

## СВЯЗЬ МЕЖДУ СОЛНЕЧНО-МАГНИТОСФЕРНОЙ АКТИВНОСТЬЮ, ЯВЛЕНИЕМ ЭЛЬ-НИНЬО И ЭВОЛЮЦИЕЙ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ

А.А. Лазарев, В.М. Панков, В.Л. Прохин

### RELATION BETWEEN SOLAR-MAGNETOSPHERIC ACTIVITY, EL-NIÑO PHENOMENON AND TROPICAL CYCLONE EVOLUTION

A.A. Lazarev, V.M. Pankov, V.L. Prokhin

Представлены результаты статистического анализа следующих временных рядов:

- активности тропического циклогенеза (ТЦ) в северо-западной части Тихого океана;
- солнечной активности и вызываемых ею возмущений в магнитосфере Земли;
- мощного климатообразующего фактора – явления Эль-Ниньо.

Results are presented of the statistical analysis of the following time sets:

- tropical cyclogenesis (TC) activity in the north-west region of the Pacific Ocean;
- solar activity and disturbances induced by it in the Earth magnetosphere;
- powerful climate forcing – El-Niño phenomenon.

#### Исходные данные и их обработка

В настоящее время считается доказанным влияние на динамику развития ТЦ солнечно-магнитосферной активности и явления Эль-Ниньо – Южного колебания (ЭНЮК). Однако количественные оценки глубины связей затруднены из-за возможного взаимовлияния, т. е. тропический циклогенез в своем развитии может приводить к высыпаниям заряженных частиц из магнитосферы и к усилению ЭНЮК. В связи с этим для анализа взаимовлияния указанных явлений была выделена зона тропического циклогенеза северо-западной части Тихого океана, где ярко выражено наличие всех трех явлений:

- наибольшей активности тропического циклогенеза;
- ночных высыпаний заряженных частиц вдоль геомагнитного экватора, проходящего через северо-запад Тихого океана;
- Эль-Ниньо.

Количественный поиск указанных выше взаимосвязей и их глубины проводился с помощью взаимного анализа временных рядов данных.

Все временные ряды были получены по сети «Интернет» из Мировых центров данных и охватывали период 1945–2005 гг.

Зона зарождения ТЦ была разделена на три региона: 100–120° в.д. (Южно-Китайское море, ограниченное на востоке Филиппинскими островами и не подверженное влиянию пассатного течения), 120–145° в.д. (Филиппинское море – район наибольшего влияния пассатного течения на ТЦ ввиду торможения и поворота течения вдоль островных дуг и, соответственно, подверженный в наибольшей мере возможному влиянию явления Эль-Ниньо) и 145–180° в.д. (центральная часть Тихого океана). Активность ТЦ характеризовалась максимальной и средней скоростью ветра в циклоне за год.

Солнечная активность характеризовалась среднегодовыми числами Вольфа. Магнитосферная активность – среднегодовыми геомагнитными индексами  $a_a$  и  $A_p$ . Активность Эль-Ниньо – среднегодовым SOI-индексом.

Все временные ряды были нормализованы: высокочастотный шум сглаживался трехточечным трехугольным окном, а низкочастотные вариации – путем устранения полиномиального тренда. Далее рассчитывались взаимные корреляции на интервале 25 лет с последовательным сдвигом на один год по всей доступной длине каждого временного ряда. В исходных данных временных рядов тропического циклогенеза видно изменение в характере активности, происходящее в середине 70-х гг. На наш взгляд, это связано с изменением активности Солнца и характера явления Эль-Ниньо.

Известно, что с 1976 г. наметилась тенденция падения амплитуд трех последовательных 11-летних солнечных циклов, связанная с началом нового столетнего солнечного цикла. Эта же периодичность отмечается и в спектрах температуры воздуха на земном шаре.

До середины 70-х г. происходило каноническое развитие явления Эль-Ниньо:

- Ноябрь – разрушение Южно-Атлантического циклона, ослабление юго-восточного пассата.
- Май – июнь следующего года – максимум температуры поверхности океана (ТПО) у берегов Южной Америки.
- Сентябрь – октябрь – исчезновение явления.
- После положительной фазы аномалии ТПО каждый раз наблюдалась отрицательная аномалия, связанная с фазой Ла-Нинья.

С 80-х гг. характер ЭНЮК существенно изменился:

- ♦ Крупномасштабное потепление теперь возникает в окрестности линии смены дат (180°) в середине года.
- ♦ Положительная аномалия ТПО распространяется на восток и достигает максимума в конце года.
- ♦ Через несколько месяцев аномалия ТПО исчезает.
- ♦ Повторяемость холодных фаз цикла Ла-Нинья стала значительно меньшей.

Теперь эти холодные аномалии не следуют за каждым явлением Эль-Ниньо: ТПО либо возвращается к норме, либо остается выше среднеклиматической. С

середины 70-х гг. Тихий океан можно рассматривать как нагревающийся термостат. В связи с изложенными изменениями в активности Солнца и Эль-Ниньо в середине 70-х гг. и был выбран анализируемый интервал длительностью 25 лет.

Были получены следующие статистически значимые результаты:

1. Для Южно-Китайского моря обнаружена отрицательная корреляция между активностью ТЦ и геомагнитными  $a_a$ - $A_p$ -индексами, достигающая значения  $-0.59 \pm 0.12$  для центра выборки в 1966 г. (т. е. для интервала 1954–1978 гг.) с нулевым сдвигом. Для этого региона также была обнаружена отрицательная корреляция между активностью ТЦ и числами Вольфа:  $-0.75 \pm 0.12$  для центра выборки в 1957 г. (т. е. для интервала 1945–1960 гг.) с задержкой на 1 год.

2. Для Филиппинского моря была обнаружена отрицательная корреляция между активностью ТЦ и SOI-индексом, достигающая значения  $-0.64 \pm 0.12$  для центра выборки в 1973–1975 гг. с задержкой на 2 года, что примерно соответствует времени релаксации ТПО после явления Эль-Ниньо. В этот период солнечная активность находилась на спаде 52–57- или 100-летнего циклов, а 21, 22 и 23 циклы еще не достигли своего максимума.

3. Для центральной части Тихого океана ( $145$ – $180^\circ$  в.д.) была обнаружена положительная корреляция  $0.67 \pm 0.12$  между активностью ТЦ и явлением Эль-Ниньо для центра выборки в 1992 г. (т.е. для интервала 1980–2005 гг.) с задержкой на 1–2 года.

## Выводы

Полученные результаты характеризуют глубину взаимосвязей проанализированных факторов с ТЦ, в особенности магнитосферной активности, сопровождающейся высыпанием заряженных частиц вдоль геомагнитного экватора. Эта активность была максимальной в конце 100-летнего цикла и в 18–19 солнечных циклах была больше, чем в последующих. Высыпание частиц подавляет ТЦ за счет понижения прозрачности атмосферы и, соответственно, снижает поглощение солнечной энергии в атмосфере Земли.

1. ТЦ Южно-Китайского моря подвержен в большей мере влиянию солнечно-магнитосферной активности ввиду близости к геомагнитному экватору и исключения влияния Эль-Ниньо, так как регион изолирован от действия пассатного течения.

2. Напротив, в Филиппинском море солнечно-магнитосферная активность оказывает более слабое влияние на ТЦ ввиду переноса тепла пассатным течением.

3. Влияние Эль-Ниньо на ТЦ также существенно и в центральной части Тихого океана.

*Институт космических исследований РАН, Москва*