

## СТРУКТУРА ПОЛЯ ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА НАД МИРОВИМ ОКЕАНОМ

В.Н. Еремеев<sup>1</sup>, А.Е. Букатов<sup>2</sup>, М.В. Бабий<sup>2</sup>, А.А. Букатов<sup>2</sup><sup>1</sup>Океанологический центр НАН Украины, ул. Капитанская, 2, Севастополь 99011, Украина<sup>2</sup>Морской гидрофизический институт НАН Украины, ул. Капитанская, 2, Севастополь 99011, Украина

На основе среднемесячных значений компонент вектора скорости приземного ветра за период 1948–2012 гг. выполнено исследование внутригодовой изменчивости структуры климатического поля ветра над Мировым океаном. Рассмотрен внутригодовой ход положений центров основных циклонов и антициклонов. Обсуждена вероятность появления вторых центров в вихревых структурах и дополнительных вихревых образований на удалении от основного вихря. Проведен анализ регионального распределения тренда скорости приземного ветра. Дана оценка корреляционной связи её зональной и меридиональной компонент.

**Ключевые слова:** поле приземного ветра, структура поля ветра, центры вихревых структур, тренд скорости ветра.

**Введение.** В последнее столетие отмечаются существенные климатические изменения, сопровождающиеся резкой сменой макроциркуляционных процессов в атмосфере и изменчивостью погодных условий [3]. Степень изученности этих процессов определяет общий прогресс в решении проблем теории климата, долгосрочных прогнозов погоды и создании теоретических основ разработки методов воздействия на климат и погоду. В процессах общей циркуляции атмосферы большое значение имеют колебания атмосферного давления. Крупномасштабные структурные особенности распределений давления воздуха носят преимущественно зональный характер с проявлением обширных областей как высокого, так и низкого давления. На синоптических картах эти области отмечаются замкнутыми изобарами. Такие области называют центрами действия атмосферы. Они формируют атмосферные движения большого масштаба, проявляющиеся в форме циклонических и антициклонических вихревых образований, определяют состояние общей атмосферной циркуляции. Их влияние проявляется в изменчивости глобальной и региональной структуры поля ветра, интенсивности зональной и меридиональной циркуляции.

На основе анализа распределений атмосферного давления на уровне моря в [5] дана характеристика сезонных и многолетних колебаний интенсивности и положения центров действия атмосферы (ЦДА) в Южном полушарии. В [4, 6] выполнено исследование изменений величины и положения абсолютного максимума и абсолютного минимума атмосферного давления на уровне моря для антициклонических и циклонических ЦДА в Северном полушарии.

Настоящая работа посвящена исследованию изменчивости пространственной структуры поля приземного ветра над Мировым океаном, выявлению

областей локализации циклонических и антициклонических режимов атмосферной циркуляции и динамики географического положения их центров.

**Исходные данные и методика обработки.** В работе использован массив данных реанализа NCEP/NCAR среднемесячных значений зональной  $u$  и меридиональной  $v$  компонент вектора скорости приземного ветра за период 1948–2012 гг. в узлах сетки с величиной ячейки  $1,885^\circ$  по долготе и  $1,935^\circ$  по широте [8]. Для построения карт поля скорости ветра исходные значения  $u$  и  $v$  линейно интерполированы в узлы одноградусной сетки. Длина временных рядов компонент скорости в каждом узле сетки составляет 780 отсчетов. По значениям  $u$  и  $v$  в каждом узле сетки вычислена скорость ветра  $V$  и построены карты поля приземного ветра. Линии тока течений воздуха нанесены белым цветом. Цветовые области характеризуют значения модуля вектора скорости. Изолинии модуля скорости ветра (изотакхи) даны с шагом 1 м/с.

Локализация центров циклонов и антициклонов над Мировым океаном проводилась по минимуму модуля скорости  $V$ . Погрешность определения положения центров характеризуется разрешением сетки используемых данных.

Климатические карты изотакхи и линий тока для каждого года получены осреднением среднемесячных значений  $u$  и  $v$  за 65 лет. Отметим, что климатические значения модуля скорости ветра можно вычислить двумя способами. С помощью одного из них по  $u_{mk}$  и  $v_{mk}$  находим  $V_{mk}$ , где  $k$  (1, 2, ..., 65) определяет номер года,  $m$  (1, 2, ..., 12) — номер месяца в году. Среднее значение  $\bar{V}_m$  находим по формуле

$$\bar{V}_m = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N V_{mk}, \quad V_{mk} = \sqrt{u_{mk}^2 + v_{mk}^2}, \quad N = 65.$$

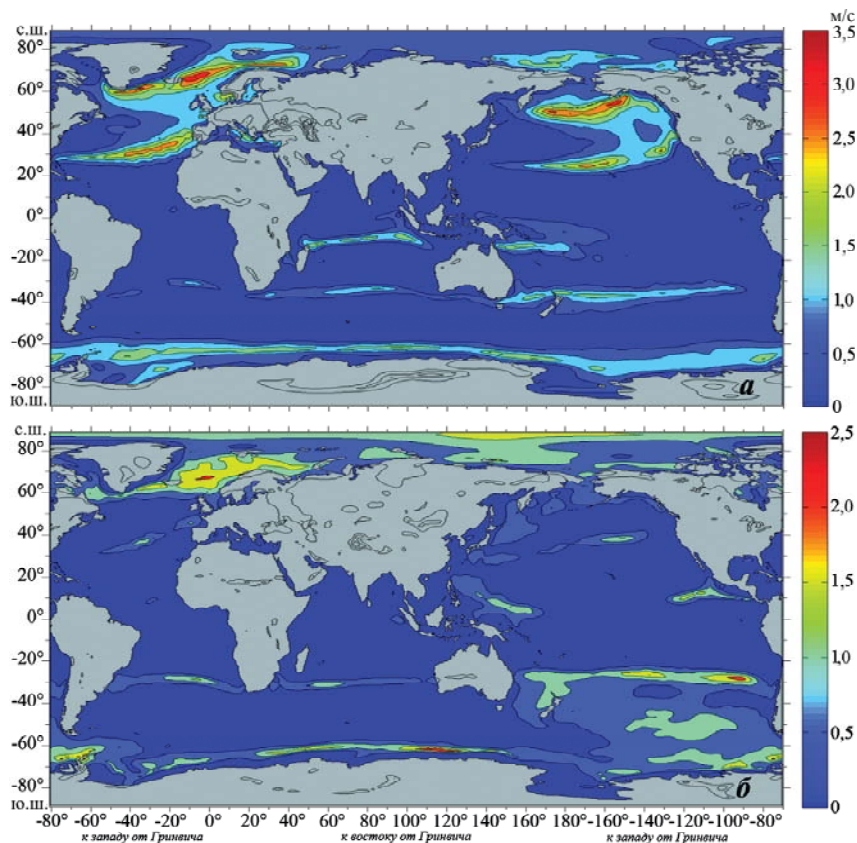


Рис. 1. Распределение разности  $\Delta V$  для января (а) и июля (б)

При использовании второго способа сначала усредняем  $u_{mk}$  и  $v_{mk}$  по формулам

$$\bar{u}_m = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N u_{mk}, \quad \bar{v}_m = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N v_{mk},$$

затем по средним значениям вычисляем

$$V_{cp.m} = \sqrt{\bar{u}_m^2 + \bar{v}_m^2}.$$

Рассмотрим разность

$$\Delta V = \bar{V} - V_{cp}.$$

Здесь и далее индекс  $m$  опущен.

Осуществив процедуру центрирования и осреднения

$$\begin{aligned} & \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (V_k - \bar{V} + \bar{V})^2 = \\ & = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (u_k - \bar{u} + \bar{u})^2 + \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (v_k - \bar{v} + \bar{v})^2, \end{aligned}$$

получим соотношение

$$\sigma_V^2 + \bar{V}^2 = \sigma_u^2 + \bar{u}^2 + \sigma_v^2 + \bar{v}^2$$

для дисперсий  $\sigma_V^2, \sigma_u^2, \sigma_v^2$  и квадратов средних значений  $\bar{V}^2, \bar{u}^2, \bar{v}^2$ . В результате находим

$$\bar{V} = (V_{cp}^2 + \sigma_u^2 + \sigma_v^2 - \sigma_V^2)^{1/2}.$$

Так как  $\sigma_u^2 + \sigma_v^2 > \sigma_V^2$ , то  $\bar{V} > V_{cp}$  и  $\Delta V > 0$ .

Анализ распределения величины  $\Delta V$  показал, что для большинства областей над Мировым океаном она незначительна. Исключение составляют области между ячейками Гадлея и Ферреля, а также между ячейками Ферреля и полярными, где  $\Delta V$  возрастает до 2 и даже 4 м/с. Зимой Северного и зимой Южного полушарий величина  $\Delta V$  значительнее, чем летом. Это может быть следствием большей устойчивости движения воздушных масс в летней атмосфере, чем в зимней (рис. 1). Отметим, что небольшое увеличение разности  $\Delta V$  наблюдается в южной части Тихого океана между Новой Зеландией и Южной Америкой.

**Климатические поля приземного ветра.** Внутригодовая изменчивость климатического поля скорости приземного ветра за рассматриваемый период времени (1948–2012), иллюстрируется картами, представленными на рис. 2. Распределение изотак свидетельствует о крупномасштабных движениях воздушных масс над океаном. Это вытянутые практически вдоль параллелей области малых значений  $\bar{V}$  в районах субполярных и экваториальной депрессий [1], где образуются циклонические вихри, и области сильного ветра в приземном слое ячеек Гадлея и Ферреля. Между ячейками Гадлея и Ферреля в области слабых ветров располагаются антициклоны.

На картах полей ветра выделяются Исландский циклон, Азорский и Южно-Атлантический

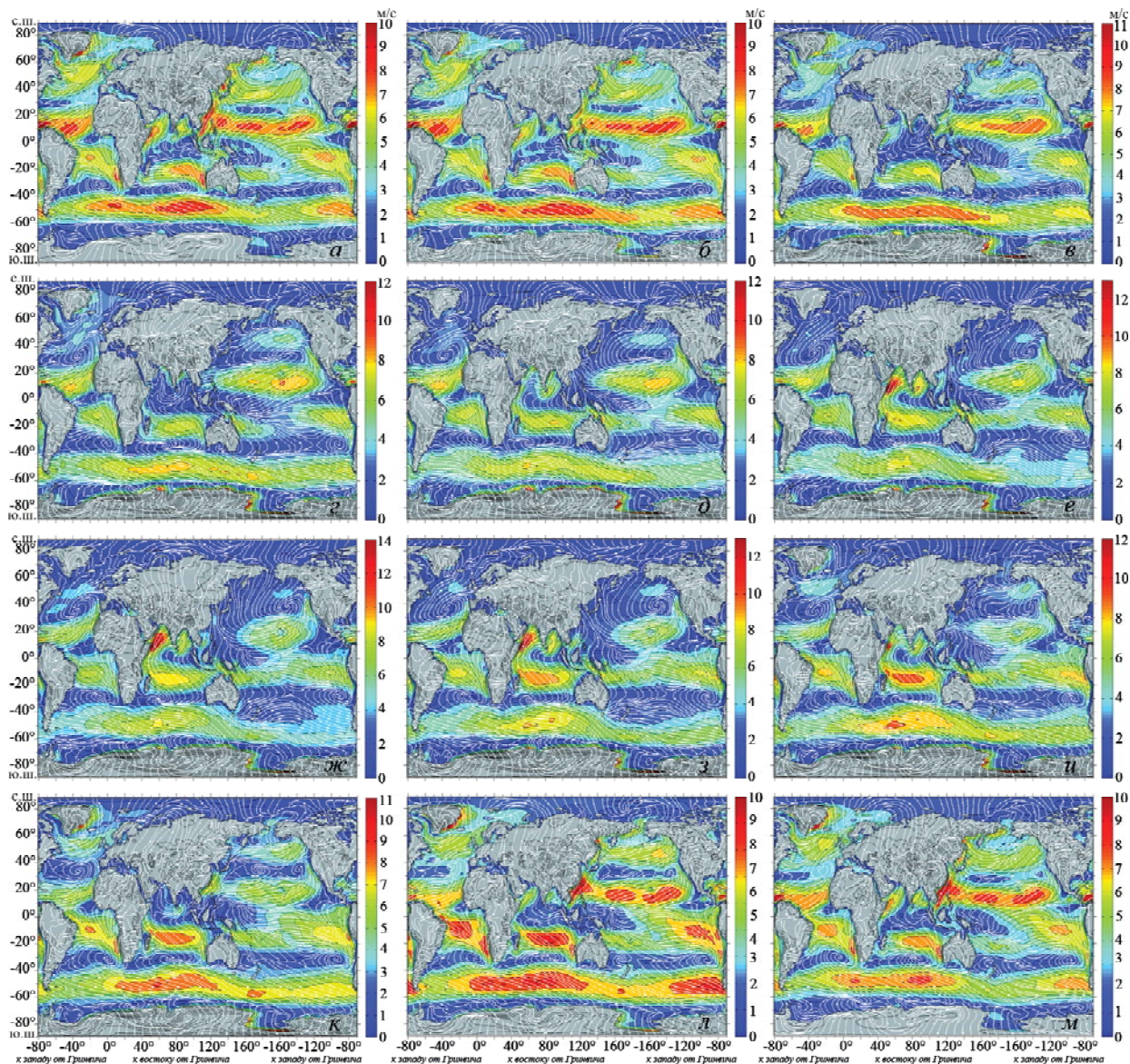


Рис. 2. Карты поля приземного климатического ветра для января (а), февраля (б), марта (в), апреля (г), мая (д), июня (е), июля (ж), августа (з), сентября (и), октября (к), ноября (л), декабря (м)

антициклоны над Атлантическим океаном, Южно-Индийский — над Индийским океаном, Алеутский циклон, Гавайский и Южно-Тихоокеанский антициклоны — над Тихим океаном, а также Австралийский антициклон — у южного берега Австралии и Новозеландский — между Австралией и Новой Зеландией. Положение центров выделяющихся на климатических картах циклонов и антициклонов может отличаться от их положения в конкретные месяцы любого года. Это можно объяснить нестабильностью выноса воздушных масс с материков на океан. В некоторые годы скорость и объемы выноса ослабевают или усиливаются. К тому же изменяется направление выноса, и тогда либо центр вихря смещается относительно климатического положения, либо рядом или в отдалении от основного появляется второй центр или второй вихрь, смещенный к западу в случае антициклона и к востоку — в случае циклона.

Положение основных крупных антициклонов и циклонов практически стабильно. В сезонном ходе некоторые вихри, как отмечается в [6], движутся по часовой стрелке, другие — против часовой стрелки.

Траектории движения центров циклонов и антициклонов показаны на рис. 3, где цифрами указан номер месяца. В случае двухцентрового вихря нанесено положение его восточного центра. Видно, что Исландский циклон движется против часовой стрелки (рис. 3, а), Алеутский — по часовой (рис. 3, з). Азорский (рис. 3, б), Гоналульский (рис. 3, д), Южно-Индийский (рис. 3, ж) и Новозеландский (рис. 3, и) антициклоны — по часовой стрелке, в то время как Южно-Атлантический (рис. 3, в), Южно-Тихоокеанский (рис. 3, е) и Южно-Австралийский (рис. 3, з) — против часовой стрелки. Подковообразный сезонный ход Южно-Атлантического и Гоналульского антициклонов свидетельствует о наличии полугодовой

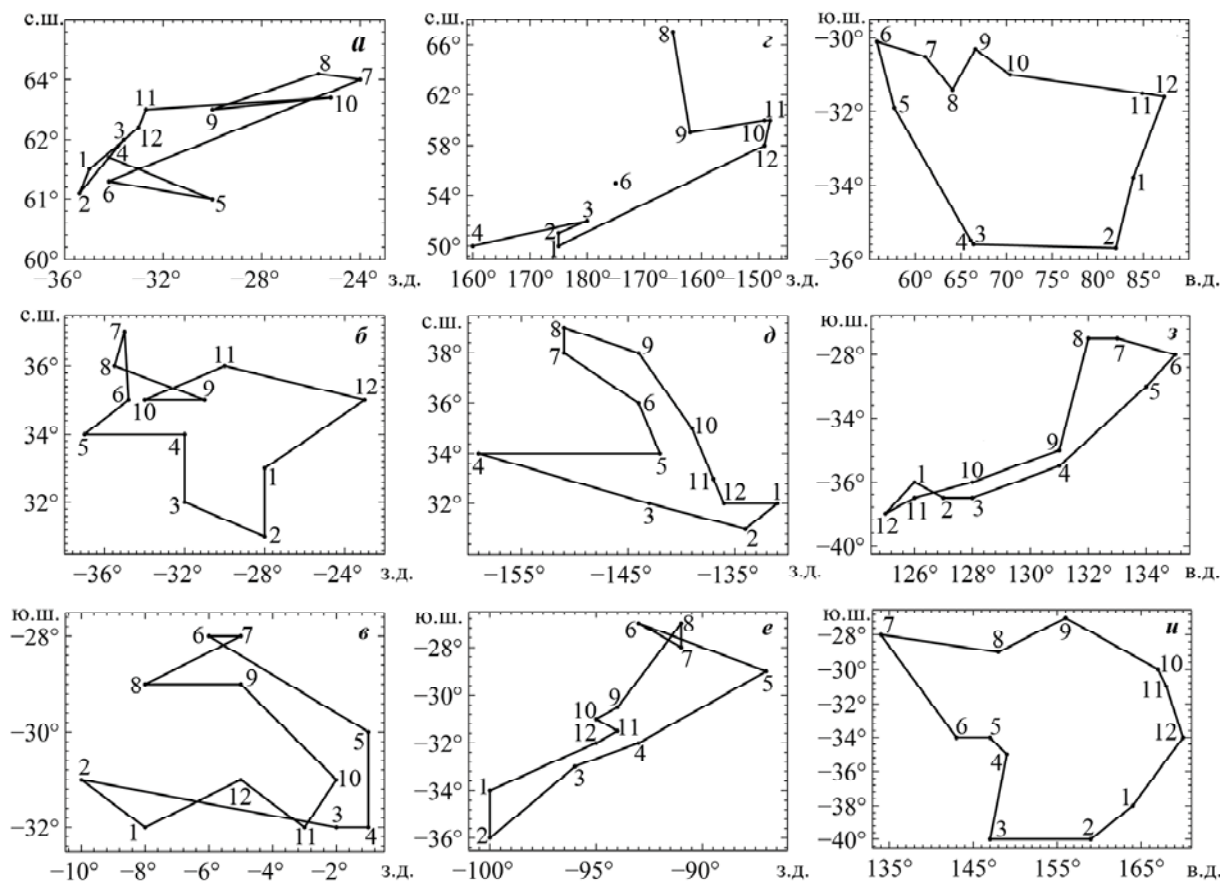


Рис. 3. Траектории сезонного хода Исландского (а), Алеутского (с) циклонов и Азорского (б), Южно-Атлантического (д), Гонульского (е), Южно-Тихоокеанского (ж), Южно-Индийского (з), Южно-Австралийского (и) антициклонов

компоненты движения. Вытянутость с юго-запада на северо-восток траекторий центров Исландского циклона и Южно-Австралийского антициклона может быть следствием их расположения к югу от Гренландии в первом случае и к югу от Австралии — во втором. Отметим, что Новозеландский антициклон с мая по август находится над восточной частью Австралии. Алеутский циклон с мая по август не прослеживается на климатических картах. Поэтому на рис. 3, с имеет место разрыв траектории сезонного хода.

Воздушные массы северо-восточного и юго-восточного пассатов встречаются во внутритропической зоне конвергенции (ВЗК). На рис. 4 представлены графики внутригодового хода ВЗК по широте на  $40^\circ$  и  $170^\circ$  з. д. На других долготах поведение ВЗК отличается только размахом колебаний [2]. Видно, что ВЗК принимает самое северное положение в августе и самое южное — в марте. Поскольку пассаты обоих полушарий вместе с ВЗК представляют единую систему, тенденция смещения центров циклонов и антициклонов такая же, как и у ВЗК. Они занимают самое северное положение в августе, самое южное — в марте.

Центры всех рассматриваемых циклонов и антициклонов движутся со временем от января к июлю на север и от июля к январю на юг. Так

как антициклоны располагаются в зонах между ячейками Гадлея и Ферреля, можно полагать, что связанные с ними конвективные ячейки имеют аналогичный сезонный ход.

В июле—августе антициклоны Северного полушария охватывают обширные территории Северной Атлантики и северной части Тихого океана (см. рис. 2, ж, з), поскольку в это время отсутствует вынос к океанам воздушных масс из Канады и Восточной Сибири. Центры антициклонов занимают самое северное положение (см. рис. 3). Начиная с сентября интенсифицируются воздушные потоки из Канады и Восточной Сибири. Под их влиянием антициклоны смещаются к югу. Вместе с ними смещаются к югу ВЗК и антициклоны Южного полушария. В ноябре вынос воздушных масс из Канады и Сибири настолько сильный, что воздушные потоки из Канады достигают Европы, а потоки из Восточной Сибири — западного побережья Канады. В марте центры антициклонов и ВЗК занимают самое южное положение (см. рис. 3, 4). Затем воздушные потоки из Канады и Сибири ослабевают и к июлю—августу антициклоны вместе с ВЗК возвращаются к их северному положению.

Вторые центры или дополнительные вихри могут локализоваться на разных удалениях от ос-

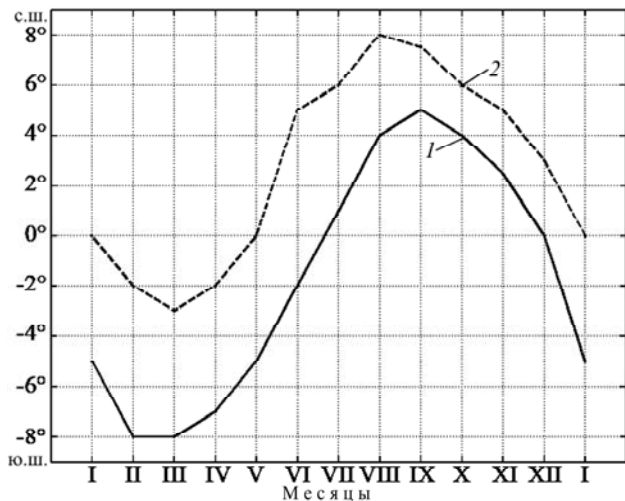


Рис. 4. Внутригодовой ход внутритропической зоны конвергенции по широте: 1 – 40° з. д.; 2 – 170° з. д.

новного вихря. Это приводит к тому, что после осреднения по времени на климатических картах поля ветра некоторые из них не всегда проявляются. Вероятность реализации вихревых структур ( $P$  %) рассчитывалась для конкретного месяца по

количеству раз их появления за рассматриваемый временной интервал. На рис. 5 показано внутригодовое распределение вероятности формирования вихревых образований в Северо-Атлантическом, Южно-Атлантическом, Южно-Индийском, Северо-Тихоокеанском и Южно-Тихоокеанском регионах в зонах формирования антициклонов.

В Северной Атлантике Исландский циклон и Азорский антициклон реализуются в виде одноцентрового вихря с вероятностью 80 (рис. 5, а) и 70 % (рис. 5, б) соответственно. Вероятность формирования двухцентрового или двойного циклона невелика. Она меньше 20 %, и на климатических картах (см. рис. 2) такая структура не прослеживается. Вероятность формирования двухцентрового Азорского антициклона в июне составляет менее 10 %. Весной и осенью она возрастает, превышая 60 % в апреле и достигая 80 % в октябре–декабре. Это находит отражение на климатических картах поля ветра (рис. 2, к–м), где второй центр находится над восточным побережьем Северной Америки.

С марта по август на климатических картах (рис. 2, в–з) в поле приземного ветра для Север-

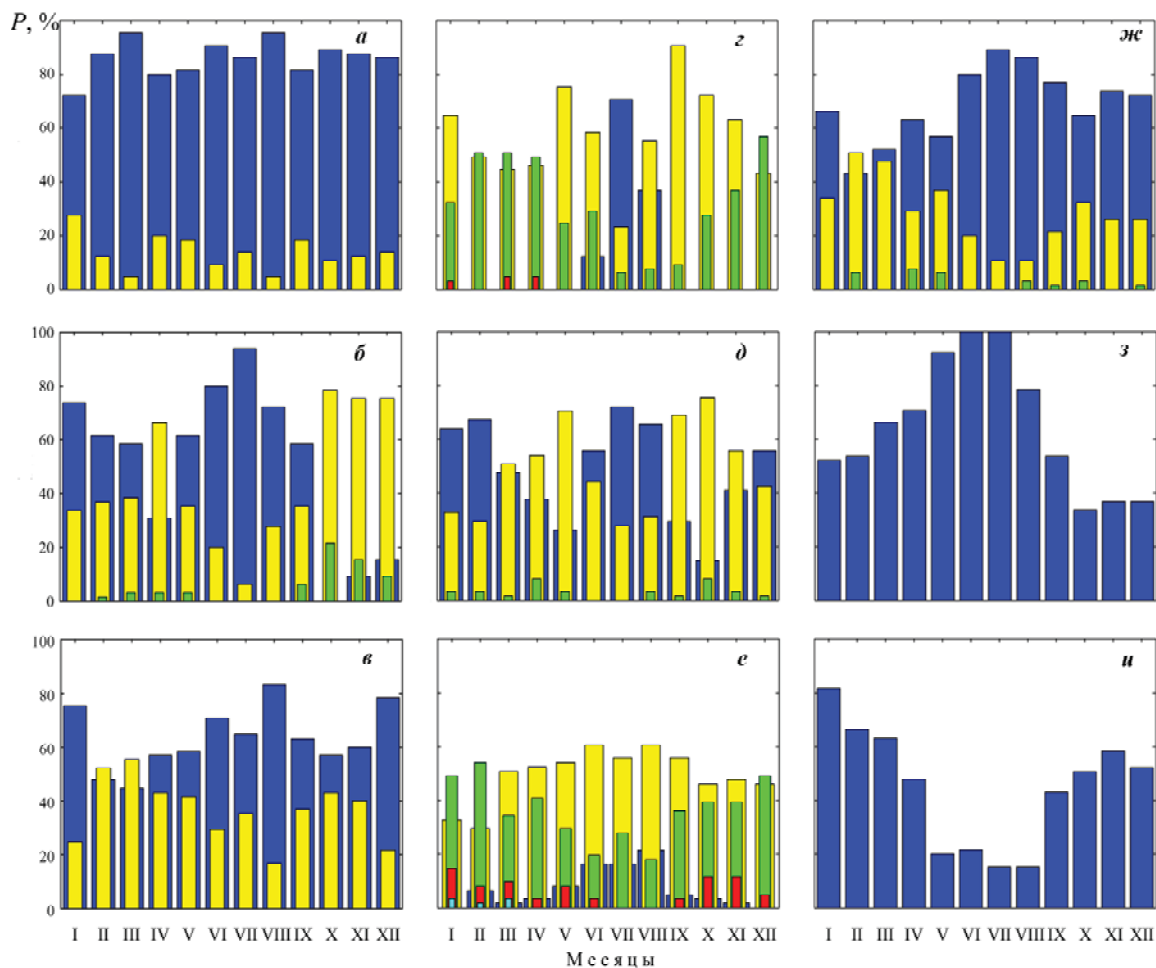


Рис. 5. Внутригодовое распределение количества центров вихревых образований в зоне действия Исландского (а), Алеутского (з) циклонов и Азорского (б), Южно-Атлантического (в), Гонулульского (д), Южно-Тихоокеанского (е), Южно-Индийского (ж), Южно-Австралийского (з), Новозеландского (и) антициклонов. Синий, желтый, зеленый, красный и голубой цвета соответствуют одному, двум, трем, четырем, пяти центрам

ной Атлантики прослеживаются структуры, в которых западная часть воздушных масс северной ветви Азорского антициклона “закручивается” в Исландский циклон. Такая схема структуры поля ветра отмечалась [7] и над северной частью Тихого океана.

Иногда над Северной Атлантикой формируется не второй центр Азорского антициклона, а второй антициклон значительно севернее основного. Вероятность его появления невелика. Подобная ситуация иногда возникает над Северной Атлантикой при смещении Исландского циклона к Великобритании.

В Южной Атлантике (см. рис. 5, *в*), южной части Тихого океана (рис. 5, *ж*) летом и зимой вероятность формирования одноцентрового антициклона составляет не менее 70 %. На климатических картах в этих регионах прослеживается структура поля ветра в виде одного антициклона.

Весной вероятность появления в Южно-Атлантическом регионе двухцентрового антициклона достигает 40 %. Однако она меньше, чем для одноцентрового, и пространственное положение второго центра изменяется. Поэтому двухцентровый антициклон здесь на климатических картах не реализуется.

В Южно-Индийском регионе в феврале и марте вероятность формирования одноцентрового антициклона больше, чем двухцентрового. Но поскольку вероятность образования двухцентрового антициклона достигает 50 %, на климатических картах для этих месяцев четко прослеживаются два центра Индийского антициклона.

В северной части Тихого океана Алеутский циклон (рис. 5, *з*) с октября по февраль формируется воздушными массами из Сибири и имеет обычно два центра. Вероятность появления второго центра, располагающегося в Аляскинском заливе, превышает 50 %.

С февраля по июнь в Аляскинском заливе циклон формируется воздушными массами западной части северной ветви Гавайского антициклона (см. рис. 2, *б-е*). В результате образуется структура, подобная одному из подтипов вихрей, описанных в работе [7], и реализующаяся летом в Северной Атлантике (рис. 2, *в-з*).

С января по апрель в поле приземного ветра над северо-восточной частью Тихого океана (рис. 2, *а-г*) формируется Гавайский антициклон. Вероятность формирования антициклона с одним центром составляет 60 %. Два центра появляются с вероятностью 30 %. С июня по август Гавайский антициклон занимает практически всю северную часть Тихого океана и вероятность формирования одного центра превышает 50 %, а двух не достигает 40 %. Поэтому в климатическом поле ветра (рис. 2, *е-з*) появляется вихревая структура с одним центром. В сентябре—декабре вероятность

появления одного центра менее 30 %, а двух — превышает 60 %. Это реализуется в формировании структуры поля ветра, и на климатических картах (рис. 2, *и-м*) прослеживается двухцентровый антициклон. Вероятность формирования трех и более антициклонов менее 10 %, на климатических картах они отсутствуют.

В Южно-Тихоокеанском регионе в полосе от 30° до 40° ю. ш. между Новой Зеландией и Южной Америкой формируется несколько антициклонов (см. рис. 5, *е*). Вероятность появления здесь одного, двух, трех антициклонических образований составляет менее 10, от 30 до 50 и от 30 до 60 % соответственно. На климатических картах для этого региона реализуется только два антициклона: один — около западного берега Южной Америки, второй — с сентября по февраль у Новой Зеландии, а с марта по август — на востоке Австралии. Третий антициклон, хотя и имеет большую вероятность формирования, на картах в этих областях не проявляется вследствие непостоянства его среднемесячного расположения между первыми двумя антициклонами и иногда из-за формирования маловероятного четвертого антициклона.

С мая по август на климатических картах (см. рис. 2, *д, з*) Южно-Тихоокеанского региона проявляется один антициклон, хотя вероятность его реализации составляет около 20 %. При этом вероятность образования двух- и трехвихревых структур составляет здесь соответственно 60 и 20 %. Их отсутствие в структуре климатического поля ветра на приведенных картах может свидетельствовать о значительной изменчивости положения локализации данных структур.

Для более наглядной иллюстрации структуры климатического поля приземного ветра на рис. 6 показано региональное распределение угла ( $\alpha^\circ$ ), характеризующего направление ветра для января (рис. 6, *а*) и июля (рис. 6, *б*). Он отсчитывается против часовой стрелки относительно направления на восток. По величине угла, определяемого по цвету области на рисунке, можно судить о ширине фронта движущейся воздушной массы.

**Тренд скорости приземного ветра.** С целью выявления тенденций изменчивости поля скорости приземного ветра над Мировым океаном для каждого месяца построена карта регионального распределения ее тренда за 65 лет. Для иллюстрации на рис. 7 представлены такие карты для января и июля. Анализ карт временных трендов скорости приземного ветра показал, что над большей частью Мирового океана значения тренда невелики. Они составляют не более 0,02 (м/с)/год. Однако в некоторых областях, например в Антарктике и в экваториальной области восточной части Тихого океана, величина тренда значительна. В Антарктике полоса положительных трендов расположена примерно между 50° и 60° ю. ш.,

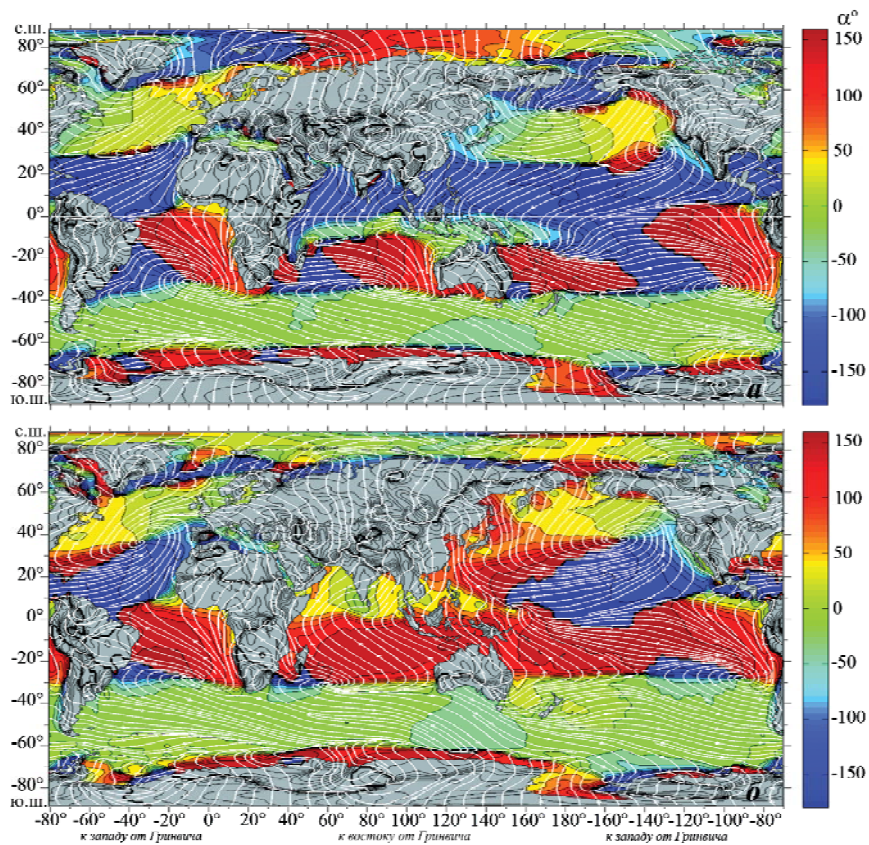


Рис. 6. Направление приземного климатического ветра для января (а) и июля (б)

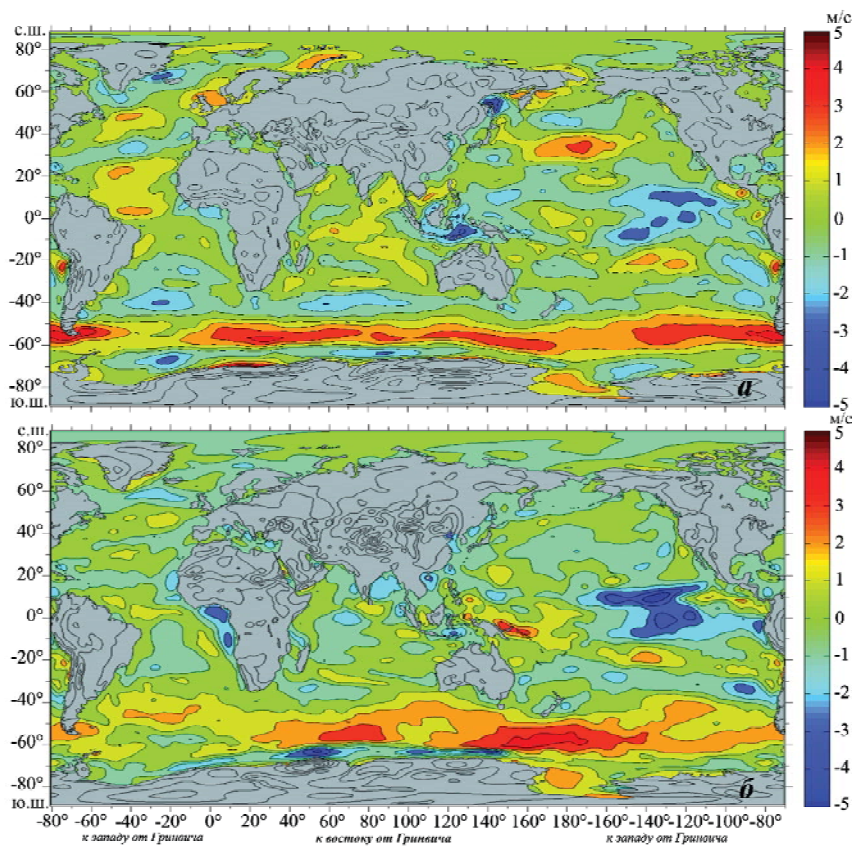


Рис. 7. Тренд модуля скорости приземного ветра для января (а) и июля (б)

где их значения достигают 0,08 (м/с)/год. Здесь за 65 лет скорость ветра возросла примерно на 5 м/с. В полосах между 40° и 50° и между 65° и 70° ю. ш. располагаются области отрицательных трендов, достигающих значений -0,05 (м/с)/год. Исключением является район моря Росса, где тренд положительный, а его величина составляет 0,05 (м/с)/год.

В Тихом океане в районах встречи северо-восточного и юго-восточного пассатов в области от 15° с. ш. до 10° ю. ш. и от 165° до 110° з. д. проявляется ослабление ветра. Значение тренда примерно равно -0,05 (м/с)/год. Наибольшие отрицательные тренды приходятся здесь на районы Нино в Южном полушарии и почти симметричные им относительно экватора районы в Северном полушарии. Отрицательные значения трендов выявляются также в районе моря Банда. Отметим, что области с отрицательными трендами сопровождаются параллельными им областями положительных трендов. Например, над Бен-

гельским течением тренд отрицательный, а в районе Южно-Атлантического антициклона западнее Бенгельского течения – положительный.

**Корреляция компонент скорости ветра.** Для выявления областей высокой и слабой коррелированности компонент скорости в климатических полях приземного ветра выполнен анализ корреляционной связи зональной и меридиональной составляющих скорости ветра. Вычислялась и вероятность ( $p$ ) отсутствия корреляции по Пирсону. Карты региональных распределений коэффициента корреляции ( $r$ ) и вероятности ее отсутствия показаны на рис. 8, причем рис. 8, *a, в* характеризуют значение коэффициента корреляции, рис. 8, *б, г* – вероятность ее отсутствия.

Видно, что в зонах северо-восточного пассата, где зональная и меридиональная составляющие вектора скорости ветра отрицательные, коэффициент корреляции положительный. Вместе с тем в области юго-восточного пассата коэффициент корреляции отрицательный, так как там зональ-

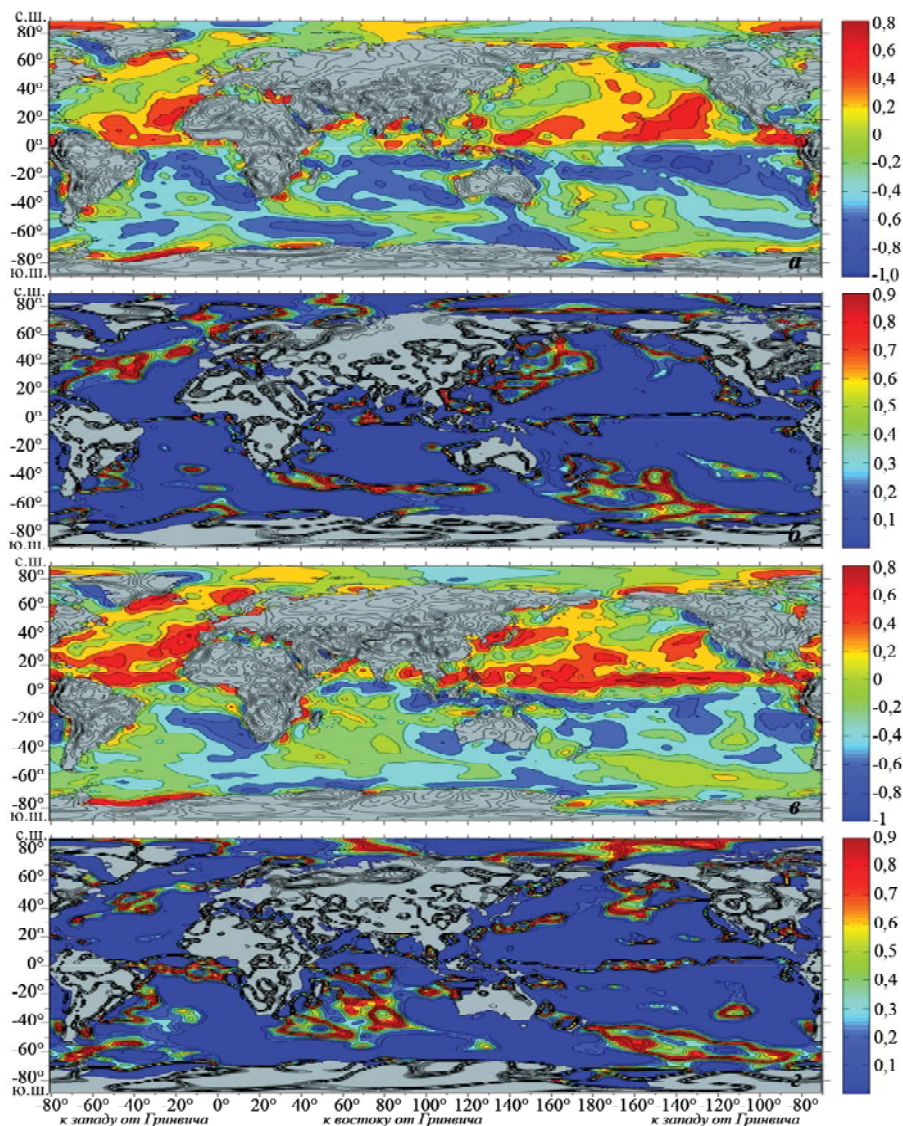


Рис. 8. Корреляция компонент скорости приземного ветра для января (*a, б*) и июля (*в, г*)



ная компонента скорости отрицательная, а меридиональная — положительная. Величины же коэффициентов в этих зонах значительные. Высокий коэффициент корреляции (до 0,8) отмечается и для областей циклонов и антициклонов. В зоне экваториальной депрессии коэффициент  $r$  незначительный.

Отметим, что в регионах Атлантического и Тихого океанов распределение коэффициента корреляции несимметрично относительно географического экватора. Практически всюду над океаном вероятность отсутствия корреляции не превышает 0,05, что подтверждает высокую значимость оценок коэффициента корреляции. Однако выделяются и области с большой вероятностью отсутствия корреляции. Они находятся в основном с подветренной стороны материков. Подобная картина, в частности, проявляется в виде петлеобразной полосы и к юго-востоку от Новой Зеландии между 40° и 60° ю. ш.

**Заключение.** На основе многолетних среднемесячных значений зональной и меридиональной составляющих скорости приземного ветра выполнено исследование внутригодовой изменчивости климатического поля ветра над Мировым океаном. В результате анализа построенных климатических карт поля ветра отмечено, что положение центров основных циклонов и антициклонов практически не изменяется.

С ноября по март большие значения скорости ветра отмечаются в районах прибрежных апвеллинговых зон, особенно у западных берегов. В антициклонах обоих полушарий выделяются северная и южная ветви. Скорость ветра в южных ветвях антициклонов Северного полушария больше, чем в северных, в Южном полушарии скорость ветра в северных ветвях антициклонов больше, чем в южных.

Дана оценка вероятности реализации в структуре поля ветра вторых центров и дополнительных вихревых образований на удалении от основного вихря.

Построены карты регионального распределения тренда скорости ветра за 65 лет с 1948 г. Выявлены области положительных и отрицательных трендов и получены оценки их величин. Наибольшее значение положительного тренда отме-

чено в полосе над Южным океаном между 50° и 60° ю. ш. Наибольшие по модулю отрицательные значения тренда отмечаются над Тихим океаном в районах Нино в Южном полушарии и примерно симметричных им относительно экватора районах в Северном полушарии.

Выполнен анализ корреляционной связи зональной и меридиональной компонент скорости ветра. В полях регионального распределения коэффициента корреляции и вероятности ее отсутствия по Пирсону отмечены области положительных и отрицательных значений коэффициента корреляции и районы с большой вероятностью отсутствия корреляционной связи между компонентами скорости приземного климатического ветра.

1. *Гарвей Дж.* Атмосфера и океан. — М.: Прогресс. — 1982. — 184 с.
2. *Еремеев В.Н.* Проявление фазы Эль-Ниньо—Южное колебание в географическом положении внутритропической зоны конвергенции / В.Н. Еремеев, А.Е. Букатов, М.В. Бабий, А.А. Букатов // Доп. НАН України. — 2011. — № 10. — С. 93–98.
3. *Мартазинова В.Ф.* Современное состояние атмосферной циркуляции воздуха в Северном и Южном полушарии и региональные климатические особенности в атлантико-европейском секторе и районе Антарктического полуострова / В.Ф. Мартазинова, В.Е. Тимофеев // Проблемы Арктики и Антарктики. — 2008. — № 3(80). — С.17–37.
4. *Мохов И.И.* Межгодовая изменчивость и долгопериодные тенденции изменений центров действия атмосферы в Северном полушарии: анализ данных наблюдений / И.И. Мохов, В.Ч. Хон // Изв. ФАО. — 2005. — Т. 41, № 6. — С. 723–732.
5. *Смирнов Н.П.* Циклонические центры действия атмосферы Южного полушария и изменения климата / Н.П. Смирнов, Э.И. Саруханян, И.В. Розанова. — СПб.: Изд-во РГГМУ. — 2004. — 209 с.
6. *Соркина А.И.* Уточненные данные об интенсивности и положениях центров действия атмосферы в Северном полушарии // Вопросы гидрологии и метеорологии океанов. Тр. ГОИН. — Л.: Гидрометеиздат. — 1972. — Вып. 114. — С. 71–79.
7. *Соркина А.И.* Типы атмосферной циркуляции и связанных с ней ветровых полей над северной частью Тихого океана. — М.: Гидрометеиздат (отд-ние), 1963. — 248 с.
8. <http://www.esrl.noaa.gov>.

## СТРУКТУРА ПОЛЯ ПРИЗЕМНОГО ВІТРУ НАД СВІТОВИМ ОКЕАНОМ

В.М. Єремєєв<sup>1</sup>, О.Є. Букатов<sup>2</sup>, М.В. Бабій<sup>2</sup>, А.О. Букатов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Океанологічний центр НАН України, вул. Капітанська, 2, Севастополь 99011, Україна

<sup>2</sup>Морський гідрофізичний інститут НАН України, вул. Капітанська, 2, Севастополь 99011, Україна

На основі середньомісячних значень компонент вектору швидкості приземного вітру за період 1948–2012 рр. досліджено внутрішньорічну мінливість структури кліматичного поля вітру над Світовим океаном. Розглянуто внутрішньорічний хід положень центрів основних циклонів та антициклонів. Обговорено ймовірність появи других центрів у вихрових структурах і додаткових вихрових утворень на віддаленні від основного вихору. Проаналізовано регіональний розподіл тренду швидкості приземного вітру. Оцінено кореляційний зв'язок її зональної та меридіональної компонент.

**Ключові слова:** поле приземного вітру, структура поля вітру, центри вихрових структур, тренд швидкості вітру.

## THE WIND FIELD STRUCTURE ABOVE THE WORLD OCEAN

V.N. Eremeev<sup>1</sup>, A.E. Bukatov<sup>2</sup>, M.V. Babiy<sup>2</sup>, A.A. Bukatov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Oceanological Center NASU, Kapitanskaya St., 2, Sevastopol 99011, Ukraine

<sup>2</sup>Marine Hydrophysical Institute NASU, Kapitanskaya St., 2, Sevastopol 99011, Ukraine

On the basis of the monthly average values of wind velocity components of the above-ground level an investigation of the intraannual variability of the wind climatic field structure above the World Ocean is carried out during 1948–2012. The intraannual motion of the centers location of the major cyclones and anticyclones is considered. The analysis of the wind field climatic maps shows that the centers location of the basic cyclones and anticyclones practically does not change. The probability of the second centers appearing into vortical structures and additional vortical formations occurring away from the main vortex is estimated. The analysis of the trend regional distribution of the above-ground level wind velocity is carried out. Areas of positive and negative trends are shown and estimations of their values are obtained. The correlation estimation of zonal and meridional wind velocity components of the above-ground level is given. In the regional distribution fields of a correlation coefficient and the hypothesis of no correlation, the areas of a positive and negative correlation coefficient and the areas with a high probability of no correlation between wind climatic velocity components are noted.

**Keywords:** wind above-ground level, wind field structure, the vortical structures centers, wind velocity trend.

### References:

1. Garvej Dzh. *Atmosfera i okean* [Atmosphere and ocean]. Moscow. Progres, 1982, 184 p.
2. Eremeev V.N., Bukatov A.E., Babij M.V., Bukatov A.A. *Projavenie fazy Jel'-Nin'o - Juzhnoe kolebanie v geograficheskom polozenii vnutritropicheskoy zony konvergencii* [The El Nino - Southern oscillation phase response in the geographical location of the convergence zone]. *Dopovidi NAN Ukraini* [Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine (Ukraine)], 2011, no. 10, pp. 93-98.
3. Martazinova V.F., Timofeev V.E. *Sovremennoe sostojanie atmosfornoj cirkuljacii vozduha v Severnom i Juzhnom polusharii i regional'nye klimaticheskie osobennosti v atlantiko-evropejskom sektore i rajone Antarkticheskogo poluostrova* [Current state of atmospheric circulation in the Northern and Southern hemispheres and regional climate in the Atlantic-European sector and the region of the Antarctic peninsula]. *Problemy Arktiki i Antarktiki* [Problems of Arctic and Antarctic (Russia)], 2008, no. 3(80), pp. 17-37.
4. Mokhov I.I., Hon V.Ch. *Mezhgodovaja izmenchivost' i dolgoperiodnye tendencii izmenenij centrov dejstvija atmosfery v Severnom polusharii: analiz dannyh nabljudenij* [Interannual variability and long-term tendencies of change in atmospheric centers of action in the Northern hemisphere: analyses of observational data] *Izvestija RAN. Fizika Atmosfery i Okeana* [Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics (Russia)], 2005, vol. 41, no. 6, pp. 723-732.
5. Smirnov N.P., Saruhanyan E.I., Rozanova I.V. *Ciklonicheskie centry dejstvija atmosfery Juzhnogo polusharija i izmenenija klimata* [Cyclonic action centres in the atmosphere of the Southern Hemisphere and climatic variations]. St. Peterburg. RSHU Publishers, 2004, 209 pp.
6. Sorkina A.I. *Utochnennye dannye ob intensivnosti i polozenijah centrov dejstvija atmosfery v Severnom polusharii* [The specified data about intensity and positions of atmosphere centers of action in Northern hemisphere]. *Voprosy gidrologii i meteorologii okeanov. Trudy Gosudarstvennogo Ocean. Inst. Leningrad. Gidrometeoizdat*, 1972, vol. 114, pp. 71-79.
7. Sorkina A.I. *Tipy atmosfornoj cirkuljacii i svjazannyh s nej vetrovyh polej nad Severnoj chast'ju Tihogo okeana* [Types of atmospheric circulation and connected with it the wind fields over Northern part of Pacific ocean]. Moscow. *Gidrometeoizdat* (branch), 1963, 248 p.
8. <http://www.esrl.noaa.gov>.

Поступила в редакцію 01.04.2014 г.

Received 01/04/2014