

Академик НАН Украины В. Н. Еремеев, А. Е. Букатов, М. В. Бабий,
А. А. Букатов

Проявление фазы Эль-Ниньо — Южное колебание в географическом положении внутритропической зоны конвергенции

На підставі масиву даних (NCEP/NCAR) ре-аналізу середньомісячних значень меридіональної і зональної компонент швидкості приземного вітру за період 1948–2008 рр. виконано аналіз змін структури поля вітру в тропічній зоні при виникненні подій Ель-Нін'ю і Ла-Нін'я. Розглянуто узгодженість зміщень внутрішньотропічної зони конвергенції від кліматичного положення цих подій.

Важной составляющей межгодовой изменчивости глобальной климатической системы океан — атмосфера является событие Эль-Ниньо — Южное колебание (ЭНЮК). Оно прослеживается не только в изменении температуры поверхностных вод и атмосферной циркуляции в тропическом регионе Тихого и Индийского океанов, но при воздействии на общую планетарную циркуляцию участвует в формировании погоды в умеренных широтах и климата Земли в целом [1]. Ключевым звеном крупномасштабной циркуляции в тропиках является внутритропическая зона конвергенции (ВЗК), в общем совпадающая с приэкваториальным поясом низкого давления. Вследствие сходимости линий тока воздушных течений из Северного и Южного полушарий в ВЗК господствуют восходящие движения воздуха, в значительной степени определяемые и температурой океана [2]. Для ВЗК характерна изменчивость интенсивности циклогенеза и географического положения, которые зависят в том числе и от фазы явления ЭНЮК [3].

Цель настоящего сообщения — выявление согласованности смещений ВЗК от климатического положения с событиями Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

1. Используется массив (NCEP/NCAR) ре-анализа среднемесячных значений меридиональной и зональной компонент скорости приземного ветра за период 1948–2008 гг. в узлах сетки с величиной ячейки $1,885^\circ$ по долготе и $1,935^\circ$ по широте [4]. Длина рядов компонент скорости в каждом узле составляет 732 отсчета. По этим данным получены величины горизонтальной скорости. Построены карты изолиний скорости и линии тока приземного ветра для каждого месяца рассмотренного временного интервала. Проведено сопоставление положений ВЗК в периоды теплой (Эль-Ниньо) и холодной (Ла-Нинья) фаз явления ЭНЮК. Выполнен анализ корреляционной связи их изменчивости с индексом Южного колебания (ЮК).

2. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что самые крупномасштабные особенности поля ветра над Мировым океаном представляют собою вытянутые практически вдоль параллелей области слабого ветра в районах субполярных и экваториальной депрессий, где образуются циклонические вихри, и области сильного ветра в приземном слое ячеек Гадлея и Ферреля. Между этими ячейками располагаются области слабых ветров, где действуют антициклоны. В районе экваториальной депрессии находится ВЗК, положение которой имеет не только сезонный ход, но также изменяется при возникновении событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

Кульминация теплой и холодной фаз ЭНЮК, как правило, происходит в январе. Январские поля пространственных распределений величины горизонтальной скорости и линий тока приземного ветра иллюстрирует рис. 1. Здесь белым квадратом обозначена долгота лВЗК перехода через экватор в Тихом океане линии схождения воздушных масс Северного и Южного полушарий, характеризующая положения ВЗК. Приведенные карты представляют климатическое поле ветра (см. *а* на рис. 1) и поля ветра в периоды кульминации событий Эль-Ниньо (*б*) и Ла-Нинья (*в*), имевших место в 1998 г. и 2000 г. соответственно.

Видно, что на климатической карте приземного ветра (см. *а* на рис. 1) ВЗК в Тихом океане с 10° с. ш. к западу от Мексиканского залива монотонно смещается в юго-западном направлении и пересекает экватор в районе 167° з. д. После пересечения экватора ВЗК опускается на юг до 15° ю. ш. в районе линии смены дат, а затем плавно продвигается через северную часть Австралии, достигая 5° ю. ш. на 100° в. д. в Индийском океане, и опускается к 20° ю. ш. у восточного побережья Африки. Пройдя над Африканским континентом, ВЗК поднимается на 10° с. ш. и на 10° з. д. и далее опускается к экватору у берегов Южной Америки в районе 45° з. д. Над южно-американским континентом ВЗК поворачивает к югу до 25° ю. ш. Затем пересекает экватор и поднимается к северу в район точки с координатами 85° з. д., 10° с. ш. Воздушные массы северо-восточного пассата вместе с воздушными массами, поступающими из Восточной Сибири, смещаясь через экватор к югу, формируют двухцентровый циклон с центрами в точках с координатами: 162° в. д., 12° ю. ш. и 150° в. д., 15° ю. ш.

Во время события Эль-Ниньо (см. *б* на рис. 1) воздушные массы северо-восточного пассата вместе с воздушными массами, поступающими из Восточной Сибири, перейдя экватор формируют четыре циклона с центрами в точках с координатами: 150° в. д. и 16° ю. ш.; 170° в. д. и 12° ю. ш.; 180° з. д. и 10° ю. ш.; 145° з. д. и 16° ю. ш. Линия ВЗК в Тихом океане после пересечения экватора на 128° з. д. располагается южнее его вдоль 15° ю. ш. вплоть до берегов Австралии. При этом приземный ветер в ячейке Ферреля Северного полушария усиливается.

Во время события Ла-Нинья (см. *в* на рис. 1) в приводном слое ячейки Ферреля в Северном полушарии скорости ветра в пять раз меньше, чем климатические величины. Алеутский циклон заполняется. Центр Гавайского антициклона сдвинут на 30° к западу от климатического положения из-за слабого выноса воздушных масс из Восточной Сибири. В этом случае формируется циклон с центром в точке с координатами 150° в. д., 12° ю. ш., что на 15° западнее, чем на климатической карте для января. Линия ВЗК в Тихом океане находится в районе 5° с. ш. в диапазоне от 80° з. д. до 150° в. д.

Величина лВЗК отклоняется от своего климатического значения 167° з. д. для января на восток до 128° з. д. во время события Эль-Ниньо (см. *б* на рис. 1) и на запад до 150° в. д. во время события Ла-Нинья.

Для наглядности климатическое положение линии схождения воздушных потоков Северного и Южного полушарий и ее положение в случае теплой (1998) и холодной (2000) фаз явления ЭНЮК показано для января на рис. 2. Из сравнения поведения графиков видно, что различие между ними незначительное в Атлантическом океане, увеличивается в Индийском, а в Тихом океане графики расходятся существенно.

Отметим, что качественно аналогично изменяются как положение ВЗК, так и значения лВЗК в другие годы холодных и теплых фаз явления ЭНЮК. При этом анализ пространственных распределений скорости и линий тока приземного ветра показывает согласованность

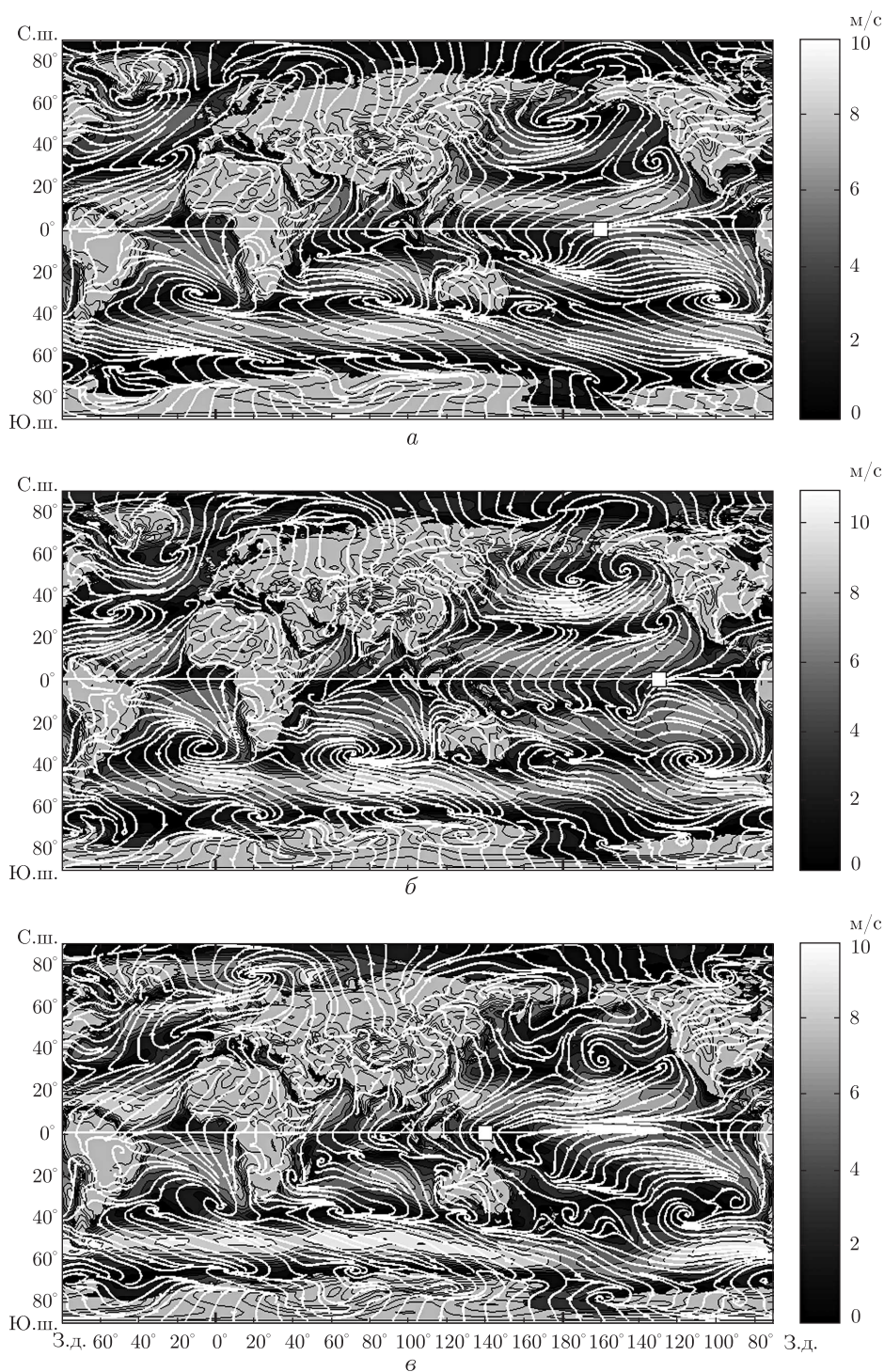


Рис. 1. Поле приземного ветра: *а* — среднее за период 1948–2008 гг.; *б* — во время события Эль-Ниньо (январь 1998 г.); *в* — во время события Ла-Нинья (январь 2000 г.). Белый квадрат на экваторе — положение Лвзк.

Изолинии модуля горизонтальной скорости ветра проведены с интервалом 1 м/с. Белым цветом показаны линии тока

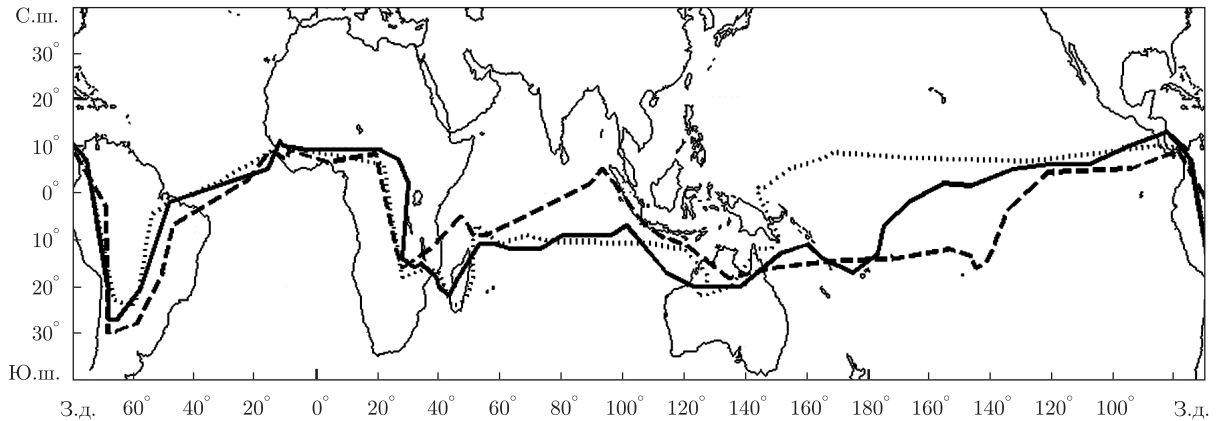


Рис. 2. Изменение географического положения внутритропической зоны конвергенции в январе. *Сплошная линия* — среднее положение за период 1948–2008 гг.; *штриховая и пунктирная линии* соответствуют событиям Эль-Ниньо за период 1998 г. и Ла-Нинья за 2000 г.

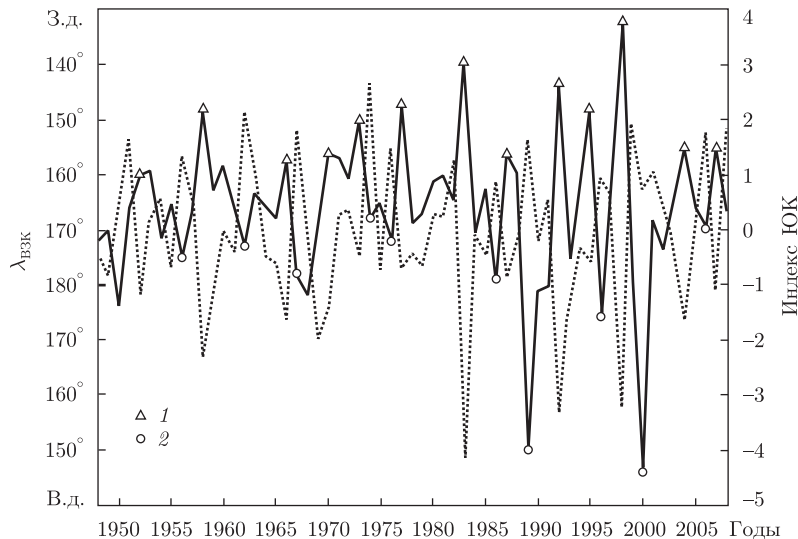


Рис. 3. Распределение январского значения $\lambda_{\text{ВЗК}}$ (сплошная линия) и индекса ЮК (пунктирная линия) по годам.

Условные обозначения: 1 и 2 — годы известных событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья соответственно

событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья с усилением и ослаблением циркуляции в ячейке Ферреля Северного полушария.

Изменение январских значений $\lambda_{\text{ВЗК}}$ в рассматриваемом временном интервале и поведение январского индекса ЮК иллюстрирует рис. 3. На графике $\lambda_{\text{ВЗК}}$ указаны годы появления известных событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Видно, что изменения $\lambda_{\text{ВЗК}}$ и индекса ЮК находятся в противофазе. Анализ изменчивости $\lambda_{\text{ВЗК}}$ и индекса ЮК со временем показывает увеличение их отклонений от своих средних значений, что свидетельствует об интенсификации событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья к концу XX столетия.

Для оценки возможности прогноза явления ЭНЮК по полю приземного ветра проведено вычисление коэффициента корреляции K между рядами среднемесячных значений индекса ЮК и январскими значениями $\lambda_{\text{ВЗК}}$. Ряды индекса ЮК были сформированы для каждого

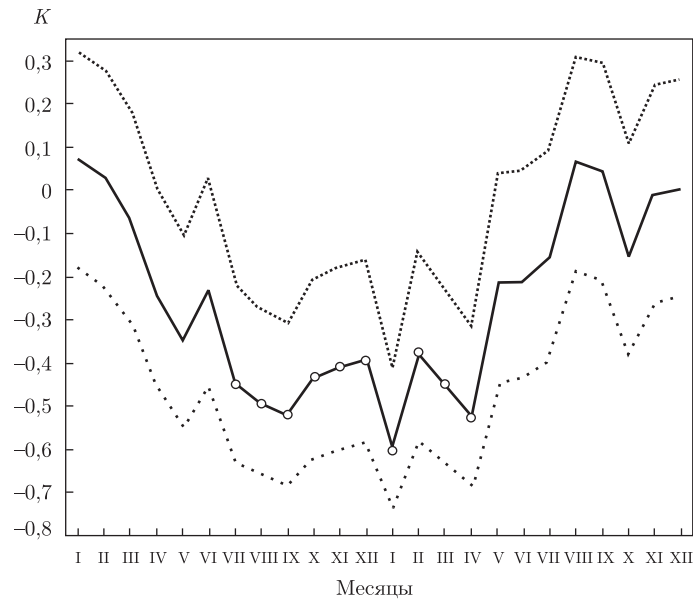


Рис. 4. Коэффициент корреляции январского лвзк с индексом ЮК для разных месяцев года

календарного месяца. Всего 12 рядов во временном интервале с 1947 по 2007 гг. и 12 рядов в интервале с 1948 по 2008 гг. Ряд лвзк сформирован для периода 1948–2008 гг. Длина каждого ряда — 61 значение. Результаты расчетов представлены графически на рис. 4, где кружками выделены значимые величины K , попадающие в 95%-й доверительный интервал, показанный пунктирными линиями. Экстремальное значение $K = -0,6$ приходится на январь. Отсюда следует, что значимые величины K приходятся на месяцы с июля предшествующего явлению ЭНЮК года до апреля следующего за ним года. Это свидетельствует о том, что в интервале времени с июля предшествующего явлению ЭНЮК года становится заметна согласованность появления событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья с перестройкой поля ветра. После апреля следующего года такая согласованность не наблюдается. Действительно, перед возникновением события Эль-Ниньо наблюдается усиление циклонической деятельности в приэкваториальной области, где увеличивается количество циклонов и лвзк отодвигается на восток. Перед событием Ла-Нинья циклогенез ослабевает и лвзк сдвигается на запад относительно его климатического значения.

Таким образом, в результате проведенного анализа среднемесячных полей пространственного распределения скорости и линий тока приземного ветра за период 1948–2008 гг. установлено, что на январской климатической карте точка поворота линий тока восточной границы январского муссона из Восточной Сибири с северо-западного направления на северо-восточное находится в районе 175° з. д. и 25° с. ш. Во время события Эль-Ниньо она сдвигается на восток, а во время события Ла-Нинья — на запад к точкам с координатами: 165° з. д., 25° с. ш. и 165° в. д., 25° с. ш. соответственно. При этом расстояние от точки поворота до точки (120° в. д., 25° с. ш.) у берега Китая в градусах долготы составляет на климатической карте примерно 65° , а в годы событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья 75° и 45° соответственно.

Высокая корреляция ($K = -0,6$) значений долготы, в окрестности которой внутритропическая зона конвергенции пересекает экватор на востоке Тихого океана, с индексом ЮК дает основание утверждать, что лвзк может служить одним из индикаторов возникновения

событий Эль-Ниньо или Ла-Нинья. Это позволяет по результатам анализа структуры поля ветра в тропической области уже в июле или августе предполагать возможность кульминации явления ЭНЮК в январе последующего года.

1. Семенов Е. К., Соколихина Е. В., Соколихина Н. Н. Атмосферная циркуляция в низких широтах в периоды теплых и холодных фаз явлений Эль-Ниньо – Южное колебание // *Метеорология и гидрология*. – 2006. – № 8. – С. 5–18.
2. Вязилова Н. А. О сценарии развития аномалий в системе океан – атмосфера в тропиках Индийского и Тихого океанов в годы Эль-Ниньо // Там же. – 2006. – № 8. – С. 19–32.
3. Астафьева Н. М. Возможности прогноза Эль-Ниньо по данным микроволнового спутникового мониторинга // *Исследование Земли из космоса*. – 2010. – № 4. – С. 3–10.
4. <http://www.esrl.noaa.gov>.

*Океанологический центр НАН Украины, Севастополь
Морской гидрофизический институт
НАН Украины, Севастополь*

Поступило в редакцию 09.03.2011

Academician of the NAS of Ukraine **V. N. Eremeyev, A. E. Bukatov, M. V. Babiy, A. A. Bukatov**

The El Niño — southern oscillation phase response in the geographical location of the intertropical convergence zone

On the basis of the data array reanalysis (NCEP/NCAR) of monthly meridional and zonal components of the ground wind velocity for 1948–2008, the structural changes of the wind field in a tropical zone with the El Niño and La Niña events are analyzed. Consistency of El Niño and La Niña with the Intertropical Convergence Zone displacements from its climatic location is considered.