КОРОНАЛЬНЫЕ ДЫРЫ НА СПАДЕ АКТИВНОСТИ 24-ГО ЦИКЛА

Андреева О.А., Малащук В.М.

Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым, Россия

CORONAL HOLES IN THE DECLINE OF ACTIVITY OF THE 24th CYCLE

Andreeva O.A., Malaschuk V.M.

Crimean Astrophysical Observatory of RAS, Nauchny, Crimea, Russia

In the second half of the 24th cycle, there were two distinct intervals of dominance of sunspot activity: first in the Southern(S) and then in the Northern (N) hemispheres.

The aim of the work was to analyze: what happens on the Sun with coronal holes (CH) during this period. Whether there are differences on domination of CH in different hemispheres, to reveal features of behavior of polar and medium-and low-latitude CH in this phase of the cycle. The study is based on observations obtained by the AIA/SDO instrument in the iron line (Fe XII 19.3 nm), from April 2014 to August 2019. We used the Heliophysics Event Knowledgebase (HEK) to localize CH and determine their areas.

DOI: 10.31725/0552-5829-2019-19-22

Во второй половине 24 цикла наблюдались 2 ярко выраженных интервала северо-южной асимметрии, выявленной по числу солнечных пятен (Sp) см. <http://sidc.oma.be/silso/monthlyhemisphericplot>. С апреля 2014года до начала 2016 года доминировало южное полушарие. После чего ситуация изменилась и до конца исследуемого нами периода доминировало северное полушарие. Целью работы было проанализировать: что происходит на Солнце с корональными дырами (coronalholes, CH) в этот период. Имеются ли различия по доминированию CH в разных полушариях, выявить особенности поведения полярных и средне- и низкоширотных CH в этой фазе цикла.

Данные наблюдений и методы

В нашем исследовании мы использовали данные наблюдений, полученные инструментом AIA/SDO в линии железа (Fe XII 19.3 нм), с апреля 2014 по август 2019 гг. Для локализации CH и определения их площадей мы воспользовались базой Гелиофизических событий (НЕК) (http://www.lmsal.com/hek/hek_isolsearch.html). Для анализа нашего материала были использованы такие характеристики солнечной активности, как северная и южная компоненты месячного сглаженного числа солнечных пятен (<http://sidc.oma.be/silso/monthlyhemisphericplot>), ежедневные суммарные числа солнечных пятен Sp для северной и южной полусфер (<http://sidc.oma.be/silso/datafiles#hemi>). Мы воспользовались базой данных НЕК, для получения информации из архива AIA и доступа к каталогам CH.

Инструментом для извлечения информации о СН, послужил комплекс процедур SPOSA. Благодаря этим базам данных был получен массив площадей СН за период 1.04.2014–31.08.2019 гг. Единица измерения площадей – Мм^2 .

Результаты

Результаты расчетов представлены на (рис. 1–5).

Рис. 1.

Рис. 2.

На рис. 1 показано изменение пятенной активности, определенное по числу Sp (полые кружочки) (a) – по диску Солнца и (b,d) – отдельно в N и S - полусферах. Сплошной линией на этом и всех последующих рисунках показаны сглаженные за месяц соответствующие величины в период 1.04.2014–31.08.2019. На рис. 2 – Вариации ежедневных суммарных площадей СН (полые квадратики) (a) – на видимой поверхности, (b и c) – в N- и S-полусферах диска Солнца за тот же период. Можно заметить, что как по числу Sp, так и по площадям СН, активность к концу исследуемого периода идет на спад. При этом очевиден интервал с начала исследуемого периода до середины 2015 года, когда S-полусфера доминирует как по Sp, так и по СН. После этого начинает доминировать N-полусфера, и это продолжается по пятнам до конца исследуемого периода, по СН – до конца 2017 года. Следует отметить, что изменение суммарных площадей, имеет квази-асинхронный характер. С периодом ~ 0.5 года одно из полушарий становится доминирующим по СН.

На рис. 3. представлены вариации ежедневных суммарных площадей (a) – полярных, (b) – средне- и низкоширотных СН на видимой поверхности диска Солнца в период 1.04.2014–31.08.2019. Видно, что влияние полярных СН на этом этапе преобладает. Наше предположение: на спаде активности 24 цикла наблюдалось несколько очень больших СН, типа «хобот слона» – СН, которые начинались на полюсе, и проходили через всю полусферу. Этот вопрос подлежит дальнейшему уточнению.

Далее мы анализировали, каково распределение полярных и средне- и низко-широтных СН по полусферам.

Рис. 3.

Рис. 4

Рис. 4. демонстрирует вариации ежедневных суммарных площадей (а) всех, (b) – полярных, (с) – низко- и среднеширотных СН в исследуемый период в N- и рис. 5 в S- полушариях соответственно.

Рис. 5.

Видно, что с 01.04.2019 по 01.09.2016 года доминирующим по полярным СН было S-полушарие, в это же время недолгое (~3 месяца) преобладание средне и низкоширотных СН в S-полушарии сменилось на N-полушарии. Далее в течение ~2 лет происходила перестройка и, начиная с апреля 2017 года, N- полушарие остается доминирующей по суммарным площадям полярных СН до конца исследуемого периода.

Мы исследовали особенности поведения корональных дыр после второго максимума 24 цикла (2014–2019 годы). Сравнивая вариации площадей корональных дыр, полученных методом SPoCA с вариациями чисел солнечных пятен мы получили следующие результаты:

- Как по числу Sp, так и по площадям СН активность к концу исследуемого периода идет на спад.
- Изменение суммарных площадей СН, имеет квази-асинхронный характер. С периодом в ~0.5 года одно из полушарий становится доминирующим по площадям СН.

– Полярные СН в данной фазе цикла вносят более ощутимый вклад в развитие солнечной активности, чем средне- и низкоширотные СН.

– Именно полярные СН являются индикатором квази-асинхронного изменения площадей СН по полусферам.

Полученный нами результат требует дальнейшего исследования в другие фазы цикла для более детального представления о взаимосвязи различных солнечных структур, их магнитных полях, их природе и эволюции.

SDO является проектом программы NASA Living With a Star. Данные SDO/AIA были предоставлены центром Joint Science Operation Centre (JSOC). Авторы выражают благодарность команде проекта Heliophysics Event Knowledgebase (HEK) за возможность доступа к базам данных СН.