

Е.В. Девятова, А.С. Иванова, И.В. Латышева*, В.И. Мордвинов

Связь межгодовых вариаций приземного давления в Азии с явлением Эль-Ниньо и изменениями циркуляции в Южном полушарии

*Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск
* Иркутский государственный университет*

Поступила в редакцию 12.11.2004 г.

По данным NCEP/NCAR Reanalysis синхронные долговременные изменения приземного термобарического поля происходят на значительной территории Азии, включая юг Сибири, в экваториальных и тропических широтах Индийского и Тихого океанов, в Африке, в циркумантарктической депрессии. Эти связи могут быть обусловлены изменениями повторяемости Эль-Ниньо или трансэкваторальными переносами массы. В работе выполнены оценки коэффициентов корреляции вариаций приземного давления с изменениями температуры поверхности океана в зоне Эль-Ниньо и изменениями давления в циркумантарктической депрессии. Результаты расчетов указывают на то, что более вероятными связующими процессами являются процессы межполушарного взаимодействия.

Введение

Особенностью климатических изменений на юге Азии является устойчивое повышение давления начиная со второй половины 60-х гг. XX в., особенно заметное в летний период. Зона хорошо выраженных долговременных изменений, оцениваемая по величине коэффициентов корреляции межгодовых вариаций приземного давления и линейной функции, включает зимой кроме юга Азии экваториальные и тропические широты, Африку, Индийский океан, циркумантарктическую депрессию. Летом ее протяженность увеличивается в северном направлении и достигает южных районов Сибири [1]. Конфигурация этой зоны в тропиках напоминает область влияния процессов Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК) [2]. Изменения повторяемости и мощности Эль-Ниньо, вероятно, могли бы объяснить наблюдаемые тренды везде за исключением умеренных и высоких широт, в которых отклик на межгодовые изменения температуры поверхности океана (ТПО) в Тихом океане относительно слаб.

Большая протяженность зоны синхронных межгодовых изменений может быть обусловлена трансэкваторальными переносами воздушных масс, инициируемыми какими-то возмущениями циркуляции непосредственно в умеренных широтах. Тогда изменения в тропиках будут не причиной, а следствием этих процессов. Можно предположить, что начальный импульс возникает в Южном полушарии, например в районе Антарктиды или циркумантарктической депрессии, где тренд понижения давления особенно хорошо выражен. Нами проводится сопоставление степени корреляционной связи межго-

довых вариаций приземного давления относительно зоны Эль-Ниньо и относительно района циркумантарктической депрессии. В какой-то степени эти оценки могут указывать на источник происходящих изменений.

Влияние Эль-Ниньо на циркумантарктическую депрессию

Изучению ЭНЮК посвящено большое количество литературы. Наименее исследовано проявление Эль-Ниньо в умеренных и высоких широтах Южного полушария. Циркумантарктическая депрессия представляет собой зону интенсивной циклонической активности, поэтому исследования механизма дальних связей обычно акцентированы на положении и интенсивности штормтреков, связывающих депрессию с умеренными и низкими широтами [3]. Основной пояс штормтреков начинается в районе Австралии и по спирали опоясывает Южный Тихий океан и Южную Атлантику. Во время теплой фазы ЭНЮК ось штормтреков усиливается и смещается над Тихим океаном к экватору, а над Южной Атлантикой к полюсу. Переход к Ла-Нинья над Южной Америкой проявляется в бароклинности области 35° ю.ш. Особенностью Эль-Ниньо являются также положительные аномалии геопотенциала в районе моря Беллинсгаузена, которым соответствуют эпизоды блокирования к юго-западу от южной оконечности Южной Америки. Вероятно, циклонические штормтреки и связанные с ними волны Россби в верхней тропосфере или блокинг в районе моря Беллинсгаузена взаимодействуют с пакетами волн

Росби циркумантарктической депрессии и таким образом влияют на ее характеристики.

Нижнюю оценку степени влияния Эль-Ниньо можно получить корреляционным методом. Для этого были использованы архив данных температуры поверхности океана «SST Reynolds» с пространственным разрешением $1 \times 1^\circ$ за период с 1981 по 2002 г. и архив метеорологических данных NCEP/NCAR Reanalysis в узлах сетки $2,5 \times 2,5^\circ$ [4]. На рис. 1 приведены поля изокоррелят межгодовых вариаций среднемесячного приземного давления в Южном полушарии с межгодовыми вариациями среднегодовой ТПО в точке на экваторе с координатами 100° з.д.

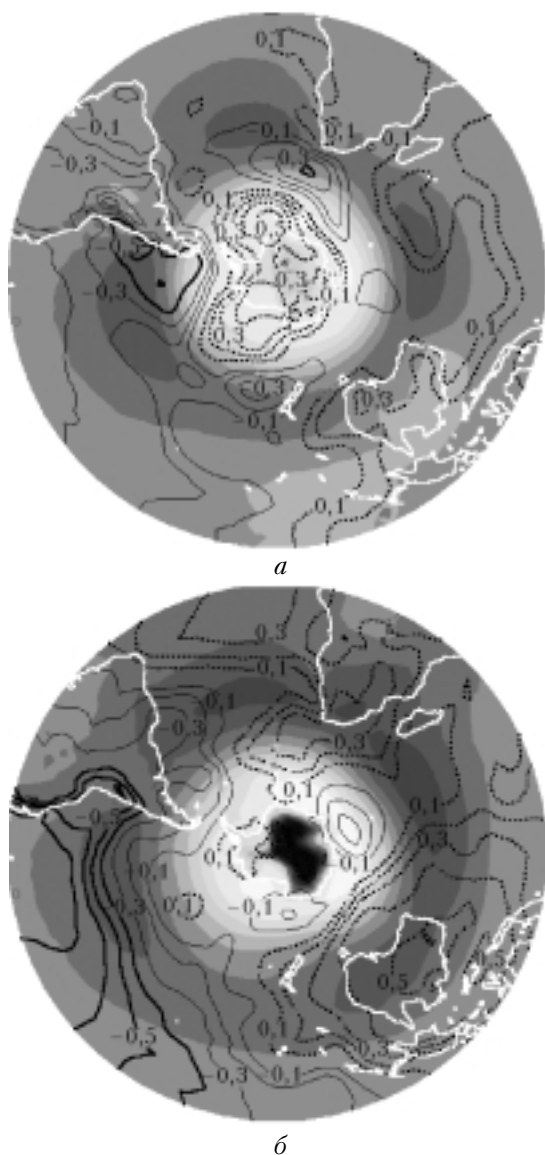


Рис. 1. Распределения коэффициентов корреляции межгодовых вариаций среднемесячного приземного давления с межгодовыми вариациями среднегодовой ТПО в зоне Эль-Ниньо для июля (а) и января (б). Заливкой разного цвета выделены изобары среднего приземного давления, светлые тона соответствуют пониженному давлению (циркумантарктическая депрессия), темные — повышенному (субтропические антициклоны)

Поля изокоррелят построены для июля и января. Для сопоставления отклика Эль-Ниньо с особенностями распределения приземного давления изокорреляты нанесены на карты среднемесячного барического поля, усредненного по данным NCEP/NCAR Reanalysis за 19 лет. Изобары построены через 5 гПа. График изменений ТПО в точке Эль-Ниньо изображен на рис. 2.

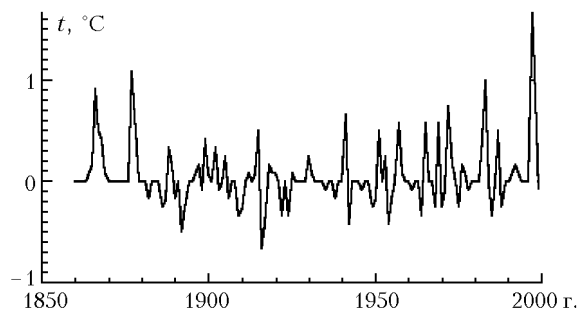


Рис. 2. Изменения со временем среднегодовых аномалий ТПО в зоне Эль-Ниньо

Изменения ТПО довольно хаотичны во времени, обращает на себя внимание увеличение интенсивности аномалий в последние десятилетия.

Анализ рис. 1 показывает, что в тропиках и субтропиках корреляция относительно высока и устойчива как зимой, так и летом. В высоких и умеренных широтах поля корреляции слабы и нерегулярны. Вероятно, более тесную связь с Эль-Ниньо имеют умеренные широты Тихого океана. Для оценки интегрального эффекта влияния Эль-Ниньо на всю зону циркумантарктической депрессии коэффициенты корреляции были усреднены для всех узловых точек сетки вдоль параллели 60° ю.ш., примерно совпадающей с осью депрессии. Результаты расчетов представлены на диаграмме (рис. 3) светлыми столбиками.

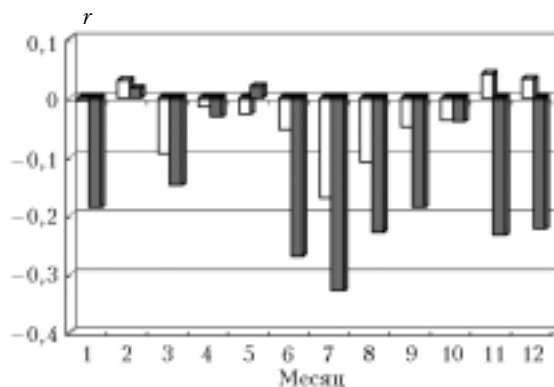


Рис. 3. Сезонный ход коэффициентов корреляции ТПО в зоне Эль-Ниньо и межгодовых вариаций давления в циркумантарктической депрессии, усредненных в узлах сетки вдоль параллели 60° ю.ш. Темным цветом выделены коэффициенты корреляции вариаций, сглаженных по 5 годам

Более высокие значения коэффициенты корреляции имели в летние месяцы, хотя и в эти месяцы их абсолютные значения не превышали 0,2. Как

оказалось, более продолжительные вариации ТПО и давления в циркумантарктической депрессии согласуются лучше. Темным цветом на диаграмме выделены коэффициенты корреляции вариаций, сглаженных по 5 годам. Максимальное значение коэффициента корреляции в июле превысило по модулю 0,3, при этом изменился сезонный ход корреляции, в частности коэффициенты корреляции стали отрицательными не только летом, но и зимой. Вероятно, проявились долговременные тенденции в изменении величин — увеличение повторяемости и мощности Эль-Ниньо и снижение среднего давления в циркумантарктической депрессии.

Близкой по характеру является ситуация в Северном полушарии. На рис. 4 построены поля изокоррелят, аналогичные рис. 1.

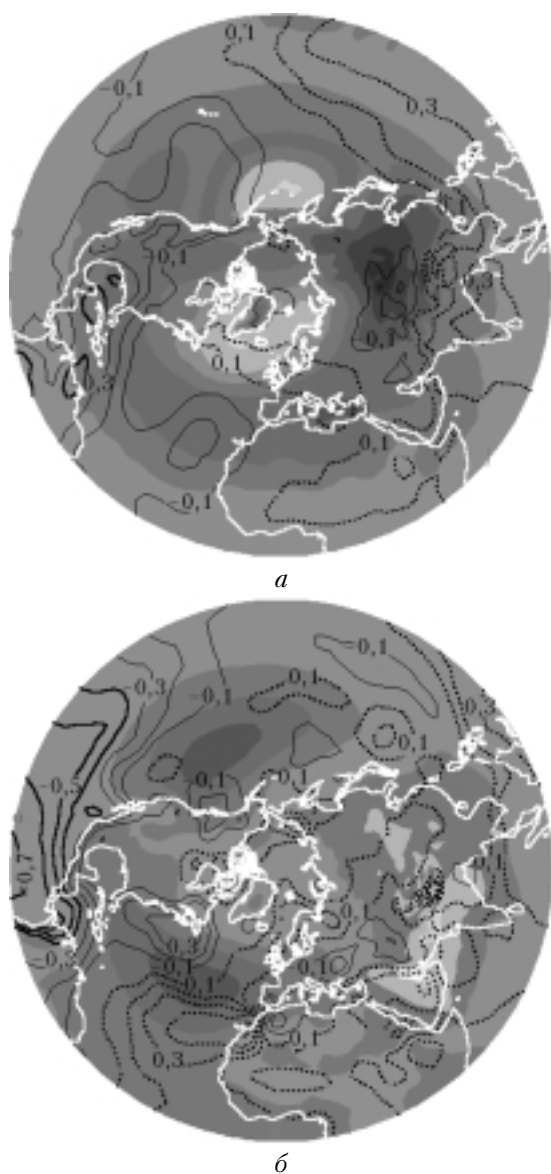


Рис. 4. Распределения коэффициентов корреляции между годовыми вариациями среднемесячного приземного давления с межгодовыми вариациями среднегодовой ТПО в зоне Эль-Ниньо для июля (а) и января (б). Обозначения те же, что и на рис. 1

Корреляция Эль-Ниньо и давления в центральной части Азии невысока, но выделяется достаточно уверенно. После сглаживания корреляция увеличивается. В общем, и в северном, и в южном полушариях межгодовые изменения давления в умеренных широтах, обусловленные Эль-Ниньо, согласуются со знаком трендов, если допустить возрастание со временем повторяемости этого явления. Однако количественно связь очень слаба и вряд ли может быть причиной понижения давления в циркумантарктической депрессии. Более интересные результаты дает анализ связи вариаций, возникающих в самой депрессии.

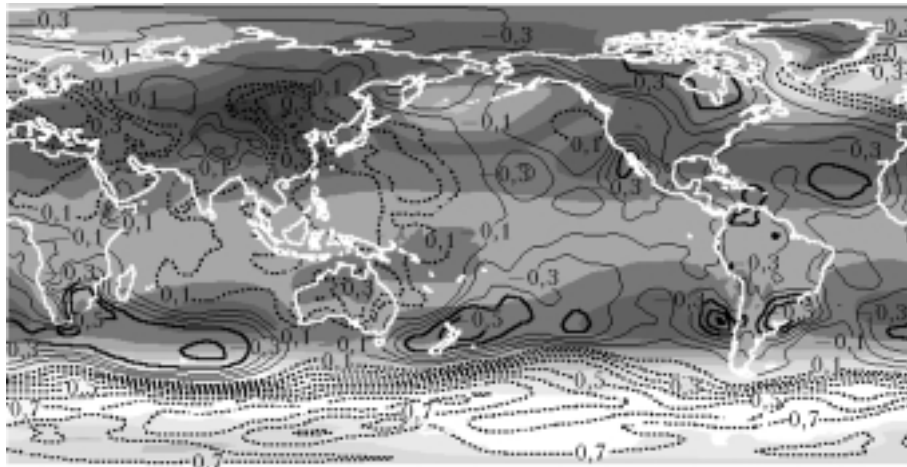
Вариации приземного давления в циркумантарктической депрессии

На рис. 5 приведены распределения изокоррелят среднемесячного давления в узлах регулярной сетки и среднего давления вдоль параллели 60° ю.ш. для июля и января. Из рядов данных отфильтрованы колебания с характерным временем больше 5 лет, т.е. исключены трендовые изменения. Для увеличения однородности ряда данных был исключен период с 1948 по 1963 г., для которого характерны значительные по амплитуде изменения приземного давления.

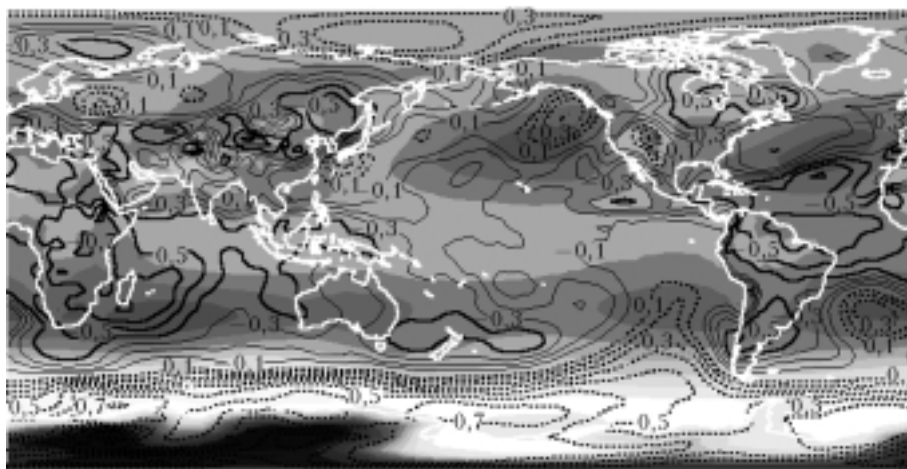
Сокращение временного ряда почти не отразилось на пространственной конфигурации поля изокоррелят. Очень высокий уровень связи летом с флуктуациями давления в циркумантарктической депрессии демонстрируют Южная Америка, Африка, юг и восток Евразии, тропики западной части Тихого океана.

Интересно совпадение области высокой отрицательной корреляции с теми районами юга и востока Азии, где особенно заметными являются тренды возрастания давления в летний период. Вероятно, это не случайно, и возрастание давления над Азией является результатом межполушарного обмена масс воздуха. Перенос воздуха с юга на север летом, по-видимому, происходит в индоафриканском и западнотихоокеанском секторах Южного полушария, связанных линиями тока с центрально-азиатской депрессией.

Зимой поля корреляции существенно меняются (рис. 4,б). По-прежнему более связанными являются процессы в Восточном полушарии, однако над Евразией очаги корреляции имеют уже противоположный знак, т.е. уменьшение давления в циркумантарктической депрессии сопровождается ослаблением Азиатского антициклона. Механизм этой связи неясен. Любопытной особенностью корреляционных полей как зимой, так и летом является относительно слабая связь вариаций циркумантарктической депрессии с изменениями субтропических антициклонов. В большей степени эти центры действия участвуют лишь в формировании полей течений, обеспечивающих переток массы.



а



б

Рис. 5. Распределения коэффициентов корреляции межгодовых вариаций среднемесячного давления в узлах регулярной сетки и среднего давления вдоль параллели 60° ю.ш. для июля (а) и января (б)

Заключение

Выполненные оценки величины и характера корреляционной связи межгодовых вариаций приземного давления в различных районах земного шара с изменениями ТПО в зоне Эль-Ниньо и с вариациями давления в циркумантарктической депрессии, по нашему мнению, указывают на непосредственную связь между вариациями давления в разных полушариях, обусловленную, вероятно, трансэкваториальным переносом массы. Опосредованное влияние Эль-Ниньо на циркуляцию обоих полушарий менее вероятно, хотя долговременные тенденции повторяемости Эль-Ниньо и изменения давления в высоких широтах Южного полушария совпадают с характером корреляционных связей межгодовых вариаций.

E.V. Devyatova, A.S. Ivanova, I.V. Latysheva, V.I. Mordvinov. Relation of interannual variations of surface pressure in Asia with the El Nino phenomenon and variations of circulation in the Southern Hemisphere.

According to the NCEP/NCAR Reanalysis data, the synchronous long-term changes in the surface thermobaric field occur at the vast territory of Asia, including Southern Siberia, in the equatorial and tropic Indian and Pacific, in Africa, and in the circumantarctic depression. The relation between these changes can be caused by changes in the El Nino occurrence or by transequatorial mass transfer. In this paper, the correlation coefficients of surface pressure variations with variations of the ocean surface temperature in the El Nino zone and

Работа выполнена при поддержке гранта INTAS 2001-0550.

1. *Mordvinov V.I., Latysheva I.V., Ivanova A.S.* Long-term variations of the atmospheric thermobaric field as deduced from NCEP/NCAR Reanalysis data // SPIE. 2004. V. 5397. P. 286–292.
2. *Hui Su and David Neelin J.* Teleconnection Mechanisms for Tropical Pacific Descent Anomalies during El Nino // J. Atmos. Sci. 2002. V. 59. N 18. P. 2694–2712.
3. *Solman S.A., Menendez C.G.* ENSO-Related Variability of the Southern Hemisphere Winter Storm Track over the Eastern Pacific – Atlantic Sector // J. Atmos. Sci. 2002. V. 59. N 13. P. 2128–2140.
4. *Kalnay E. and Coauthors.* The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis Project // Bull. Amer. Meteorol. Soc. 1996. V. 77. P. 437–471.

variations of pressure in circumantarctic depression are estimated. The results indicate that the most probable relating processes are the processes on interhemispheric interaction.