

УДК 550.341:551.515

Научная специальность: 1.6.21

ISSN 1812-5220

© Проблемы анализа риска, 2024

Циклоническая активность тропических циклонов и некоторые ее особенности. Часть II. О возможной многолетней цикличности энергии тропических циклонов

Ярошевич М.И.,

Россия, г. Обнинск

Аннотация

Рассмотрена возможная многолетняя цикличность циклонической энергии в длительной хронологии тропических циклонов.

Ключевые слова: тропические циклоны; циклоническая энергия тропических циклонов; цикличность.

Для цитирования: Ярошевич М.И. Некоторые закономерности всплесков циклонической активности тропических циклонов. Часть II. О возможной многолетней цикличности энергии тропических циклонов // Проблемы анализа риска. 2024. Т. 21. № 1. С. 50–55.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Cyclonic Activity of Tropical Cyclones and Some of its Features. Part II. On Possible Long-Term Cyclical Energy Cycling of Tropical Cyclones

Mikhail I. Yaroshevich,
Obninsk, Russia

Abstract

The possible long-term cyclonic energy cyclicity in the long-term chronology of tropical cyclones is considered.

Keywords: tropical cyclones; cyclonic energy of tropical cyclones; cyclical.

For citation: Yaroshevich M.I. Some regularities of burst cyclone activity of tropical cyclones. Part II. On possible long-term cyclical energy cycling of tropical cyclones // Issues of Risk Analysis. 2024;21(1):50–55. (In Russ.).

The author declare no conflict of interest.

Содержание

Введение
Расчетные эксперименты
Заключение
Список источников

Введение

Годовое количество тропических циклонов (ТЦ) произошедших в рассматриваемой циклонической зоне, различается порой достаточно ощутимо. Как правило, годовая интенсивность циклонов оценивается по их годовому количеству. Однако количество циклонов довольно часто плохо соответствуют суммарной энергии этих циклонов.

Это связано с различием ряда параметров даже двух циклонов одинаковой интенсивности (равных значений максимальной скорости ветра). Эти циклоны могут отличаться по длительности во времени, по темпам и характеру нарастания и спада интенсивности, по протяженности их траекторий. А это значит, что совершаемая ими работа по воздействию на океан или по энергии, передаваемой океану, будет разная.

Целесообразно также проводить различные энергетические исследования ТЦ, не отменяя при этом важности исследования количества циклонов и градации их по интенсивности [1, 2].

В большинстве случаев тропические циклоны действуют группами, перекрывая друг друга во времени. Для оценки их общей энергии используется довольно простая и ранее описанная модель [1]. Расчеты по модели несколько своеобразны и их результаты достаточно хорошо отражают циклоническую ситуацию. В основе расчетов лежит метод оценки кинетической энергии отдельного циклона, которая пропорциональна квадрату максимальной скорости ветра [3]. По модели каждые 12 час. Гринвичского времени рассчитывается суммарная циклоническая энергия всех ТЦ, действующих в этот момент в рассматриваемой циклонической зоне. При этом учитывается и энергия нескольких предшествующих 12-часовых интервалов времени, ослабленная по экспоненте. В итоге годовой поток циклонов, представлен последовательным рядом, состоящим из 730 или 732 значений энергии (E_k), отражающим общую динамику циклонической активности в течение года.

Расчетные эксперименты

На рисунке 1 показана хронологическая динамика 51 830 значений E_k , рассчитанных по всем ТЦ, действовавшим в циклонической зоне северо-западной части Тихого океана в 1945–2015 гг.¹

¹ Вся используемая информация о тропических циклонах взята из Интернета по адресу: Unisys Weather рассматриваемый год Hurricane-Tropical Data for Western Pacific. По схожему адресу Интернета получена и информация о ТЦ, действовавших в северо-западной части Атлантического океана.

Схожая с рис. 1 хронологическая динамика значений E_k по северо-западной части Атлантического океана. В этом случае 62 780 значений E_k и расчет проведен по всем циклонам за 1930–2015 гг. Среднее значение $\bar{E}_k$, рассчитанное по вышеприведенным рядам E_k для северо-западной части Тихого океана равно $2,67 \cdot 10^{19}$ Дж, для северо-западной части Атлантического — $0,738 \cdot 10^{19}$ Дж.

Нередко за внешне хаотичным видом длительных рядов скрываются некоторые их особенности. В связи с желанием выявить эти возможные особенности к рассматриваемым здесь рядам было, в частности, применено сглаживание. При этом использовались различные окна сглаживания. Так, на рис. 2 представлены результаты сглаживания соответствующих исходных рядов $\{E_k\}$ со скользящим окном размером в 1000 значений E_k . На графиках просматриваются признаки цикличности в многолетней динамике циклонической энергии. Чтобы проверить уровень достоверности этих признаков, было предпринято несколько иное представление исходных рядов $\{E_k\}$. Рассматривалась хронологическая последовательность годовых значений циклонической энергии (ΣE_k).

На рисунке 3 показана многолетняя сглаженная динамика годовых энергий для двух рассматриваемых в статье зон океанов. Здесь подтверждаются признаки вероятной цикличности. При этом важно отметить важное различие в общих уровнях циклонической энергии двух рассматриваемых циклонических зон.

Исследуя большой ряд какой-либо физической характеристики с оттенками случайности, часто хочется выявить в этом ряду возможные статистические закономерности. В нашем случае это, строго говоря, сделать нельзя ввиду явно слабой статистической обеспеченности. Мы располагаем всего тремя циклами, да к тому же в различающихся зонах. Если принять, что выявленная здесь цикличность характерна, то для получения минимально достоверной статистики понадобятся наблюдения за тропическими циклонами еще несколько сотен лет.

Тем не менее, была предпринята попытка определить возможную зависимость длительности цикла от параметров многолетних всплесков циклонической энергии. Было выявлено соотношение $N_i = h_i \times L_i / \bar{E}^{0.5} \times h_{i+1}$, где N_i — длительность i -го цикла, h_i — пиковое значение

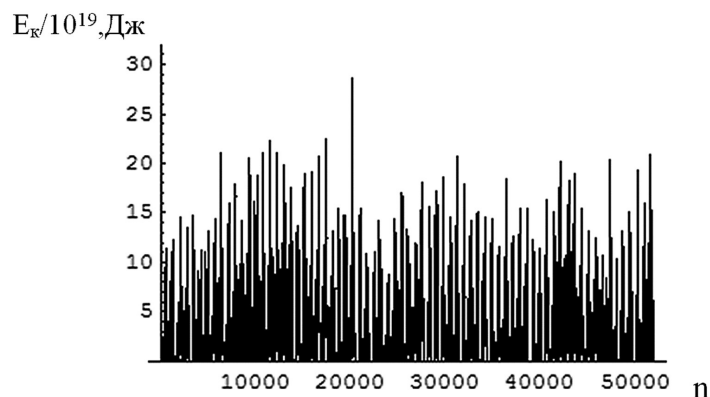


Рис. 1. Хронологическая динамика значений циклонической энергии E_k , рассчитанных по всем тропическим циклонам 1945–2015 гг. Северо-западная часть Тихого океана — $[(5-45)^\circ\text{N} - (115-175)^\circ\text{E}]$

Figure 1. Chronological dynamics of the values of cyclonic energy E_k , calculated for all tropical cyclones 1945–2015. Northwest Pacific Ocean — $[(5-45)^\circ\text{N} - (115-175)^\circ\text{E}]$

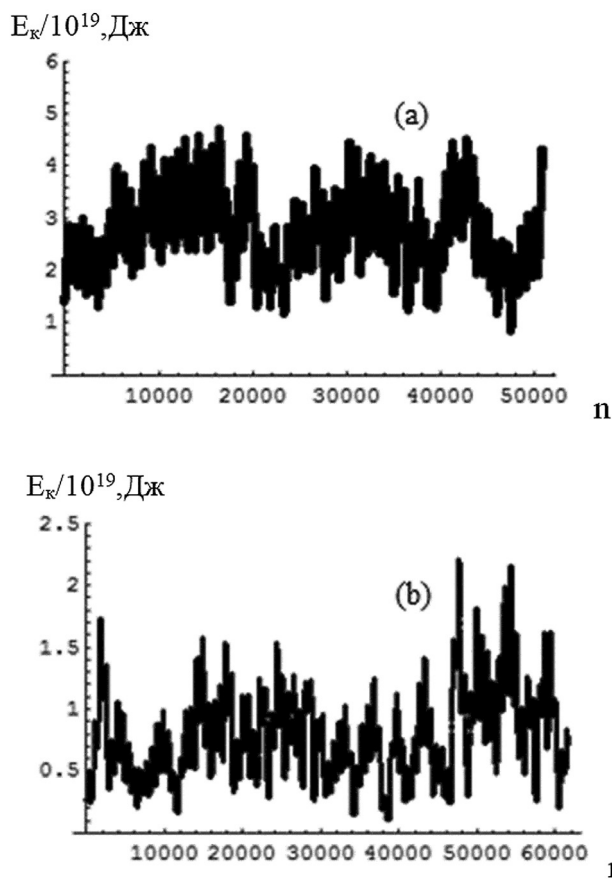


Рис. 2. Результаты сглаживания многолетних исходных рядов значений энергии E_k , рассчитанных по северо-западной части Тихого океана (а) и северо-западной части Атлантического океана (б). Окно сглаживания — 1000 значений E_k

Figure 2. Results of smoothing long-term initial series of E_k energy values calculated from the Pacific Northwest (a) and Atlantic Northwest (b). Smoothing window — 1000 values of E_k

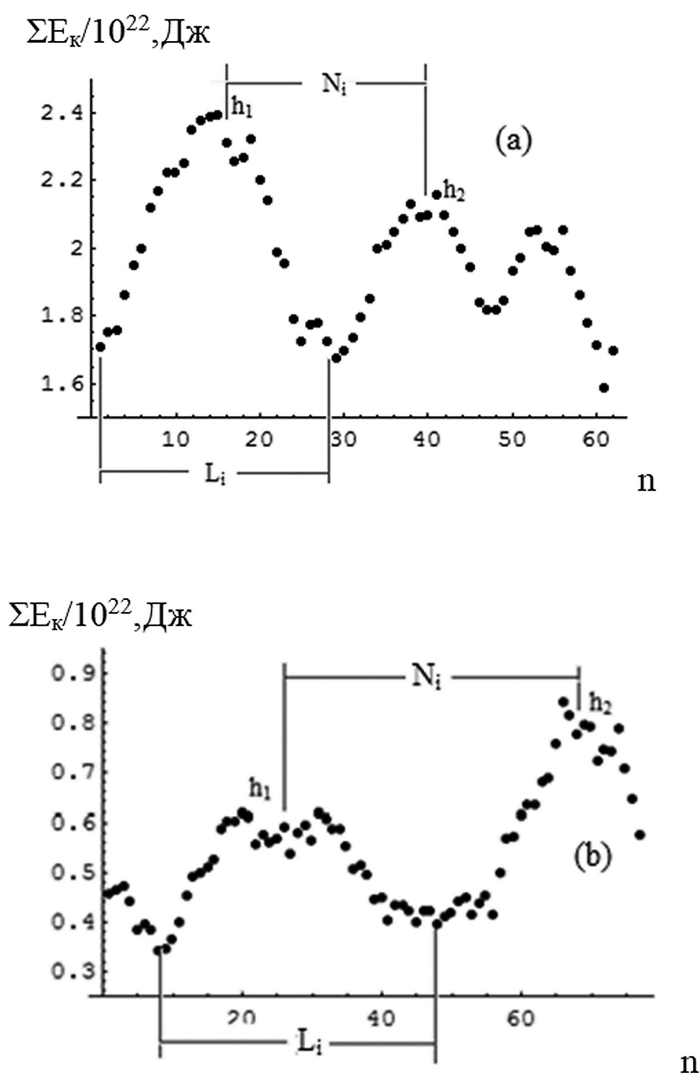


Рис. 3. Графики сглаженных суммарных годовых значений циклонической энергии (ΣE_k) по северо-западной части Тихого океана за 1945–2015 гг. (а) и по северо-западной части Атлантического океана за 1930–2015 гг. (б). Сглаживание окном в 10 значений (ΣE_k). N_i — длительность цикла (годы), L_i — длительность всплеска (годы), h_i — примерное, максимальное значение энергии в многолетнем всплеске циклонической энергии

Figure 3. Plots of smoothed total annual cyclonic energy values (ΣE_k) for the Northwest Pacific Ocean for 1945–2015 (a) and for the Northwest Atlantic Ocean for 1930–2015 (b). Smoothing with a window of 10 values (ΣE_k). N_i — cycle duration (years), L_i — burst duration (years), h_i is an approximate, maximum energy value in a multiyear burst of cyclonic energy

энергии i -го всплеска, L_i — длительность i -го всплеска, h_{i+1} — пиковое значение энергии $(i+1)$ -го всплеска, $\check{E} = \check{E}_k / 10^{19}$. По приведенному соотношению, по расчетам для трех циклов была получена линейная зависимость:

$$N_i = -4 + 1.5 \times \kappa_i, \text{ где } \kappa_i = h_i \times L_i / \check{E}^{0.5} \times h_{i+1}.$$

Заключение

В результате проведенных исследований определены первичные многолетние циклы циклонической активности тропических циклонов. Показан один из методов выявления циклов. По предварительным данным, длительность циклов может заметно варьировать.

Получено предварительное соотношение, определяющее возможную зависимость длительности цикла от характеристик многолетних всплесков циклонической энергии и от многолетнего среднего значения показателя энергии ($\bar{E}_k$) конкретной циклонической зоны. Это соотношение ввиду недостаточной статистики, конечно, не является регрессионным уравнением. Однако оно может рассматриваться в качестве первого признака или одного из признаков существования цикличности и возможного прогнозирования длительности многолетнего цикла циклонической энергии тропических циклонов.

Список источников [References]

1. Ярошевич М.И. Циклоническая активность тропических циклонов и ее динамика — единый непрерывный процесс // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2020. Т. 56. № 5, С. 547–550, <https://doi.org/10.31857/S0002351520050120> [Yaroshevich M. I. Cyclonic activity of tropical cyclons and its dynamics — a single continuous process // Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk, Fizika Atmosfery i Okeana. 2020;56(5):547–550, (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0002351520050120>]

2. Ярошевич М.И. О взаимной динамике тропических циклонов // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2022. Т. 58. № 5. С. 534–542, <https://doi.org/10.31857/S0002351522050121> [Yaroshevich M. I. On the mutual dynamics of tropical cyclones // Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk, Fizika Atmosfery i Okeana. 2022;58(5):534–542, (In Russ.), <https://doi.org/10.31857/S0002351522050121>]
3. Голицын Г.С. «Статистика и энергетика тропических циклонов», Докл. РАН, 354:4 (1997), 535–538 [Golitsyn G.S., «Statistics and Energy of Tropical Cyclones», Dokl. RAS, 354:4 (1997), 535–538, (In Russ.)]

Сведения об авторе

Ярошевич Михаил Иосифович: кандидат технических наук

Количество публикаций: более 140

Область научных интересов: исследование тропических циклонов

Контактная информация:

myarosh32@gmail.com

Статья поступила в редакцию: 18.08.2023

Одобрена после рецензирования: 19.09.2023

Принята к публикации: 12.10.2023

Дата публикации: 29.02.2024

The article was submitted: 18.08.2023

Approved after reviewing: 19.09.2023

Accepted for publication: 12.10.2023

Date of publication: 29.02.2024