

## ОБ ОДНОЙ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ, ДЕЙСТВУЮЩИХ ГРУППОЙ

© 2019 г. М. И. Ярошевич

*E-mail: myarosh32@gmail.com*

Поступила в редакцию 06.10.2018 г.

Принята к печати 03.04.2019 г.

Рассматриваются группы тропических циклонов. Под группой понимается совокупность циклонов, в той или иной степени, совпадающие друг с другом, по времени. В каждой группе выделяется самый интенсивный — «основной» циклон. Определяется характер распределений интенсивностей и динамик циклонов группы относительно основного циклона.

**Ключевые слова:** тропические циклоны, группа циклонов, основной циклон группы.

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S0002-351555445-48>

### ВВЕДЕНИЕ

В периоды высокой циклонической активности тропические циклоны, как правило, действуют группами. В исследованиях мы определяем группу, как хронологический ряд последовательно, фрагментарно во времени, совпадающих друг с другом тропических циклонов. Эти совпадения различны по своему характеру. Чаще в группе часть этапа ослабления циклона совпадает по времени с фрагментом этапа нарастания интенсивности следующего циклона. Рассматривались в качестве циклонов одной группы и случаи, когда время между завершением одного циклона и началом последующего циклона не превышает одних суток. Иногда два циклона действуют почти одновременно. В каждой группе всегда существует один самый интенсивный циклон. Этот циклон нами условно назван «основным» циклоном группы. В исследованиях предпринята попытка по циклонам группы выявить их распределения относительно основного циклона и признаки предстоящего наступления основного циклона.

### РАСЧЕТНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

В исследованиях используются данные о тропических циклонах представленные метеорологическими сводками (Unisys Weather Hurricane-Tropical Data for Western Pacific).

К сожалению, в сводках довольно часты случаи, когда видно, что истинное начало циклона не представлено. Аналогичные случаи наблюдаются и на этапе завершения циклона. Эта ситуация позволяет предположить, что в таких случаях истинные размеры фрагментов совпадения циклонов в группе и больше и, возможно, разнообразнее.

В расчетных экспериментах рассматривались тропические циклоны северо-западной части Тихого океана, действовавшие, в основном, в районе ограниченном координатами  $5^{\circ}\text{N}$ – $45^{\circ}\text{N}$  и  $110^{\circ}\text{E}$ – $150^{\circ}\text{E}$ . Группы тропических циклонов в этом районе, чаще всего, возникают, начиная, примерно, со второй половины июня и до начала ноября. Здесь рассмотрены циклоны, действовавшие с начала июля до конца октября.

Здесь в качестве основных рассматриваются циклоны, максимальная скорость ветра которых  $V_{\max} \geq 130$  узлов (66.9 м/с).

Как уже говорилось мы пытались здесь выяснить «предчувствуют» ли «предшествующие» по времени циклоны группы возможное зарождение и развитие основного циклона. Следует отметить, что исследования этого направления были начаты ранее [1]. В них выяснялся характер влияния всех циклонов группы на интенсивность одного из циклонов этой же группы. При этом все циклоны группы по роли были равнозначны. Было установлено, что с ростом суммарной энергии влияющих цикло-

нов группы, падает скорость нарастания энергии выделенного циклона.

В исследованиях, результаты которых представлены здесь основным параметром является время между моментами максимальных скоростей ветра основного циклона и циклонов группы предшествующих ему и следующие после него.

В первом расчетном эксперименте учитывались тропические циклоны 1990–2015 гг. По 60 группам тропических циклонов были определены 274 временных интервала  $n$ , между моментами максимальных скоростей ветра основного и других циклонов групп.

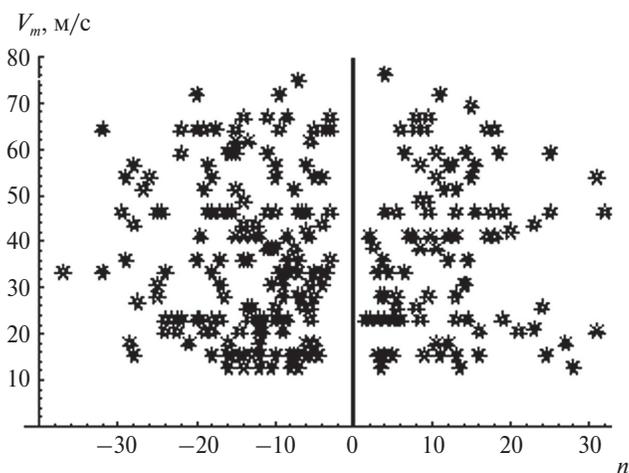
На рис. 1 показаны распределения этих интервалов и соответствующие им скорости максимальных ветров циклонов. Время максимальной скорости ветра основного циклона задается нулевой отметкой. Интервалы циклонов, предшествующие основному циклону помечены отрицательными значениями, циклоны, следующие за основным циклоном — положительными значениями. Значительная часть предшествующих циклонов — это циклоны с максимальной скоростью ветра  $V_m \leq 45$  м/с. Необходимо отметить, что не так уж редки случаи, когда максимальные скорости ветров не основных циклонов довольно высокие, что и видно на рис. 1.

На рис. 2 представлен график распределения количества циклонов в зависимости от их удаленности от момента максимальной скорости ветра основного циклона. Большая часть пред-

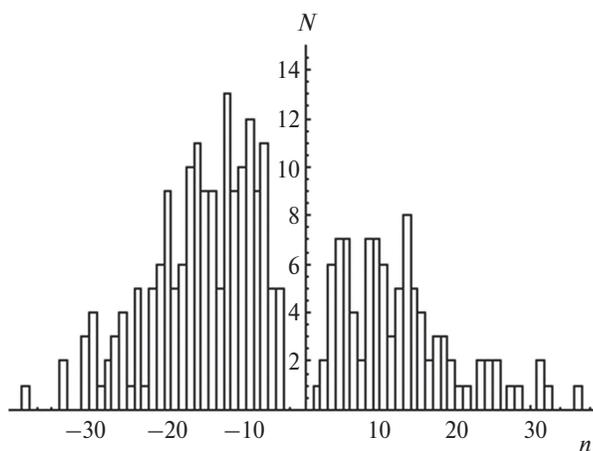
варяющих циклонов сосредоточена в диапазоне, примерно, 6–18 суток. Количество предвещающих циклонов чуть более 60 % от общего числа циклонов групп.

Оба приведенных рисунка иллюстрируют как близко к пику интенсивности основного циклона могут приблизиться максимумы интенсивности других циклонов и статистику количеств этих сближений. Это, очевидно, представляет определенный интерес. Однако представим себе, что наблюдаем развитие циклона в реальном времени. Предположим, что это один из предшествующих основному циклонов и в его развитие наступил момент его максимальной интенсивности. Могут ли по этому реальному моменту графики рис. 1, 2 подсказать через сколько суток наступит максимум интенсивности основного циклона и не является ли наблюдаемый циклон сам основным? Ответ, вероятнее всего, будет отрицательным. Графики рис. 1 и 2 представляют лишь общую картину неких, как кажется, важных соотношений между циклонами группы.

В порядке примечания заметим, что аналогичная ситуация характерна, например, и для потока землетрясений. Основному, сильному землетрясению предшествуют более слабые землетрясения (форшоки) и за ним следуют менее интенсивные — афтершоки. И здесь, фиксируя землетрясение в реальном времени, практически невозможно определить время, по истечении которого наступит основное землетрясение. Более того здесь возможна еще одна неопределенность. Сильное зем-



**Рис. 1.** Характер распределений интервалов времени ( $n$ ) между моментами максимальной скорости ветра основного циклона и максимальной скоростью ветра остальных циклонов группы ( $V_m$ ). Нулевое значение времени соответствует моменту максимальной скорости ветра основного циклона; ( $n$  — сутки).

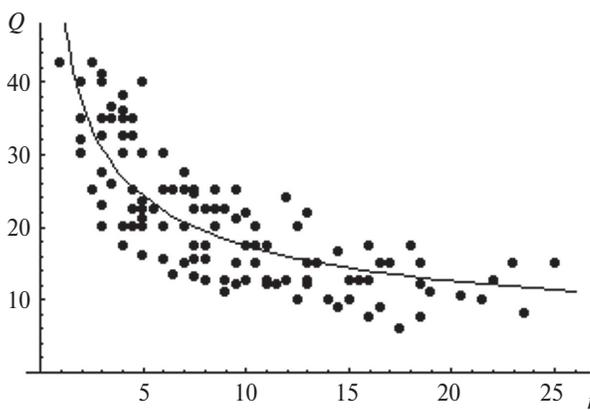


**Рис. 2.** График распределений количеств циклонов, предшествующих основному циклону и следующих после него ( $N$ ) в зависимости от длительности рассматриваемых интервалов времени ( $n$  — сутки). Шаг дискретизации — один сутки.

летрясение, принятое в качестве основного может на деле оказаться форшоком еще более сильного землетрясения [2].

В связи со сказанным был проведен следующий расчетный эксперимент. Определялась скорость ослабления предшествующих циклонов  $Q$  в зависимости от интервала времени между моментами максимальных значений скорости ветра предшествующего и основного циклонов. Корректно среднее значение скорости ослабления циклона должно определяться, по меньшей мере, по разности его максимальной скорости ветра и скорости ветра в конце циклона. Как уже выше отмечалось, в довольно большом числе случаев в метеосводках нет данных, отражающих точное завершение циклона. В связи с этим ослабление циклона определялось по его максимальной скорости ветра и скорости ветра через двое суток. В этих расчетах не рассматривались почти все тропические депрессии и многие тропические штормы. Это связано с тем, что полное время ослабления этих циклонов было меньше двух суток. Не рассматривались и ряд тайфунов из-за того, что сводки на этапе ослабления завершались раньше двух суток или спад носил волнообразный характер. В данном эксперименте, учитывая только что перечисленные сложности, и стремясь к максимально возможной статистике, рассматривались группы циклонов за 1945–2015 гг.

На рис. 3 представлен результат этого эксперимента. Оценочно можно констатировать, что по мере уменьшения временного интервала



**Рис. 3.** Скорость ослабления предшествующего тропического циклона  $Q = (V_m - V_2)/2$  в зависимости от интервала времени ( $n$ ) между моментами максимальных скоростей ветра предшествующего и основного тропических циклонов группы. ( $V_m$ ,  $V_2$  — соответственно максимальная скорость ветра циклона и скорость его ветра по завершении двух суток;  $Q$  — в узлах/сутки,  $n$  — сутки).

между максимумами предшествующего и основного циклонов скорость ослабления циклонического ветра предшествующего циклона усиливается.

Регрессионно эта зависимость, в нашем эксперименте, представлена соотношением  $Q = 51.6/n^{0.47}$ , где  $Q$  — в узлах/сутки,  $n$  — в сутках.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, отслеживая поток циклонов в реальном времени по последовательной динамике их ослабления, создается возможность, хотя и оценочно, «предчувствовать» возможное приближение времени основного тайфуна группы. Эти исследования целесообразно продолжить: нужны дополнительные коррективы и некоторые классификации групп.

Изложенные здесь и в [1] результаты, как кажется, довольно убедительно свидетельствуют об энергетических взаимосвязях тропических циклонов, действующих в группах. В связи с этим, как вариант исследований тропических циклонов, возможно, правомерно рассматривать группу в качестве единой сложной структуры. Среда, в которой зарождаются и развиваются циклоны, открытая и нелинейная со множеством впадин и стоков. Можно представить, что одновременно, или почти одновременно, в нескольких местах среды зарождаются циклоны. В силу различия «местных» пространственных и временных характеристик среды, и взаимной конкуренции циклонов [3] темпы их развития циклонов будут различаться.

Возможно, что основой изучения группы тропических циклонов, как единого образования должны стать теоретические исследования.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ярошевич М.И. Энергетический признак взаимовлияния группы частично совпадающих во времени тропических циклонов // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2017. Т. 53. № 5. С. 575–578.
2. Гутьельми А.В. Форшоки и афтершоки сильных землетрясений в свете теории катастроф // Успехи физических наук. 2015. Т. 185. № 4. С. 415–429.
3. Ярошевич М.И., Ингель Л.Х. Диагноз взаимодействия тропических циклонов // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2006. Т. 42. № 5. С. 575–578.

## On one Peculiarity of the Dynamics of Intensity Tropical Cyclones Operating as a Group

**M. I. Yaroshevich**

*e-mail: myarosh32@gmail.com*

Received: 06.10.2018

Accepted: 03.04.2019

The groups of tropical cyclones are considered. A group is understood as a totality of cyclones, more-less coinciding with each other in time. In each group, the main cyclone is the most intense. The nature of the intensity and dynamics distributions of the group cyclones relative to the main cyclone is determined.

**Keywords:** tropical cyclones, a group of cyclones, the main cyclone of the group.