

К вопросу о влиянии Североатлантического и Южного колебаний на изменчивость приземной температуры в Европейско-Средиземноморском регионе в летний и осенний периоды

По данным реанализа Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF) 1979 – 1993 гг. проанализирована межгодовая и внутримесячная изменчивость приземной температуры воздуха (ПТВ) в Европейско-Средиземноморском регионе за летний и осенний периоды в связи с влиянием Североатлантического (САК) и Южного (ЮК) колебаний. САК проявляется на значимом уровне с августа по октябрь, обуславливая до 55% дисперсии среднемесячной ПТВ на севере Европейского региона. Этот факт вызван интенсификацией зональной циркуляции и усиленным выносом теплых воздушных атлантических масс на север Европы. Отмечается общая тенденция к уменьшению среднемесячной дисперсии ПТВ в развитую фазу САК над большей частью Европы. При этом САК обуславливает до 35% внутримесячных летних флуктуаций ПТВ, до 45% в сентябре и до 65% в октябре. При резком уменьшении индекса ЮК и развитии события Эль-Ниньо в Тихом океане максимальная дисперсия ПТВ в Европейско-Средиземноморском регионе летом значимо возрастает в двухнедельном диапазоне изменчивости. До 25% дисперсии флуктуаций ПТВ летом в этом диапазоне изменчивости здесь обусловлено ЮК.

Введение

К настоящему времени сложилось ключевое понимание роли системы океан-атмосфера в формировании долгопериодных изменений климата. К наиболее ярким и практически значимым примерам влияния крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы на глобальные климатические изменения относятся явления Эль-Ниньо — Южное колебание (ЭНЮК) и Североатлантическое колебание с временными масштабами 2 – 7 лет и 10 лет соответственно. Эти колебания проявляются в виде квазисинхронного усиления (ослабления) центров действия атмосферного давления в Северной Атлантике и экваториальной части Тихого океана. Мерой изменчивости колебаний являются индексы САК и ЮК, которые представляют собой нормированные на стандартное отклонение разности приземного давления на ст. Стиккисхоульмур (Исландия) и Лиссабон (для САК), на о. Таити и п-ове Дарвин (для ЮК).

Во многих работах [1 – 7] проводилось исследование аномальных атмосферных процессов, синоптической и двух/четырёхнедельной активности различных гидрометеорологических параметров для зимы и весны Северного полушария, когда процессы внутри системы океан-атмосфера особенно активны. Синоптическая вихревая активность является важнейшим компонентом циркуляции атмосферы и осуществляет межширотное перераспределение тепла, влаги, количества движения [8]. Двух/четырёхнедельный диапазон изменчивости определяется, главным образом, блокинговой активностью, поэтому он был назван в работе [2] блокинговым. Вопрос о том, насколько существенно влияние глобальных атмосферных циркуляционных явлений типа САК и ЮК на внутримесячную дисперсию различных гидрометеорологических полей, в особенности для летне-осеннего периода, недостаточно изучен. Поэтому в настоящей работе анализируется вклад САК и ЮК в формирование среднемесячных аномалий ПТВ в летне-осенний период в Европейско-Средиземноморском регионе и внутримесячной и межгодовой изменчивости ПТВ в различных диапазонах периодов.

Характеристика использованных данных и методика их обработки

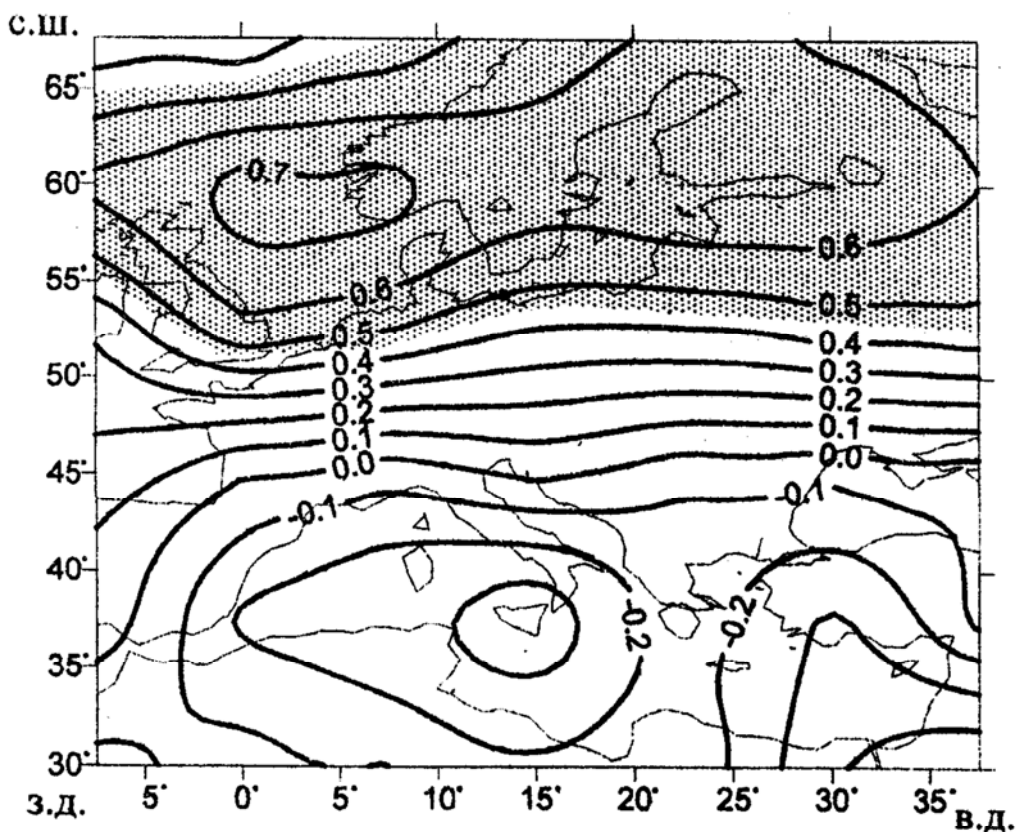
Для решения поставленной задачи в работе использовался массив реанализа данных Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды 1979 – 1993 гг. с суточным разрешением на регулярной сетке $2,5 \times 2,5^\circ$ [9]. Для анализа использовались данные о ПТВ на высоте 2 м за летний и осенний периоды в Европейском регионе ($30 - 67,5^\circ$ с.ш. и $7,5^\circ$ з.д. – $37,5^\circ$ в.д.).

По данным реанализа были рассчитаны величины среднемесячных аномалий ПТВ, дисперсии внутримесячных флуктуаций отдельно для июля, августа, сентября и октября и суммарная дисперсия ПТВ за июль – август, приходящаяся соответственно на диапазоны периодов (2,5 – 7,5), (8 – 15), (8 – 21) и (8 – 30) сут. После этого были получены синхронные (без временного сдвига) коэффициенты корреляции этих величин с индексами САК и ЮК. Под-

робно методика обработки аналогичных данных приведена в [2, 10]. Кроме этого, были рассчитаны коэффициенты корреляции между средними (за июль – август) индексами САК и ЮК, с одной стороны, и максимумами дисперсии ПТВ во всем Европейско-Средиземноморском регионе (за июль – август), приходящимися соответственно на диапазоны периодов (2,5 – 7,5), (8 – 15), — с другой. Объединение в один ряд парных месяцев (июль и август) было вызвано необходимостью увеличения числа членов ряда (следовательно, и статистической достоверности результата), а также сходным характером атмосферных процессов. В то же время при объединении сентября и октября получившийся ряд является существенно неоднородным, следовательно, такое объединение этих месяцев в один ряд не представляется возможным.

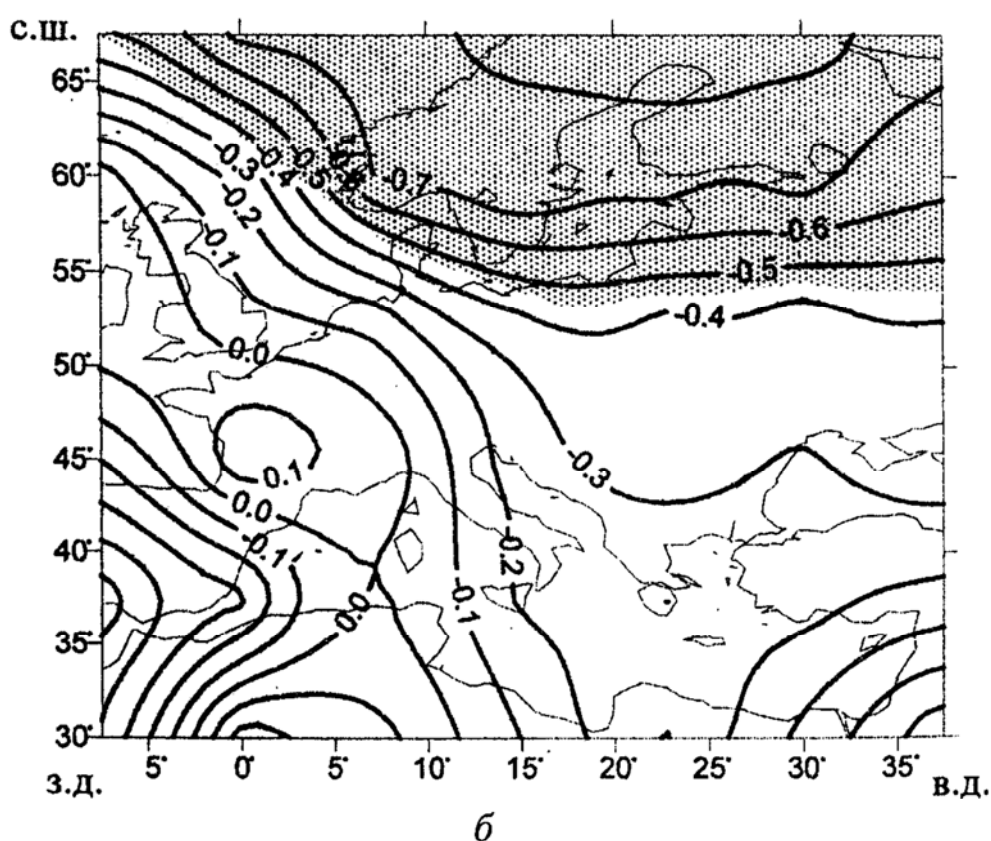
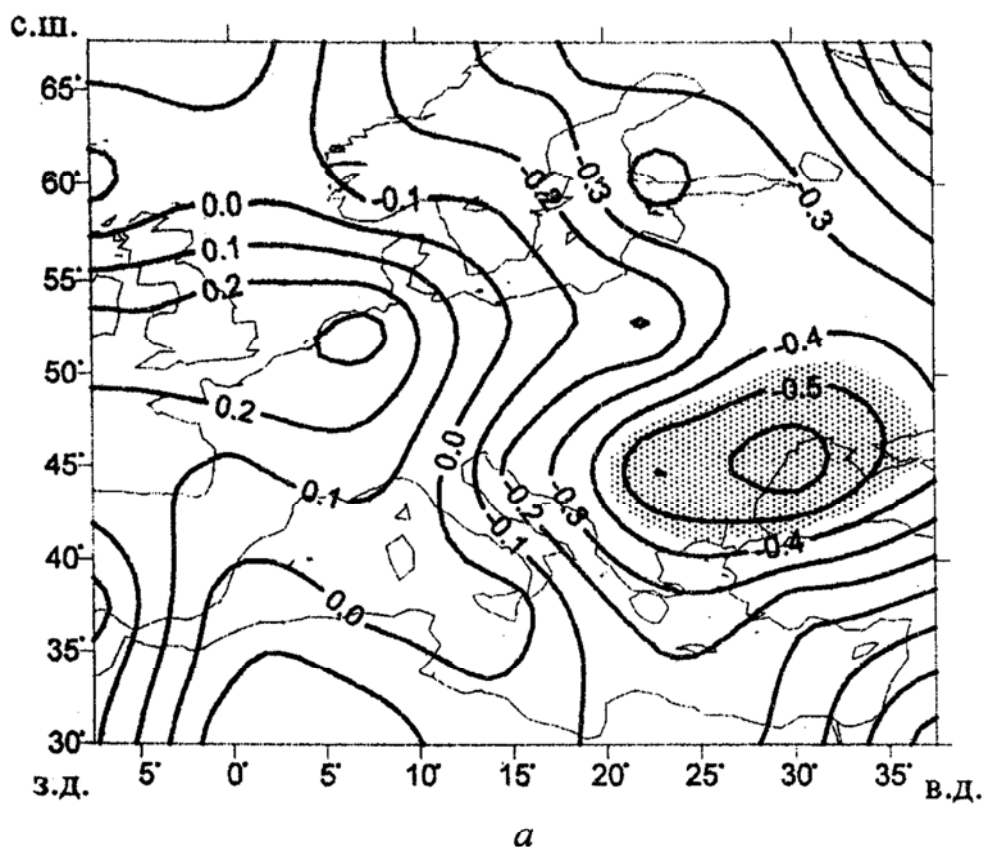
Влияние САК на изменчивость температуры региона

На значимую связь среднемесячных аномалий температуры сентября с сентябрьским индексом САК указывает рис. 1. Положительные максимальные коэффициенты корреляции достигают здесь 0,74. Таким образом, в сентябре САК обуславливает до 55% дисперсии среднемесячной температуры на севере Европейского региона. Область значимых коэффициентов корреляций охватывает большую часть Великобритании, Скандинавский п-ов, север Европы. Распределения в августе и октябре имеют примерно такую же структуру. Она достаточно хорошо напоминает зимнюю структуру [2], но при этом область максимальных значений корреляции сместилась на 5 – 7° с севера Европы на западную часть Скандинавского п-ова. Это смещение обусловлено сезонной изменчивостью положения атмосферных центров действия Северной Атлантики [11]. Оно проявляется в сдвиге на 2 – 5° к северу, северо-востоку Исландского минимума и/или Азорского максимума. В положительную фазу САК в августе, сентябре и октябре здесь наблюдаются положительные коэффициенты корреляции ПТВ, что обусловлено интенсификацией зональной циркуляции и усиленным выносом теплых воздушных атлантических масс на север Европы. В южной части рассматриваемого региона преобладают отрицательные незначимые коэффициенты корреляции между индексами САК и аномалиями ПТВ. Похожие результаты ранее были получены в работах [1, 2, 6] с использованием других архивных данных по зимнему периоду. Исходя из этих работ и полученных данных, можно сделать вывод о том, что влияние САК на формирование аномальных условий в Европейско-Средиземноморском регионе в большей степени выражено в осенне-зимний период.



Р и с. 1. Пространственное распределение коэффициентов корреляции между среднемесячными сентябрьскими аномалиями температуры и индексом САК. На всех рисунках области со значимыми (на 95%-ном уровне) коэффициентами корреляции затемнены

Между индексом САК и внутримесячной дисперсией ПТВ получен значимый отрицательный коэффициент корреляции в области с центром приблизительно над Одессой для сентября (рис. 2, а) и на севере Европейского региона — для октября (рис. 2, б). Из полученных пространственных распределений можно заключить, что САК обуславливает до 45% внутримесячных флуктуаций ПТВ в сентябре и до 65% — в октябре. На основании приведенных на рис. 2 распределений можно заметить, что их структуры разнородны. Это подтверждает сделанный ранее вывод о невозможности объединения сентября и октября в единый (парный) ряд.

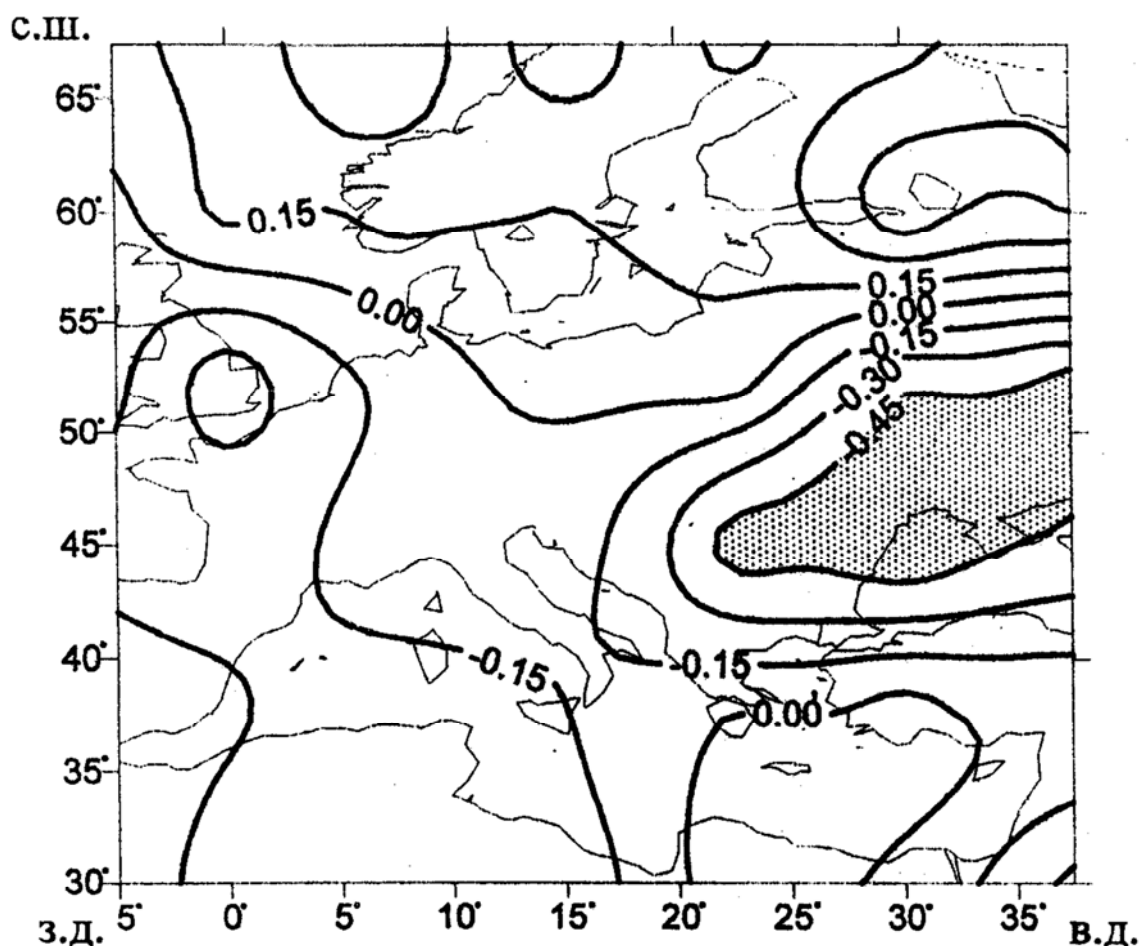


Р и с. 2. Пространственное распределение коэффициентов корреляции между среднемесячными дисперсиями ежесуточной ПТВ и индексом САК в сентябре (а) и октябре (б)

В летний же период САК обуславливает до 35% внутримесячных флуктуаций ПТВ (июль и август). При этом пространственные структуры распределения коэффициентов корреляций между индексом САК и внутримесячными флуктуациями ПТВ в июле и августе схожи. Области со значимыми отрицательными коэффициентами корреляции (с максимальным значением $-0,6$) в летние месяцы охватывают небольшую площадь и располагаются над Украиной и западной (или северо-западной) частью Европы. Можно отметить также общую тенденцию к уменьшению среднемесячной дисперсии ПТВ в развитую фазу САК над большей частью Европы летом и в октябре.

В рамках применяемой здесь методики внутримесячный диапазон изменчивости был разбит на несколько частей: синоптический и двух/четырёх недельный (блокинговый) диапазоны для ряда, состоящего из летних месяцев. Это было сделано для изучения количества дисперсии флуктуаций, приходящейся на разные диапазоны внутримесячной дисперсии ПТВ.

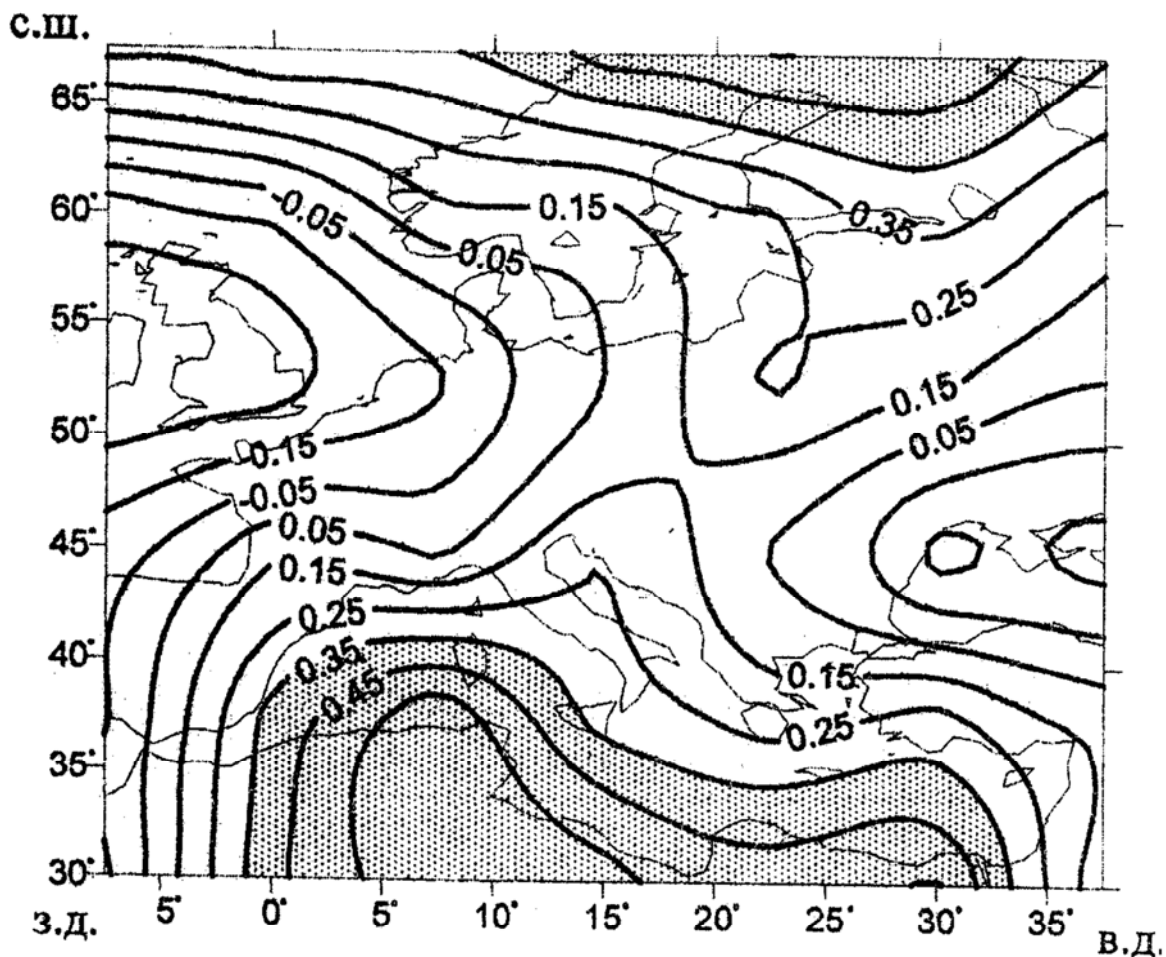
Анализируя летний период года, можно отметить, что над большей частью территории Украины и северной частью Черного моря за синоптическую изменчивость ПТВ может быть ответственно САК (рис. 3). При этом практически над всем регионом отмечаются отрицательные коэффициенты корреляции. Такая тенденция к уменьшению среднемесячной дисперсии ПТВ в развитую фазу САК может быть объяснена тем обстоятельством, что происходит смещение траектории шторм-треков [2, 4, 6]. Циклоны, проходящие в отрицательную фазу САК через Центральную Европу, перемещаются теперь над северо-западной частью рассматриваемого региона в северо-восточном направлении.



Р и с. 3. Пространственное распределение коэффициентов корреляции между средним (за июль – август) индексом САК и средней долей дисперсии ПТВ, приходящейся на интервал периодов 2,5 – 7,5 сут

Влияние ЮК на изменчивость температуры региона

В работах [2, 12, 13] отмечено влияние ЮК на изменчивость температуры и осадков в Европейско-Средиземноморском регионе. Из рис. 4 видно, что в сентябре области значимых коэффициентов корреляции среднемесячной дисперсии ПТВ и индекса ЮК охватывают южную часть Средиземного моря и прибрежных областей, а также северную часть Скандинавского п-ова. В июле над центральной частью Средиземного моря отмечается область значимых отрицательных коэффициентов корреляции между индексом ЮК и внутримесячными флуктуациями ПТВ. Полученные результаты согласуются с выводами работ [2, 13].



Р и с. 4. Пространственное распределение коэффициентов корреляции между среднемесячным сентябрьским индексом ЮК и дисперсией ежесуточных значений ПТВ

Из анализа масштабов внутримесячной изменчивости можно заключить, что в летний период ЮК влияет на значимом уровне на двухнедельные колебания. Это подтверждает наличие значимых (на 95 %-ном уровне) коэффициентов корреляции за июль – август между средним индексом ЮК и максимумами дисперсии ПТВ, приходящейся на двухнедельный диапазон периодов (8 – 15 сут). Эти максимумы дисперсии ПТВ расположены в Восточно-Европейском регионе, а коэффициенты корреляции достигают здесь $-0,5$. Следовательно, до 25% дисперсии флуктуаций ПТВ в указанном диапазоне изменчивости над Средиземноморским регионом обусловлено ЮК. В то же время в летний период над северной частью Черного моря обнаружены значимые положительные коэффициенты корреляции (на 95%-ном уровне) между индексом ЮК и дисперсией ПТВ, приходящейся на двухнедельный диапазон периодов (8 – 15 сут.). Наиболее вероятный механизм воздействия ЭНЮК на внетропические процессы был описан Бьеркнесом [14] и развит в дальнейшем в многочисленных работах. Он проявляется в возбуждении в атмосфере крупномасштабных возмущений в период зрелой фазы ЭН, которые обнаруживаются над большей частью Земного шара.

Таким образом, при падении индекса ЮК и развитии события Эль-Ниньо в Тихом океане максимальная дисперсия ПТВ летом значимо возрастает на двухнедельном масштабе изменчивости над большей частью Европейско-Средиземноморского региона, за исключением северной части Черного моря и прибрежного региона.

Заключение

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

САК обуславливает до 55% дисперсии среднемесячной температуры на севере Европейского региона, что вызвано интенсификацией зональной циркуляции и усиленным выносом теплых воздушных атлантических масс на север Европы.

Отмечается общая тенденция к уменьшению среднемесячной дисперсии приземной температуры в развитую фазу САК в летне-осенний период над большей частью Европы. При этом САК обуславливает до 35% внутримесячных флуктуаций ПТВ летом, до 45% — в сентябре и до 65% — в октябре.

При падении индекса ЮК и развитии события Эль-Ниньо в Тихом океане максимальная дисперсия ПТВ над большей частью Европейско-Средиземноморского региона летом значимо возрастает в двухнедельном диапазоне изменчивости. До 25% дисперсии флуктуаций ПТВ в этом диапазоне над Средиземноморским регионом обусловлено ЮК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Нестеров Е.С.* Особенности состояния океана и атмосферы в разных фазах североатлантического колебания // *Метеорология и гидрология*. — 1998. — № 8. — С. 74 – 82.
2. *Полонский А.Б., Башарин Д.В.* О влиянии Североатлантического и Южного колебаний на изменчивость температуры воздуха в Европейско-Средиземноморском регионе // *Изв. РАН. Физика атмосферы и океана*. — 2002. — 38, №1. — С. 135 – 145.
3. *Fraedrich K., Muller K.* Climate anomalies in Europe associated with ENSO extremes // *Int. J. Clim.* — 1992. — 12, № 1. — С. 12 – 31.
4. *Ngar-Cheung Lau.* Variability of the observed midlatitude Storm Tracks in relation to low-frequency changes in the circulation pattern // *J. Atmos. Sci.* — 1988. — 45, № 19. — P. 2718 – 2743.
5. *Norel Rambu, Herve le Treut, Janicot Serg.* Precipitation variability over Europe and its relation with surface atmospheric circulation and sea surface temperature // *Q. J. R. Meteorol. Soc.* — 2001. — 127, part B. — P. 315 – 329.
6. *Peter C. Werner, Hans von Storch.* Interannual variability of Central European mean temperature in Jan. Feb. and its relation to large-scale circulation // *Clim. Res.* — 1992. — 3, № 3. — P. 195 – 207.
7. *Pozo-Varquez D., Esteban-Parra M.J., Rodrigo F.S., Castro-Diez Y.* The association between ENSO and winter atmospheric circulation and temperature in the North Atlantic Region // *J. Clim.* — 2001. — 14, № 16. — P. 3408 – 3420.
8. *Tucker G.B.* Transient synoptic system as mechanism of meridional transport // *Q.J.R. Meteorol. Soc.* 1979. — 105, № 5. — P. 657 – 672.
9. *ECMWF.* The description of the ECMWF re-analysis of Global Atmospheric Data Archive, 1997. — CD-Roms.
10. *Полонский А.Б., Башарин Д.В., Воскресенская Е.Н., Михайлова Н.В.* Глобальные и региональные проявления Эль-Ниньо в полях приземного давления и температуры воздуха в зимний период // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа*. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2001. — С. 48 – 60.
11. *Machel H., Kapala A., Flohn H.* Behavior of the centers of action above the Atlantic since 1881. Part 1: Characteristics of seasonal and interannual variability // *Int. J. Climatol.* — 1998. — 18, № 1. — P. 1 – 22.
12. *Полонский А.Б., Башарин Д.В.* О влиянии океана на изменчивость температуры Европейского и Средиземноморского регионов // *Морской гидрофизический журнал*. — 2000. — № 5. — С. 32 – 46.
13. *Mariotti A., Zeng N., Lau K.-M.* Euro-Mediterranean rainfall variability and ENSO // *Exchanges*. — 2002. — 7, № 1. — P. 3 – 5.