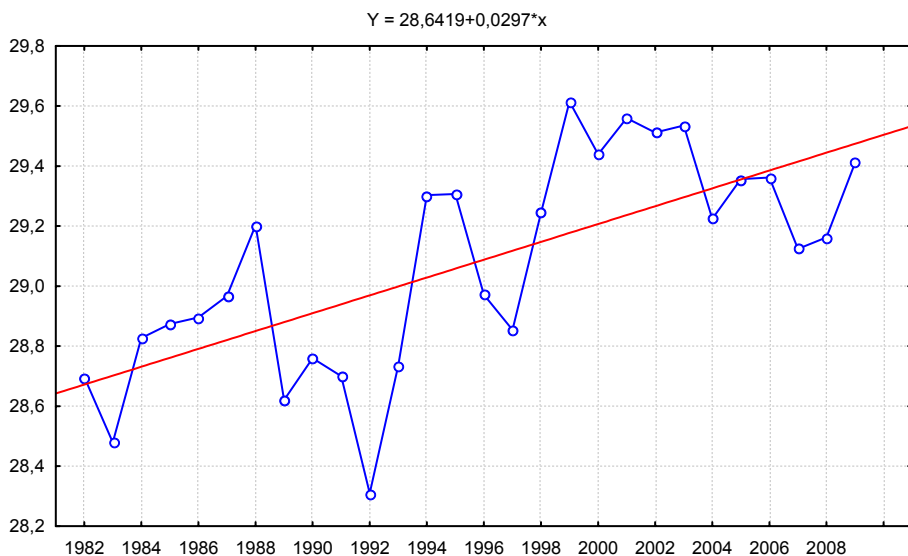


Рис. 4. Среднегодовая температура воды в точке с координатами 20,5 ; 40,5

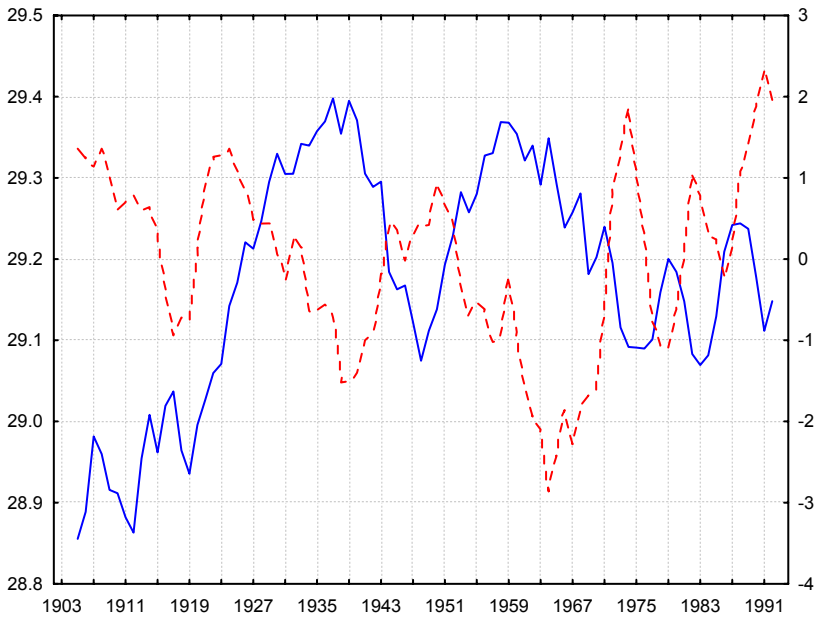
Интересно, что выявленные периоды циклических колебаний хорошо совпадают с теми, которые были получены при исследовании многолетней изменчивости индекса Северо-Атлантического колебания [2], который отражает интенсивность и положение центров действия атмосферы над северной Атлантикой, которые и определяют, как было сказано в начале статьи, преобладание северо-западных над Красным морем в течение года, и особенно в летний период.

Поэтому естественно было сопоставить изменения индекса NAO с изменениями температуры воды.

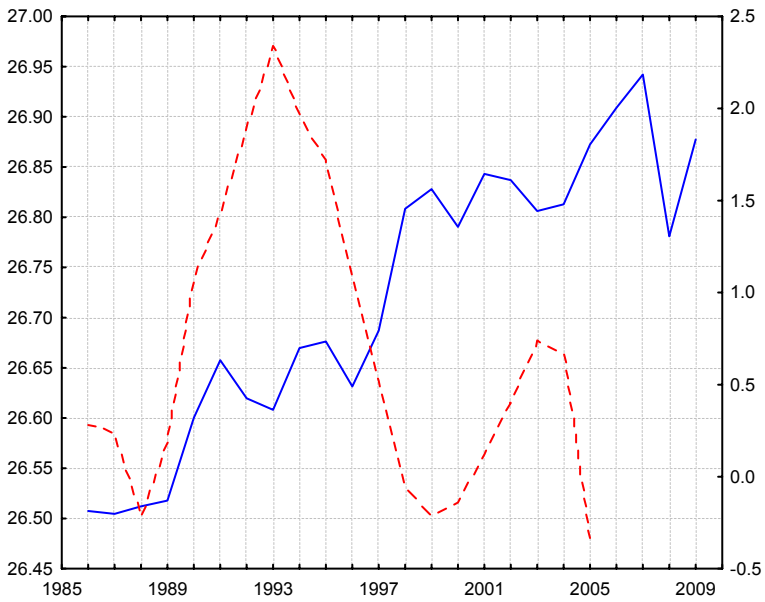
На рис. 5, а представлено сопоставление 5-летних скользящих средних значений NAO и температуры воды в точке 1 за весь столетний период наблюдений для среднегодовых значений температуры и за летний период. Коэффициент корреляции составляют  $-1,31$  и  $-1,41$  соответственно. Для периода 1982–2009 они равны  $-0,55$  и  $0,62$  соответственно.

На рис. 5, б представлено такое же сопоставление для точки 2. Учитывая более короткую длину ряда, коэффициенты корреляции в этом случае выше  $-0,49$  и  $-0,71$  соответственно.

Почему связь изменения температуры воды с индексом NAO отрицательная? Как было ранее установлено, увеличение индекса приводит к усилению



*a*



*б*

Рис. 5. Сопоставление 5-летних скользящих средних значений NAO (штриховая линия) и температуры воды в точке 1 (*a*) и температуры воды в точке 2 (*б*) (сплошные линии)

интенсивности циклической циркуляции в Северной Атлантике, смещение Исландского минимума на северо-восток и путём циклонов заметно к северу. При ослаблении индекса ослабевает интенсивность циркуляции, Исландский минимум смещается к югу, активирует область низкого давления над Средиземным морем, и циклоны следуют по южным траекториям, определяя характер циркуляции и над красным морем.

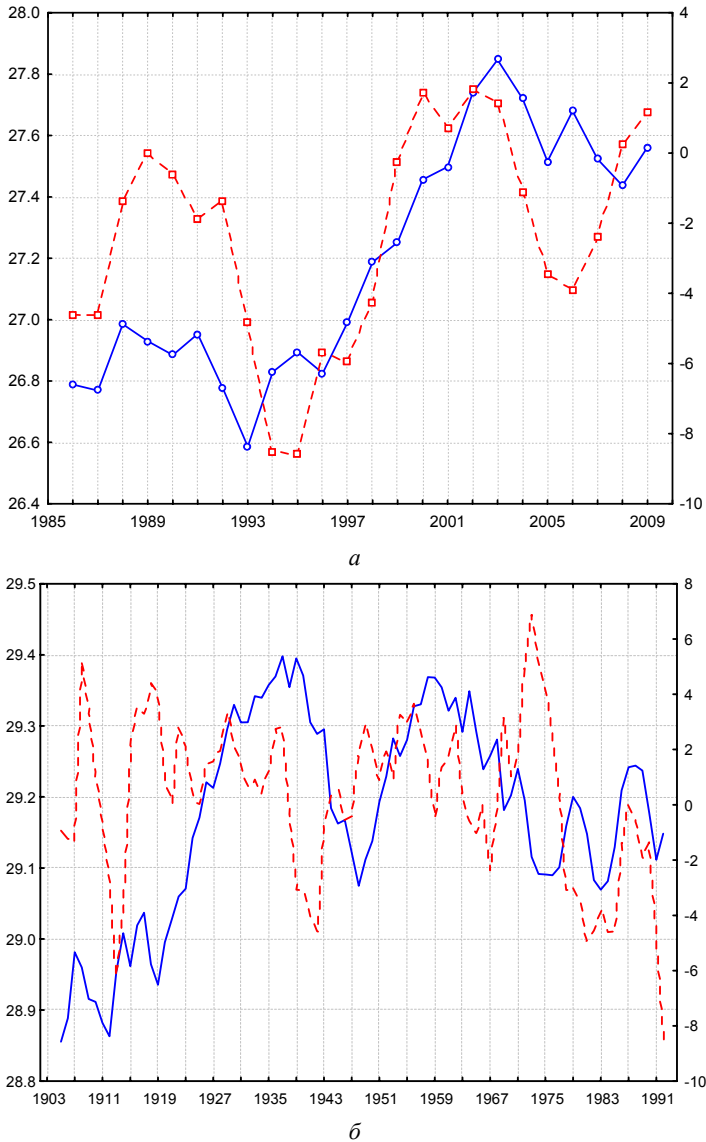


Рис. 6. Сопоставление пятилетних скользящих зимних значений температуры воды (сплошная линия) с SOI (штриховая линия) в точке 2 (а) и пятилетних скользящих среднегодовых значений температуры воды с SOI (штриховая линия) в точке 1 (б)

Поскольку обе точки располагаются в южной части Красного моря, а северная часть Индийского океана подвержена влиянию Южного колебания (SOI), то интересно было провести сопоставление колебаний температуры воды и Индексом Южного колебания, определяющего изменчивость климатических характеристик на большей части тихого и северной части Индийского океанов. При этом наибольшее влияние SOI на температуру воды должно проявляться в зимне-весенний период, когда в Южном полушарии наиболее высокие температуры. Действительно, сопоставление температуры воды с изменениями индекса SOI в т. 2 показывает, что в эти периоды коэффициенты корреляции значимы и составляют  $+0,59 \dots +0,54$ , т.е. с усилением индекса Южного колебания температура воды возрастает (рис. 6, а). У температуры воды и изменений индекса SOI в точке 1 коэффициенты корреляции низкие, влияние SOI значительно слабее в зимне-весенний период, и незначимо в остальные сезоны года, однако в целом за год связь положительна (рис. 6, б).

Таким образом, можно полагать, что изменения температуры воды за последнее столетие полностью определяются изменениями интенсивности и характера атмосферных процессов в Атлантическом секторе Северного полушария и в Индо-Тихоокеанском секторе Южного полушария, как, по-видимому, и все изменения климатических характеристик моря и прилегающих к нему территорий, в том числе и территории республики Йемен.

### **Литература**

1. *Косарев А.Н.* Физико-географические особенности. Красное море. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992, с. 8-26.
2. *Смирнов Н.П., Воробьев В.Н., Кочанов С.Ю.* Северо-Атлантическое колебание и климат. – СПб.: РГГМУ, 1998. – 121 с.
3. [http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/NOAA/NCEP/CPC/GHCN\\_CAMS/gridded/deg0p5/](http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/NOAA/NCEP/CPC/GHCN_CAMS/gridded/deg0p5/)