

С. К. ВСЕХСВЯТСКИЙ и Е. Н. ЗЕМАНЕК

**СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВЫХ СОЛНЕЧНОЙ
АКТИВНОСТИ ПО РАЗЛИЧНЫМ ИНДЕКСАМ**

(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 17 V 1949)

В настоящее время для изучения активности солнца производятся наблюдения, дающие характеристики состояния как солнечной фотосферы, так и хромосферы и короны, а также характеристики общего излучения солнца и интенсивности корпускулярного и ультрафиолетового излучения. Однако для решения практических задач прогнозирования геофизических состояний наиболее широко применяются относительные числа, хотя они и дают весьма условную и неполную характеристику возбужденности солнца. Пятна представляют лишь одно из проявлений активности и, повидимому, вовсе не первичное. Важно и для практических целей и для познания природы солнечных процессов установить характерные особенности развития солнечной активности по различным индексам и произвести их сравнение.

Нами был использован метод средней кривой, примененный еще в 1942 г. для изучения магнитных бурь (1). Усредненные кривые для различных индексов были отнесены к моментам минимумов кривой относительных чисел (2), которые соответствовали фазе 0; затем они были сведены к единичной продолжительности цикла, а ординаты кривых редуцированы к единичному значению максимумов. Унифицированные средние кривые были получены путем усреднения по соответствующим фазам редуцированных кривых различных циклов. Средние кривые таким образом построены для следующих индексов:

Относительные числа за период 1879—1944 гг. (W). Сглаженные среднеквартальные значения суточных чисел Вольфа (2).

Площади пятен для всей полусферы за 1879—1944 гг. * (S). Среднеквартальные значения суточных площадей в миллионных долях полусферы.

Площади факелов за 1879—1938 гг. ** (F). Среднеквартальные значения суточных площадей.

Профильные площади протуберанцев за 1880—1946 гг. *** (P). Среднеквартальные значения суточных площадей.

Среднегодовое число магнитных бурь за 1878—1940 гг. (5) (N).

* Гринвичские наблюдения (3) с 1935 по 1944 г., дополнены по материалам наблюдений советских обсерваторий (Пулковский каталог активности солнца за 1935—1938 гг., наблюдения Ташкентской обсерватории и данные Киевской обсерватории).

** Гринвичские наблюдения (3).

*** Публикации Астрофизической обсерватории Арчетри (4), дополненные по наблюдениям Цюрихской, Ташкентской и Киевской обсерваторий.

Характеристика магнитной активности за 1880—1937 гг. (Φ) (D).
Среднеквартальные значения чисел де Билта.

Характеристика светлых кальциевых флоккулов за 1917—1944 гг. (Φ_s).
Среднеквартальные значения характеристики флоккулов.

Характеристика темных водородных флоккулов за 1917—1944 гг. (Φ_n).
Среднеквартальные значения характеристики флоккулов.

Относительные числа за период 1917—1944 гг. (W'). Сглаженные
среднеквартальные значения.

Разделения на высокие и низкие последовательные циклы мы не
производили, так как реальность чередования циклов не может еще
считаться установленной.

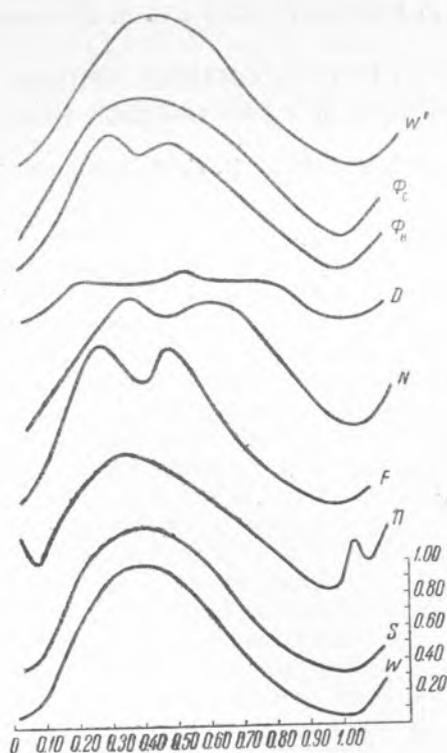


Рис. 1

Средние кривые позволяют выяснить: во-первых, существование систематического опережения или запаздывания в развитии соответствующих процессов на солнце по отношению к развитию пятнообразования и, во-вторых, характерные отличия в форме кривых активности по различным индексам. Необходимым условием для такого исследования средней кривой является использование данных, относящихся к одному и тому же промежутку времени. В нашем случае это условие приблизительно выдержано для интервала 1880—1938 гг. Для выяснения устойчивости средней кривой и для сопоставления с кривыми флоккулов была построена средняя кривая относительных чисел для периода 1917—1944 гг.

Полученные средние кривые приведены в табл. 1.

Фаза ϕ определяется как $\phi = \frac{t - T_n}{T_{n+1} - T_n}$, где T_n — дата предыдущего минимума относительных чисел, T_{n+1} — дата последующего минимума.

Таблица 1

Фаза	W	S	П	F	N	D	ФН	ФС	W'
0.00—0.05	0.06	0.03	0.55	0.05		0.65	0.15	0.13	0.08
0.06—0.10	0.11	0.08	0.36	0.14	0.20	0.67	0.27	0.28	0.14
0.11—0.15	0.28	0.18	0.57	0.46		0.75	0.38	0.40	0.27
0.16—0.20	0.52	0.52	0.75	0.64	0.48	0.86	0.45	0.62	0.50
0.21—0.25	0.71	0.69	0.87	0.97		0.88	0.92	0.91	0.70
0.26—0.30	0.81	0.60	1.00	0.99	0.74	0.85	0.88	0.88	0.81
0.31—0.35	0.96	0.90	1.08	0.92		0.86	0.98	0.96	0.98
0.36—0.40	0.97	0.95	0.99	0.79	0.98	0.89	0.72	0.95	0.96
0.41—0.45	0.96	0.81	1.01	0.76		0.86	0.83	0.90	0.97
0.46—0.50	0.94	0.94	0.88	1.00	0.88	0.90	0.85	0.90	0.96
0.51—0.55	0.83	0.73	0.71	0.74		0.95	0.84	0.86	0.85
0.56—0.60	0.73	0.71	0.81	0.78	0.94	0.88	0.76	0.91	0.77
0.61—0.65	0.66	0.68	0.77	0.73		0.89	0.77	0.82	0.65
0.66—0.70	0.48	0.43	0.72	0.43	0.95	0.88	0.67	0.69	0.49
0.71—0.75	0.36	0.28	0.52	0.33		0.86	0.50	0.54	0.39
0.76—0.80	0.28	0.24	0.48	0.25	0.76	0.89	0.53	0.53	0.33
0.81—0.85	0.18	0.14	0.39	0.14		0.82	0.35	0.36	0.23
0.86—0.90	0.13	0.12	0.31	0.12	0.59	0.73	0.25	0.32	0.17
0.91—0.9	0.09	0.09	0.20	0.09		0.66	0.20	0.24	0.12
0.96—1.00	0.06	0.03	0.22	0.03	0.28	0.67	0.17	0.16	0.07

Большинство кривых построено по данным 6 циклов, и каждая точка унифицированной кривой получена как среднее из 6 значений.

Средняя ошибка каждой точки $E_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n(n-1)} \frac{100}{x}}$, выраженная в процентах к самой величине, характеризует уверенность в выводе результатов. Средние ошибки приведены в табл. 2.

Таблица 2

Фаза	E_W	E_S	$E_{П}$	E_F	E_N	E_D	$E_{ФС}$	$E_{ФН}$	$E_{W'}$
0.00—0.05	13.3	9.5	10.0	14.0		5.4	34.6	24.6	23.7
0.06—0.10	14.5	22.5	25.3	16.4	23.7	8.2	23.5	14.0	24.3
0.11—0.15	7.5	16.1	21.4	11.3		3.8	11.7	11.1	14.4
0.16—0.20	5.5	11.7	33.3	7.5	21.3	4.5	9.2	3.3	12.8
0.21—0.25	4.2	15.8	16.5	9.0		3.0	7.7	7.9	10.1
0.26—0.30	4.2	10.7	23.0	8.2	13.3	2.8	4.0	7.7	3.9
0.31—0.35	3.2	9.9	13.7	9.3		4.6	3.3	8.5	2.0
0.36—0.40	1.8	7.5	7.8	7.0	9.8	3.5	4.2	8.6	1.3
0.41—0.45	1.7	8.8	7.1	9.3		4.4	2.9	9.0	2.2
0.46—0.50	3.7	11.0	5.0	7.1	8.1	2.3	4.5	9.3	2.3
0.51—0.55	4.2	8.6	13.3	5.1		4.0	2.3	10.0	2.3
0.56—0.60	5.3	13.8	7.4	7.9	6.2	5.3	2.2	11.6	3.2
0.61—0.65	6.2	14.6	8.2	10.1		2.6	7.0	10.9	5.2
0.66—0.70	6.9	10.2	8.4	7.2	11.8	6.1	6.8	14.3	6.3
0.71—0.75	9.4	10.3	14.2	8.5		10.3	6.1	7.0	6.4
0.76—0.80	8.2	20.5	11.7	15.2	17.4	7.0	5.8	5.5	7.6
0.81—0.85	9.4	18.4	23.3	7.9		4.6	6.3	14.0	6.1
0.86—0.90	10.5	21.7	19.0	12.5	15.4	6.8	13.4	13.2	2.9
0.91—0.95	10.0	23.3	36.5	25.5		8.2	12.1	26.0	9.1
0.96—1.00	11.7	26.6	20.5	40.0	25.3	3.1	18.1	26.0	8.0

Они говорят о том, что рассеяние сравнительно незначительно и кривые получаются весьма уверенными, ввиду чего и выводы, основанные на их сравнении, должны иметь общее значение. Определение фазы максимумов и минимумов кривых, проведенное способом хорд, дает:

Таблица 3

	<i>w</i>	<i>s</i>	<i>п</i>	<i>F</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	Φ_H	Φ_C	<i>w'</i>
Фаза максимума	3.38	0.40	0.34	0.27 0.49	0.37 0.61	0.57	0.29 0.48	0.38	0.40
Фаза минимума	1.00	1.00	0.96	0.99	1.00	0.99	0.99	1.02	0.99

Весьма интересно существование вторичного минимума и двухвершинный характер кривых факелов и водородных флоккулов, что хорошо соответствует двувёршинному характеру кривой бурь (1). Максимум кривой протуберанцев, факелов и флоккулов и кривой бурь предшествует максимуму относительных чисел. Это является новым аргументом в пользу мнения о том, что корпускулярные солнечные истечения, т. е. факторы, определяющие развитие магнитных бурь, связаны с возбуждением в высоких, хромосферных уровнях солнца (8).

Другие наши результаты могут быть сформулированы следующим образом.

1. Минимумы всех кривых точно соответствуют минимуму кривой относительных чисел, за исключением кривых протуберанцев, факелов и магнитной характеристики, где минимумы предшествуют в среднем на 0.01 (т. е. приблизительно 1—2 мес.).

2. Кривые площадей пятен и относительных чисел почти совершенно подобны, как получалось и ранее.

3. Кривая площади факелов значительно ближе соответствует кривой протуберанцев, нежели кривой относительных чисел.

4. Средняя кривая значений магнитной характеристики замечательна весьма малой амплитудой и резко отлична от солнечных кривых и средней кривой бурь. Можно заключить, что числа де Билта характеризуют в основном не космические воздействия, а факторы геофизического порядка, например, местные условия в ионосфере, влияния которых при усреднении преобладают.

5. При прогнозировании геомагнитных и ионосферных состояний правильнее основываться на факельных или хромосферных индексах, течение которых гораздо ближе (и при сопоставлении единичных явлений, и при усреднении) соответствует развитию геофизических процессов.

6. Средняя кривая относительных чисел за 1917—1944 гг. оказывается почти совершенно тождественной средней кривой за весь интервал 1879—1944 гг. Это позволяет со значительной уверенностью сравнивать и кривые хромосферных характеристик (флоккулы и волокна) за 1917—1944 гг. с другими средними кривыми.

Астрономическая обсерватория
Киевского государственного университета
им. Т. Г. Шевченко

Поступило
21 IV 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. К. Всехсвятский, Публикации Киевск. астр. обсерв., № 1, 29 (1946).
² W. Brünner, Astr. Mitteilungen, No. 145, Zürich (1945). ³ Greenwich Photogeliographic Results, Greenwich Observations, 1879—1935. ⁴ G. Boscchino, Osservaz. e Memorie del Osservatorio di Arcetri, fasc. 51 (1933). ⁵ Н. П. Бенькова и Ю. Д. Калинин, Каталог магнитных бурь Слуцкой магнитной обсерватории, Космические данные, ИИЗМ, Декадный обзор, № 125—128 (1941). ⁶ S. Chapman and J. Bartels, Geomagnetism, 2, 1940, p. 31—77. ⁷ Quarterly Bull. on Solar Activity, Zürich Observatory, 1917—1944. ⁸ С. К. Всехсвятский, Публикации Киевск. астр. обсерв., № 1, 45 (1946).