

Аль-Бухайри Осама Ахмед, Н.П. Смирнов

**СЕЗОННЫЕ И МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
ВОЗДУХА В РЕСПУБЛИКЕ ЙЕМЕН И ЮЖНОЙ ЧАСТИ
АРАВИЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА В XX И НАЧАЛЕ XXI ВЕКА**

Al-Buhairi Osama Ahmed, N.P. Smirnov

**SEASONAL AND LONG-TERM CHANGES OF TEMPERATURE
IN THE REPUBLIC OF YEMEN AND THE SOUTHERN ARABIA
XX–XXI CENTURY**

В статье проанализированы изменения температурного режима в Йемене и в целом на Аравийском полуострове за последнее столетие. Показало, что изменения температуры воздуха не были однородными по территории полуострова, наблюдались разнонаправленные тенденции, в их изменении определяющими фактором изменения температурного режима являются изменения в характере циркуляции атмосферы Атлантического региона Северного полушария и в Индоокеанском спектре Южного полушария.

Ключевые слова: температура воздуха, Северо-Атлантическое колебание, Индоокеанский антициклон, изменения климата, циркуляция атмосферы,

The changes of temperature regime in Yemen and arable peninsula in recent 100 year is studied. Results observed show that changes of air temperature is not homogeneous in the territory of Arabia peninsula. the main factor giving raise to changes in temperature regime is connected to changes in the regime of atmospheric circulation in over the pacific ocean(in the northern hemisphere)and Indian ocean.

Key words: Air temperature, North-Atlantic Oscillation, Indian Ocean anticyclone. Climate change, atmosphere circulation.

Изменения климатических условий в районе Аравийского полуострова на фоне изменяющегося климата в других районах планеты по непонятным причинам не нашли своего отражения за редким исключением [Аль-Бухайри, 2006] в научных исследованиях. Хотя район этот представляет несомненный интерес, поскольку расположен между двумя океанами Атлантическим и Индийским и, по-видимому, должен испытывать влияние циркуляции атмосферы как в системе Атлантического, так и Индийского океанов.

Особый интерес представляет исследование влияния Атлантики на изменение климата в этом регионе, поскольку это влияние, как показали последние исследования [Аль-Бухайри, 2006; Смирнов, 1998], сказывается не только в средних и высоких широтах большей части Северного полушария, но и заметно в Южном полушарии [Воробьев, 2003].

Кроме того, на фоне сложившегося мнения о “глобальном потеплении” интересно проанализировать, как оно проявляется в области расположенной между северным тропиком и экватором, с учётом того, что в Полярных регионах

планеты “глобальное потепление” не столь очевидно, как, казалось бы, должно было быть [Воробьев, 2003; Смирнов, 1998].

Для анализа сезонных и многолетних изменений температуры воздуха были использованы данные анализа температуры воздуха [http] в 7 точках (рис. 1), координаты которых приведены в табл. 1.



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

Таблица 1

Координаты точек, в которых анализировались изменения температуры воздуха

№ точки	Координаты		Временной интервал	Строка
	Широта, °с.ш.	Долгота, °в.д.		
1	15	50	С 1891 по 1996	Йемен
2	15	45	С 1848 по 2009	Йемен (Сана)
3	20	55	С 1848 по 2009	Оман
4	25	50	С 1891 по 1996	Саудовская Аравия (Дхахран)
5	25	40	С 1891 по 1996	Саудовская Аравия (Медина)
6	20	40	С 1891 по 1996	Саудовская Аравия
7	30	40	С 1891 по 1996	Саудовская Аравия

Точки выбирались с учётом наличия максимальной длины ряда наблюдений и нахождения их как в сухой, так и в более влажной частях полуострова, а также как на побережье, так и в более удалённых от берега районах.

В табл. 2 приведены статистические характеристики среднегодовых и среднесезонных значений температуры воздуха за рассматриваемые временные интервалы.

Изменения среднегодовой температуры на территории Аравийского полуострова невелики и варьируют в пределах от 25 до 28,5 °С. Минимальные значения температур варьируют от 24 до 27°С, а максимальные от 26 до 31 °С.

Размах колебаний среднегодовых значений температур за период более 100 лет составил от 1,5 °С в точке 6, до 4,2 в точке 2, т.е. различия между максимальными и минимальными значениями среднегодовых температур за последнее столетие на рассматриваемой территории также не велики. Есть все основания считать, что на Аравийском полуострове среднегодовые температуры воздуха в целом менялись незначительно.

Таблица 2

Статистические характеристики изменений температуры воздуха на Аравийском полуострове за рассматриваемые периоды

№ точки	Период осреднения	Среднее значение, °С	Минимальное значение, °С	Максимальное значение, °С	Размах колебаний, °С	Стандартное отклонение, σ
1	Год	27,7	26,7	28,9	2,2	1,4
	Зима	24,4	22,8	25,9	3,1	0,6
	Весна	27,8	26,9	29,8	2,9	0,5
	Лето	30,3	28,8	31,9	3,1	0,5
	Осень	28,1	26,5	29,6	3,1	0,7
2	Год	28,4	26,5	30,7	4,2	1,1
	Зима	22,1	19,9	24,2	4,3	1,1
	Весна	29,0	24,9	31,5	6,6	1,3
	Лето	34,9	29,2	38,4	9,2	1,5
	Осень	27,5	24,3	31,5	7,2	2,2
3	Год	26,7	25,0	28,0	3,0	0,7
	Зима	19,1	17,3	20,6	3,2	0,7
	Весна	28,0	26,4	29,4	3,0	0,8
	Лето	32,9	29,7	35,7	6,0	1,4
	Осень	26,9	25,4	28,3	2,8	0,7
4	Год	26,5	25,1	28,3	3,2	0,6
	Зима	18,1	16,1	20,1	4,0	0,8
	Весна	25,6	23,8	28,7	4,9	0,9
	Лето	34,0	32,5	36,4	3,9	0,8
	Осень	28,3	26,8	30,6	3,8	0,7
5	Год	27,3	26,0	30,1	4,1	0,8
	Зима	19,8	17,3	23,3	6,0	1,0
	Весна	27,0	25,3	30,0	4,7	0,9
	Лето	34,0	32,4	37,7	5,3	0,9
	Осень	28,3	26,3	31,1	4,8	1,1
6	Год	28,5	27,8	29,3	1,5	0,4
	Зима	24,9	23,1	26,7	3,6	0,7
	Весна	27,5	26,1	29,4	3,3	0,7
	Лето	32,0	30,4	33,3	2,9	0,5
	Осень	29,5	28,0	30,8	2,8	0,5
7	Год	25,1	23,9	26,4	2,5	0,5
	Зима	14,5	11,8	17,0	5,2	1,1
	Весна	24,9	22,8	26,6	3,8	0,8
	Лето	34,6	33,3	36,3	3,0	0,6
	Осень	26,3	24,4	28,0	3,6	0,7

Если брать средние значения температуры воздуха за отдельные сезоны, то различие между максимальными и минимальными значениями здесь значительно больше. Самые большие различия в зимний период наблюдаются в северном регионе (более 5 °С), а самые большие различия в летний и переходные сезоны характерны для юго-западной части Аравийского полуострова в горных районах (до 9 °С).

Зимой наиболее холодно на севере региона, а летом несколько ниже температуры на побережье. Прибрежные территории характеризуются и наиболее устойчивым температурным режимом в течение года (точки 1, 6).

Рассмотрим теперь, как менялись температурные условия на Аравийском полуострове во времени. Если рассматривать средние значения температуры воздуха за отдельные десятилетия (табл. 3), то можно отметить следующее. Первая половина прошлого столетия была тёплой на юго-западе полуострова (т. 1, 2 и 6). В то же время на самом юго-востоке эти годы были более холодными (т. 2). Заметно похолодало в 70–80-е годы прошлого столетия и на юге полуострова (т. 1), температура воздуха здесь были ниже температур, которые наблюдались в начале прошлого века. Самым холодным десятилетием на севере полуострова (т. 7) были в 80-е годы, а на побережье Аденского залива (т. 1) были годы 1970–1979 (т. 1). В горах на юго-западе (т. 2) самыми холодными были 90-е годы прошлого столетия.

Таблица 3

Средние за год значения температуры воздуха в различных точках Аравийского полуострова за отдельные десятилетия XX и XXI столетия

Годы	Точки						
	1	2	3	4	5	6	7
1900–1909	27,5	–	–	26,1	26,7	28,2	24,9
1910–1919	27,6	–	–	26,0	26,7	28,2	24,9
1920–1929	27,8	–	–	26,3	27,1	28,5	25,2
1930–1939	28,0	–	–	26,3	27,3	28,9	25,3
1940–1949	27,9	–	–	26,3	26,8	28,2	25,0
1950–1959	27,7	29,7	25,7	26,5	27,1	28,3	25,3
1960–1969	27,9	29,1	26,8	27,1	27,3	28,5	25,6
1970–1979	27,1	28,8	26,9	26,9	28,3	28,5	25,2
1980–1989	27,2	27,8	26,9	27,2	28,3	28,8	24,8
1990–1999	28,3	27,6	26,7	27,6	28,2	28,8	25,8
2000–2009	–	27,8	27,4	–	–	–	–

Самыми жарким десятилетием на севере полуострова (т. 7) были 60-е годы прошлого столетия, а на побережье Красного моря (т. 6) – 30-е годы, а на побережье Аденского залива самым жарким десятилетием было первое десятилетие XXI в, а на побережье Красного моря (т. 6) 30-е годы и конец XX столетия.

Таким образом, табл. 3 наглядно демонстрирует, что даже на относительно небольшом пространстве Аравийского полуострова изменения температуры воздуха были достаточно неоднородными за последние 50–100 лет.

Если рассматривать линейные тренды (табл. 4 и рис. 2 и 3), то можно прийти к следующим выводам.

Таблица 4

Линейные тренды и стандартные отклонения изменений температуры воздуха в различных точках Аравийского полуострова, рассчитанные за последние 50 лет

Точки	Среднегодовые значения, °С		Зимние значения, °С		Летние значения, °С	
	<i>t</i>	σ	<i>t</i>	σ	<i>t</i>	σ
1	-0,05	0,41	0,18	0,56	0,15	0,53
2	-2,05	1,14	-1,43	1,06	-0,28	1,46
3	1,16	0,7	-0,36	0,71	2,97	1,40
4	0,76	0,63	0,32	0,8	0,98	0,82
5	0,90	0,83	0,72	1,03	0,96	0,93
6	0,18	0,39	0,22	0,65	0,44	0,51
7	0,23	0,54	0,02	1,05	0,31	0,59

Наиболее повысились среднегодовые значения температуры воздуха за последние 50 лет прошлого столетия в центральной части Аравийского полуострова (т. 4, т. 5). При этом повышение характерно для всех сезонов, однако слабее всего это повышение коснулось зимнего сезона. Так, для т. 4 повышение температуры воздуха в зимний период не значимо.

Заметно повысилась температура воздуха за последние 50 лет и в т. 3. Особенно заметно это проявилось в повышении летних температур. Что касается зимних температур, то в этот сезон в этом регионе наметилась хоть и слабая (не значимая) тенденция к понижению температуры.

В противоположность трём предыдущим точкам, в горном районе Йемена наметилась заметное похолодание. Особенно сильно оно выразилось осенью (-5,05 °С) и очень слабо в летний период, когда оно не значимо.

В точках 1, 6 и 7 значимых трендов не наблюдалось. Очень слабые тенденции, при этом разнонаправленные в различные сезоны, не превосходили 0,2–0,3 °С.

Таким образом, изменения температуры воздуха на Аравийском полуострове на основе анализа трендов, ещё раз подтверждает отсутствие направленных изменений температуры воздуха во второй половине XX столетия. В центральной части полуострова (в районах активной добычи нефти) и на юго-востоке наблюдалось повышение температур воздуха. На юго-западе, в горных районах – её понижение. В прибрежных районах и на севере полуострова температура воздуха заметно не изменилась. Этот результат не свидетельствует в поддержку глобального потепления на Земле в последние 50 лет.

Структура многолетней изменчивости температуры воздуха на Аравийском полуострове исследовалась с использованием спектрального анализа и также оказалась различающейся в различных точках полуострова. На рис. 4 в качестве

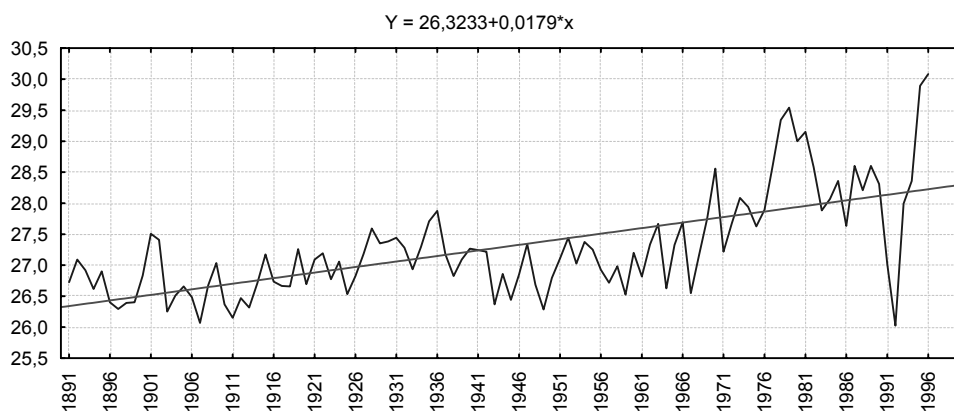
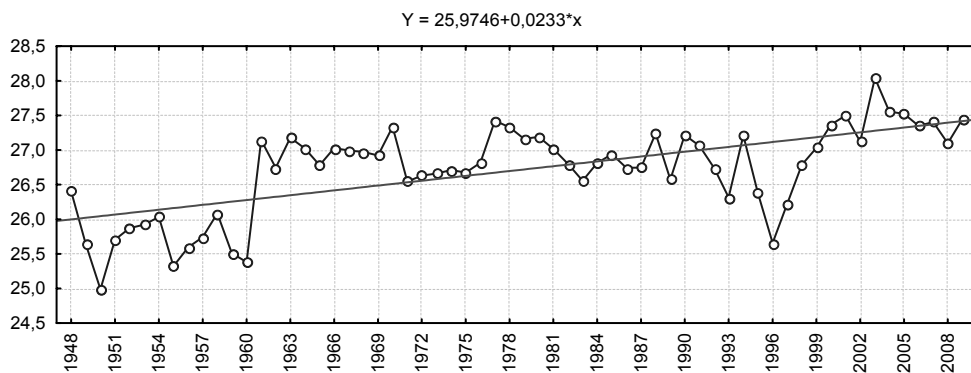
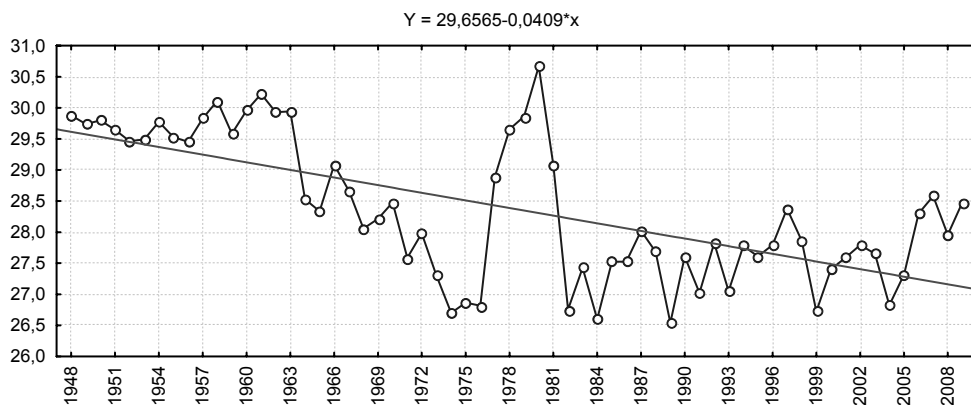


Рис. 2. Линейные тренды изменения среднегодовых значений температуры воздуха для точек 2 (а) 3 (б), 5 (в)

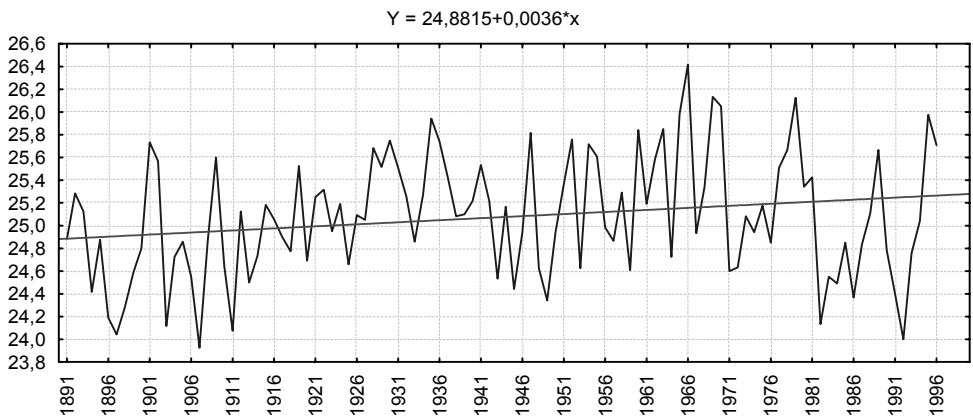
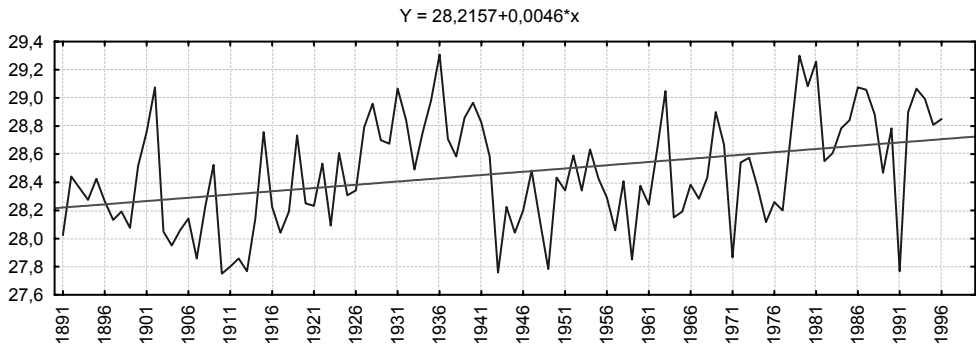
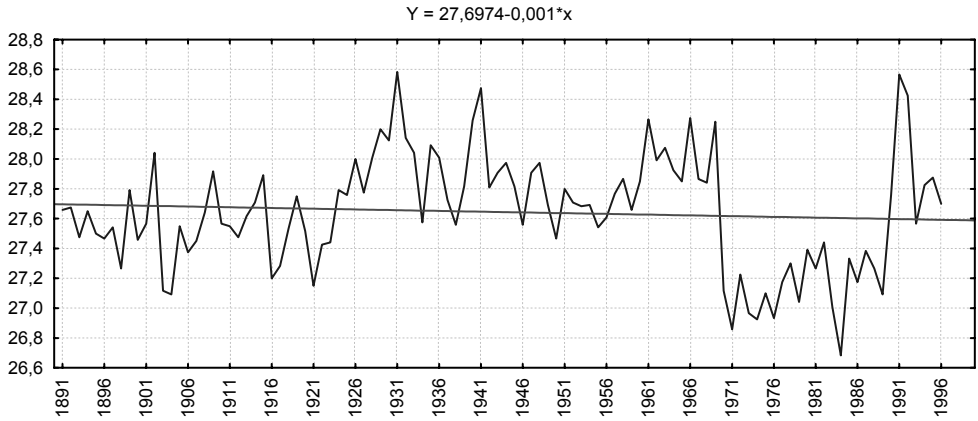


Рис. 3. Линейные тренды изменения среднегодовых значений температуры воздуха для точек 1(а), 6 (б), 7 (в)

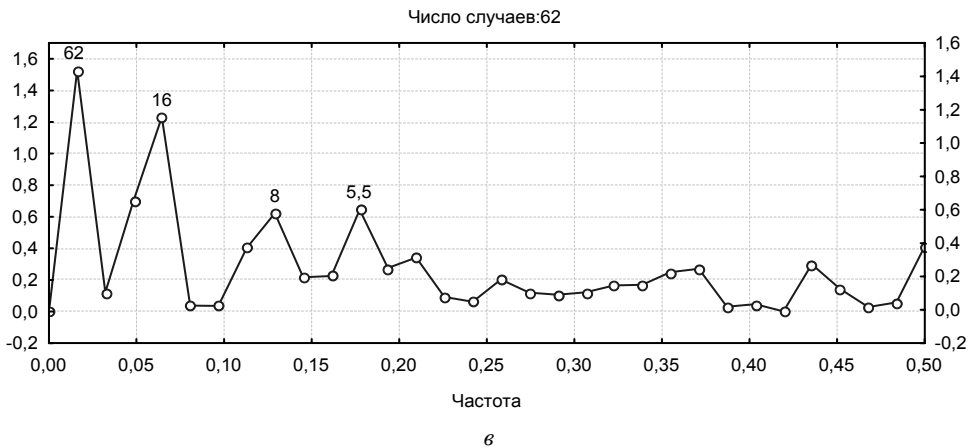
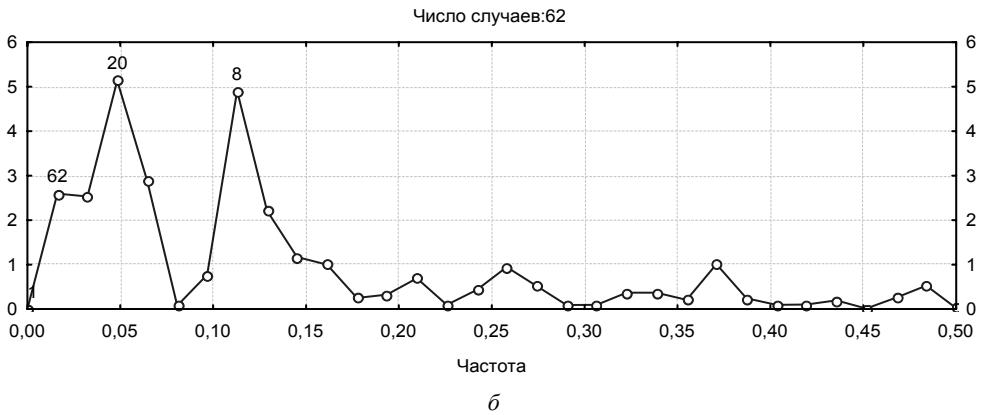
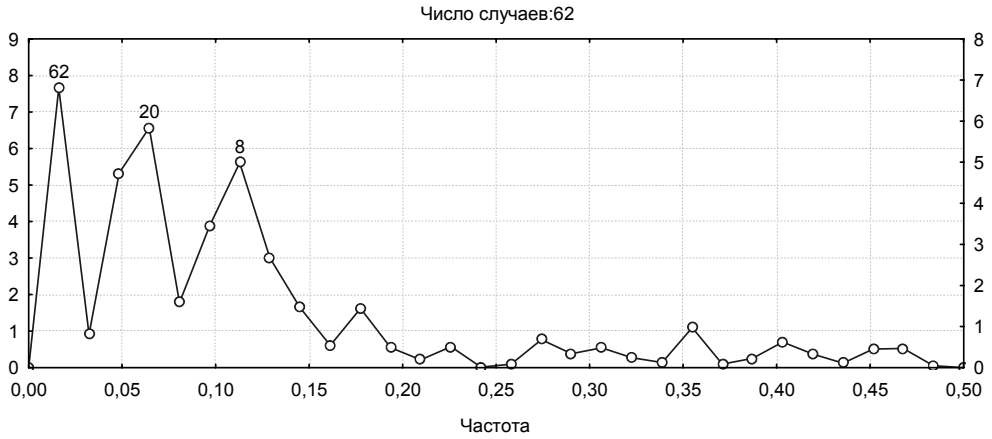


Рис. 4. Спектры многолетней изменчивости среднегодовой температуры воздуха в точке 2(*a*), 5(*б*), 6(*в*)

примера приведены спектры изменений температуры воздуха в среднем за год в точках. Видно, что в т. 2, 5 и 6 основными циклическими колебаниями, определяющими структуру изменчивости температуры воздуха, являются колебания с периодами около 60, 20 и 8 лет. В точке 6 заметно также колебание с периодом 8–9 лет и около 5 лет.

В точке 3, как и в первых трёх, очень заметны колебания с периодами около 60 и 20 лет, практически отсутствует колебание с периодом около 8 лет, но появляется колебание с периодом около 12 лет. В точках 4 и 7 самую большую амплитуду имеет колебание с периодом около 8,8 года и колебание с периодом около 30 лет. В точке 7 очень заметно также и колебание с периодом около 5 лет.

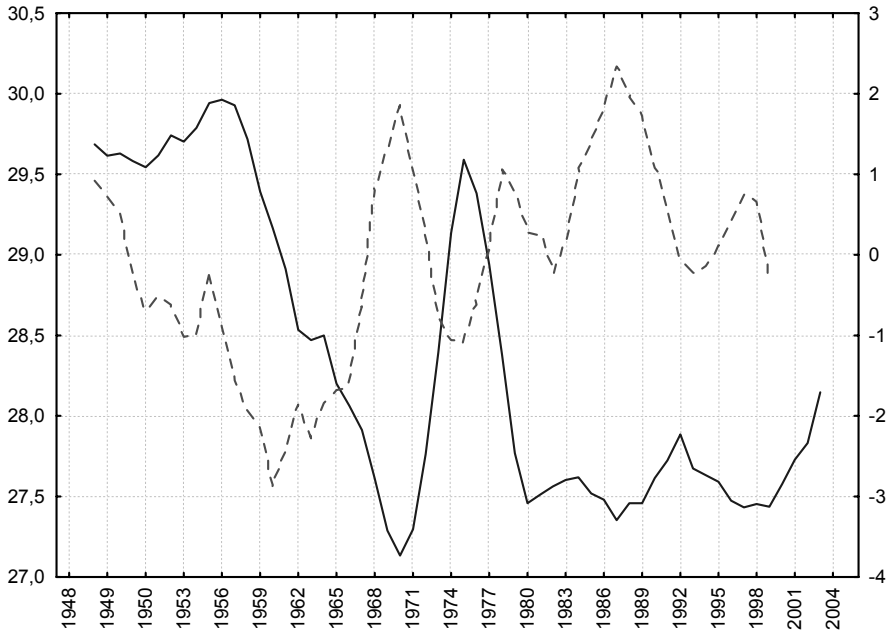
В целом же можно отметить, что в рассматриваемом регионе наиболее выражены колебания температуры с периодами около 8 лет, 20 и 60 лет. Интересно то, что такая структура изменчивости характерна для атмосферной циркуляции северо-атлантического региона нашей планеты. Индекс Северо-Атлантического колебания (NAO) имеет именно такую структуру многолетней изменчивости. [Аль-Мурейш, 2006]

В связи с этим были сопоставлены долгопериодные изменения температуры воздуха на Аравийском полуострове с изменениями индекса Северо-Атлантического колебания. На рис. 5 и 6 приведено сопоставление скользящих средних значений за пятилетку температуры воздуха в среднем за год и за зимний период и индекса Северо-Атлантического колебания для самой северной точки 7 и точки 2, расположенной на юге в горном районе. Коэффициенты корреляции для точки 2 составляют $-0,62$ (для среднегодовых значений) и $-0,70$ для зимних значений. Для точки 7 эти значения соответственно равны $-0,60$ и $-0,73$.

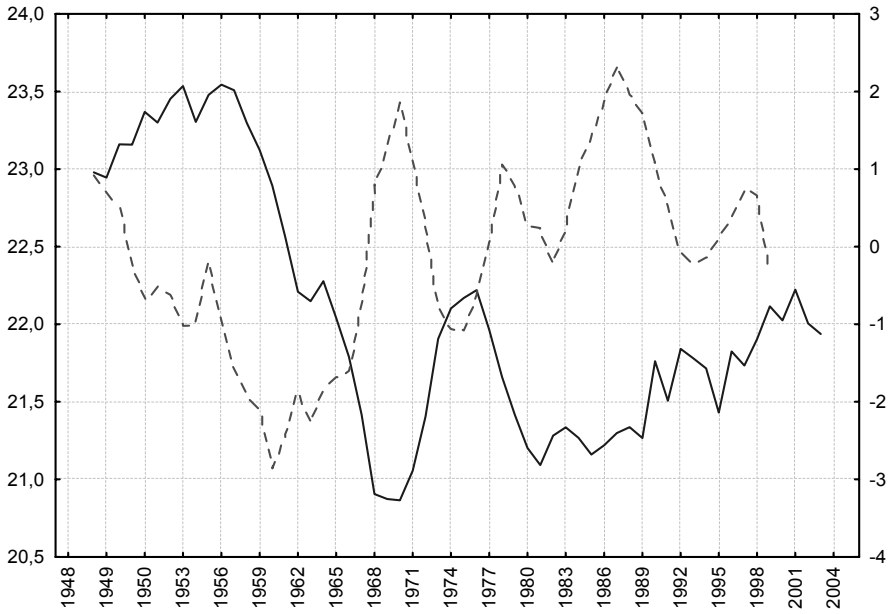
Для других точек коэффициенты корреляции между индексом NAO и температурой воздуха ниже, но, тем не менее, для зимних значений температуры они везде значимы. Это позволяет полагать, что определённое влияние на изменения температур воздуха на полуострове, особенно в зимний период оказывают атмосферные процессы над Северо-Атлантическим регионом северного полушария. Коэффициенты корреляции между температурой воздуха зимой и индексом NAO равны: $-0,50$ (т. 3), $-0,62$ (т. 4) и $-0,49$ (т. 6).

Можно предполагать, что на температуру воздуха, особенно на южном побережье Аравийского полуострова, может оказывать интенсивность и положение Индоокеанского антициклона. Такие расчёты были проделаны для точек 1, 2 и 3. Оказалось, что наблюдается значимая связь температуры воздуха с положением антициклона по широте и долготе и интенсивностью для точки 1, расположенной непосредственно на побережье Индийского океана, и точки 3, расположенной на юго-востоке.

Сопоставление температуры воздуха и давления в центре антициклона показывает, что с усилением интенсивности антициклона наблюдается и повышение температуры. Особенно это характерно для т. 3, т.е. для юго-восточной части Аравийского полуострова (рис. 7) На юго-западе это влияние заметно слабее.

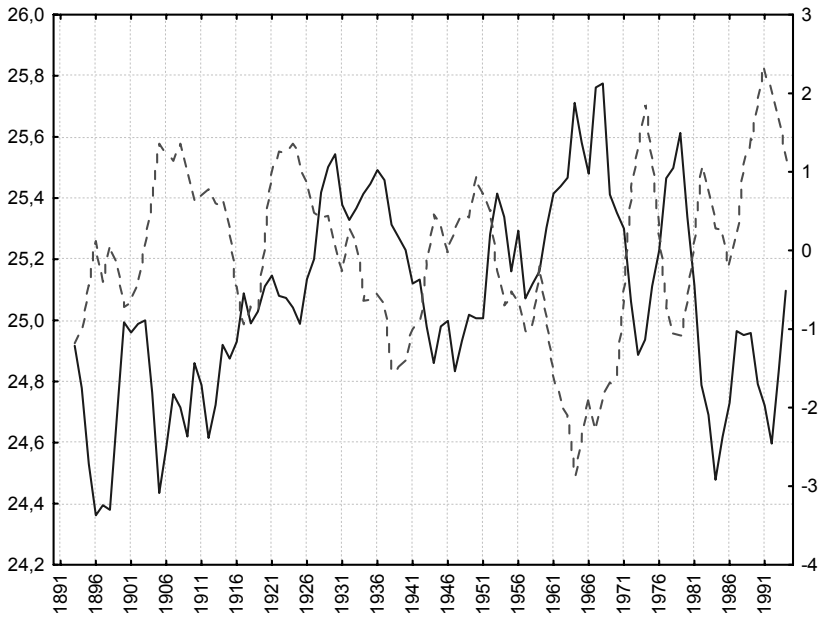


a

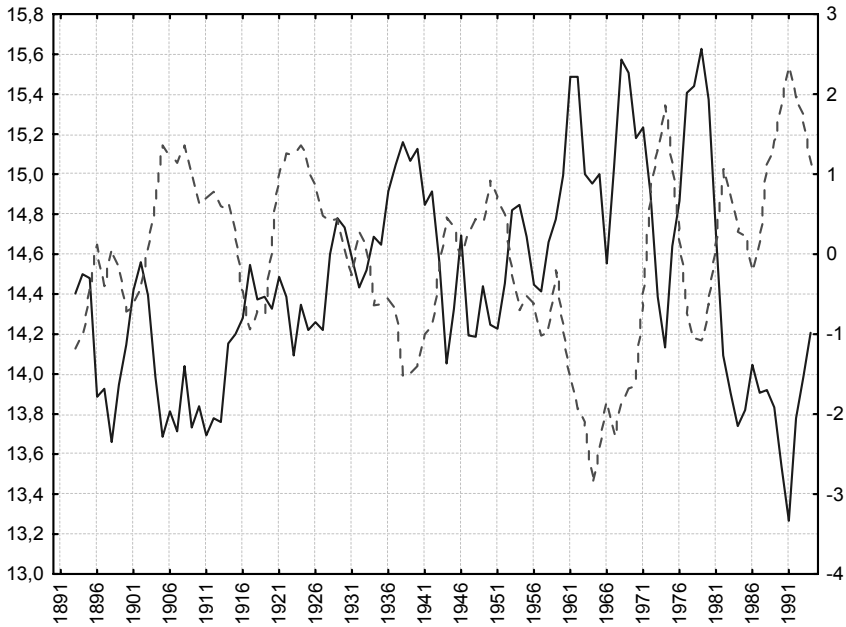


б

Рис. 5. Сопоставление пятилетних скользящих средних значений NAO (штриховая линия) и температуры воздуха T °C в точке 2 в среднем за год (a) и за зимний период (б)

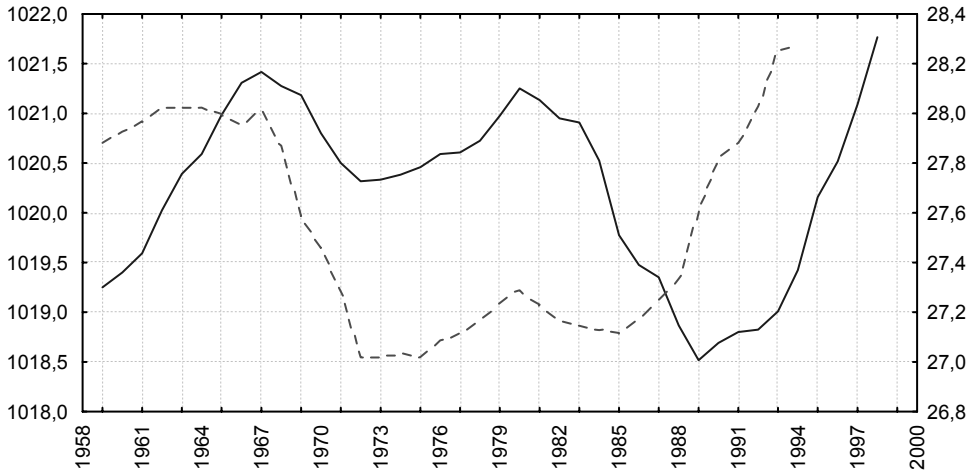


a

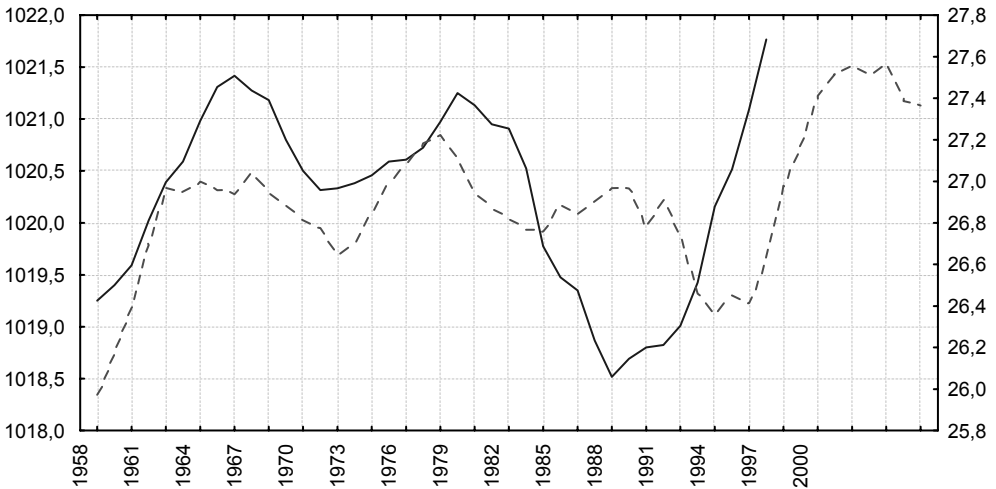


б

Рис. 6. Сопоставление пятилетних скользящих средних значений NAO (штриховая линия) и температура воздуха T °C в точке 7 в среднем за год (*a*) и за зимний период (*б*)



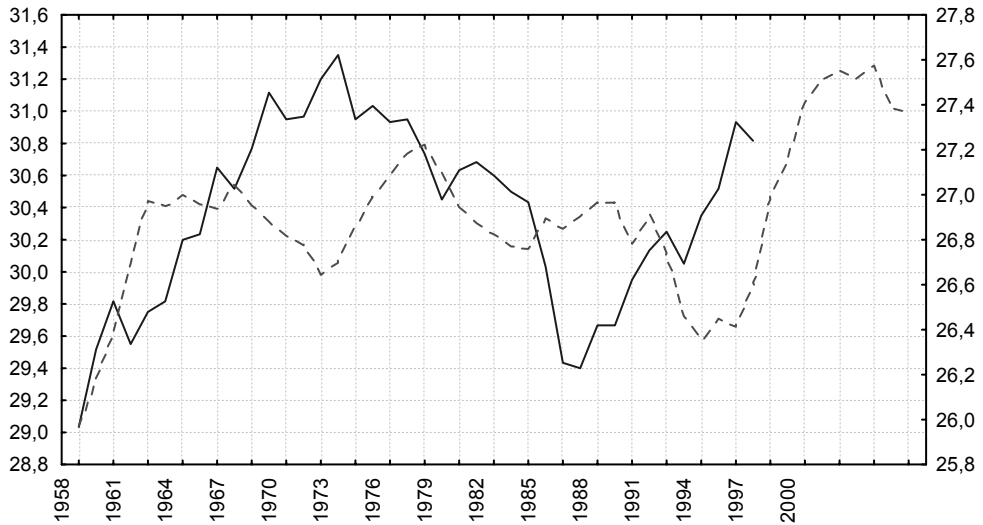
a



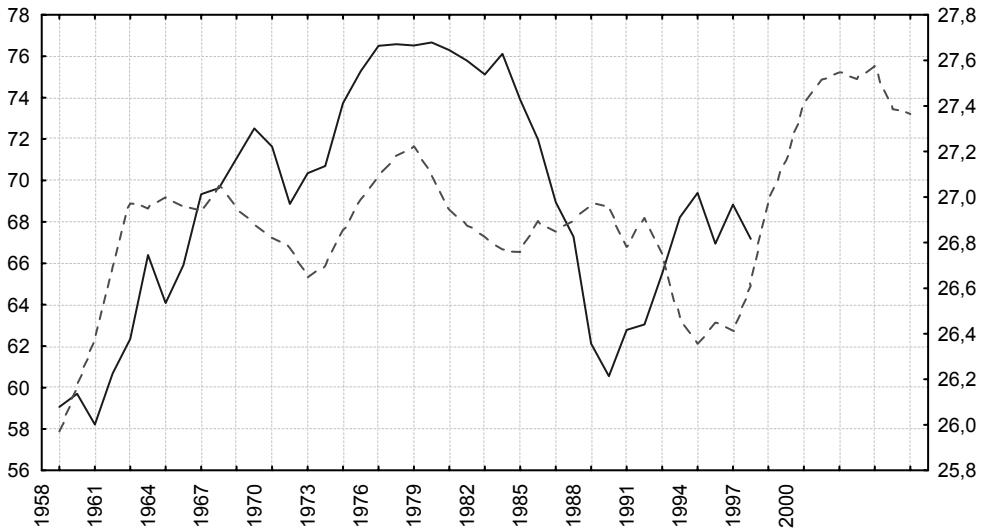
b

Рис. 7. Сопоставление среднегодовых значений температуры воздуха в т. 1(a) и 3(б) с изменениями давления в центре индоокеанского антициклона

На изменение температуры влияет также и положение антициклона. При увеличении широты и долготы центра антициклона, т.е. его удалении от Аравийского полуострова, имеет место уменьшение температур воздуха на юго-востоке Аравийского полуострова (рис. 8).



a



б

Рис. 8. Сопоставление среднегодовых значений температуры воздуха в т. 3 со среднегодовыми значениями широты (*a*) и долготы (*б*) центра Индоокеанского антициклона

Таким образом, из всего сказанного можно сделать следующее заключение:
 – изменение температуры воздуха на Аравийском полуострове в течение прошлого столетия и начале текущего не было однородным – в каждой конкретной точке полуострова имело свои особенности;

– гипотеза о глобальном потеплении на основе данных об изменении температуры воздуха на Аравийском полуострове не подтверждается;

– многолетние колебания температуры воздуха определяются характером изменения циркуляции атмосферы в Северной Атлантике и северной части Индийского океана.

Литература

1. *Аль Музейи Халед Абдо Саид Али, Фруммин Г.Т.* (2006) Проблемы водообеспечения в Республике Йемен // Тез. докл. Итоговой сессии ученого совета РГГМУ (25–26 января 2006 г.). – СПб.: изд. РГГМУ, с. 112–113.
2. *Воробьев В.Н., Смирнов Н.П.* Арктический антициклон и динамика климата Северной Полярной области. – СПб.: изд. РГГМУ, 2003. – 81 с.
3. *Воробьев В.Н., Саруханян Э.И., Смирнов Н.П.* “Глобальное потепление” – гипотеза или реальность? // Уч. зап. РГГМУ. 2005. № 1, с. 6–21.
4. *Воробьев В.Н., Саруханян Э.И., Смирнов Н.П.* Сезонная изменчивость характеристик центров действия атмосферы Южного полушария // Уч. зап. РГГМУ. 2008. № 8, с. 47–61.
5. *Смирнов Н.П., Воробьев В.Н., Кочанов С.Ю.* Северо-Атлантическое колебание и климат. – СПб.: изд. РГГМУ, 1998. – 121 с.
6. *Смирнов Н.П., Саруханян Э.И., Розанова И.В.* Циклонические центры действия Южного полушария и изменения климата. – СПб.: изд. РГГМУ, 2004. – 217 с.
7. http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP/.CPC/.GHCN_CAMS/.gridded/.deg0p5/