

Г. С. МИНАСЯНЦ, Т. М. МИНАСЯНЦ

ВЛИЯНИЕ АКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ НА ИЗМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ПОСТОЯННОЙ

ДТОО «Астрофизический институт им. В. Г. Фесенкова», г. Алматы

В целях изучения особенностей изменения солнечной постоянной проведено сопоставление их значений со свойствами активных областей в период 1996-2011 годов. Для этого были использованы данные с космического аппарата SOHO (прибор VIRGO) и результаты наблюдений на различных обсерваториях мира. В результате исследования установлено, что слаженный подъем значений солнечной постоянной в период максимума цикла объясняется преобладанием излучения факельных полей над дефицитом излучения от групп пятен, в основном, малой и средней площади. Проведенное сопоставление значений солнечной постоянной с ежедневной средней площадью группы в разные периоды активности цикла позволили выявить, что пятенная активность является преобладающим фактором в тонкоструктурном характере вариаций солнечной постоянной.

Полученные результаты позволяют связать развитие активности с ходом изменений солнечной постоянной.

Солнечная постоянная (СП) – это полное по всему спектру излучение Солнца, проинтегрированное по всему диску и выраженное в единицах Wm^{-2} . Среднее значение СП на расстоянии в 1AU вне атмосферы Земли составляет 1366 Wm^{-2} [1]. Определение СП по регулярным наблюдениям Солнца за пределами земной атмосферы с помощью космических аппаратов (КА) проводятся с 1978 г. Это позволило в значительной степени повысить точность определения СП, сейчас она составляет 0.48 Wm^{-2} . О важности рассмотрения влияния свойств активных областей на ход изменений СП указывается в работах [2,3]. Считается установленным фактом, что вариации значений СП определяются, в основном, изменениями яркостной энергии факельных полей и дефицитом излучения из-за присутствия солнечных пятен (рис. 1).

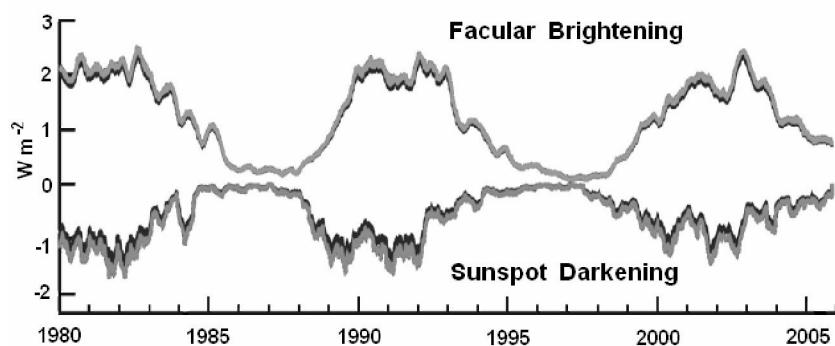


Рис. 1. Сопоставление вариаций излучения факелов и солнечных пятен в 1980-2005 гг. согласно J. Lean [4]

Сопоставление слаженных вариаций, показанное на рис. 1, указывает на преобладание излучения факелов над потерей излучения из-за солнечных пятен, для всех представленных циклов активности.

Начиная с февраля 1996 г. и по настоящее время, прибор VIRGO на КА SOHO непрерывно регистрирует излучение Солнца, что позволяет с высокой точностью рассчитывать значения солнечной постоянной. В своем исследовании мы использовали ежедневные значения СП (рис. 2) и площади пятен для всего диска Солнца в период 1996-2011 годов. Для описания магнитной структуры пятен использовалась классификация Хэйла: α, β, βγ, βδ и βγδ.

Для сопоставления свойств активных областей с изменениями СП, использовались данные наблюдений в различные периоды развития цикла.

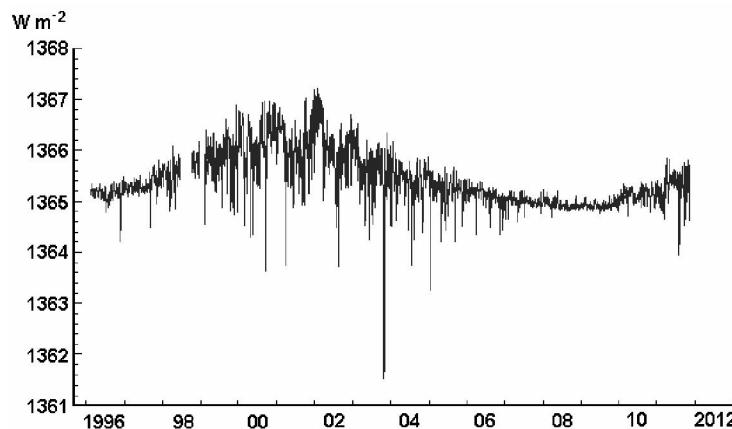


Рис. 2. Ежедневные значения солнечной постоянной, полученные по данным наблюдений на SOHO (прибор VIRGO) в течение 1996–2011 г.

В ходе изменения СП привлекают внимание непродолжительные по времени, внезапные падения значений СП с самыми разными амплитудами. Природу этих резких изменений СП можно выяснить, используя рис. 3. На нем показано сопоставление значений площадей пятен Sp и СП в течение 2003 года. Площади пятен выражаются в миллионных долях полусфера – мдп. Во всех случаях, когда $Sp > 2000$ мдп, наблюдается одновременное уменьшение значений СП. В течение 23 октября – 3 ноября 2003 (296-307 дней года) на Солнце развивались огромные активные области, общая площадь пятен которых, 30 октября составила $Sp = 7966$ мдп. Это привело к тому, что значение СП достигло абсолютного минимального значения за все годы наблюдений и составило 1361.5 Wm^{-2} (падение относительно среднего на 4.5 Wm^{-2}).

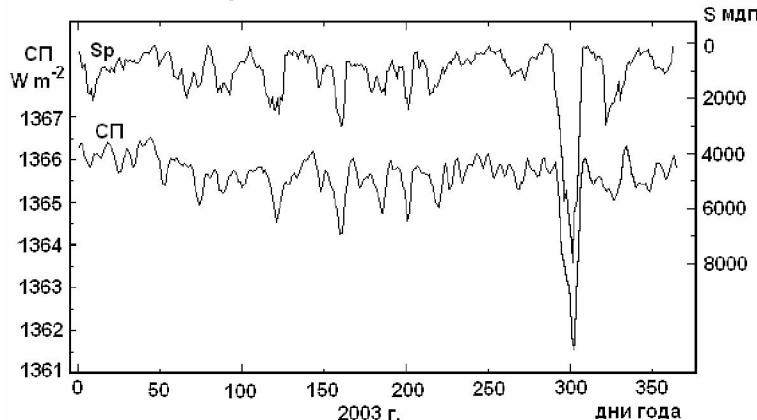


Рис. 3. Сопоставление ежедневных значений площади пятен и СП для 2003 г.
Ось ординат площадей пятен развернута на 180°

Отметим, что наибольшая амплитуда роста значений СП в цикле от минимума до максимума не превышает 2.5 Wm^{-2} . Приведенные факты указывают на преобладающее влияние пятненной активности на тонкоструктурный характер вариаций СП.

Далее, для исследования изменений СП в течение цикла в зависимости от магнитного класса групп пятен и их площадей, были использованы данные наблюдений, представленные в таблице.

Характеристики использованных данных

Показатель	Годы	N	Значения СП	Sep.	N^{AR}_{sp}	M_H
Минимум	2007-2009	16	1364.8587-1365.2094	37	0.5	α, β
Рост цикла	1998	10	1365.5167-1366.1745	834	6.3	$\alpha, \beta, \beta\gamma$
Максимум	2000-2002	18	1366.5371-1367.2028	1595	10.8	$\alpha, \beta, \beta\gamma$
Пиковье min	1996-2011	17	1361.5398-1364.4949	2736	5.8	$\beta, \beta\gamma, \beta\delta, \beta\gamma\delta$

В период максимума выбраны дни с наиболее высокими значениями СП в цикле: с 9 сентября по 19 декабря 2000, 3-12 октября 2001 и с 30 декабря 2001 до 28 января 2002. Для стадии роста цикла использован интервал с 8 октября до 18 декабря 1998; для минимума – с 9 ноября 2007 до 8 июля 2008 и с 11 февраля до 2 июня 2009. Присутствие минимальных пиковых значений $SP < 1364.5 \text{ W m}^{-2}$ характерно для всех этапов цикла (рис. 2). N – число использованных наблюдательных дней, $Scp.$ и N_{AR} – средние значения ежедневной площади пятен и ежедневного количества групп пятен на Солнце, для каждого из рассмотренных этапов, представленных в 1-ом столбце таблицы. Интервалы значений СП для каждого из этапов показаны в 4-ом столбце. В последнем столбце приведены хэйловские магнитные классы групп пятен – M_H .

Влияние площади групп пятен, их количества и магнитного класса на значения СП, можно проследить на конкретном примере. 26 января 2002 г. на Солнце существовало 13 групп пятен (магнитных классов α и β) общей площадью 2772 м.д.п. и значением СП, равным $1367.0252 \text{ Wm}^{-2}$. Точно такую же площадь имели 2 группы (магнитных классов β и $\beta\delta$) 15 января 2005 г. и $SP = 1363.2624 \text{ Wm}^{-2}$. Большую разницу в значениях СП можно объяснить преобладающим излучением многочисленных факельных полей 26.01.02 и существенной блокировкой излучения из-за сильной напряженности магнитного поля в сложной и большой по площади группе 15.01.05, при немногочисленных факельных полях.

Чтобы более наглядно представить характер вариаций СП на разных стадиях цикла, мы для каждого из использованных дней наблюдений определили среднюю площадь группы, которая равна суммарной ежедневной площади всех групп, деленной на их количество: $S^* = Sp/N_{AR}$.

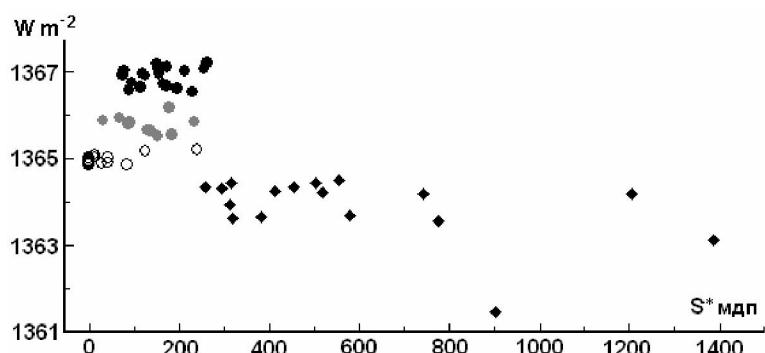


Рис. 4. Сопоставление значений СП с ежедневной средней площадью группы S^* в разные периоды активности:
○ – стадия минимума, ● – роста, ●* – максимума цикла; ◆ – минимальные пиковые значения

Типичным значениям СП для различных стадий развития цикла соответствует довольно ограниченный интервал ежедневных средних площадей групп пятен $0 \leq S^* \leq 263$ мдп. В то время как для пиковых минимальных значений он составляет $257 \text{ мдп} \leq S^* \leq 1386 \text{ мдп}$.

Для стадии максимума цикла, когда числа Вольфа имеют наибольшие значения, характерно одновременное существование большого количества активных областей, в основном, средних и малых площадей. Вокруг каждой из областей присутствует факельное поле, яркостное излучение которых преобладает над потерей излучения из-за присутствия пятен. В итоге это приводит к увеличению значений СП.

Сporадические кратковременные, значительные падения значений СП происходят в течение всех стадий развития цикла. Они связаны с прохождением по диску Солнца больших по площади групп пятен, как правило, со сложной структурой магнитного поля. В среднем, ежедневное количество групп пятен в эти дни уступает их числу в периоды роста и максимума цикла. Для факельных полей, из-за плавного изменения их площади отсутствуют скачки подобной амплитуды при увеличении значений СП (рис. 2).

Работа выполнена по бюджетной программе 055, подпрограмма 101 «Грантовое финансирование научных исследований».

ЛИТЕРАТУРА

1. Space environment (natural and artificial) – Process for determining solar irradiances // International Organization for Standardization. – Switzerland, 2007. – P.12.
2. Zahid H. J., Hudson H. S., Fröhlich C. Total solar irradiance variation during rapid sunspot growth // Solar Phys. – 2004. – 222. – P. 1-15.
3. Baranyi T., Pap J.M. Active Region Properties and Irradiance Variations // Advances in Space Research. – In press. – 2011. – P.1-14.
4. Lean J. Solar Spectral Irradiance: Users, Applications, Models // Naval Research Laboratory. – Presentations. 2006. – P. 1-19.

REFERENCES

1. Space environment (natural and artificial) – Process for determining solar irradiances // International Organization for Standardization. Switzerland. 2007. P.12.
2. Zahid H. J., Hudson H. S., Fröhlich C. Total solar irradiance variation during rapid sunspot growth // Solar Phys., 222, 2004. P. 1-15.
3. Baranyi T., Pap J. M. Active Region Properties and Irradiance Variations //Advances in Space Research, in press. 2011. P.1-14.
4. Lean J. Solar Spectral Irradiance: Users, Applications, Models // Naval Research Laboratory. Presentations. 2006. P. 1-19.

Г. С. Минасянц, Т. М. Минасянц

КҮН ТҮРАҚТЫЛЫҒЫ ӨЗГЕРУІНЕ БЕЛСЕНДІ АУМАҚТАРДЫҢ ӘСЕР ЕТУ

Күн тұрактылығы өзгеруі ерекшеліктерін зерттеу мақсатында, олардың мәнін 1996–2011 жылдар аралығында алынған белсенді аумактардың сипаттамаларымен салыстырып тексеру жүргізілді. Аталған жағдайға орай, SOHO ғарыштық аппаратының (VIRGO құралы) деректері мен әлемнің әр жеріндегі обсерваториялардың бақылау нәтижелері қолданылды. Зерттеу барысында циклдың ең үлкен шамасы кезінде, күн тұрактылығы мәнінің біртегі көтерілуі негізінде шағын және орташа аумактарда, таңбалық топтан сәуле шашырату жетіспеушілігінен факельді өрістердің сәуле шашыратуы жоғары болуымен түсіндірілетін анықталды. Күн тұрактылығы мәнін, әр мерзімдегі белсенді циклдағы топтың күнделікті орташа аумағымен салыстырып тексеру барысы, таңбалық белсенділік, күн тұрактылығы вариациясының жінішке құрылымдық сипатында басымды фактор болып табылатынын анықтауға мүмкіндік берді.

Алынған нәтижелер күн тұрактылығы өзгеруі барысымен белсенділіктің дамуын байланыстыруға мүмкіндік береді.

G. S. Minasyants, T. M. Minasyants

INFLUENCE OF ACTIVE AREAS ON CHANGES OF THE TOTAL SOLAR IRRADIANCE

With the purpose of features study of the total solar irradiance the comparison its magnitudes with properties of active regions was carried out for 1996-2011. For this purpose the observations from spacecraft SOHO (device VIRGO) and of various observatories of the world have been used. As a result of research was established the smoothed rise of values of the total solar irradiance during a maximum of a cycle points to the exceeding of a facular radiation above deficiency of radiation from groups of sunspots, basically, of the small and average areas. The carried out comparison of values of the total solar irradiance with daily average area of sunspot groups for the different periods of a solar cycle established that the sunspot activity is the prevailing factor in the variations fine-structure of the total solar irradiation.

The received results allow to connect the development of solar activity with variations of the total solar irradiance.