

УДК 551.46.06:[551.524+551.526.6]. 072

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ
ИНТЕНСИВНОСТИ ЛЕТНИХ МУССОННЫХ ОСАДКОВ
В СЕВЕРНОМ ВЬЕТНАМЕ В СВЯЗИ С СЕЗОННОЙ МИГРАЦИЕЙ
ГАВАЙСКОГО АНТИЦИКЛОНА**

Нго Ван Туен, А.И. Угрюмов

Российский государственный гидрометеорологический университет,
ugriumov-met@mail.ru

Рассматривается влияние положения гавайского антициклона на климатические колебания интенсивности летних муссонных осадков в Северном Вьетнаме. Установлено, что перемещение антициклона к западу (к Азии) приводит к усилению муссонных осадков, смещение антициклона в обратном направлении — к ослаблению муссонных дождей.

Ключевые слова: Северный Вьетнам, летние муссонные осадки, положение гавайского антициклона.

**CLIMATIC FLUCTUATIONS OF THE SUMMER MONSOON
PRECIPITATION INTENSITY IN NORTHERN VIETNAM
IN RELATION WITH THE HAWAIIAN ANTICYCLONE MIGRATION**

Ngo Van Tuyen, A.I. Ugriumov

Russian State Hydrometeorological University

The influence of Hawaiian anticyclone location on climatic fluctuations of the summer monsoon precipitation intensity in Northern Vietnam is discussed. It has been ascertained that moving of anticyclone to west (to Asia) results in the intensification of monsoon precipitations, moving of anticyclone in the opposite direction — to decrease of the monsoon rainfalls.

Keywords: Northern Vietnam, summer monsoon precipitations, location of Hawaiian anticyclone.

Введение

Климат Северного Вьетнама, относящегося к региону Дальнего Востока, имеет выраженный муссонный характер. Зимой территория Северного Вьетнама находится под влиянием холодных и сухих воздушных масс, поступающих из северных районов Азиатского материка, занятых сибирским антициклоном. Весной (апрель — май) происходит перестройка полей давления: сибирский антициклон исчезает, над территорией Азиатского материка формируется обширная депрессия и существенно усиливается, смещаясь к западу, субтропический гавайский антициклон над Тихим океаном. В результате полностью перестраивается циркуляция воздушных масс: на регион Дальнего Востока с Тихого океана — с юга и юго-востока — поступает теплый и влажный воздух. В регионе, и в частности в Северном Вьетнаме, наступает период господства летнего муссона и связанных с ним значительных осадков [1—3].

Проведенные ранее исследования показали, что интенсивность летних муссонных осадков испытывает значительные межгодовые изменения [10, 11], как кратковременные (два-три года), так и на масштабах климатических колебаний (несколько десятилетий). Такие же колебания испытывают и даты наступления летнего муссона [12, 13].

Факторов, которые могли бы влиять на формирование длительных колебаний характеристик летнего муссона, достаточно много; выявлено даже влияние на интенсивность муссонных осадков сведения лесов в Юго-Восточной Азии [14]. Однако, прежде всего, следует обратить внимание на циркуляционные факторы, так как происхождение и зимнего, и летнего муссона определяется кардинальной сезонной перестройкой атмосферной циркуляции [2, 6, 7]. Летом ведущую роль в такой перестройке играет формирование над Тихим океаном субтропического гавайского антициклона, на западной периферии которого и развиваются южные и юго-восточные муссонные потоки [8]. Поэтому с целью выявления причин колебаний интенсивности муссонных осадков целесообразно совместно рассмотреть временные изменения количества осадков и состояния гавайского антициклона.

В настоящей работе предпринята попытка оценить степень влияния гавайского антициклона (координаты расположения, давление в центре) на климатические колебания интенсивности муссонных осадков в Северном Вьетнаме.

Осадки летнего муссона

Режим осадков в Северном Вьетнаме полностью подчиняется режиму циркуляции атмосферы: минимум количества осадков отмечается зимой, максимум — в период летнего муссона. Для характеристики режима осадков мы использовали климатические данные архива Historical Climatology Network [9] и Гидрометслужбы Вьетнама за 1890—2010 гг. В качестве базового значения взято среднее месячное количество осадков по пяти станциям Северного Вьетнама (R). Из рис. 1 *а*, где представлены средние многолетние значения R за весь ряд наблюдений, видно, что летний муссон начинается в мае (резкое увеличение количества осадков) и заканчивается в октябре. При этом наибольшее количество осадков приходится на июль — август.

Вместе с тем летние муссонные осадки испытывают значительные межгодовые колебания, причем максимум среднего квадратического отклонения месячных сумм осадков в годовом ходе приходится на июль — октябрь (рис. 1 *б*). Масштаб межгодовых различий можно оценить путем сравнения количества осадков в июле в двух пятилетиях: 1945—1949 и 2001—2005 гг. В первом пятилетии в среднем за пять лет выпадало 165 мм в месяц, во втором — 517 мм в месяц. Таким образом, в Северном Вьетнаме могут отмечаться многолетние периоды, близкие к засухам, и периоды избыточного увлажнения.

Для дальнейшей работы по исследованию связей муссонных осадков с развитием гавайского антициклона были выбраны два месяца, в которых, по климатическим данным, осадки максимальны, — июль и август. Временной ряд

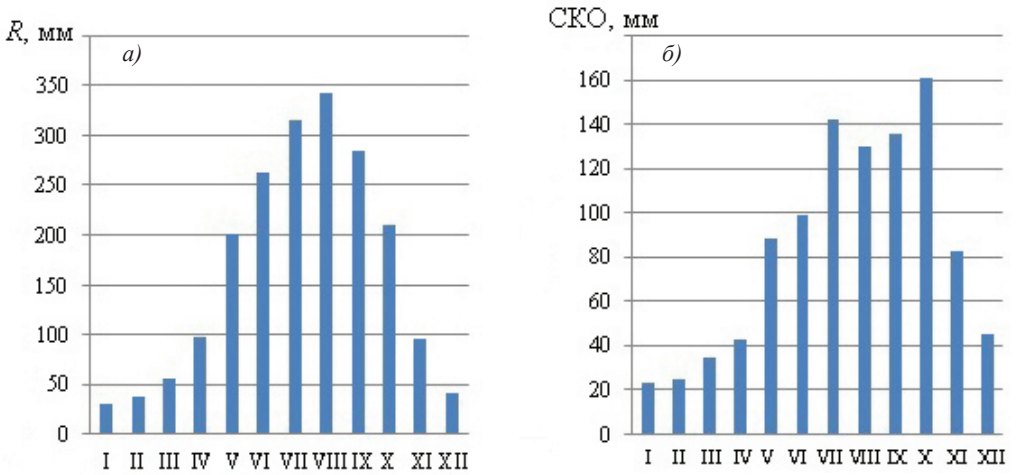


Рис. 1. Месячные суммы осадков (а) и среднее квадратическое отклонение месячных сумм осадков Северного Вьетнама (б).

количества осадков формировался следующим образом. Для каждого года определялось среднее значение R в июле и августе, а затем полученный временной ряд подвергался двойному скользящему сглаживанию с окном осреднения пять лет для отфильтровывания высокочастотных колебаний, не относящихся к короткопериодным изменениям климата.

Гавайский антициклон

Гавайский субтропический антициклон наиболее развит в летнее время, когда занимаемый им район охватывает не менее 70 % площади северной половины Тихого океана [2, 8]. Для изучения закономерностей межгодовых колебаний состояния антициклона были привлечены данные по среднегодовым значениям долготы (λ), широты (φ) и давления в центре (p) в среднем за июль — август (период максимального развития антициклона и максимального количества муссонных осадков в Северном Вьетнаме) с 1891 по 2010 г. [6]. Временные ряды λ , φ , p подвергались сглаживанию по той же схеме, что и временные ряды количества осадков. Корреляция временных рядов λ , φ и p между собой показала, что между долготой расположения антициклона и давлением в его центре существует сильная прямая статистическая связь в течение всего периода наблюдений за исключением периода 1950—1960 гг., что пока трудно объяснить. Широта антициклона φ одинаково слабо связана как с долготой расположения λ , так и с давлением в центре p .

Из рис. 3 видно, что значения λ и p тесно связаны — коэффициент корреляции равен 0,85. Данная связь позволяет выявить закономерности климатических колебаний состояния гавайского антициклона. Поскольку он всегда расположен в западном полушарии, увеличение его западной долготы означает приближение

антициклона к линии смены дат (180° долготы), т.е. к Азиатскому материку и, соответственно, к Северному Вьетнаму. Одновременно, как показывает найденная связь, растет давление в центре антициклона. Таким образом, климатические колебания состояния гавайского антициклона заключаются в следующем: приближаясь к Азии, он усиливается, отходя к Северной Америке — ослабевает.

Усиление антициклона при его приближении к Азии дает основание полагать, что при этом должен усиливаться также летний муссонный поток, перенос влажных воздушных масс на Азиатский материк и, соответственно, количество осадков в Северном Вьетнаме.

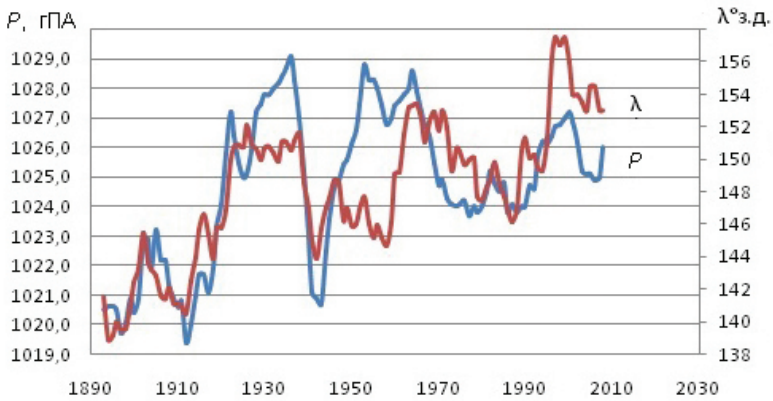


Рис. 2. Временной ход долготы расположения (λ) и давления в центре (P) гавайского антициклона.

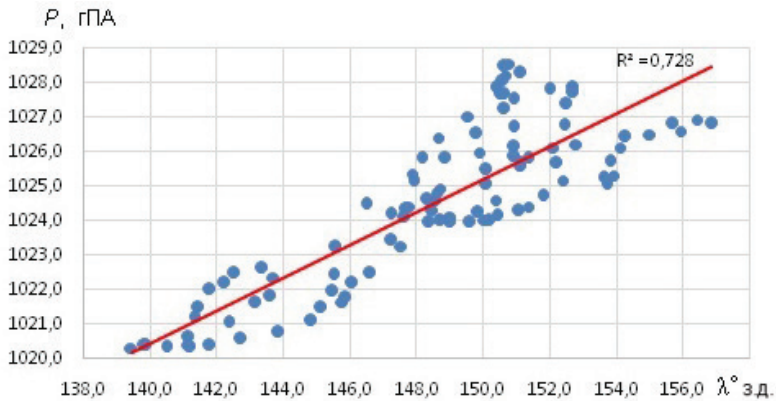


Рис. 3. Статистическая связь долготы расположения (λ) и давления в центре (P) гавайского антициклона (исключены данные за 1950—1960 гг.).

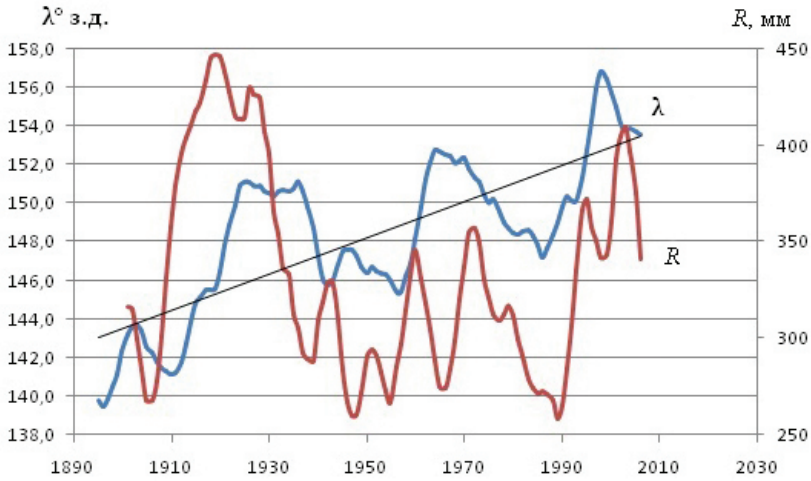


Рис. 4. Климатические изменения долготы расположения центра гавайского антициклона (λ) и количества муссонных осадков (R) в июле — августе и линейный тренд долготы антициклона.

Летние муссонные осадки и гавайский антициклон

Оценка связи многолетних изменений количества осадков с долготой и давлением в центре гавайского антициклона показала следующее. Давление в центре антициклона имеет очень слабую корреляцию с количеством осадков. Широта антициклона по изложенной выше причине не рассматривалась как влияющий фактор. Вызывает интерес связь долготы расположения антициклона с муссонными осадками (рис. 4).

Из рис. 4 видно, что временной ход этих двух переменных достаточно хорошо согласован; исключение составляет период 1960—1970 гг. Это означает, что приближение гавайского антициклона к Азиатскому материку (увеличение долготы) действительно приводит к увеличению количества осадков, а миграция его в направлении Северной Америки (уменьшение долготы) — к уменьшению количества осадков. Таким образом, подтверждается гипотеза, выдвинутая в начале статьи. Остается определить статистический уровень обнаруженной связи.

Из рис. 4 следует, что в период 1890—2010 гг. наблюдается отчетливый положительный тренд долготы расположения центра антициклона, в то время как количество осадков такого тренда не имеет. Для исключения влияния тренда на результат корреляции временной ряд долготы антициклона λ был трансформирован следующим образом: $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_{\text{тренд}}$ — это новый временной ряд отклонений долготы от линии тренда или аномалии λ . Именно эту характеристику мы и коррелировали с количеством осадков (рис. 5).

Из рис. 5 следует, что статистическая связь оценивается коэффициентом корреляции r , равным 0,53 при ошибке $m_r = 0,085$. Согласно критерию Стьюдента $t = r/m_r = 6,2$, данная статистическая связь оценивается уровнем значимости не

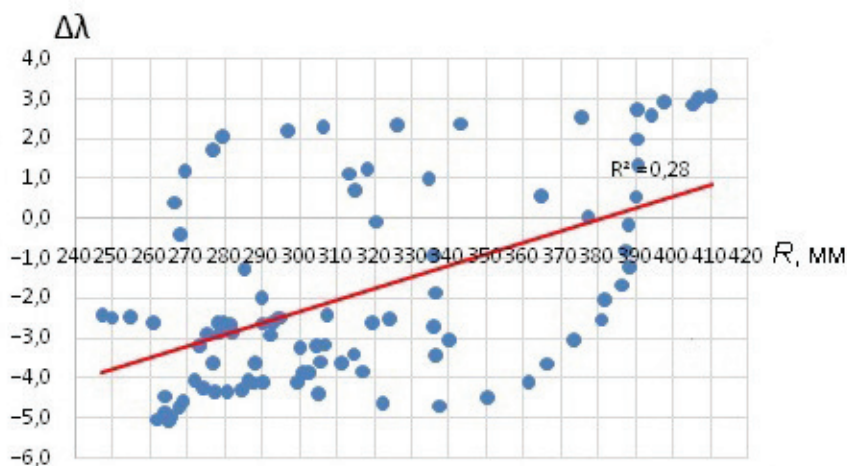


Рис. 5. Статистическая связь аномалии долготы ($\Delta\lambda$) расположения центра гавайского антициклона с количеством муссонных осадков (R) (исключены данные за 1960—1970 гг.).

менее 99 % [4]. Исходя из коэффициента детерминации ($r^2 = 0,28$) видим, что долгота расположения гавайского антициклона определяет 28 % климатической дисперсии количества муссонных осадков в июле — августе в Северном Вьетнаме. Это не так уж мало, поскольку есть и другие влияющие факторы, например температура воды в Тихом океане, глобальные процессы типа Эль-Ниньо и Южного колебания.

Заключение

Оценка влияния климатических колебаний состояния гавайского антициклона на интенсивность летних муссонных осадков в Северном Вьетнаме за период 1890—2010 гг. показало, что такое влияние действительно имеет место. При этом наиболее тесная прямая связь обнаруживается при сравнении количества осадков в Северном Вьетнаме и долготы расположения гавайского антициклона. Последняя определяет 28 % дисперсии климатических колебаний количества осадков. Данная связь имеет физическое объяснение: при приближении антициклона к берегам Азии (увеличение западной долготы) усиливается летний муссон, перенос влаги на территорию Вьетнама и, соответственно, количество муссонных осадков.

Список литературы

1. Динь Тхи Кунь Нь. Особенности режима атмосферной циркуляции и облачности над Юго-Восточной Азией / Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Л. 1988. 130 с.
2. Герберт Риль. Климат и погода в тропиках. — Л.: Гидрометеоздат, 1984. 606 с.
3. Кислов А.В. Климатология. М.: Академия, 2014. 280 с.
4. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. СПб: изд. РГГМУ, 2008. 408 с.

5. Мониторинг общей циркуляции атмосферы. Северное полушарие. Справочная монография / А.И. Неушкин, Н.С. Сидоренков и др. Обнинск, изд. Гидрометцентра России и ВНИИГМИ — МЦД, 2012. 123 с.
6. Рамедж К. Метеорология муссонов. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 336 с.
7. Тропические муссоны. ПГЭП. Том 9. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 339 с.
8. Циркуляция атмосферы в тропиках: климат и изменчивость / М.А.Петросянц и др. М.: Макс Пресс, 2005. 670 с.
9. Global Historical Network [electronic resours]. Point access: [hppt://www.scd.ucar.edu/dss/catalogs/free/html]
10. Lau K.M., Yang S. Climatology and Interannual Variability of the Southeast Asian Summer Monsoon // Advances in Atmos. Sci. 1997. V. 14. — P. 141—162.
11. Liu Y., Ding Y. Sensitivity study of the South China Sea summer monsoon in 1998 to different cumulus parameterization schemes // Advances in Atmos Sci. 2007. V. 24 (3). P. 360—376.
12. Nguyen Le Dzung, J. Matsumoto, Ngo Duc Thanh. Climatological onset date of summer monsoon in Vietnam // Int. J. Climatol. 2014. V. 34. P. 3237—3250.
13. Nguyen-Le Dzung, Jun Matsumoto, Thanh Ngo Duc. Onset of the Rainy Seasons in the Eastern Indochina Peninsula // J. Climate. 2015. V. 28. P. 5645—5666.
14. Sen O.L., Wang Y., Wang B. Impact of Indochina Deforestation on the East Asian Summer Monsoon // J. Climate. V. 17. 2004. P. 1366—1380.