

НЕКОТОРЫЕ ПРИЗНАКИ ВЕРОЯТНОГО ВЛИЯНИЯ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ НА СЕЙСМИЧНОСТЬ ЗОН ИХ ДЕЙСТВИЯ.

М.И.Ярошевич, Д.А. Лысенко

Институт экспериментальной метеорологии
ФГБУ "НПО "Тайфун"
E-mail: lysenko@rpatyphoon.ru

Аннотация. Известно, что при перемещениях тропических циклонов возникают особые сейсмические волны – штормовые микросейсмы, и это свидетельствует о воздействии циклонов на земную кору.

В настоящее время прямой расчет воздействия тропических циклонов на земную кору невозможен. В связи с этим, исследования ведутся, решая, своего рода обратные задачи. В частности, сопоставляются среднемесячные динамики сейсмической и циклонической активности и по ним, качественно, оценивается возможное влияние тропических циклонов на сейсмичность данного региона. Такие исследования проведены по районам Дальнего Востока, Японии, восточной части Тихого океана и западной Атлантики. Показано, что в указанных территориях соответствующие среднемесячные динамики циклонической и сейсмической активности схожи и во всех случаях максимальная интенсивность достигается в конце лета и в осенние месяцы для северного полушария. Кроме того определена и корреляция между годовыми значениями сейсмических и циклонических энергий по обозначенным территориям.

Введение

При перемещениях тропических циклонов возникают особые сейсмические волны – штормовые микросейсмы и, стало быть, циклоны воздействуют на земную кору. Кинетическая энергия, среднего по силе тропического циклона, оценивается величиной 1×10^{18} Дж [1] и сопоставима с годовой энергией всех землетрясений на Земле [2]. Сейсмическая энергия штормовых микросейсм за несколько дней оценивается величиной примерно, 2×10^{12} Дж [3]. Однако примем во внимание, что штормовые микросейсмы

– это только наблюдаемая и численно оцениваемая реакция земной коры на циклоническое воздействие. Но если тропический циклон воздействует на кору, то, в связи этим, возникает вопрос – какая часть кинетической энергии циклона поступает в земную кору и каково, при этом соотношение между сейсмической энергией и энергией диссипации? В настоящее время рассчитать энергию тропического циклона, поступившую в кору и ее распределение между сейсмической энергией и диссипированной энергией невозможно. Также следует учесть, что напряженность в земной коре непрерывно меняется, как во времени, так и по пространству. Для расчетов реакции коры на действия циклонов мы должны знать ее поля напряженности в любой момент времени, на обширных пространствах и до глубин хотя бы неглубоких землетрясений. Такая сложная и многозначная информация в настоящее время недоступна.

Основная часть

В виду невозможности прямых расчетов предполагаемого воздействия тропических циклонов на сейсмичность был предпринят путь решения своего рода обратной задачи, но в качественной её интерпретации. Задача решалась опосредованно, то есть сопоставлением одновременных годовых и внутригодовых динамик циклонической и сейсмической активности на территориях действия тропических циклонов.

В настоящей работе приняты ряд условий и допущений:

- Мы не знаем состояния напряженности земной коры и, если предположить, что тропический циклон может «спровоцировать» землетрясение (землетрясения), то в состоянии сильной (критической) неустойчивости коры это может произойти под воздействием циклона любой силы.
- Землетрясения, вызванные циклонической активностью, вероятнее всего произойдут в наиболее ослабленных местах земной коры рассматриваемого района. Поэтому полагаем, что эпицентры этих землетрясений могут оказаться как под следом циклона, так и на его периферии.
- Принимая во внимание неопределенность динамики состояния коры по времени и пространству, полагаем, что на начальном этапе исследований следует сопоставлять циклоническую и сейсмическую активность на относительно

больших территориях и интервалах времени. В этом случае мы оперируем большей статистикой, меньше вероятность влияния случайных «выбросов» и в результате – выше вероятность выявления возможных закономерностей.

- Рассматриваются не отдельные циклоны, а весь поток циклонов на относительно больших интервалах времени. Сопоставление конкретного циклона с конкретным землетрясением, из-за неизвестного состояния коры, и возможного запаздывания сейсмической реакции, некорректно а «выявленная» между ними связь будет с очень большой вероятностью совершенно недоказуемой.
- Циклоническая и сейсмическая активность должны сопоставляться в идентичных признаках, и, как правило, в энергетических характеристиках.

В данной работе мы и исследуем возможное воздействие тропических циклонов на сейсмичность в четырех районах: Япония, Дальний Восток, фрагменты циклонических зон западной части Атлантики и востока Тихого океана. По каждому из перечисленных районов, по 10-летним интервалам времени рассчитывались среднемесячные значения циклонической (E_{TC}) и сейсмической (E_s) энергии. Годовые динамики соответствующих среднемесячных значений сопоставляются в качественных оценках.

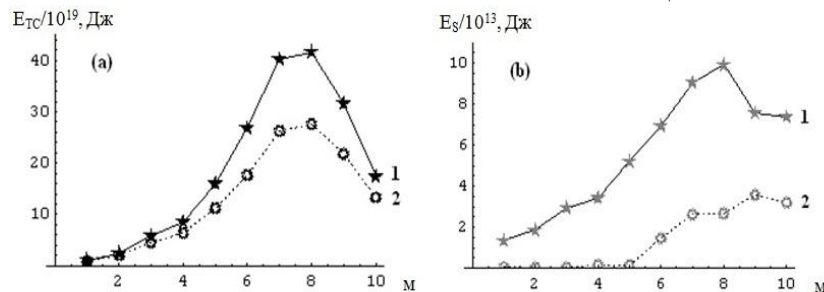


Рис.1 Сглаженные графики среднемесячных значений циклонической (а) и сейсмической энергии (b). 1– Япония; 2– Дальний Восток.

На рис.1 показаны сглаженные графики среднемесячных значений циклонической и сейсмической энергии, рассчитанных по территориям $[(30 - 45)^\circ N - (128 - 145)^\circ E]$ – Япония и $[(45 - 60)^\circ N - (140 - 165)^\circ E]$ – Дальний Восток. В расчетах учитывались тропические циклоны и землетрясения, произошедшие на этих

территориях в 2000 – 2009 гг. При этом рассматривались землетрясения с магнитудой $M \leq 6.5$ и глубиной очага $h \leq 33$ км.

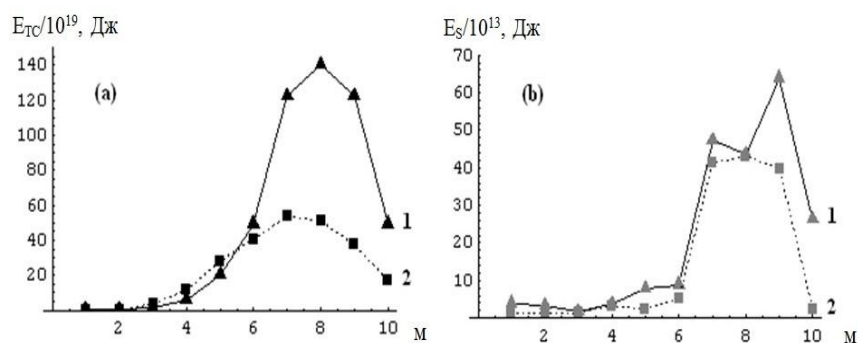


Рис.2 Сглаженные графики среднемесячных значений циклонической (а) и сейсмической энергии (б). 1– Западная Атлантика; 2– восточная часть Тихого океана

На рис.2 иллюстрируются сглаженные графики среднемесячных значений циклонической и сейсмической энергии, рассчитанных по территориям $[(0 - 30)^\circ N - (60-100)^\circ W]$ – западная Атлантика (Мексиканский залив, Карибское море, Куба, Никарагуа и др.) и $[(0 - 20)^\circ N - (90 - 120)^\circ W]$ – восток Тихого океана (прибрежные районы Мексики, часть Мексики и западная часть Мексиканского залива). В этом случае рассматривались тропические циклоны и землетрясения, действовавшие на этих территориях в 1999 – 2008 гг. В этих районах учитывались землетрясения с $M \leq 7.5$ и $h \leq 33$ км.

На всех графиках рис.1 и рис.2 четко просматривается качественно идентичность годовых динамик среднемесячных значений циклонической и сейсмической энергии. Из графиков так же видно, что меньшей общей циклонической интенсивности соответствует и меньшая сейсмическая интенсивность. Это еще один важный показатель в пользу предположения о возможном влиянии тропических циклонов на сейсмичность.

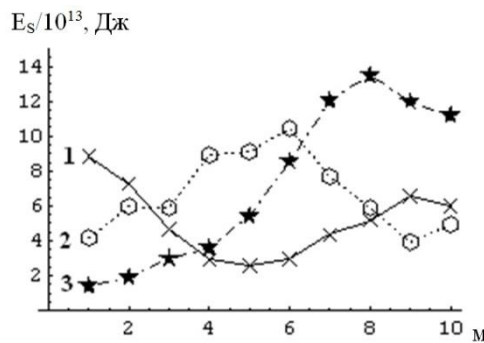


Рис.3 Сглаженные графики среднемесячных значений сейсмической энергии, рассчитанных по трем территориям циклонической зоны Тихого океана и по землетрясениям с $M \leq 6.5$ и $h \leq 33$ км.:

- 1 – $[(10^{\circ}\text{S} - 10^{\circ}\text{N}) - (110 - 140)^{\circ}\text{E}]$;
- 2 – $[(10 - 30)^{\circ}\text{N} - (120 - 150)^{\circ}\text{E}]$;
- 3 – $[(30 - 50)^{\circ}\text{N} - (130 - 160)^{\circ}\text{E}]$.

На рис.3 приведены сглаженные графики среднемесячных значений сейсмической энергии, рассчитанных по трем, равным по площади территориям западной части Тихого океана. В этом случае также рассматривались землетрясения с $M \leq 6.5$ и $h \leq 33$ км за 2000-2009 гг. График 1 отражает динамику сейсмической энергии на территории $[(10^{\circ}\text{S} - 10^{\circ}\text{N}) - (110 - 140)^{\circ}\text{E}]$. Здесь проявилось заметное превышение среднемесячной сейсмической энергии в начале и в конце года. Мы полагаем, что это результат возможного сейсмического воздействия тропических циклонов южного полушария, максимальная интенсивность которых приходится на декабрь – февраль месяцы. Траектории таких циклонов располагаются южнее, примерно, 5°S . График 2 показывает ход среднемесячной сейсмической энергии на территории $[(10 - 30)^{\circ}\text{N} - (120 - 150)^{\circ}\text{E}]$. В этом случае, из-за относительного отдаления территории от экватора, предполагаемое влияние тропических циклонов южного полушария, похоже, исчезает или сильно ослабевает и просматривается начало предполагаемого влияния тропических циклонов северного полушария. График 3 иллюстрирует динамику среднемесячных значений сейсмической энергии на территории $[(30 - 50)^{\circ}\text{N} - (130 - 160)^{\circ}\text{E}]$ и повторяет характер сезонного хода значений сейсмической энергии показанного на (рис.1,2).

На рис.3 приведены сглаженные графики среднемесячных значений сейсмической энергии, рассчитанных по трем, равным по площади территориям западной части Тихого океана. В этом случае также рассматривались землетрясения с $M \leq 6.5$ и $h \leq 33$ км за 2000-2009 гг. График 1 отражает динамику сейсмической энергии на территории $[(10^{\circ}\text{S} - 10^{\circ}\text{N}) - (110 - 140)^{\circ}\text{E}]$. Здесь проявилось заметное превышение среднемесячной сейсмической энергии в начале и в конце года. Мы полагаем, что это результат возможного сейсмического воздействия тропических циклонов южного полушария, максимальная интенсивность которых приходится на декабрь – февраль месяцы. Траектории таких циклонов располагаются южнее, примерно, 5°S . График 2 показывает ход среднемесячной сейсмической энергии на территории $[(10 - 30)^{\circ}\text{N} - (120 - 150)^{\circ}\text{E}]$. В этом случае, из-за относительного отдаления территории от экватора, предполагаемое влияние тропических циклонов южного полушария, похоже, исчезает или сильно ослабевает и просматривается начало предполагаемого влияния тропических циклонов северного полушария. График 3 иллюстрирует динамику среднемесячных значений сейсмической энергии на территории $[(30 - 50)^{\circ}\text{N} - (130 - 160)^{\circ}\text{E}]$ и повторяет характер сезонного хода значений сейсмической энергии показанного на (рис.1,2).

Заключение

Таким образом, были получены схожие сезонные динамики среднемесячных значений циклонической и сейсмической энергии. Однако, в отличие от результата [7] здесь аналогичные результаты получены и для западной Атлантики и востока Тихого океана и на значительно меньших территориях, чем в [4]. Последнее, как кажется, очень важно, правда в соответствии с вышеприведенными нашими «допущениями», размеры рассматриваемых территорий все же не должны быть слишком малыми.

Изложенные здесь результаты показывают, что тропические циклоны могут рассматриваться в качестве фактора, влияющего на сейсмичность района их действия.

Литература

- 1) Голицын Г.С. Статистика и энергетика тропических циклонов // Доклады Академии Наук. 1997. том 354. № 4. С.535 – 538.
- 2) Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет.
- 3) Табулевич В.Н. Комплексные исследования микросейсмических колебаний. Новосибирск. «Наука». 1986. 151с.
- 4) Ярошевич М.И. Тропические циклоны, как возможный фактор, влияющий на сейсмическую активность циклонической зоны северо-западной части Тихого океана // Физика Земли. 2011, №7. С.80 – 85.