

Аномалии поверхностной температуры Черного моря в годы четного и нечетного циклов солнечной активности

С использованием данных реанализа *NCEP/NCAR* и регионализованной версии реанализа *ERA-40* проведен анализ изменчивости зимних аномалий атмосферного давления, приземной и поверхностной температур западной и восточной частей Черного моря в годы четного и нечетного циклов солнечной активности (в годы отрицательной и положительной полярности магнитных полей ведущих пятен групп пятен северного полушария Солнца). Найден устойчивый отрицательный линейный тренд разности аномалий давления между западной и восточной частями моря в годы четного цикла и положительный тренд – в годы нечетного цикла. В западной части моря наблюдается рост поверхностной температуры от начала к концу четного цикла и похолодание моря от начала к концу нечетного цикла. В восточной части моря линейные тренды аномалий температуры в пределах четного и нечетного циклов не значимы. В годы четного цикла зимняя поверхностная температура всего моря ниже климатической нормы, а в годы нечетного цикла – выше.

Ключевые слова: аномалии атмосферного давления, аномалии приземной и поверхностной температур, солнечная активность.

Введение. Динамические и термические поля Черного моря изучены достаточно подробно [1, 2]. В последние годы исследуются трендовые характеристики изменчивости гидрофизических полей моря [3 – 5]. В статье [6] с привлечением индекса Североатлантического колебания (САК) и градиента поверхностной температуры между Саргассовым и Черным морями (индекс СЧМ) найдено, что в годы с $САК \geq 1$ и $СЧМ \geq 1$ в регионе Черного моря наблюдаются отрицательные аномалии приземной и поверхностной температур. В годы с $САК \leq -1$ и $СЧМ \leq -1$ в Черноморском регионе преобладают положительные аномалии температур. В работах [5, 7] показано, что существуют заметные различия в структуре гидрофизических полей между западной и восточной частями моря.

Известно [6], что на динамику и термические поля моря оказывают влияние региональные особенности циркуляции атмосферы, характеризующиеся индексом САК. При этом положительная фаза САК наиболее вероятна в годы, относящиеся к четному циклу, а отрицательная – в годы нечетного цикла солнечной активности (с.а.) [6]. Четность цикла с.а. используется в данном контексте в соответствии с терминологией работы [8], где показано, что в периоды нечетных циклов полярность магнитных полей ведущих пятен групп пятен северного полушария Солнца положительна (северная), а в годы четных циклов – отрицательна (южная). С учетом результатов, полученных в статье [9], становится актуальным исследование процессов, формирующих аномалии поверхностной температуры в различных частях моря в годы четного и нечетного циклов с.а.

Целью настоящей работы является исследование аномалий поверхностной температуры в западной и восточной частях Черного моря с учетом изменчивости приземного барического поля в разные фазы 11-летнего цикла солнечной активности (11-л.ц.).

Использованный материал и методика обработки. Для решения поставленной задачи использовались данные реанализа *NCEP/NCAR* [10] за 1948 – 1996 гг. и реанализа *ERA-40* [11] за 1958 – 2001 гг., пересчитанные на сетку с пространственным разрешением 25×25 км при помощи региональной модели климата *HadRM3P* [12]. Численный эксперимент по регионализации реанализа описан в работах [13, 14]. Рассчитывались осредненные за январь – март аномалии приземного давления P' (гПа), приземной t'_a ($^{\circ}\text{C}$) и поверхностной t'_w ($^{\circ}\text{C}$) температур. Рассматривались западная и восточная части Черного моря. Для расчета аномалий упомянутых выше гидрометеорологических элементов из массива *NCEP/NCAR* выбирались их значения в точках с координатами $\varphi = 42^{\circ}$ с.ш., $\lambda = 28,5; 31,25; 33,75^{\circ}$ в.д. (западная часть) и $\varphi = 42^{\circ}$ с.ш.; $\lambda = 35,25; 38,75^{\circ}$ в.д. (восточная часть). В расчеты аномалий давления и температуры воздуха по западной части моря добавлялись расчеты еще для одной точки, расположенной на $\varphi = 45^{\circ}$ с.ш. и $\lambda = 33,75^{\circ}$ в.д. По восточной части также добавлялся расчет для точки с координатами $\varphi = 45^{\circ}$ с.ш.; $\lambda = 38,75^{\circ}$ в.д. Это было сделано для расширения области оценок аномалий приземного давления и температуры воздуха. Таким образом, аномалии давления и приземной температуры воздуха (ПТВ) оценивались по всем точкам массива *NCEP/NCAR*, расположенным на акватории Черного моря. Аномалии поверхностной температуры моря (ТПМ) рассчитывались только для точек, расположенных в окрестности 42° с.ш., т. е. для южной части моря.

Разность аномалий атмосферного давления между западной и восточной частями моря вычислялась следующим образом. Из осредненных за зимний сезон каждого года (январь – март) аномалий давления P' по всем точкам западной области вычитались соответственно осредненные по всем точкам восточной области аномалии P' . Полученный таким образом ряд разностей аномалий давления обозначался как $\Delta P'$. Аномалии t'_a и t'_w представляли собой разность между средней за январь – март текущего года температурой в каждой точке и средней за эти же месяцы и в этой же точке температурой за 1948 – 1996 гг. Для оценки межгодовой изменчивости величин t'_a и t'_w в годы четного и нечетного циклов с.а. проводилось осреднение аномалий температуры по всем точкам восточной и западной частей моря соответственно.

Исследование пространственного распределения аномалий поверхностной температуры проводилось с использованием регионализованной версии реанализа *ERA-40* по всему морю. В этом случае значения t'_w получались путем вычитания из средних за январь – март температур, рассчитанных за годы четного и нечетного циклов с.а. по всему массиву для каждой точки, средних за январь – март 1958 – 2001 гг. величин t_w в каждой точке акватории.

Связь временной изменчивости величин $\Delta P'$, t'_a и t'_w с циркуляцией атмосферы в Атлантико-Европейском секторе определялась с использованием ин-

декса САК [15]. Значения индекса САК, осредненные за декабрь – март, брались из материалов сайта <http://www.cgd.ucar.edu/-cas/catalog/climind/>.

Значимость временной и пространственной изменчивости $\Delta P'$, t'_a и t'_w оценивалась с использованием стандартных процедур [16].

Полученные результаты и их анализ. Известно, что барическое поле Черного моря формируется циркуляцией атмосферы в Атлантико-Европейском секторе, характеризуемой индексом САК [2]. Этот же индекс в значительной степени определяет аномалии приземной температуры воздуха t'_a и поверхностной температуры моря t'_w [6]. Исходя из задач, сформулированных в настоящей работе, попытаемся оценить существование связи между индексом САК и аномалиями барического поля, ПТВ и ТПМ в западной и восточной частях моря. Поиск корреляционной связи этих характеристик при нулевом сдвиге по времени дал следующие результаты (таблица).

Корреляция между индексом САК и параметрами $\Delta P'$, t'_a и t'_w в западной (з) и восточной (в) частях Черного моря

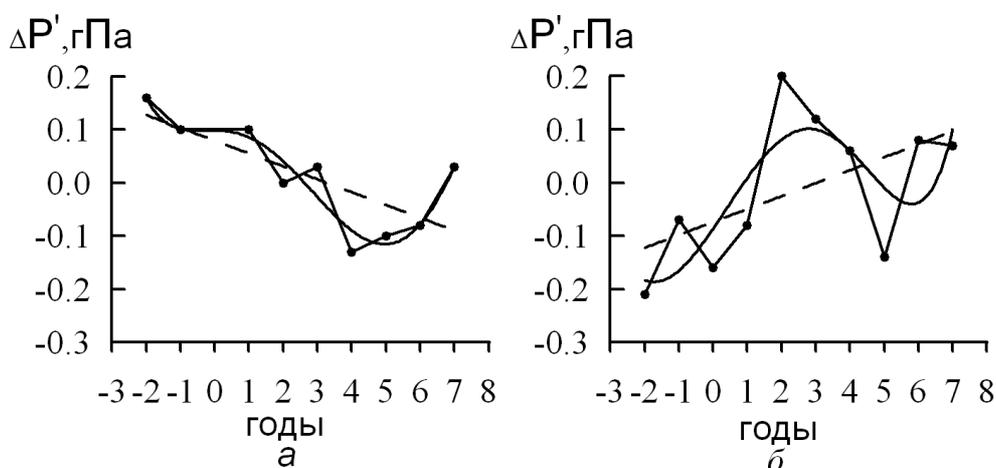
Параметры	$\Delta P'$, гПа	$t'_a(з)$, °С	$t'_a(в)$, °С	$t'_w(з)$, °С	$t'_w(в)$, °С
САК	0,7	0,12	0	-0,02	-0,35
$\Delta P'$, гПа		-0,44	-0,42	-0,38	-0,08
$t'_a(з)$, °С			0,77	0,8	0,64
$t'_w(з)$, °С					0,83

Примечание. Жирным шрифтом выделены величины коэффициентов корреляции, значимые на 95%-ном доверительном уровне.

Как следует из таблицы, в годы преобладания западного переноса в атмосфере Атлантико-Европейского сектора (в годы положительной фазы САК) над западной частью Черного моря формируется преимущественно положительная аномалия приземного давления, а над восточной – отрицательная. В годы ослабленного зонального переноса в атмосфере (в годы отрицательной фазы САК) в западной части моря образуется отрицательная, а в восточной – положительная аномалия приземного давления. Таким образом, в поле приземного давления над Черным морем на межгодовых (междесятилетних) масштабах формируется структура зонального диполя. Амплитуда изменчивости давления в этой дипольной структуре невелика – в пределах 0,1 гПа, но эта структура устойчиво воспроизводится в положительную и отрицательную фазы САК. Аномалии ПТВ и ТПМ хорошо связаны между собой как в западной, так и в восточной частях моря. При этом в зимы с положительной аномалией приземного давления над западной частью моря (отрицательной – над восточной) над всей акваторией в полосе 42 – 45° с.ш. формировалась отрицательная аномалия ПТВ. Отрицательная аномалия ТПМ при положительном значении $\Delta P'$ наблюдалась в южной части моря в окрестности 42° с.ш. В зимы с отрицательной аномалией приземного давления над западной областью моря в южной части отмечалась более высокая, чем сред-

немноголетняя (1948 – 1996 гг.), поверхностная температура. Соответственно в эти зимы над Черным морем располагалась более теплая воздушная масса.

Известно [6], что в годы четного цикла с.а. преобладает положительная фаза САК, а в годы нечетного цикла – его отрицательная фаза. Показанная в таблице значимая корреляция индекса САК и параметра $\Delta P'$ дает основание полагать, что этот параметр будет менять свой знак синфазно с индексом САК и, следовательно, может быть использован в качестве индикатора аномалии циркуляции атмосферы над Черным морем, влияющей на межгодовую изменчивость поверхностной температуры всего бассейна. Но прежде всего целесообразно оценить межгодовую изменчивость самого параметра $\Delta P'$ в годы четного и нечетного циклов с.а. Для этого осредним значения $\Delta P'$ по годам четного и нечетного циклов с.а. Исходный ряд данных массива *NCEP/NCAR* позволял это сделать по годам 20-го и 22-го четного и 19-го и 21-го нечетного циклов. Полученные таким образом ряды $\Delta P'$ представлены на рис. 1, где на оси *x* нулевым годом отмечен год максимума с.а. (максимума чисел Вольфа).

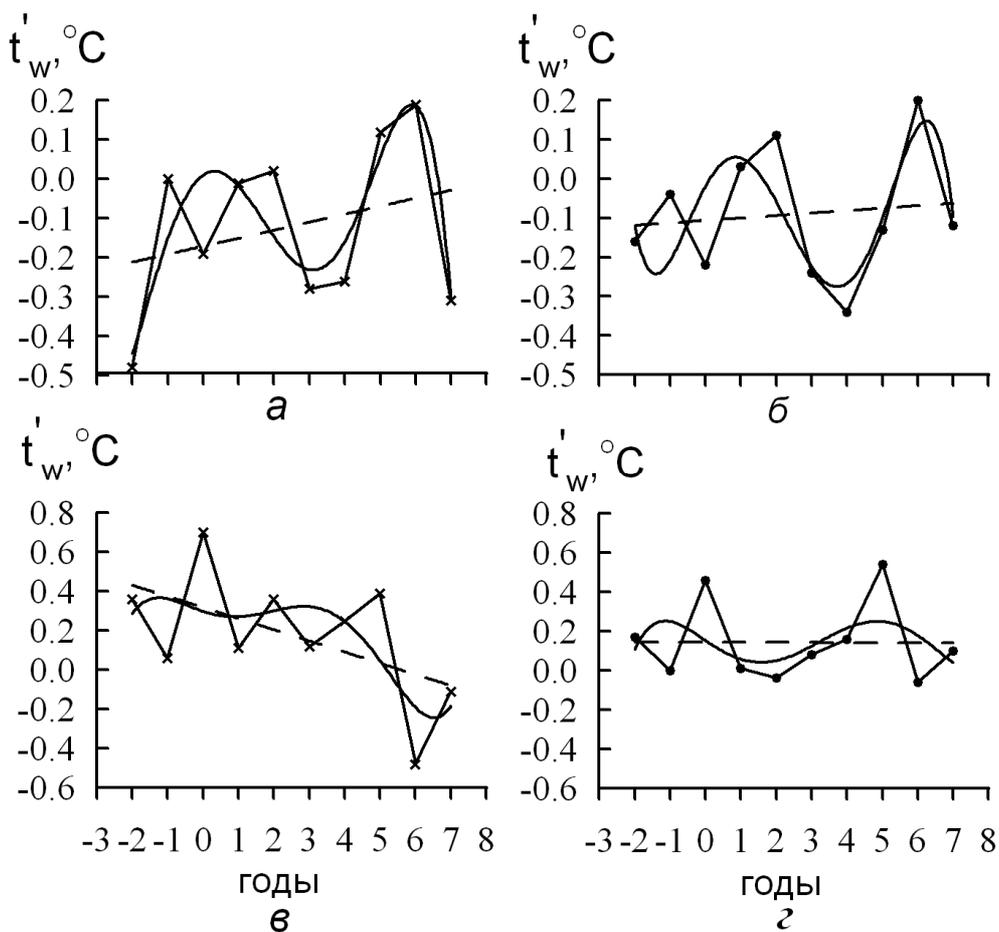


Р и с. 1. Разность аномалий приземного давления $\Delta P'$ между западной и восточной частями Черного моря: *a* – четный цикл с.а.; *б* – нечетный цикл с.а. (ломаная линия – исходные данные, сплошная кривая – аппроксимация полиномом 5-й степени, штриховая линия – линейный тренд)

Кривые рис. 1 аппроксимированы полиномом 5-й степени. Точность аппроксимации кривой на рис. 1 *a* равна 0,84, а кривой на рис.1 *б* – 0,59. Штриховой линией показан линейный тренд.

Как хорошо видно, распределение значений $\Delta P'$ по годам 11-л.ц. заметно различается в четные и нечетные циклы. Для четного цикла характерно наличие максимума $\Delta P'$ за 1-2 года до максимума чисел Вольфа (*W*) и в первый год после максимума *W*. Минимум $\Delta P'$ реализуется на 4-5-й годы после максимума четного цикла. Распределение $\Delta P'$ в годы нечетного цикла характеризуется отрицательными значениями в год максимума *W* и за 1-2 года до него, а также на 5-й год после максимума *W*. Положительные значения $\Delta P'$ наблюдаются на 2- 4-й и 6-7-й годы после максимума с.а. Аппроксимирующая кри-

вая демонстрирует почти синусоидальную изменчивость $\Delta P'$ в годы нечетного цикла. Линейный тренд в период четного цикла показывает, что в начале цикла преобладают положительные аномалии $\Delta P'$, а в конце его – отрицательные. Для нечетного цикла характерен положительный тренд $\Delta P'$, свидетельствующий о преобладании отрицательных аномалий $\Delta P'$ в начале цикла и положительных – в конце. В целом графики рис. 1 показывают, что амплитуда изменчивости параметра $\Delta P'$ в годы четного цикла меньше, чем в годы нечетного. Из этого может следовать, что воздействие зонального барического диполя на формирование аномалий приземной и поверхностной температур Черного моря будет более заметным в годы нечетного цикла с.а. Проверим это на примере межгодовой изменчивости аномалий поверхностной температуры в годы четного и нечетного циклов (рис. 2).



Р и с. 2. Аномалии поверхностной температуры t'_w Черного моря: *а* – западная, *б* – восточная части моря, годы четного цикла с.а.; *в* – западная, *г* – восточная части моря, годы нечетного цикла с.а. (ломаная линия – исходные данные, сплошная кривая – аппроксимация полиномом 5-й степени, штриховая линия – линейный тренд, крестики – значения t'_w , по которым строились карты рис. 3)

На рис. 2 представлено распределение величин t'_w по годам четного и нечетного циклов в западной и восточной частях южной области моря (в окрестности 42° с.ш.). Как хорошо видно, амплитуда межгодовой изменчивости t'_w как в западной, так и в восточной частях моря в нечетный цикл в два раза выше, чем в четный. Другой особенностью межгодовой изменчивости аномалии температуры является ее положительный линейный тренд в годы четного и отрицательный – в годы нечетного цикла с.а. Таким образом, отрицательный линейный тренд параметра $\Delta P'$ (рис. 1) формирует положительный линейный тренд t'_w в годы четного цикла, а положительный тренд $\Delta P'$ в годы нечетного цикла образует отрицательный тренд t'_w . Заметим, что линейные тренды t'_w отличны от нуля только в западной части моря (рис. 2, а, в). В восточной части они близки к нулю (рис. 2, б, г). Это может означать, что барический диполь влияет на междесятилетнюю изменчивость поверхностной температуры в основном только в западной части моря. В восточной части его влияние незаметно. В этом, по-видимому, заключается причина отсутствия корреляции между $\Delta P'$ и t'_w (в) (таблица). В этой связи важно отметить, что в западной части моря в годы четного цикла (рис. 2, а) поверхностная температура проявляет тенденцию к росту от начала цикла к его концу. В годы нечетного цикла (рис. 2, в) этот процесс имеет противоположную тенденцию: поверхностная температура понижается от начала цикла к его концу. Но в обеих частях моря в годы четного цикла поверхностная температура ниже климатической нормы, а в годы нечетного цикла – выше.

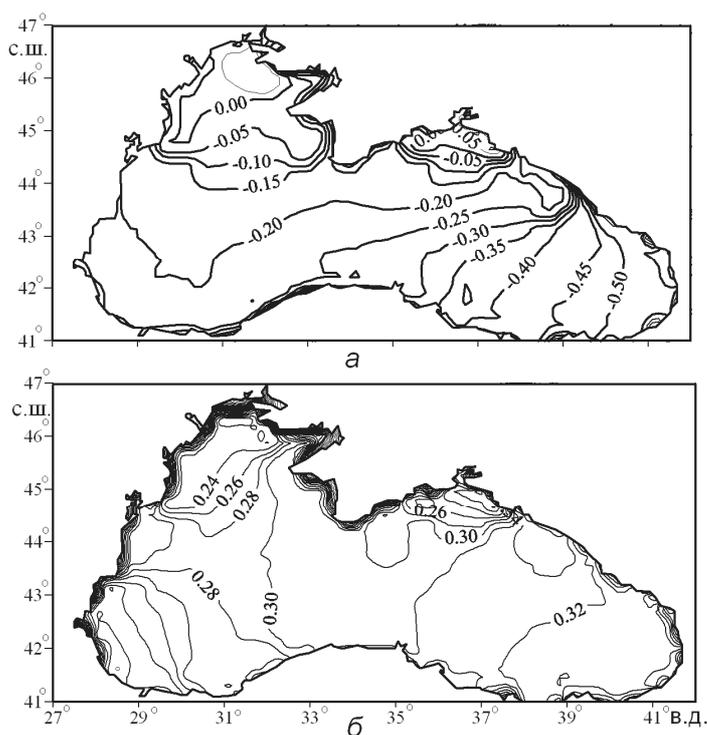
Значительная межгодовая изменчивость аномалий поверхностной температуры наблюдается как в западной, так и в восточной частях моря. Общим для обеих частей моря является формирование отрицательной аномалии зимней поверхностной температуры в год максимума четного цикла с.а. и положительной аномалии поверхностной температуры в год максимума нечетного цикла. Однако в восточной части моря различия в знаке межгодовой изменчивости поверхностной температуры в годы четного (рис. 2, б) и нечетного (рис. 2, г) циклов с.а. проявляются более четко. В этой части моря в четный цикл с.а. поверхностная температура ниже климатической нормы наблюдается, помимо года максимума с.а., также на 3-5-й и 7-й годы после максимума с.а. Температура выше климатической нормы характерна для 1-2-го и 6-го годов после максимума с.а. В нечетный цикл с.а. распределение аномалий поверхностной температуры в восточной части моря по годам цикла прямо противоположное тому, что наблюдается в четный цикл.

Результаты, показанные на рис. 2, носят оценочный характер, так как получены по весьма ограниченному объему исходных данных: для осреднения использовались данные за два четных и два нечетных цикла с.а. Однако устойчивая тенденция межгодовой изменчивости поверхностной температуры в четный и нечетный циклы с.а., представленная на рис. 2, позволяет сделать предварительный вывод о возможном изменении зимней температуры в южной части Черного моря в текущем 24-м цикле с.а. Заметим, что межгодовая изменчивость приземной температуры в четный и нечетный циклы с.а. (не показанная здесь) имеет те же особенности, что и поверхностная температура. Таким образом, зима 2013 г. – года ожидаемого максимума с.а. – по своим температурным характеристикам может быть холоднее климатической нор-

мы, а зимы следующих двух лет ожидаются близкими к климатической норме. Климатическая норма рассчитывалась по массиву за 1958 – 1998 гг.

Чтобы представить пространственное распределение зимних аномалий поверхностной температуры в годы четного и нечетного циклов с.а. по всему морю, используем их средние величины, рассчитанные по массиву данных реанализа ERA-40 с высоким разрешением (модель *HadRM3P*). Для большей контрастности полученных результатов выберем минимальные значения аномалий поверхностной температуры в годы четного цикла с.а. по западной части моря (рис. 2, *а*) и максимальные значения аномалий в годы нечетного цикла по этой же части моря (рис. 2, *в*). На рис. 2, *а, в* выбранные годы помечены крестиками. На карте рис. 3, *а* показаны средние значения аномалий поверхностной температуры за выделенные на рис. 2, *а* годы, а на рис. 3, *б* – средние значения аномалий за годы, выделенные на рис. 2, *в*.

Как хорошо видно, в годы четного цикла (рис. 3, *а*) акватория Черного моря занята водами, температура которых ниже климатической нормы. В годы нечетного цикла (рис. 3, *б*) поверхностная температура моря выше климатической. Учитывая высокую положительную корреляцию индекса САК и параметра $\Delta P'$ (таблица), а также результат из работы [6], свидетельствующий о том, что в четные циклы с.а. преобладают положительные, а в нечетные – отрицательные значения индекса САК, можно констатировать, что представленные на рис. 3 композитные распределения аномалий поверхностной температуры подтверждают выводы, содержащиеся в статье [6].



Р и с. 3. Аномалии поверхностной температуры (°С) Черного моря в годы четного (*а*) и нечетного (*б*) циклов с.а.

Регионализованная версия реанализа *ERA-40* позволяет рассмотреть пространственное распределение аномалий поверхностной температуры с более высоким, чем массив данных *NCEP/NCAR*, разрешением. Поэтому на представленном рис. 3, в отличие от рисунка из работы [6], заметны отдельные характерные детали в пространственном распределении величин t'_w . Прежде всего, заметно устойчивое падение поверхностной температуры моря с запада на восток в четный цикл и такой же устойчивый рост ее в этом же направлении в нечетный цикл с.а. Также из рис. 3 следует, что амплитуда межгодовой флуктуации поверхностной температуры в западной части моря ниже, чем в восточной, примерно в два раза, что подтверждает результаты, полученные в работе [9]. Это различие амплитуд межгодовой изменчивости ТПМ характерно для южной части моря (в окрестности 42° с.ш.). В северной области моря амплитуды межгодовой изменчивости в западной и восточной частях моря примерно одинаковы и равны приблизительно $0,25^\circ\text{C}$. Однако в этой области моря выделяются две зоны с минимальной изменчивостью поверхностной температуры в четный цикл с.а. Одна расположена в северо-западном мелководном районе, а вторая – в прикерченском районе. В нечетный цикл с.а. в этих зонах отмечается средняя по морю положительная аномалия поверхностной температуры со значительным уменьшением ее с приближением к побережью.

Заключение. Предложенный в работе подход к рассмотрению аномалий приземной и поверхностной температур Черного моря в зимний сезон в зависимости от аномалий приземного барического поля над акваторией бассейна и с учетом четности циклов с.а. позволил получить следующие результаты.

Индекс САК (циркуляция атмосферы в Атлантико-Европейском секторе) формирует знакопеременную аномалию приземного давления между западной и восточной частями моря, условно определяемую как зональный барический диполь. Этот диполь (параметр $\Delta P'$) меняет свой знак от начала к концу 11-л.ц.: с положительного на отрицательный – в годы четного и с отрицательного на положительный – в годы нечетного цикла с.а.

В поле поверхностной температуры западной части моря образуются аномалии, которые от начала 11-л.ц. к его концу меняют знак с отрицательного на положительный – в четный и с положительного на отрицательный – в нечетный цикл с.а. В изменчивости аномалий поверхностной температуры восточной части моря такие знакопеременные линейные тренды не значимы. Как в западной, так и в восточной частях моря наблюдается заметная межгодовая изменчивость величин t'_w , амплитуда которой примерно в два раза выше в годы нечетного, чем в годы четного цикла с.а. Эта межгодовая изменчивость поверхностной температуры имеет весьма жесткую привязку к годам, представляющим различные фазы эволюции с.а. в пределах ее четного и нечетного циклов.

Пространственное распределение аномалий поверхностной температуры показывает, что в годы четного цикла вся акватория Черного моря холоднее, а в годы нечетного цикла – теплее средней многолетней нормы. При этом межгодовые колебания поверхностной температуры в восточной части моря примерно в два раза выше, чем в западной, что подтверждает результаты, полученные в статье [9].

Отметим, что эти выводы получены с использованием ограниченного объема данных (при усреднении использовались данные за два четных и два нечетных цикла с.а.). Однако, учитывая результаты, полученные в работе [17], а также хорошо выраженную устойчивость разнонаправленных трендов в изменении поверхностной (и не показанной здесь приземной) температуры в четные и нечетные циклы с.а., можно ожидать, что дальнейшие исследования с привлечением данных по скорости ветра уточнят предложенную здесь схему междесятилетней и межгодовой изменчивости поверхностной температуры Черного моря.

Работа выполнена с использованием программного обеспечения *PRECIS*, предоставленного *Met Office Hadley Centre* (Великобритания).

Авторы выражают искреннюю благодарность рецензенту Ю.В. Артамонову за ценные замечания, способствовавшие улучшению содержания статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блатов А.С., Булгаков Н.П., Иванов В.А. и др. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 239 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. IV. Черное море. Вып.1. Гидрометеорологические исследования / Под ред. А.И. Симонова и Э.И. Альмана. – СПб.: Гидрометеиздат, 1991. – 429 с.
3. Полонский А.Б., Ловенкова Е.А. Тренд температуры и солёности деятельного слоя в Черном море во второй половине XX века и его возможные причины // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 2004. – 40, № 6. – С. 832 – 841.
4. Еремеев В.Н., Ефимов В.В., Суворов А.М., Шокуров М.В. Аномальная климатическая тенденция изменения температуры Черного моря // Доп. НАН України. – 2001. – № 11. – С. 91 – 96.
5. Белокопытов В.Н., Шокурова И.Г. Оценки междесятилетней изменчивости температуры и солёности в Черном море в период 1951 – 1995 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – Вып. 12. – С. 12 – 21.
6. Сизов А.А., Чехлан А.Е. Гидрометеорологические характеристики в регионе Черного моря в годы с экстремальными значениями саргассовоморско-черноморского индекса // Морской гидрофизический журнал. – 2010. – № 2. – С. 26 – 35.
7. Шокурова И.Г. Долгопериодная изменчивость гидрологических полей и геострофической циркуляции в Черном море: Дис. ... канд. геогр. наук. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2010. – 175 с.
8. Витинский Ю.И. Солнечная активность. – М.: Наука, 1983. – 192 с.
9. Артамонов Ю.В., Бабий М.В., Скрипалева Е.А. Региональные особенности межгодовой изменчивости поля температуры на поверхности Черного моря // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – С. 240 – 242.
10. Kalnay E., Kanamitsu M., Kistler R. et al. The NCEP/NCAR. 40-year reanalysis project // Bull. Amer. Meteor. Soc. – 1996. – 77, № 3. – P. 437 – 471.
11. Uppala S.M., K llberg P.W., Simmons A.J. et al. The ERA-40 re-analysis // Q. J. R. Meteorol. Soc. – 2005. – 131. – P. 2961 – 3012.
12. Jones R.G., Noguer M., Hassel D.C. et al. Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS. – UK, Exeter: Met Office Hadley Centre, 2004. – 40 p.
13. Ефимов В.В., Анисимов А.Е. Климатические характеристики изменчивости поля ветра в Черноморском регионе – численный реанализ региональной атмосферной циркуляции // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 2011. – 47, № 3. – С. 380 – 392.

14. *Ефимов В.В., Анисимов А.Е., Барабанов В.С.* Климатическая структура поля ветра в Черноморском регионе // Морской гидрофизический журнал. – 2011. – № 3. – С. 3 – 13.
15. *Hurrell J.W.* Decadal trends in the North Atlantic oscillation: Regional temperatures und precipitation // Science. – 1995. – 269, № 5224. – P. 676 – 679.
16. *Справочник по вероятностным расчетам.* – М.: Воениздат, 1970. – 530 с.
17. *Еремеев В.Н., Жуков А.Н., Крашенинникова М.А., Сизов А.А., Чехлан А.Е.* Волновые процессы в изменчивости поверхностной температуры Черного моря // Докл. РАН. – 2012. – 443, № 1. – С. 112 – 115.

Морской гидрофизический институт НАН Украины,
Севастополь
E-mail: sizov_anatoliy@mail.ru

Материал поступил
в редакцию 02.04.12
После доработки 04.05.12

АНОТАЦІЯ З використанням даних реаналіза *NCEP/NCAR* та регіоналізованої версії реаналіза *ERA-40* проведений аналіз мінливості зимових аномалій атмосферного тиску, приземної та поверхневої температур західної та східної частин Чорного моря в роки парного і непарного циклів сонячної активності (в роки негативної та позитивної полярності магнітних полів ведучих плям груп плям північної півкулі Сонця). Знайдено стійкий негативний лінійний тренд різниці аномалій тиску між західною та східною частинами моря в роки парного циклу та позитивний тренд – в роки непарного циклу. В західній частині моря спостерігається зростання поверхневої температури від початку до кінця парного циклу і похолодання моря від початку до кінця непарного циклу. В східній частині моря лінійні тренди аномалій температури в межах парного та непарного циклів не значущі. В роки парного циклу зимова поверхнева температура всього моря нижча за кліматичну норму, а в роки непарного циклу – вища.

Ключові слова: аномалії атмосферного тиску, аномалії приземної та поверхневої температур, сонячна активність.

ABSTRACT Variability of winter anomalies of atmospheric pressure, surface air and sea surface temperatures in the western and eastern Black Sea during even and odd cycles of solar activity (the years of negative and positive polarity of magnetic fields of major spot groups on the Sun northern hemisphere) is analyzed using the reanalysis data of *NCEP/NCAR* and the *ERA-40* regionalized version. Stable negative linear trend of difference between the pressure anomalies in the western and eastern parts of the sea is revealed for the even cycles, and a positive one – for the odd cycles. In the western part of the sea the sea surface temperature grows from the beginning of an even cycle to its end, and seawater cooling is observed from the beginning of an odd cycle to its end. In the eastern part of the sea the linear trends of temperature anomalies within the even and odd cycles are insignificant. During an even cycle surface temperature of the whole sea in winter is lower than the climatic normal, whereas during an odd cycle it exceeds the climatic value.

Keywords: anomalies of atmospheric pressure, anomalies of surface air and sea surface temperatures, solar activity.