

3. Babcock H. W. The present photographic limit of the infrared solar spectrum. PASP. 1936, 48, 206.
4. Babcock H. W. Recent observations of solar chromospheric and disk spectra in the infrared. PASP. 1937, 47, 321.
5. Babcock H. D., Moore C. E. The solar spectrum 6600 to 13495. Carnegie Institution of Wash. publ. 1949.
6. Mohler O. C., Pierce A. K., McMath R. R., Goldberg L. Photometric atlas of the near infrared solar spectrum, λ 8465 to λ 25,242. Ann Arbor, Univ. of Michigan Press, 1950.
7. Delbouille L., Roland G. Photometric atlas of the solar spectrum from λ 7450 to λ 12016. Mem. soc. roy. sci. Liege. spec. volume, 1963, 4, 1—165.
8. Rosenthal A. H. Photographic intensity measurements of lines of the Paschen series of hydrogen in the infrared solar spectrum. Nature, 1933, 134, 533—534.
9. Dahme A. Bolometrische Messung von Linienkonturen im infraroten Sonnenspektrum. Zs. f. APh. 1935, 11, 2, 93—97.
10. Allen G. W. Central intensities of Fraunhofer lines. Aph. J. 1937, 85, 3, 165—180.
11. Jager C. de, Neven L. The profiles of the lines of the Paschen and Brackett series of hydrogen in the solar spectrum. Kon. Nederl. Akad. Wetensch. 1950, 53, 10, 1577—1591.
12. Jager C. de, Neven L. The interpretation of the observed hydrogen lines in the infrared solar spectrum. I. II. Kon. Nederl. Akad. Wetensch. Amsterdam, series B, 1952, 55, 2, 153—164, 165—173.
13. Jager C. de, Migeotte M. V., Neven L. The profile of the Brackett alpha line in the solar spectrum. Ann. d'astroph. 1956, 19, 1, 9—18.
14. Jager C. de. The infrared solar spectrum. Univ. Liege, inst. aph. 1964, 2, 8, 151—177.
15. Хецуриани Ц. С. Солнечный инфракрасный спектрофотометр, сконструированный и изготовленный в Абастуманской обсерватории. Бюлл. Абастум. астрофиз. obs. 1961, № 26, 129—159.
16. ზეცურიანი ც. სამზუო ინფრაწითელი სპექტროფოტომეტრის ინსტრუმენტული კონტროლის გამოკვლევა. Бюлл. Абастум. астрофиз. obs. 1968, 36.
17. Houghton J. T., Hughes N. D. P., Moss T. S., Selley J. S. An atlas of the infrared solar spectrum from 1 to 6.5μ observed from a high-altitude aircraft. Philos. trans. Roy. soc. London, 1961, A 254, 1037, 47—123.
18. Hughes N. D. P., Moss T. S. Some solar lines in the infrared spectrum observed from a high-flying aircraft. Nature, 1961, 189, 4768, 908—909.
19. Brasewell R. N. Simple graphical method of correcting for instrumental broadening. J. Opt. Soc. Am. 1955, 45, 10, 873—876.
20. Бабий Б. Т. К вопросу о точности определения центральных интенсивностей фраунгоферовых линий на вакуумном спектрографе обсерватории Мак Мак-Халберт. Солнечные данные. 1962, № 9, 57—59.

ФОТОМЕТРИЯ ХРОМОСФЕРНЫХ ВСПЫШЕК ОКОЛО МИНИМУМА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Ц. С. ХЕЦУРИАНИ, А. С. ЦХОВРЕБАДЗЕ, Н. З. ГОГОСАШВИЛИ

В настоящей работе представлены результаты фотометрической обработки хромосферных вспышек, которые были наблюдаены в Абастуманской астрофизической обсерватории с помощью хромосферного телескопа АФР-2, кинокамеры и интерференционно-поляризационного фильтра с шириной полосы пропускания 0.5 ангстрема в центре линии Н-альфа, в годы около минимума солнечной активности (1962, 1963, 1964, 1965).

Наблюдения велись по программе Международного Геофизического Сотрудничества и Международного Года Спокойного Солнца с 8 часов до 11 летом и с 9 до 12 — зимой (время Московское).

Методика наблюдения и обработки материала описана в [1], там же представлены результаты для некоторых вспышек, наблюдаемых в 1958 г. Результаты обработки вспышек 1959 г. представлены в [2]. Развитие хромосферных вспышек, наблюдаемых в 1960 г., представлено в [3], а вспышек 1961 г. в [4]. Настоящая статья является продолжением работ [1—4] по составлению каталога фотометрических кривых хромосферных вспышек, наблюдаемых в Абастуманской обсерватории.

Съемка велась на 35-миллиметровой аэрофото пленке Т-10—800 и на пленке Т-15. Скорость съемки в основном составляла 2 кадра в минуту, экспозиция — 0.2 сек. Стандартизация проводилась путем впечатывания ослабителя с 9 ступенями. Ослабитель впечатывается в каждую пленку, так что каждая вспышка обработана по характеристической кривой той же пленки. Проявление пленок производится в проявителе УП-2. Время проявления — 4 минуты — обеспечивает высокую контрастность и небольшую вуаль проявления.

Фотометрические измерения вспышек проводились на микрофотометре МФ-2. Если хромосферная вспышка состояла из нескольких центров интенсивности, измерения производились отдельно для каждого центра. Мы старались измерять геометрически одно и то же место данной вспышки от момента начала вспышки до ее конца. Отдельно измерены также узлы вспышки, возникшие позднее.

За время патруля нами были наблюдаены в 1962 году 30 вспышек, в 1963 году — 23, в 1964 — 3, в 1965 — 9, всего 65 вспышек. Из них для

дальнейшей обработки выбраны 20 вспышек. Некоторые данные о них приведены в нижеследующей таблице. Общие данные об остальных (и о всех наблюдаемых) хромосферных вспышках публиковались в бюллетенях «Солнечные данные». В таблице приведены в числе других данных оценки мощности вспышек и условия наблюдения в трехбалльной шкале (3 — наилучшее); время всемирное.

№№	Дата	Время наблюдения			Координаты			Мощность	Усл. наблюд.	Примечания
		Начало	Конец	Максимум	φ	λ	L			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1962 г.										
1	13.IV	08 ^h 48 ^m	09 ^h 48 ^m	08 ^h 50 ^m	+10°	-79°	326°	1+	3	} Одна и та же область
2	18.IV	05 38	06 18	05 46	+10	-12	329	1+	2	
3	1.V	06 48	07 02	06 50	+19	+70	98	2	2	
4	21.VI	05 22	07 02	06 33	+18	-26	188	2	2	
5	25.IX	06 10	08 50	06 22	+15	-59	325	1+	3	
6	25.IX	07 10	07 24	07 45	+16	+15	39	1	3	
7	10.XII	08 02	10 03	08 26	-13	+06	107	2	2	
1963										
8	15.IX	05 01	05 45	05 09	+11	-72	308	2	2	} Одна и та же область Имеет два максимума
9	16.IX	07 15	08 10	07 31	+15	-54	312	1+	2	
10	17.IX	05 30	08 00	07 05	+14	-45	308	1+	2	
11	18.IX	05 51	08 05	06 24	+15	-28	311	2	3	
12	26.IX	07 05	08 10	08 55 07 15 07 23	+14	+90	324	3	2	
1964										
13	22.III	05 42	05 49	05 45	+10	+20	69	1-	3	}
14	13.IV	07 28	08 05	07 48	+08	-69	49	1+	2	
15	4.XII	08 28	08 55	08 31	+32	-85	167	1+	2	
1965										
16	26.III	05 02	05 40	05 12	+09	-55	164	1	3	}
17	9.VI	05 30	07 10	06 35	+22	-48	260	2	2	
18	10.VII	09 32	10 17	09 56	+19	+17	272	1+	2	
19	10.IX	10 45	11 30	10 58	+25	+33	189	2	3	
20	8.XII	06 50	08 00	07 05	+21	-85	338	2	2	

На фото 1 и 2 представлены фоторепродукции вспышек в моменты максимума их яркости или вблизи максимума.

Ниже приводится краткая характеристика исследуемых вспышек.

Вспышка № 1, 13.IV.62 г. возникла в биполярной группе больших пятен. Она состояла из двух центров. Первый из них достиг максимума интенсивности через четыре минуты после его появления и характеризовался одним скачкообразным спадом и последующим медленным изменением интенсивности.

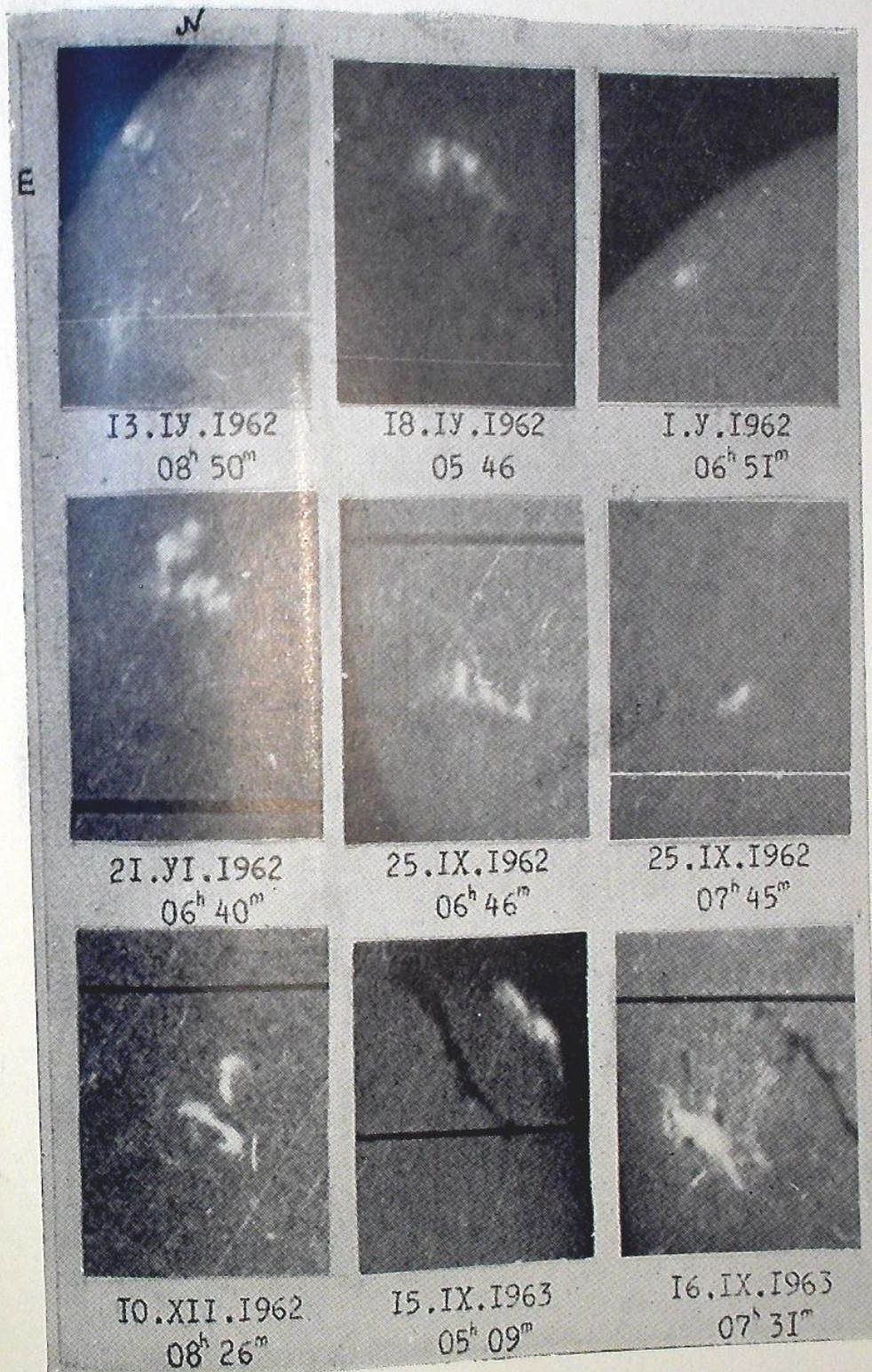


Фото 1.

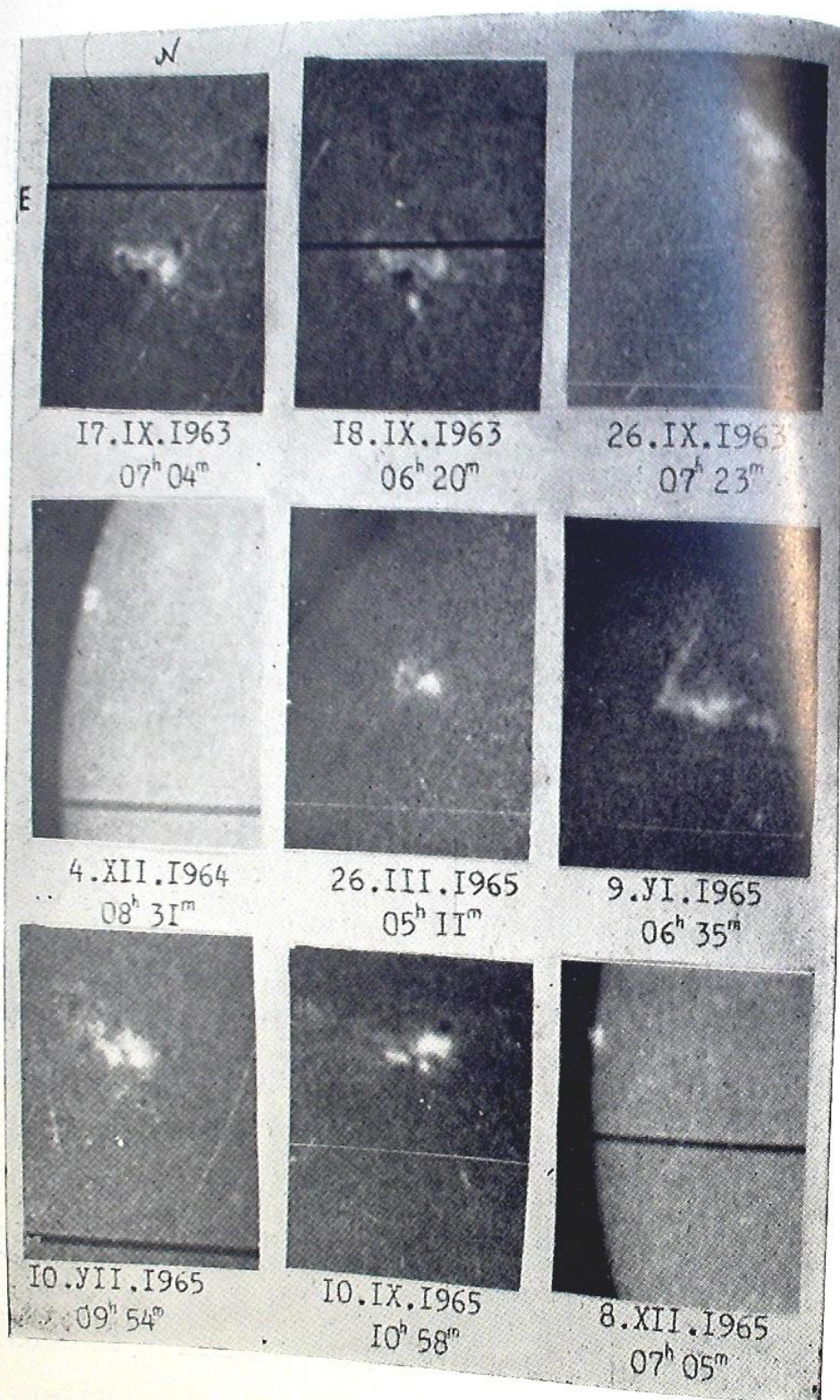


Фото 2.

Второй центр по интенсивности был меньше, его интенсивность менялась медленнее, а изменения площади выражены резче, чем у первого центра. После исчезновения вспышки на краю появился маленький выступ — протуберанец.

Вспышка № 2, 18.IV.62 г. возникла в той же группе пятен, что и вспышка № 1; состояла также из двух центров, изменения которых происходили параллельно как по интенсивности, так и по площади.

Вспышка № 3, 1.V.62 г. возникла в группе мелких пятен на месте маленького яркого флоккула, состояла из одного центра интенсивности, меняющегося скачкообразно.

Вспышка № 4, 21.VI.62 г. возникла в маленькой, но быстро развивающейся группе пятен, во флоккуле меняющейся яркости. В разное время выделялись 8 разных ярких точек, среди которых яркостью отличалась вторая точка, все остальные характеризовались резкой пульсацией площади. Замечен выброс темной материи, временами над и около вспышки появляются маленькие темные места.

Вспышка № 5, 25.IX.62 г. возникла вне группы пятен, в области яркого факела и флоккула меняющейся яркости. Она состоит из четырех центров, которые характеризуются пульсирующими изменениями яркости и площади. Замечено выделение темной материи.

Вспышка № 6, 25.IX.62 г. возникла в слабой биполярной группе пятен, в поле яркого флоккула в виде одного центра яркости.

Вспышка № 7, 10.XII.62 г. возникла в поле активного флоккула около распадающейся группы пятен. Она имела вид двух волокон, состоящих из 7 ярких точек, которые изменялись колеблясь. Изменение площади шло параллельно яркости. Провал имеющийся на графиках развития этой вспышки вызван техническими причинами.

Вспышка № 8, 15.IX.63 г. двухцентровая, возникла в непосредственной близости развивающейся группы пятен. Площадь вспышки изменялась параллельно изменению ее интенсивности.

Вспышка № 9, 16.IX.63 г. двухцентровая, возникла в той же активной области, что и вспышка № 8. Изменение обоих центров происходило одновременно.

Вспышка № 10, 17.IX.63 г. одноцентровая, возникла в той же области, что вспышки № 8 и № 9, в этой же области разгорелась вспышка № 11, 18.IX.63 г. на этот раз трехцентровая. Два из них начались одновременно и достигли максимума одновременно. Третий центр возник позже и имел меньшую интенсивность.

Вспышка № 12, 26.IX.63 г. возникла около края диска рядом с большим пятном, двухцентровая, оба центра имели по два одновременных максимума.

Вспышка № 13, 22.III.64 г. возникла около большого пятна в поле активного флоккула в виде точки.

Вспышка № 14, 13.IV.64 г. возникла в поле факела около лимба в виде двух ярких точек. Позже возникшая вторая точка была больше по интенсивности и по площади.

Вспышка № 15, 4.XII.64 г. разгорелась на лимбе в виде яркой точки, из которой после возник протуберанец.

Вспышка № 16, 26.III.65 г. одноцентровая, возникла в группе слабых пятен.

Вспышка № 17, 9.VI.65 г. возникла в поле активного флоккула и характеризовалась быстрым подъемом и спадом интенсивности.

Вспышка № 18, 10.VII.65 г. и № 19, 10.IX.65 г. двухцентровые. Оба центра в обеих вспышках разгорелись одновременно и изменение площадей проходило параллельно изменению интенсивностей.

Вспышка № 20, 8.XII.65 г. возникла около края солнечного диска в виде яркой точки в поле факела.

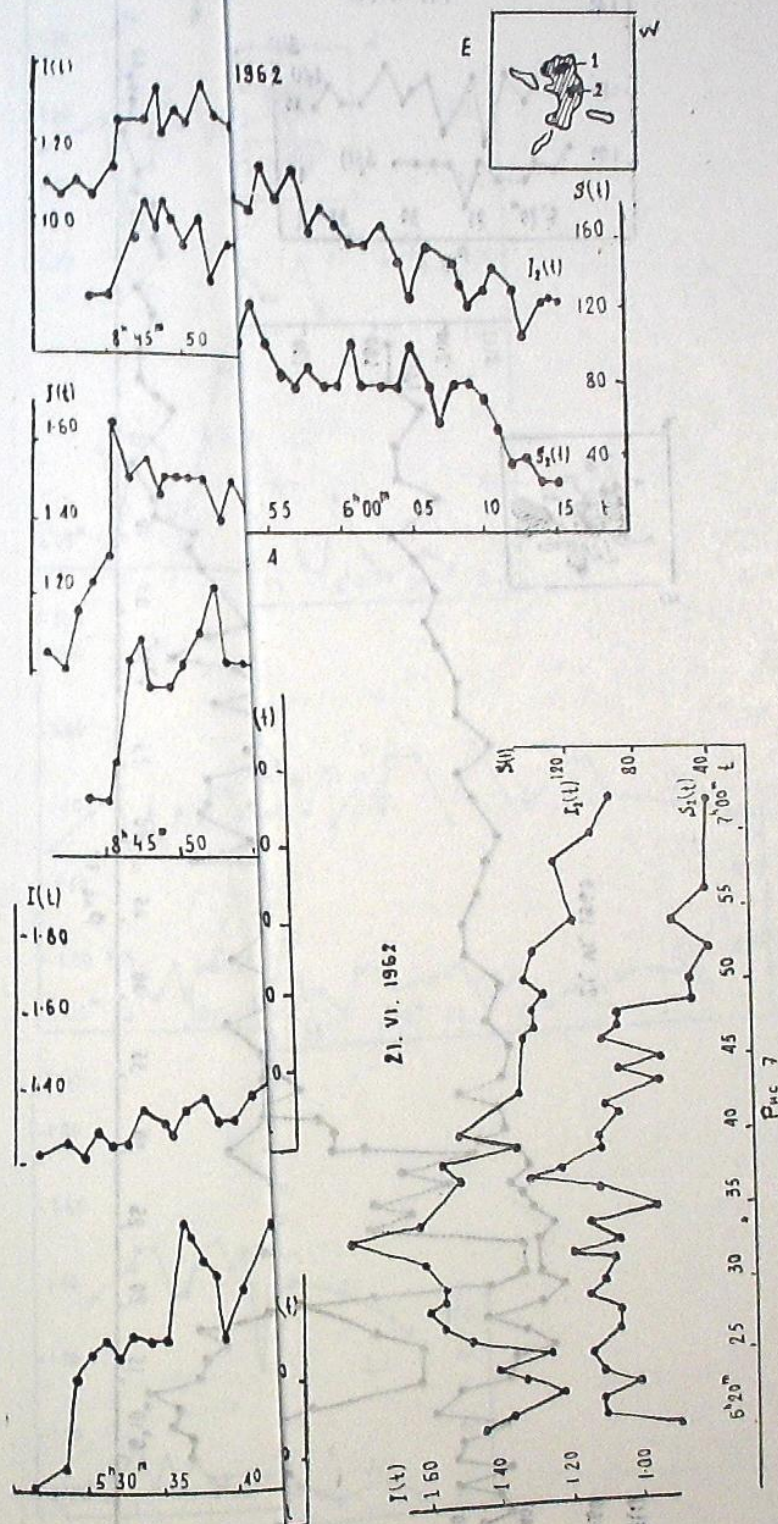
На рисунках 1—36 приведены графики развития вышеописанных хромосферных вспышек по площади и по интенсивности. Из 20 вспышек выбранных для фотометрической обработки, для 6 вспышек измерены по одному центру, а для остальных — от двух до восьми центров в зависимости от их структуры. Измерены всего 46 центров. Для каждой вспышки кривые интенсивности даются над кривыми площадей. По оси абсцисс отложено время, общее для обоих графиков, по оси ординат слева представлены интенсивности вспышек, выраженные в единицах интенсивности невозмущенной области Солнца на том же расстоянии от центра диска, в той же полосе пропускания фильтра. По оси ординат справа дана шкала площадей вспышек в единицах миллионной доли диска Солнца.

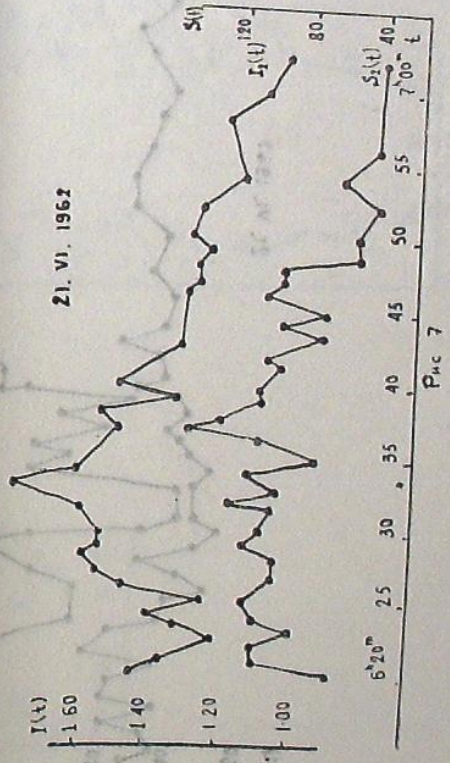
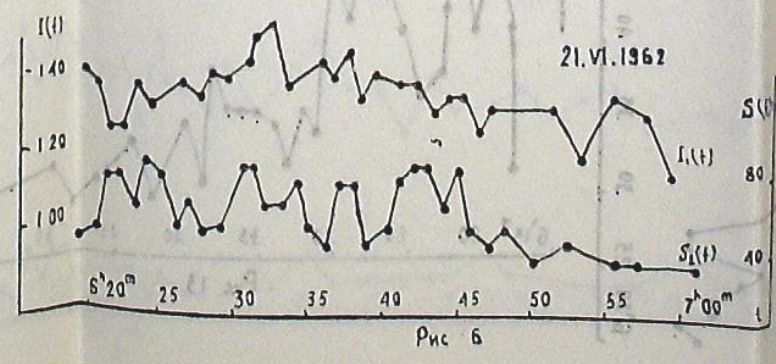
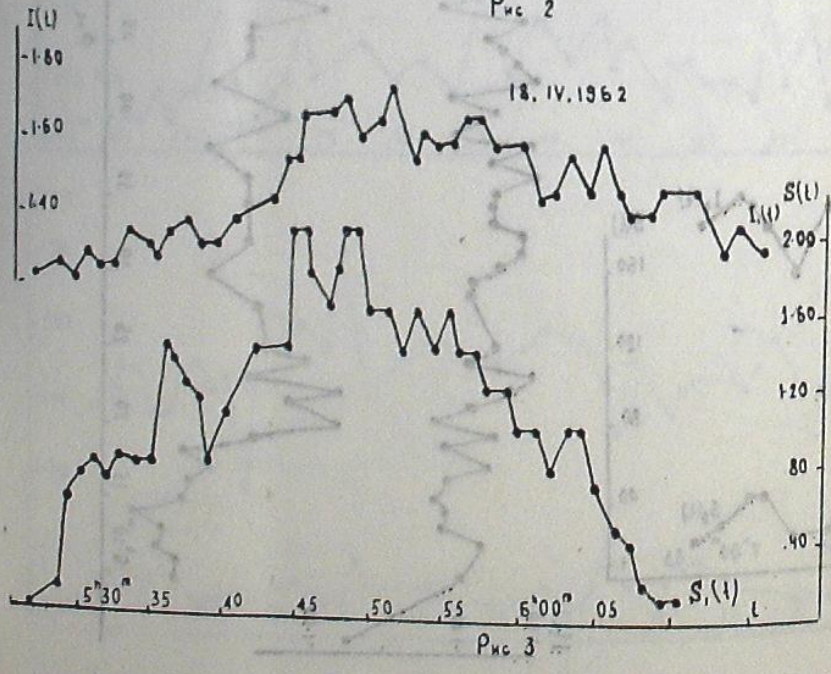
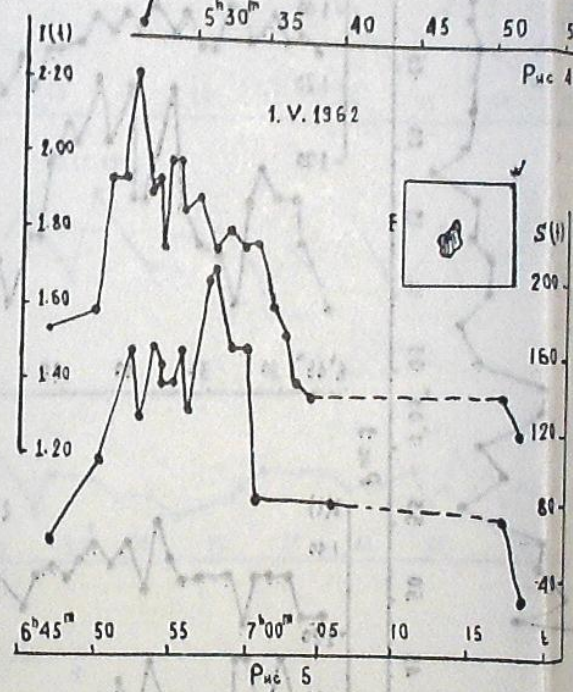
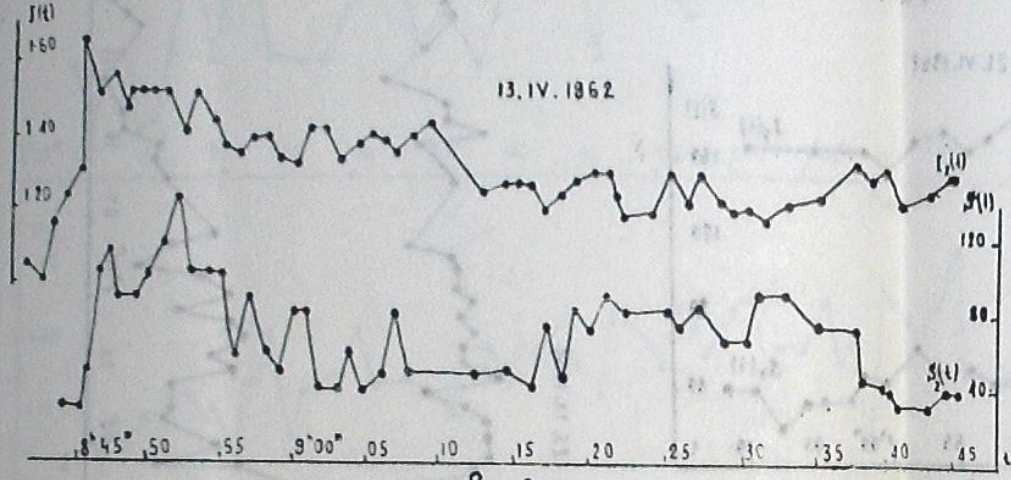
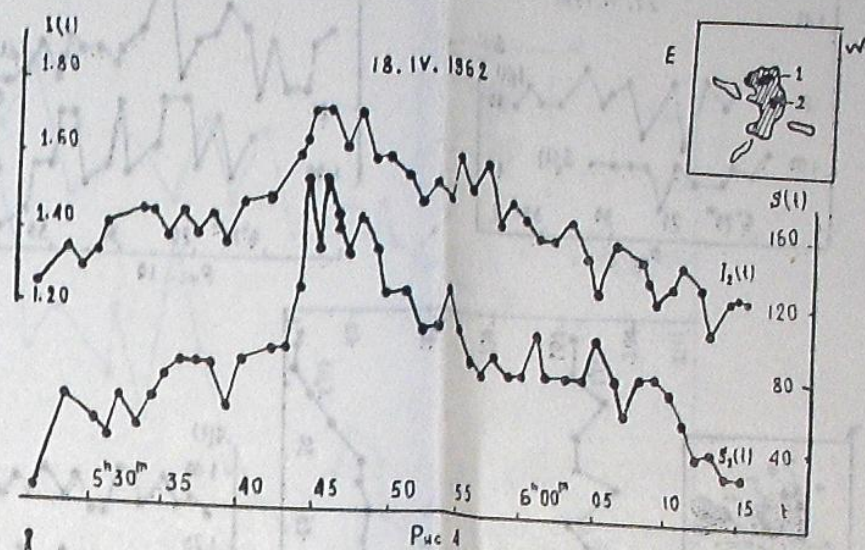
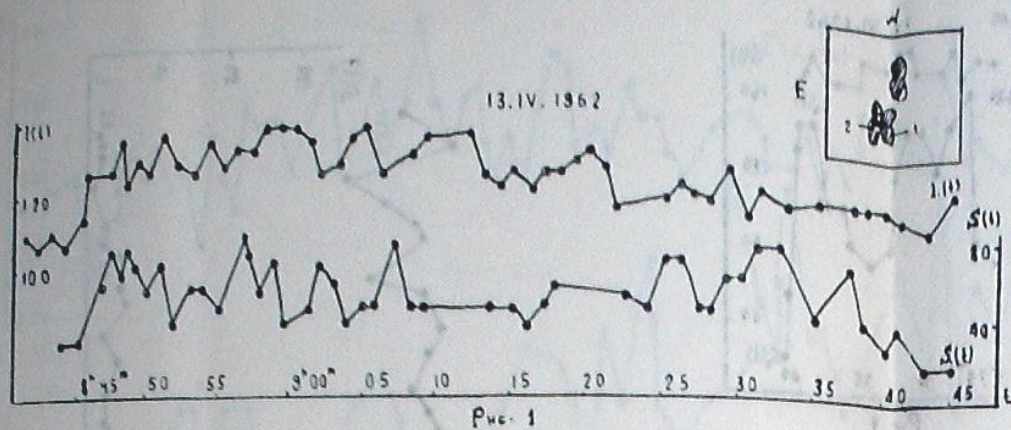
На эскизах дано схематическое изображение области вспышек, где очаг вспышки обозначается черными областями, флоккулы — заштрихованными, пятна — контурами с точкой внутри, волокна — просто контурами. Цифрами отмечены места, где измерены интенсивности.

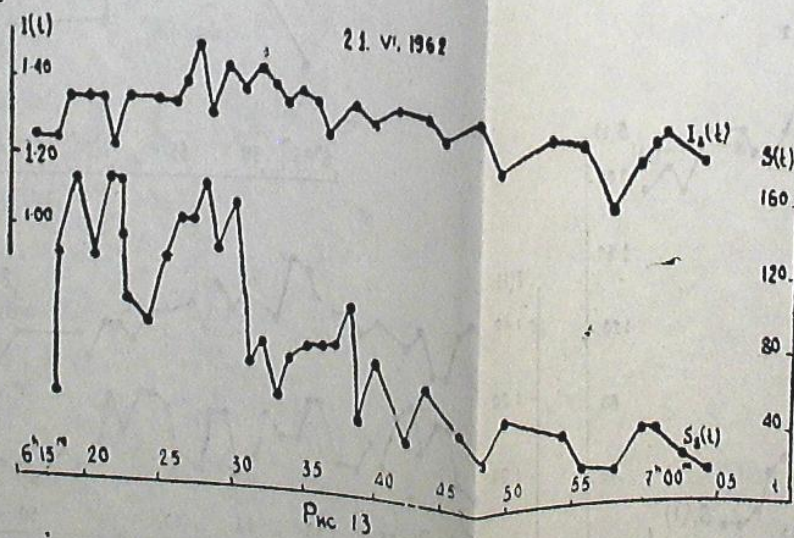
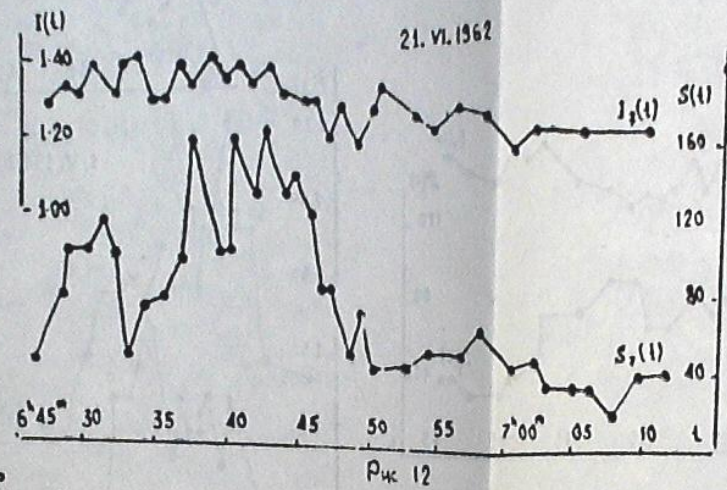
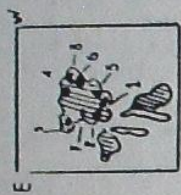
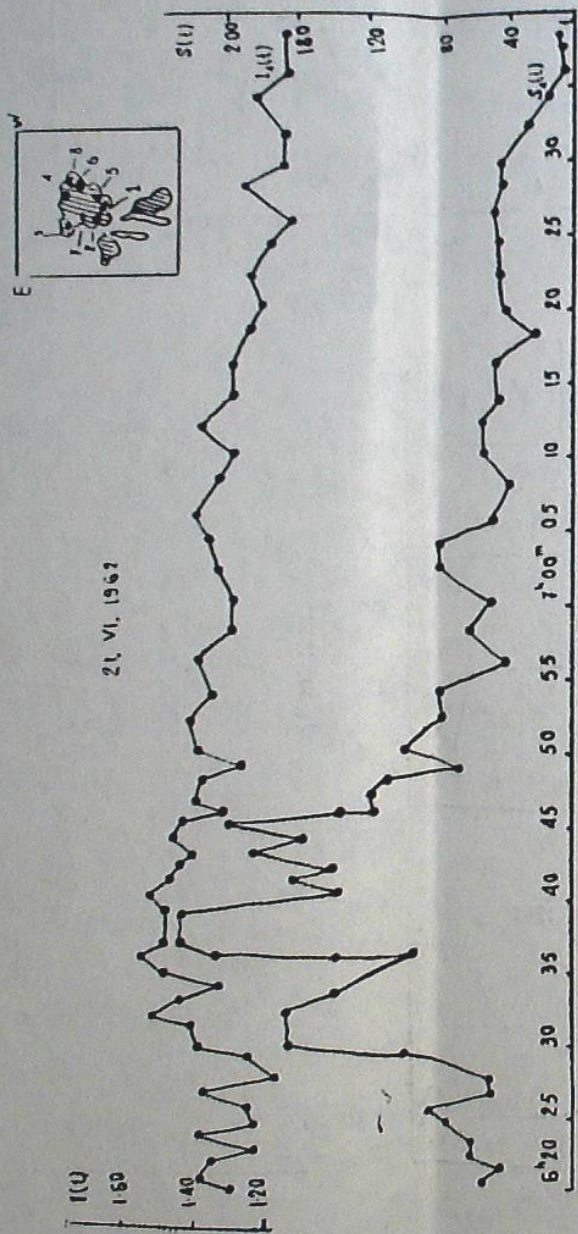
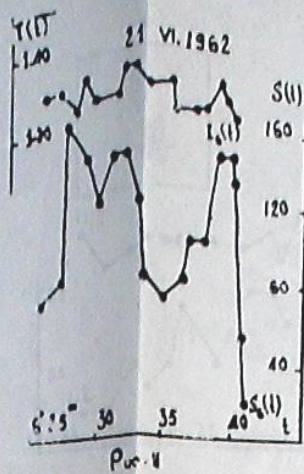
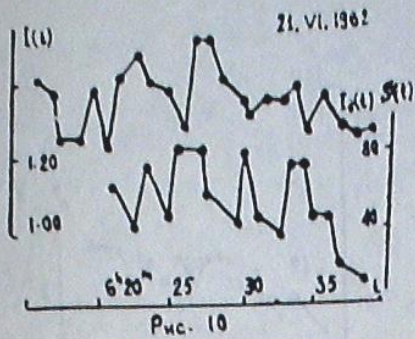
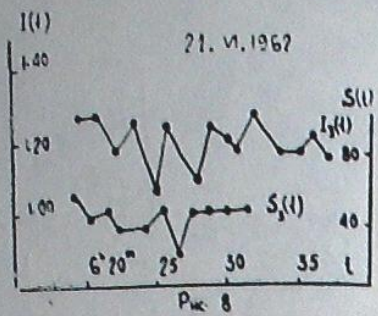
Приведем некоторые результаты, которые можно получить при рассмотрении наблюдательного материала.

Прежде всего нужно отметить, что вспышки не очень редко встречаются даже и в годы около минимума солнечной активности. За период 1962—1965 в часы патруля вспышек (в общем всего около 1700 ч.) нами замечены 65 вспышек (сюда не вошли вспышки, яркость которых увеличивалась не более чем в 1.4 раза по сравнению с окружающим невозмущенным фоном), т. е. в среднем отмечена одна вспышка за 26 часов. В увеличении этого периода большую долю несет 1964 год, когда отмечался самый глубокий минимум солнечной активности. За этот год за 450 часов патруля нами замечены только 3 вспышки. Мы просмотрели «Солнечные данные» за 1964 год и оказалось, что за время общего патруля около 3230 часов наблюдаются всего 83 вспышки. Это соответствует появлению одной вспышки за 39 часов в период глубокого минимума солнечной активности.

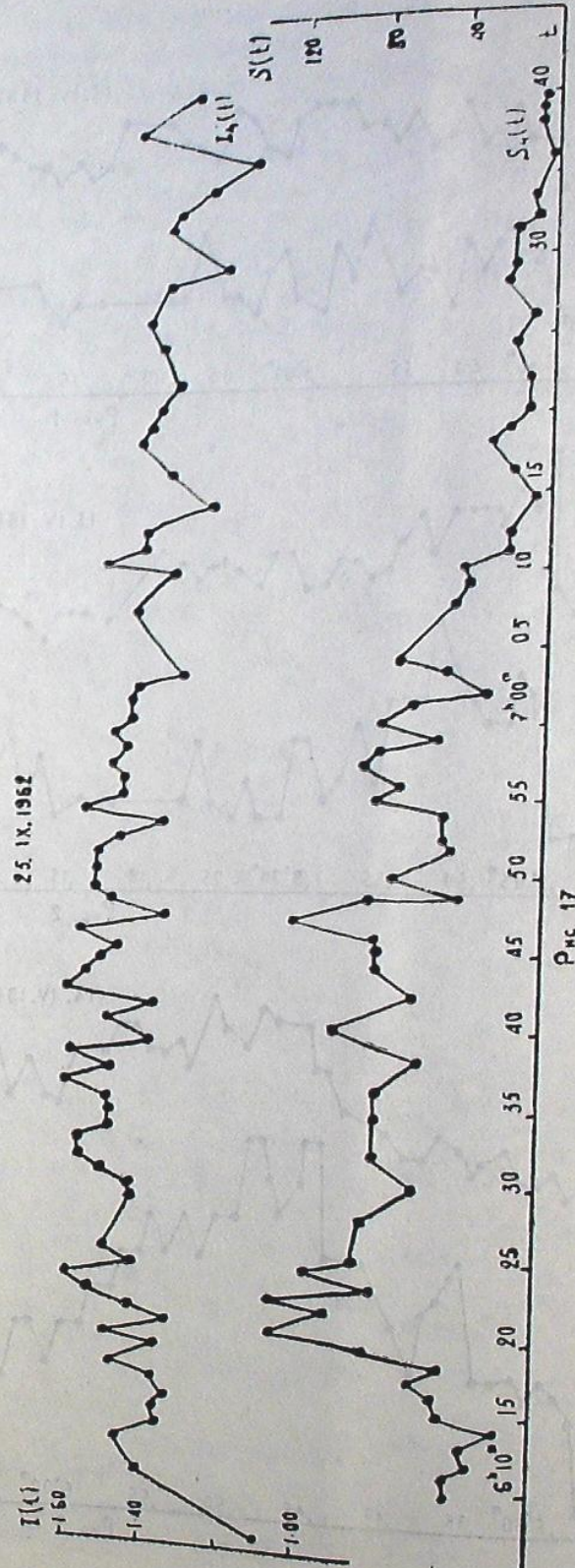
Все рассмотренные здесь вспышки связаны с группами пятен, кроме вспышки № 15 4.XII.64, которая хотя появилась в поле факела, но не только вблизи, но и на всем диске в этот и в ближайшие дни не было ни одного пятна. Вспышки № 14, 13.IV.64 и № 20 8.XII.65 появились

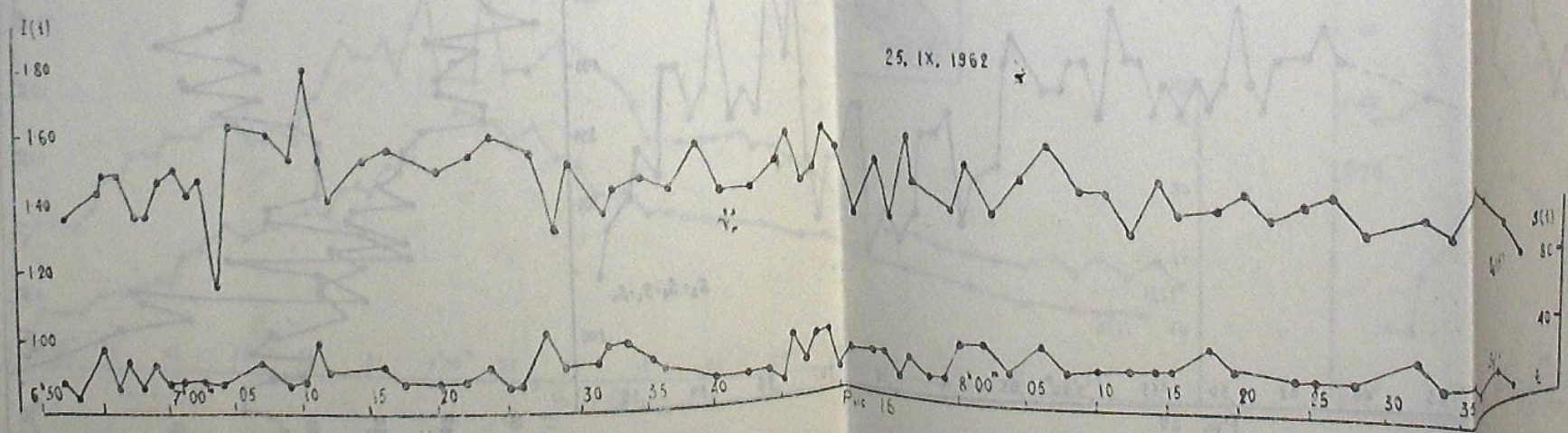
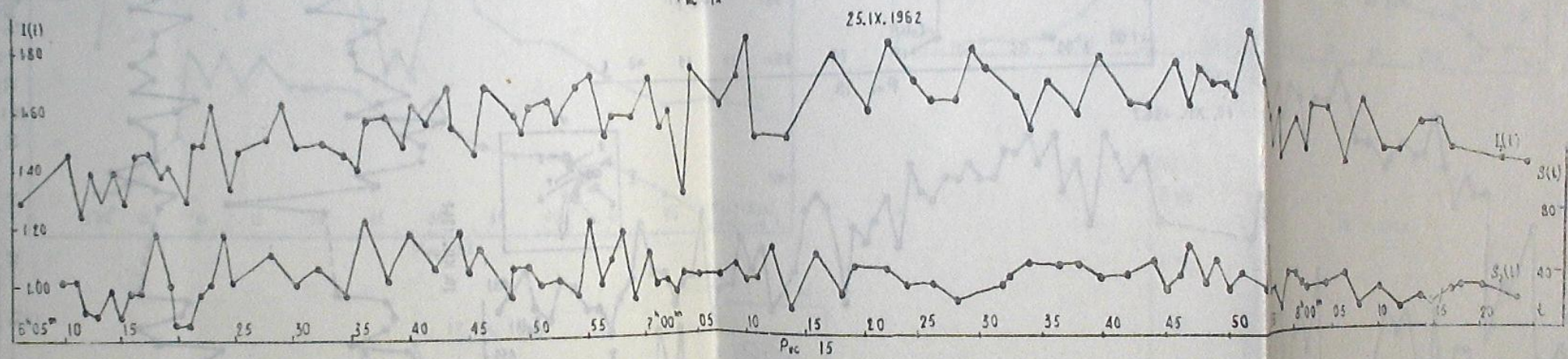
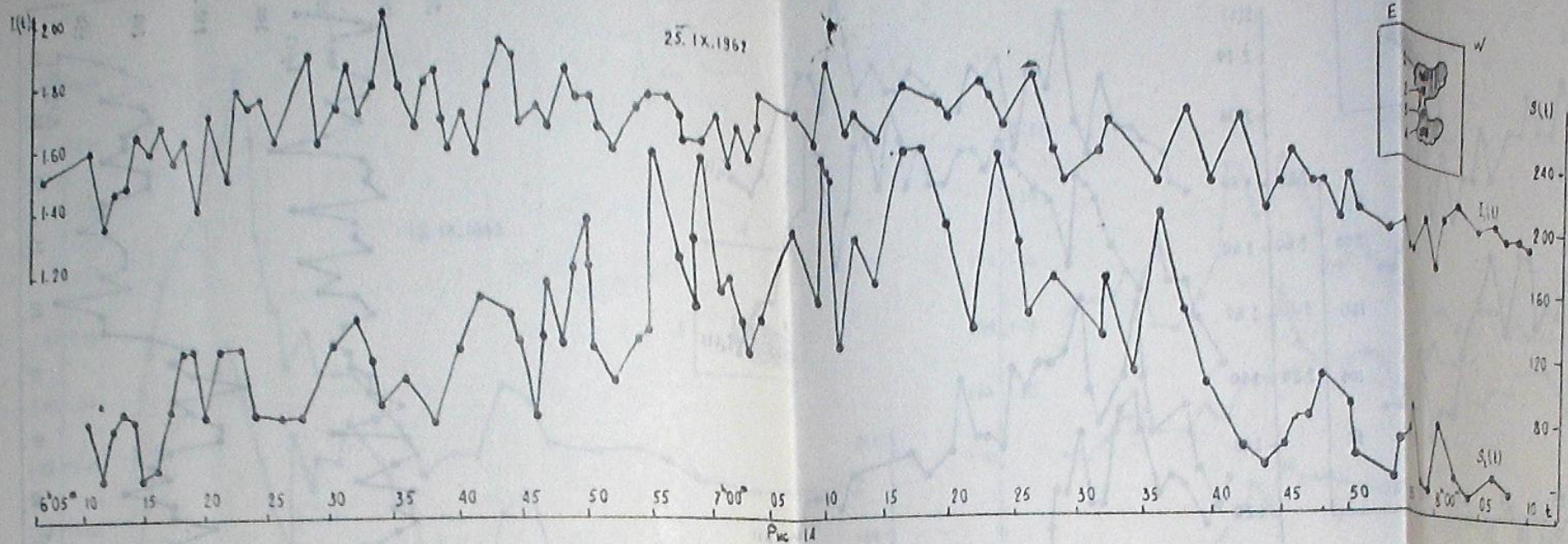


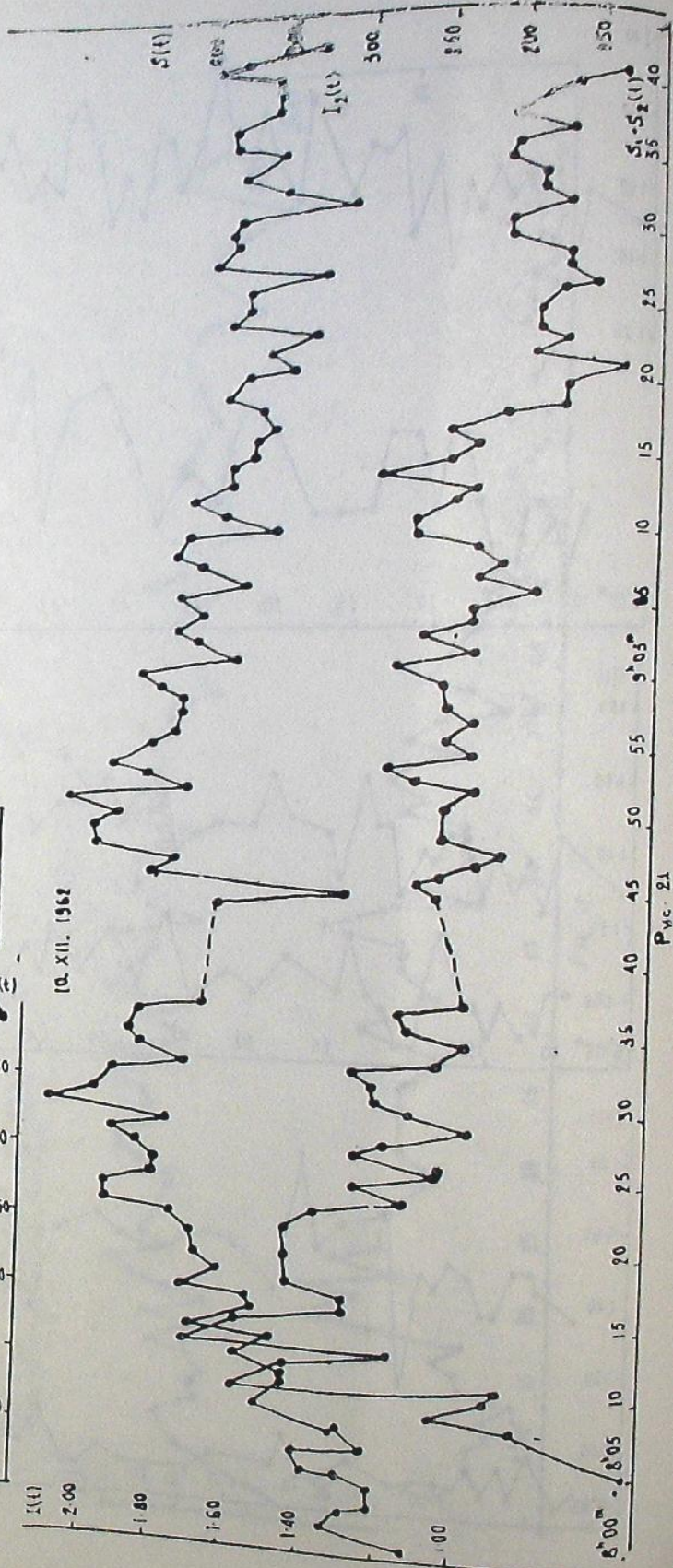
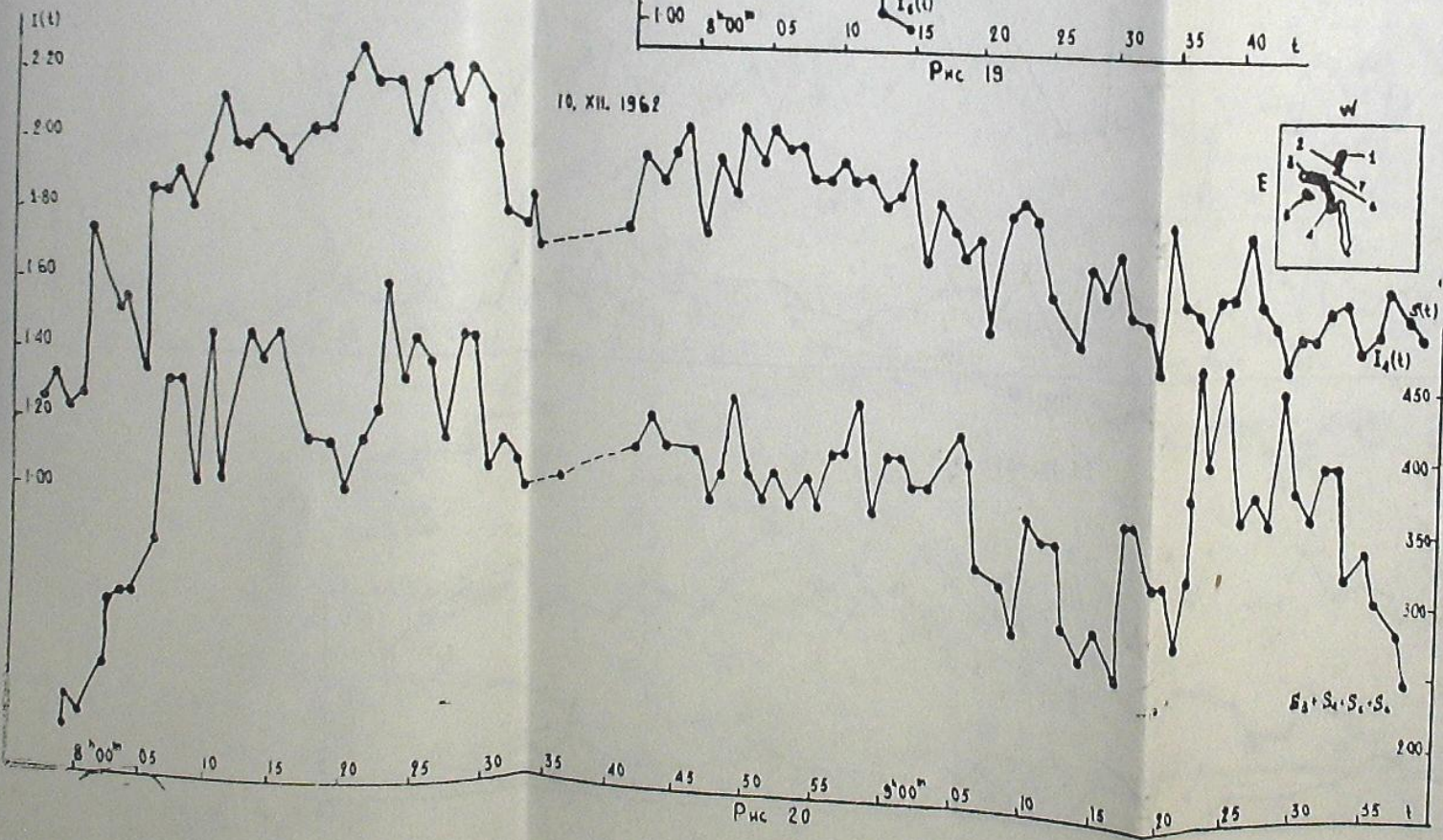
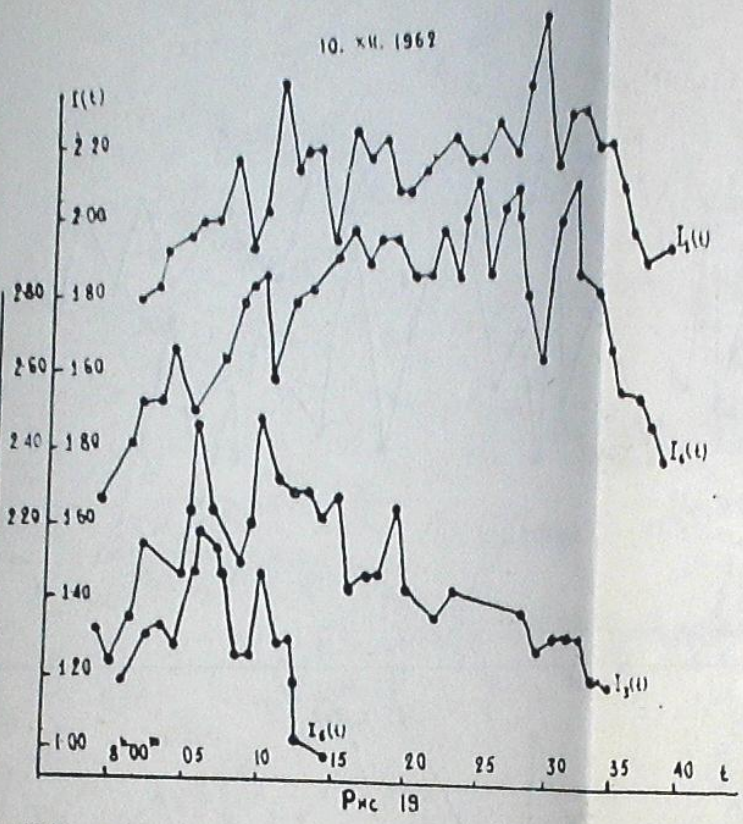
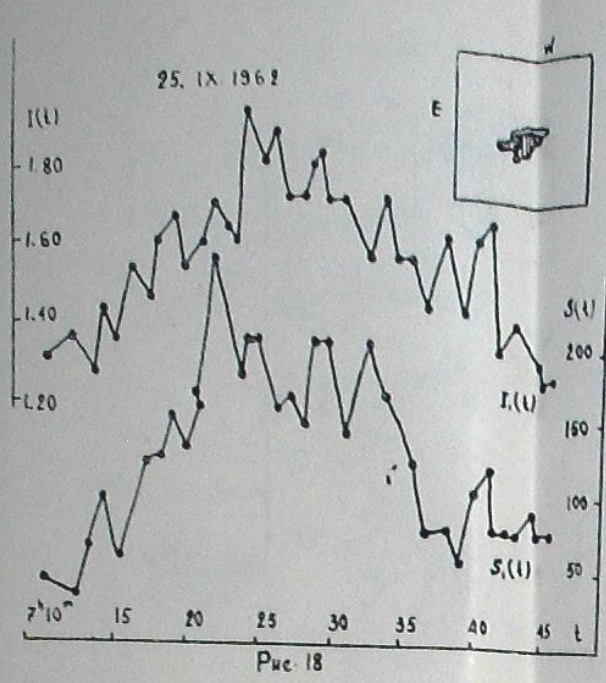


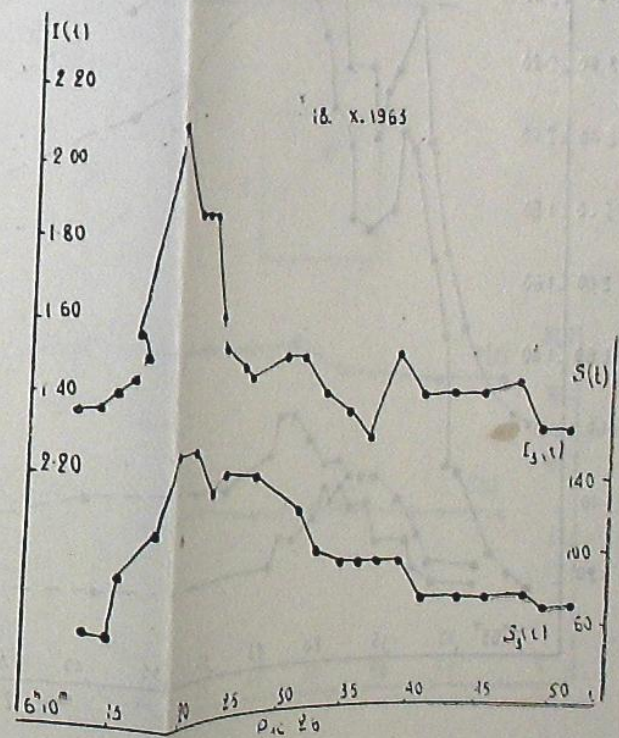
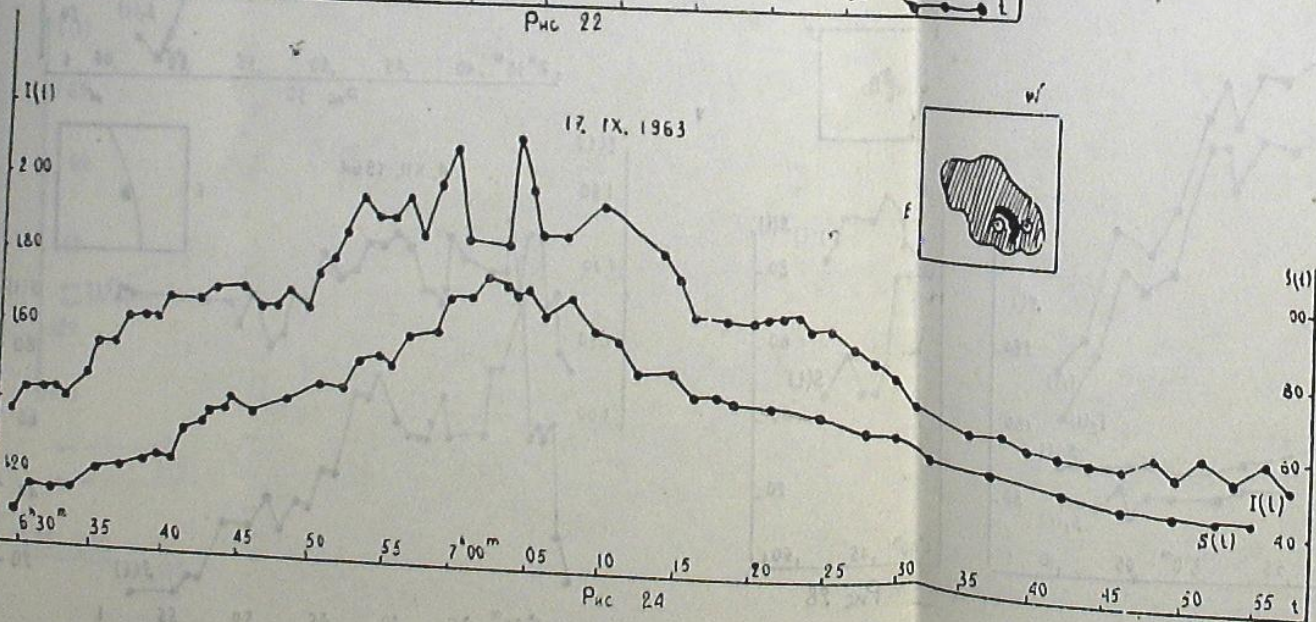
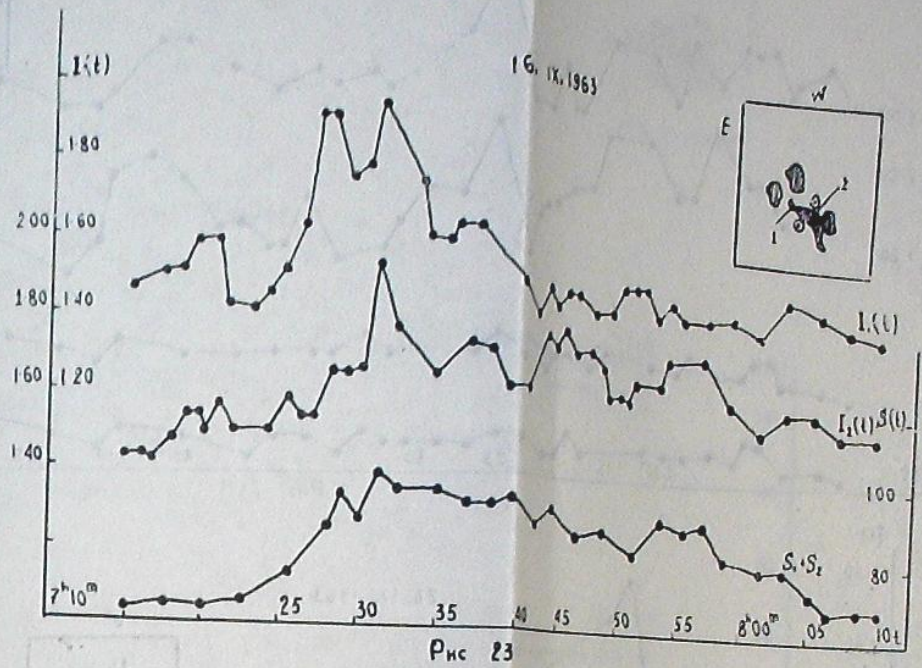
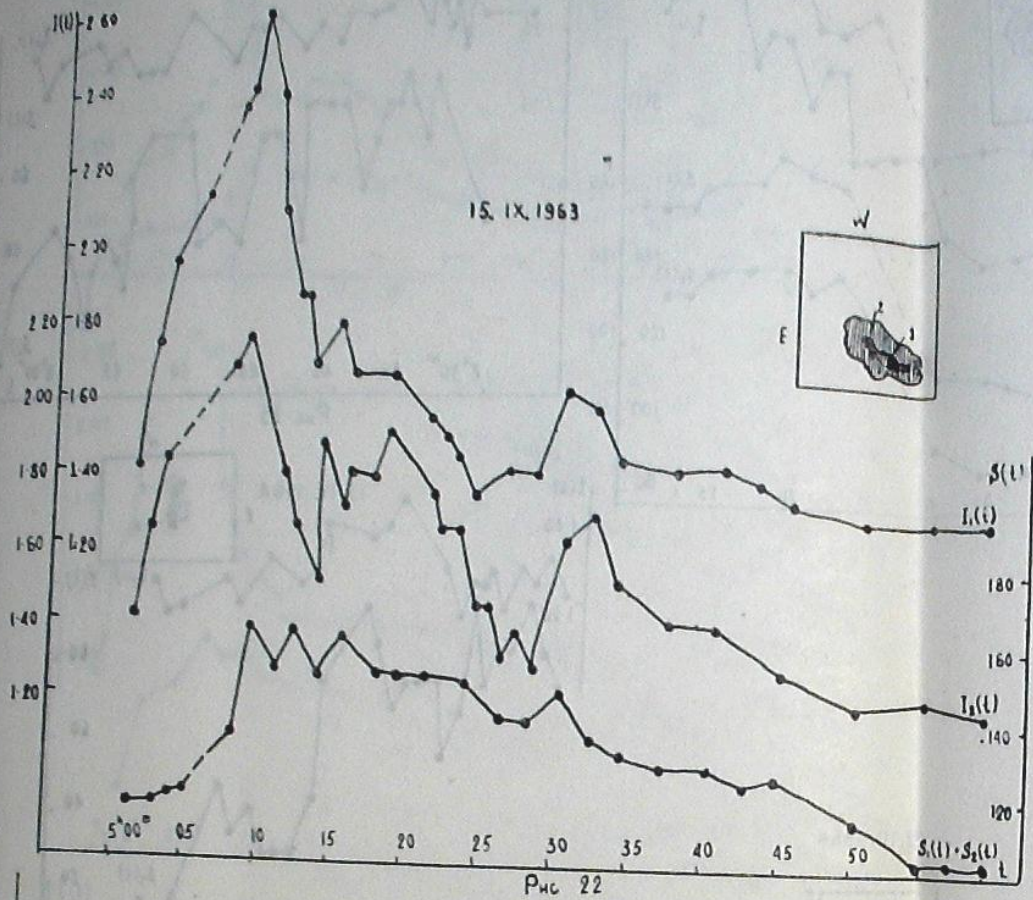


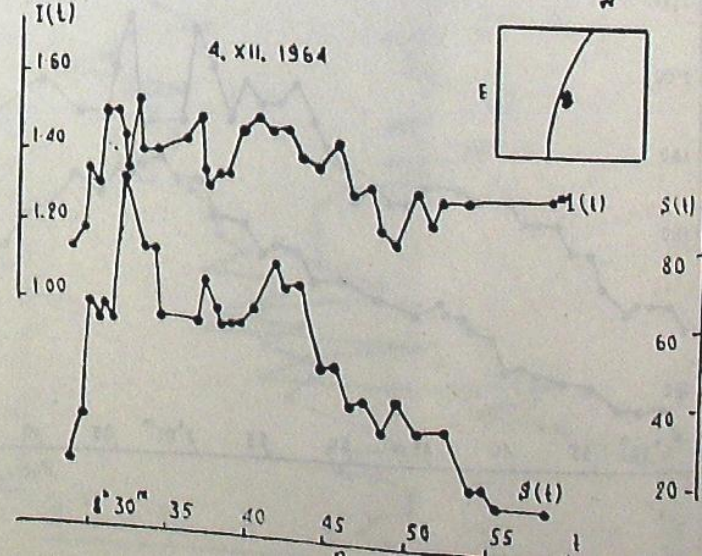
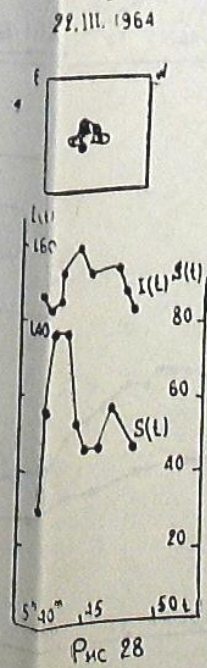
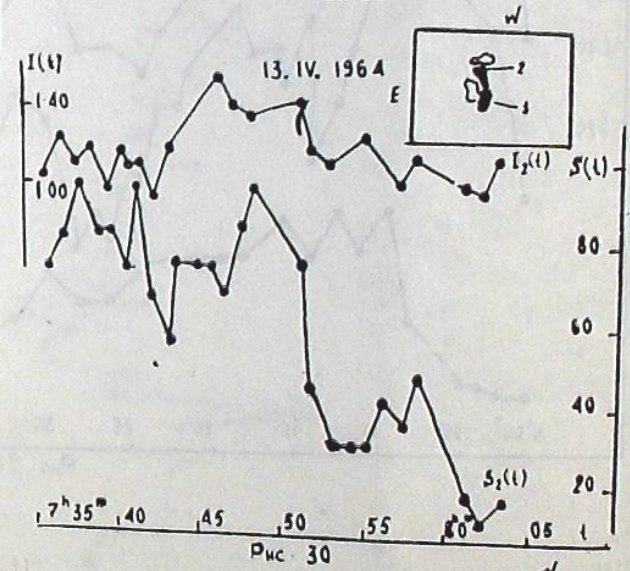
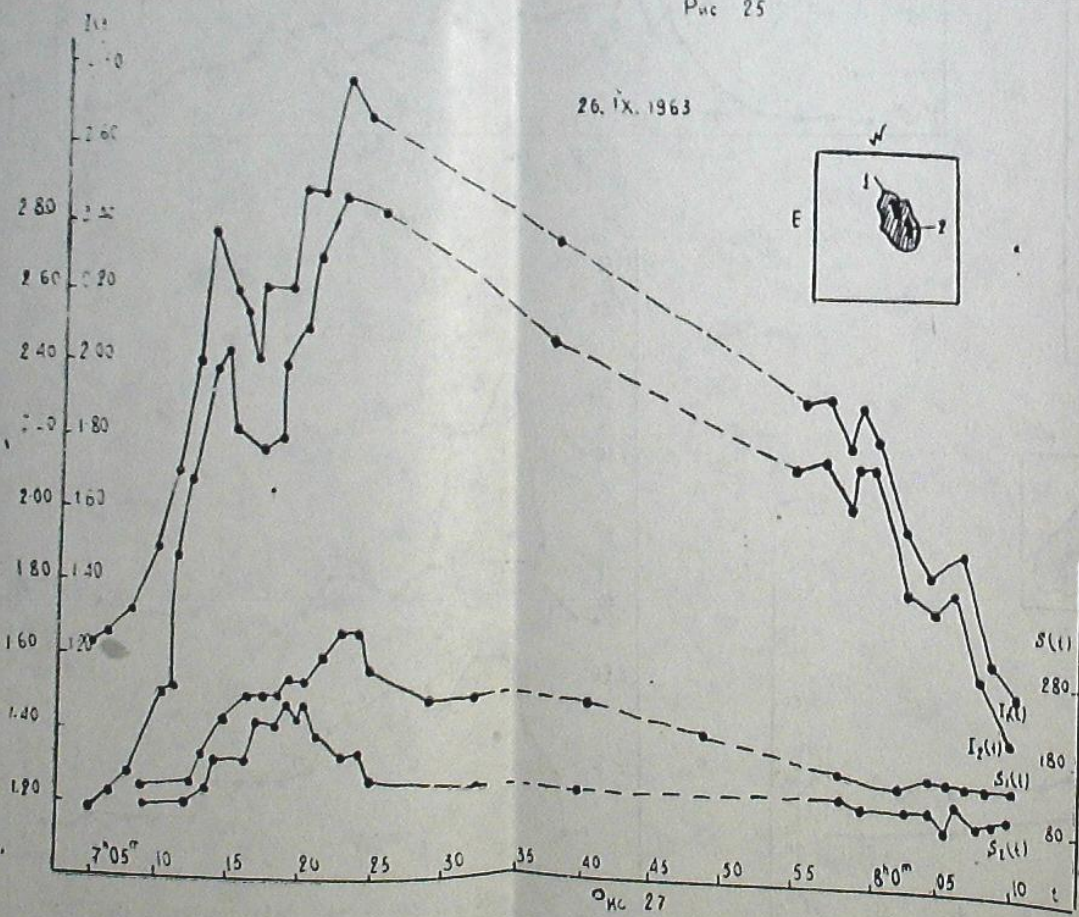
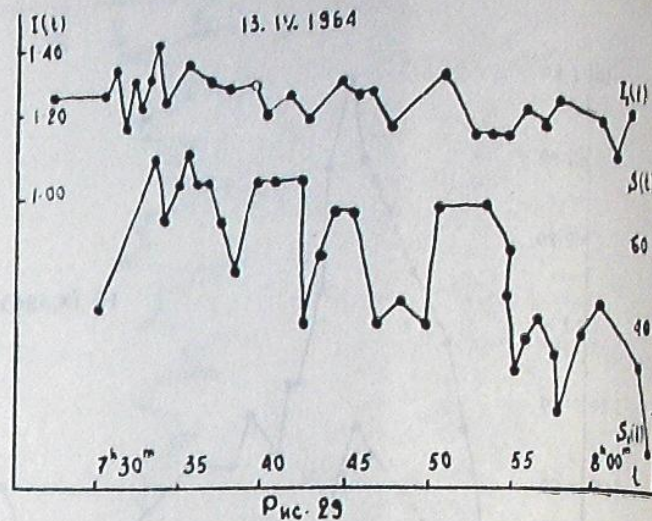
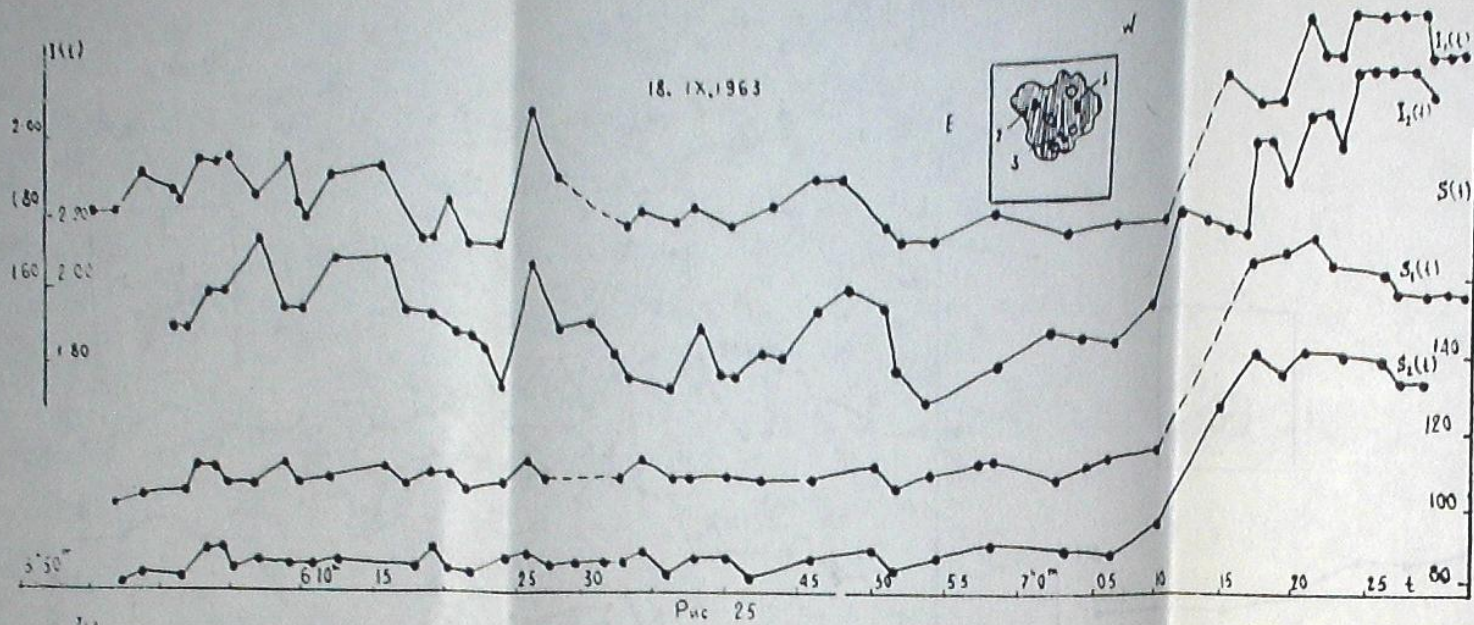
25. IX. 1962

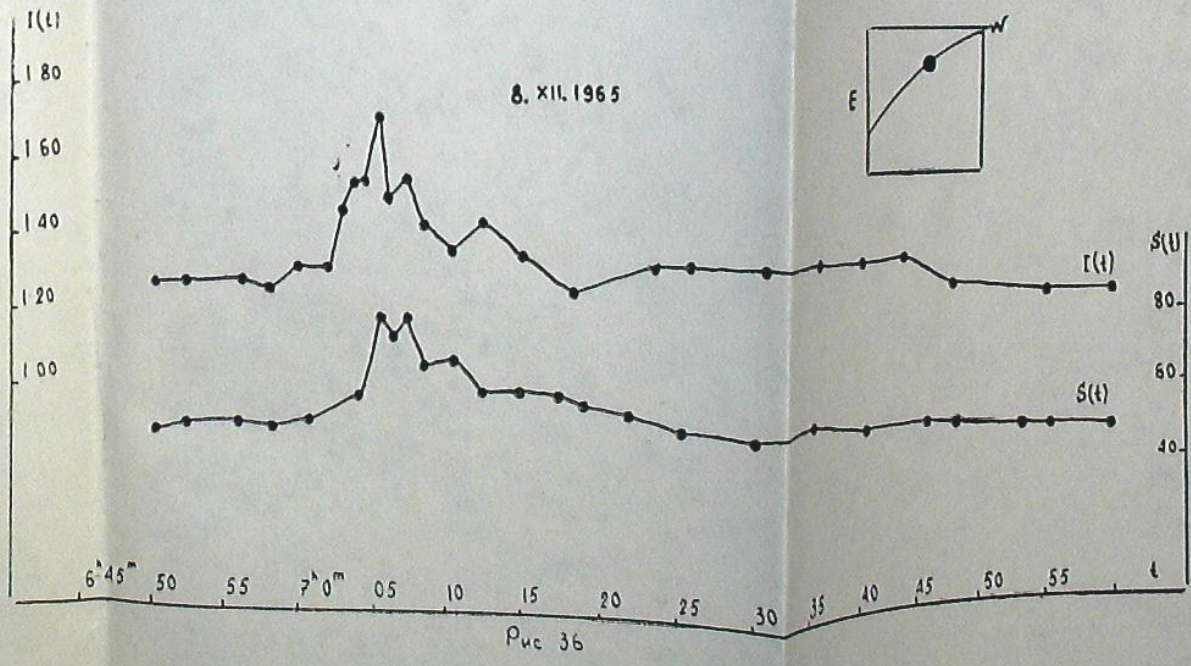
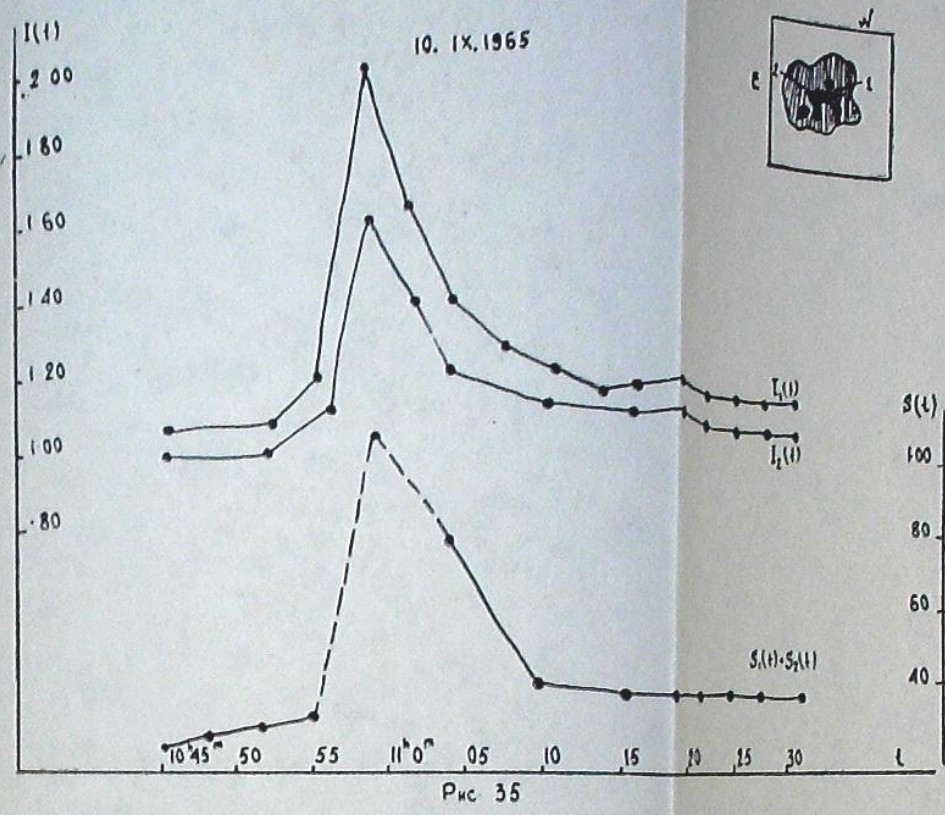
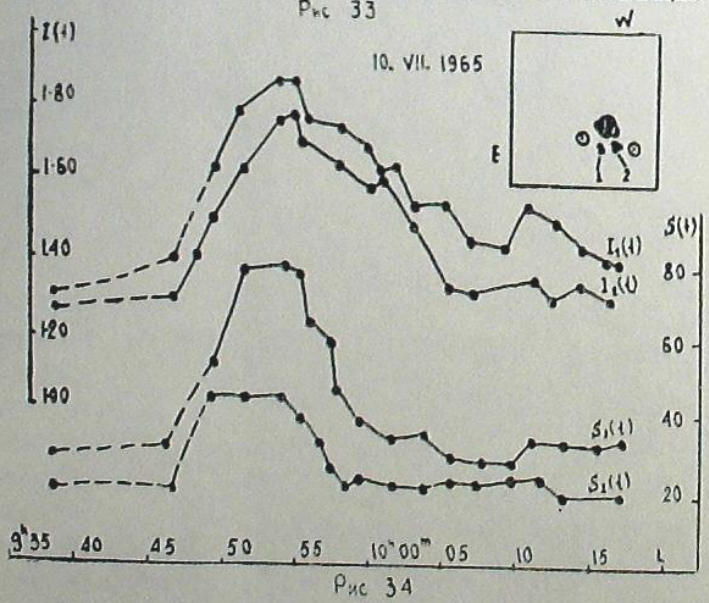
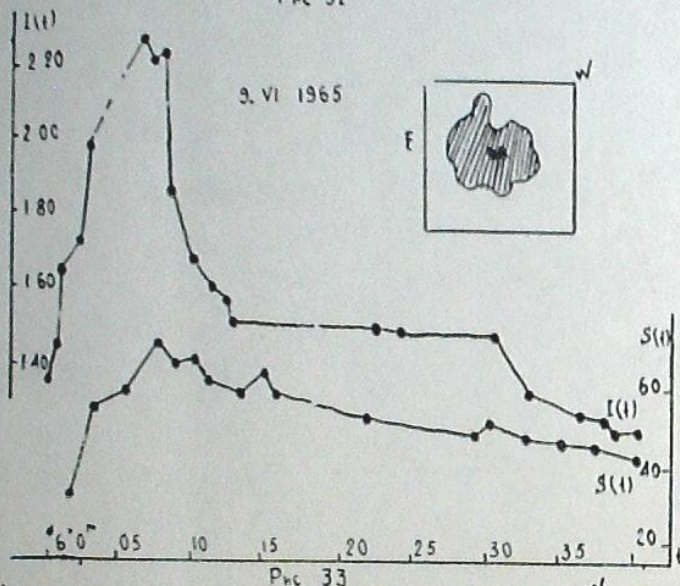
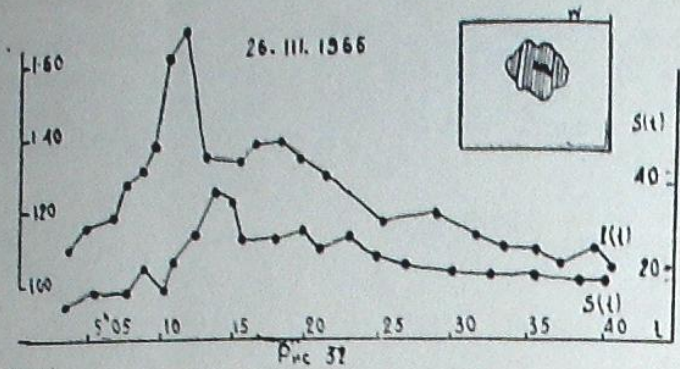












также в полях факелов с еле видными порами; все остальные вспышки связаны с группами развивающихся или распадающихся пятен. Поэтому естественно, что число наблюдаемых вспышек коррелирует с числом пятен. Это видно из рис. 37, где сплошная линия соответствует

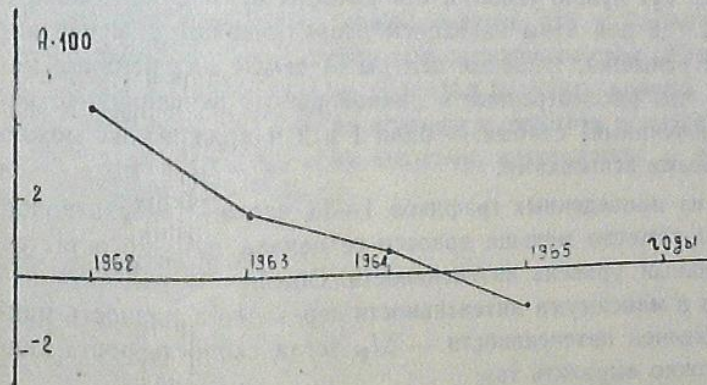
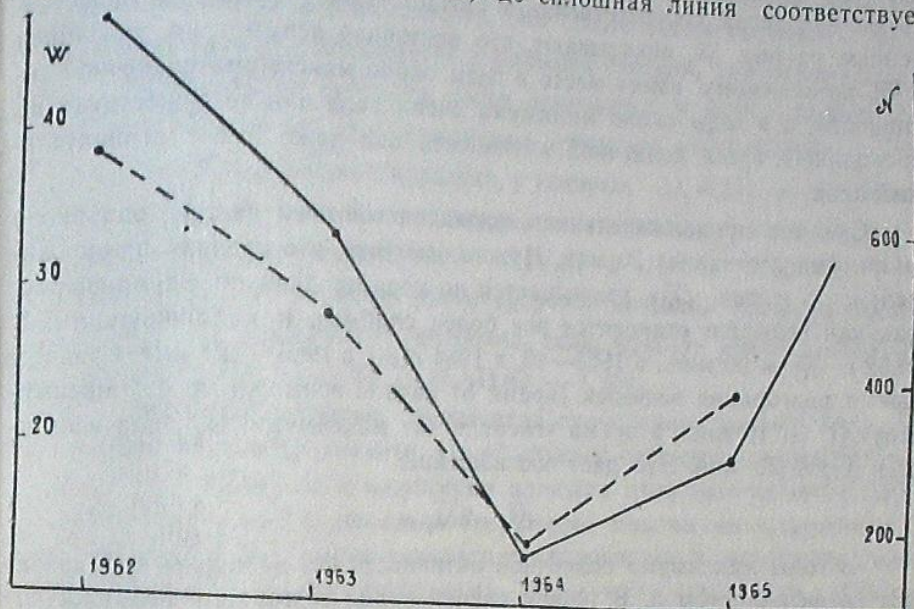


Рис. 37, 38

изменению среднегодового числа Вольфа со временем, а пунктирная — числам фактически наблюдаемых вспышек в году. Общее число наблюдаемых вспышек взято из Цюрихского «Квартального бюллетеня». Как видно из рис. 37, по числу Вольфа и вспышек самый глубокий минимум солнечной активности был в 1964 г.

Просматривая координаты наблюдаемых нами вспышек, значительную асимметрию в распределении хромосферных вспышек по диску мы не заметили. Также незначительна асимметрия в распределении для всех наблюдаемых вспышек, опубликованных в «Квартальных бюллетенях» за эти годы. Асимметрию мы вычислили по формуле:

$$A = \frac{E-W}{E+W},$$

где E и W представляют числа вспышек на восточном и на западном половинах диска, соответственно, в каждом году. Результаты, представленные на рис. 38, показывают, что восточная асимметрия, указанная в [5], по-видимому, имеет место в годы около максимума солнечной активности, а в годы около минимума очень мала или не существует, на восходящей ветви солнечной активности она даже имеет отрицательный знак.

Средняя продолжительность развития вспышек за три года около минимума составляет 30 мин. Нужно отметить, что средняя продолжительность жизни ($\bar{\Delta t}$) уменьшается по мере продвижения к минимуму, так как вспышки становятся все более слабыми и маложивущими. В 1962 г. $\bar{\Delta t} \approx 50$ мин., в 1963—40, в 1964 г. 30, в 1965 — 21 мин. Среднее время разгорания вспышек (время от начала вспышки до ее максимума) $\bar{\Delta t}_1 \approx 10$ мин., а время угасания (от максимума до конца вспышки) $\bar{\Delta t}_2 \approx 20$ мин. Это дает соотношение:

$$\bar{\Delta t}_2 = 2\bar{\Delta t}_1.$$

В годы максимума солнечной активности эти величины в [1] связаны коэффициентом 3. В нашем случае время возгорания вспышки получается больше. Тут нужно указать, что уместны сравнения только с подцентрами [1], где под этим названием подразумеваются менее интенсивные очаги вспышки, (главные центры — самые интенсивные места [1]) потому, что рассмотренные в данной работе вспышки (с несколькими исключениями) слабые — балл 1 и 2 и вряд ли их можно сравнить с мощными вспышками.

Как видно из приведенных графиков 1—36, часто яркость конца вспышки бывает заметно меньше яркости ее начала или же остается ярче, чем начальный уровень интенсивности. Обозначим разность начального уровня и максимума интенсивности через ΔI_1 , а разность максимальной и конечной интенсивности — ΔI_2 , тогда скорость роста данной вспышки можно выразить так:

$$v_1 = \frac{\Delta I_1}{\Delta t_1},$$

а скорость спада —

$$v_2 = \frac{\Delta I_2}{\Delta t_2}.$$

Средняя скорость роста всех исследуемых нами вспышек $\bar{v}_1 = 0.045$, средняя скорость спада $\bar{v}_2 = 0.021$. Скорость роста вспышек в годы минимума солнечной активности в среднем в 2.18 раза превышает скорость спада, в годы максимума — 2.74 раза [1], но сами величины \bar{v}_1 и \bar{v}_2 меньше:

$$(\bar{v}_1)_{\max} = 2.22 \bar{v}_1$$

$$(\bar{v}_2)_{\max} = 1.81 \bar{v}_2,$$

где значок «max» означает принадлежность этих величин к периоду максимума солнечной активности. Эти соотношения указывают на то, что скорость роста уменьшается в большей степени, чем скорость спада.

Уменьшение скорости роста отмечается у всех вспышек периода около минимума, что естественно приписать уменьшению ΔI_1 , но это не всегда так. Бывают вспышки, у которых $\Delta t_1 \approx \Delta t_2$ и скорости роста не только яркости, но и площади одинаковы или почти одинаковы, как например, для вспышек № 2 18.IV.62 и № 10, 17.IX.63. У некоторых отдельных центров многоцентровой вспышки скорость роста даже меньше скорости спада, особенно, если, яркость имеет несколько максимумов (вспышка № 7, 10.XII.62 — $I_1(t)$).

Развитие вспышек по площади происходило такими же пульсациями, как у интенсивности. Из 46 случаев совпадение момента максимума интенсивности и максимума площади отмечено только у 18%; приблизительно 45% показали опережение максимума площади и 36% — опоздания максимума площади по отношению к максимуму интенсивности. Во время максимума солнечной активности преимущественно отмечается совпадение этих максимумов.

В заключение можно сказать, что наблюдательный материал, полученный в Абастуманской астрофизической обсерватории в виде фильмов в часы патруля, позволил получить кривые изменения яркости и площади вспышек во времени и отметить некоторые особенности в развитии хромосферных вспышек, возникавших в период минимума солнечной активности.

Декабрь, 1966.

ზონის აქტივობის მინიმუმის დროინდელ ქრომოსფერულ
ამოფრქვევათა ფოტომეტრია

ც. ხეცურიანი, ა. ცხოვრებაძე, ნ. გოგოსაშვილი

(რეზიუმე)

აბასთუმანის ობსერვატორიაში ქრომოსფერულ ამოფრქვევათა პატრულის დროს მიღებული ფილმების საშუალებით მოხდენილია შერჩეული 20 ამოფრქვევის ფოტომეტრია.

მოცემულია ამოფრქვევათა განვითარების მრუდები და მიითვებულება ზოგიერთი თავისებურება, რომელიც შეინიშნება მინიმუმის პერიოდის ამოფრქვევებისათვის.

PHOTOMETRY OF CHROMOSPHERIC FLARES NEAR MINIMUM OF SOLAR ACTIVITY

TS. S. KHETSURIANI, A. S. TSKHOVREBADZE, N. Z. GOGOSASHVILI

(Summary)

The results of the chromospheric flares photometry are given, which were observed in the Abastumani observatory with the chromosphere telescope in H_α line during patrol hours in the years near solar activity minimum.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Размадзе Т. С. Фотометрия хромосферных вспышек. Бюлл. Абастум. астрофиз. obs. 1962, № 29, 3.
2. Размадзе Т. С., Цховребадзе А. С. Кривые развития хромосферных вспышек. Бюлл. Абастум. астрофиз. obs. 1962, № 29, 29.
3. Размадзе Т. С., Гогосашвили Н. З. Развитие хромосферных вспышек. Бюлл. Абастум. астрофиз. obs. 1965, № 32, 123.
4. Размадзе Т. С., Цховребадзе А. С. Кривые развития хромосферных вспышек по материалам наблюдений за 1961 г. Бюлл. Абастум. астрофиз. obs. 1965, № 32, 147.
5. Ягер де К. Строение и динамика атмосферы Солнца. М., 1962, стр. 154.

ЧЕТЫРЕХЦВЕТНАЯ ФОТОМЕТРИЯ ЛУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ЗАТМЕНИИ 19 ДЕКАБРЯ 1964 ГОДА

Р. И. КИЛАДZE

В течение полной фазы затмения с помощью 70-см менискового телескопа Абастуманской обсерватории нами были получены изображения Луны в четырех цветах U , B , V , R .

Соответственные фотометрические системы были осуществлены с помощью фотопластинок Кодак ОаО, Кодак ОаД и Агфа Орво Рот Ралид, в комбинации со светофильтрами УФС-1, ЖС-4, ЖС-18 и КС-10.

В лучах каждого цвета Луна экспонировалась дважды; в ультрафиолетовых лучах экспозиции были равны 12 и 1 минуте, а в остальных лучах — 6 минутам и 30 секундам. Так как, при гидировании движение телескопа осуществлялось соответственно скорости земной тени, изображения Луны размазаны из-за ее орбитального движения.

Калибровка негативов была произведена с помощью внефокальных снимков Плеяд. Соответствующие звездные величины взяты из [1, 2, 3].

Полученный материал был обработан на микрофотометре МФ-4 следующим образом: каждое изображение Луны измерялось несколько (7—9) раз вдоль различных прямых, проходящих через центр земной тени. Результаты измерений для точек, отстоящих на одних и тех же расстояниях от центра земной тени, осреднялись.

Полученные таким образом величины характеризуют яркость, которую имела бы лунная поверхность при постоянном альбедо, т. е. характеризуют интенсивность света, рассеянного земной атмосферой.

В табл. 1 приведена усредненная таким образом поверхностная яркость Луны, выраженная в зв. величинах на кв. секунду, в зависимости от расстояния r от центра земной тени (в долях радиуса тени).

Соответственные кривые приведены на рис. 1.

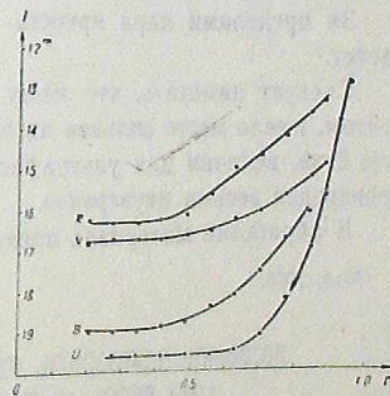


Рис. 1