

ФОТОМЕТРИЯ ХРОМОСФЕРНЫХ ВСПЫШЕК

Т. С. РАЗМАДЗЕ

В настоящей статье изложены результаты фотометрической обработки двенадцати больших вспышек, наблюдавшихся в Абастуманской астрофизической обсерватории во второй половине 1958 года, причем приводятся кривые развития вспышек и некоторые предварительные результаты их общей обработки.

Метод наблюдения и обработки материала. В 1958 году в Абастуманской обсерватории мы приступили к систематическому патрулю хромосферных вспышек с помощью хромосферного телескопа АФР-2 (фото 1) с применением кинокамеры и интерференционно-поляризационного светофильтра [1, 2] с шириной полосы пропускания 0.5Å для линии $H\alpha$. Наблюдения велись по программе Международного Геофизического Года [3], рекомендованной Комиссией по исследованию Солнца Астрономического совета Академии наук СССР. Съемка велась с интервалами не более 30 сек., экспозиции съемки были 0.2 сек. Стандартизация фильмов проводилась со ступенчатым ослабителем, имеющим 7 ступеней. Фотоматериалом были использованы 35-миллиметровые аэрофото пленки Т-10-800. Проявитель и продолжительность проявления были подобраны так, чтобы они обеспечивали высокую контрастность и небольшую вуаль проявления. Мы остановились на следующем рецепте проявителя: метол 4 г, сульфит натрия 90 г, гидрохинон 10 г, безводная сода 68 г, бромистый калий 2 г с 1 литром дистиллированной воды при продолжительности проявления в 3.5 минуты.

Фотометрические измерения пленок производились на микрофотометре МФ-2. С целью увеличения точности измерений имеющийся на микрофотометре селеновый фотоэлемент был заменен серносеребряным фотоэлементом ФЭСС-У-2 с интегральной чувствительностью $6500 \frac{\text{мв}}{\text{люмен}}$ — чем и была обеспечена работа по всей логарифмической шкале микрофотометра.

Как принято при фотометрии вспышек, если они состояли из нескольких центров-очагов, интенсивности измерялись отдельно для каждой части или вновь возникающего очага. Здесь нужно подчеркнуть, что от начала вспышки до конца мы стремились измерять в данной части вспышки геометрически одно и то же место. Измерялась максимальная интенсивность в пределах вспышки или ее отдельных центров. Измерения интенсивности вспышек проводились в единицах соседнего со вспышкой невозмущенного диска, для чего последний измерялся на том же расстоянии от центра диска, на каком находилась

Отв. редактор Е. К. Харაძე

вспышка. В нашем случае среднеквадратическая ошибка одного измерения получается ± 0.05 .

Точность микрофотометрических измерений определялась повторным измерением одной и той же вспышки. Ввиду того, что при повторном измерении может вкратиться систематическая ошибка (в силу изменения условий измерения), мы использовали для определения среднеквадратической ошибки одного измерения формулу, в которой исключается систематическая ошибка [4]:

$$m = \sqrt{\frac{[(d_i - q)^2]}{2(n-1)}}, \quad (1)$$

где n число измеренных точек, а

$$d_i = J_i - J'_i$$

есть разность между значениями интенсивностей вспышки J_i и J'_i в первой и второй сериях измерений соответственно, и, наконец,

$$q = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

есть величина систематической ошибки между двумя сериями измерений. Если $q=0$, т. е. когда нет систематической ошибки, формула (1) превращается в обычное выражение для среднеквадратической ошибки.

Поскольку мы имеем дело со сравнительной фотометрией, где сравниваемые объекты (вспышка, невозмущенная хромосфера) фотографируются одновременно при одном и том же зенитном расстоянии, причем, калибровочно-стандартизационная часть работы идет параллельно и все последующие этапы обработки совершенно одинаковы и общи, то устраняются многие эффекты, вредно влияющие на результаты фотометрической обработки.

Одновременно с измерениями интенсивностей вспышек проводились соответствующие измерения площадей вспышек для тех же кадров, которые были использованы при измерениях интенсивностей. С этой целью вспышки зарисовывались на миллиметровую бумагу с помощью микрофота 5ПО-1, дающего десятикратное увеличение кадров (диаметр изображения Солнца на 35-мм пленке 18 мм). Площади выражались в единицах миллионных долей диска Солнца ($10^{-6} Sd$).

Общие данные и краткие характеристики отдельных вспышек. В таблице 1 приводятся общие данные отобранных нами для исследования вспышек, наблюдаемых при благоприятных условиях погоды во второй половине 1958 г. В 6, 7, 8 столбцах таблицы даются гелиографические координаты: широта φ , расстояние от центрального меридиана λ , керрингтоновская долгота l и, наконец, в последнем — оценки мощности вспышек по трехбальной шкале: 1 — слабая, 3 — сильная.

На фото 2, 3, 4 даны фотографии вспышек в моменты максимумов; для некоторых, более интересных быстроизменяющихся вспышек даются фоторепродукции в разных фазах их развития.

Ниже приводится краткое описание каждой исследованной вспышки.

Вспышка № 1, 6.VI.1958 г. — вблизи края диска, состояла из одного центра. Около момента максимума выделился еще один центр не большой яркости, погасший вскоре — через четыре минуты. Вспышка возникла в области больших групп пятен. Рост ее интенсивности (а

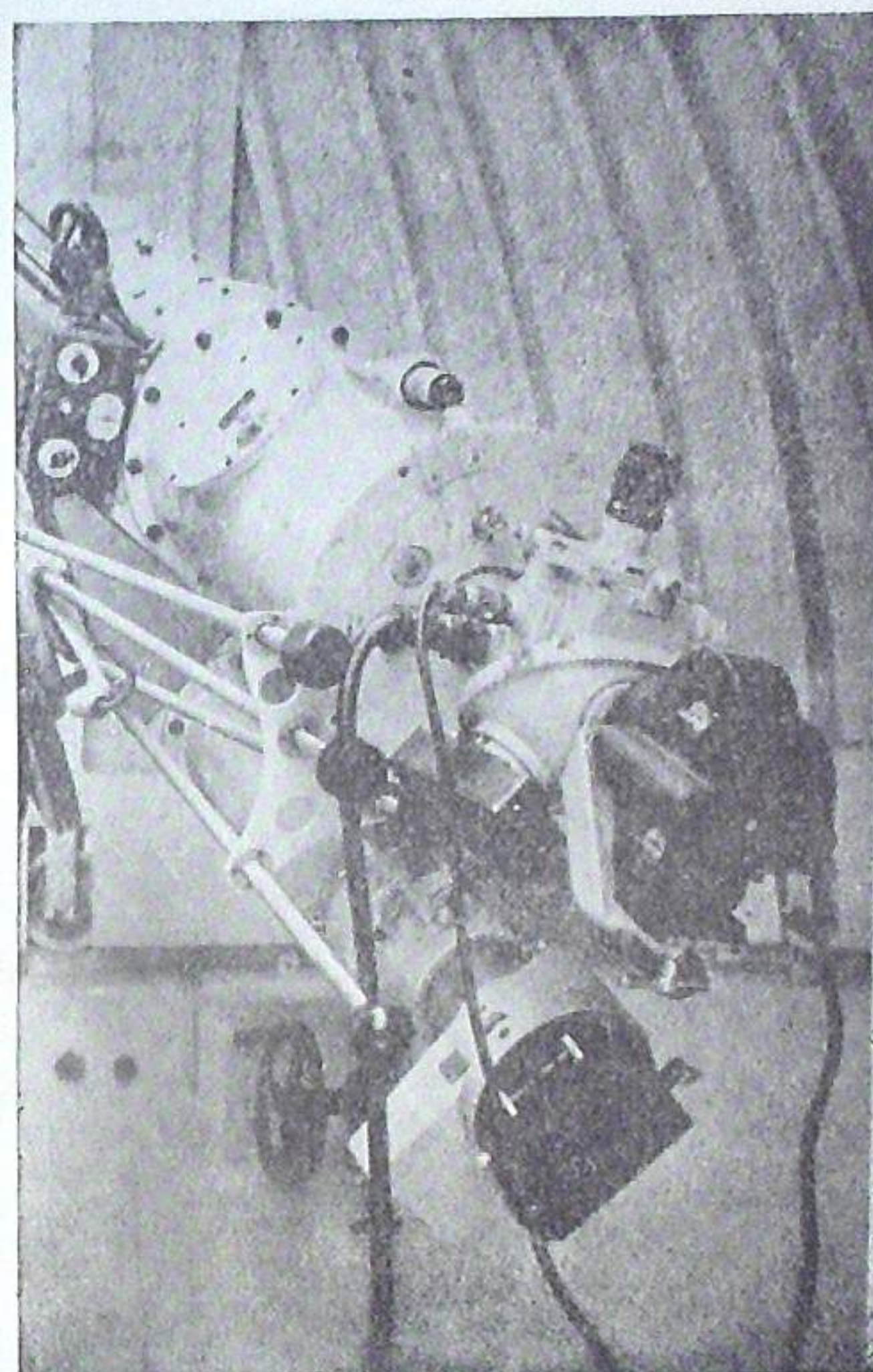


Фото 1

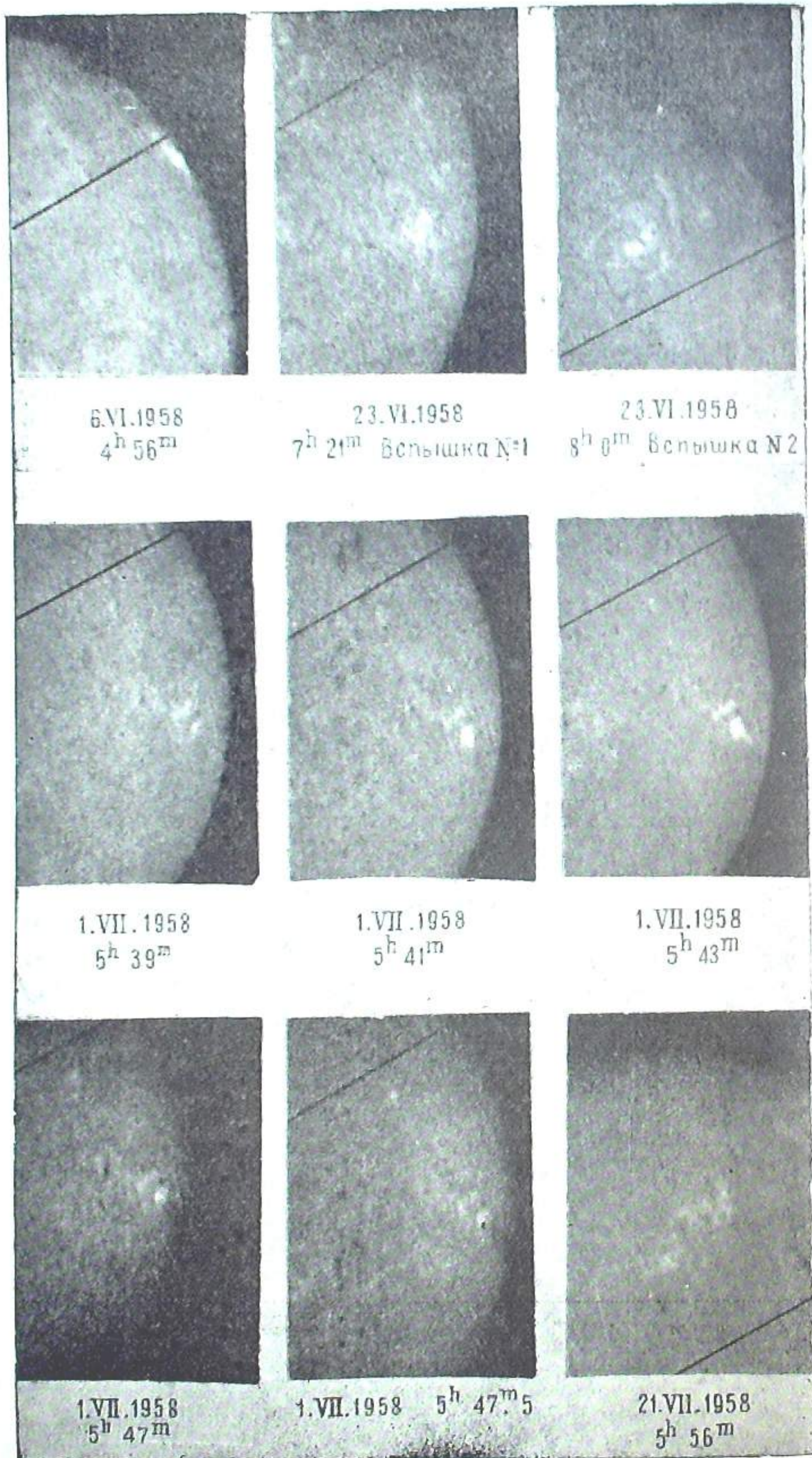


Фото 2

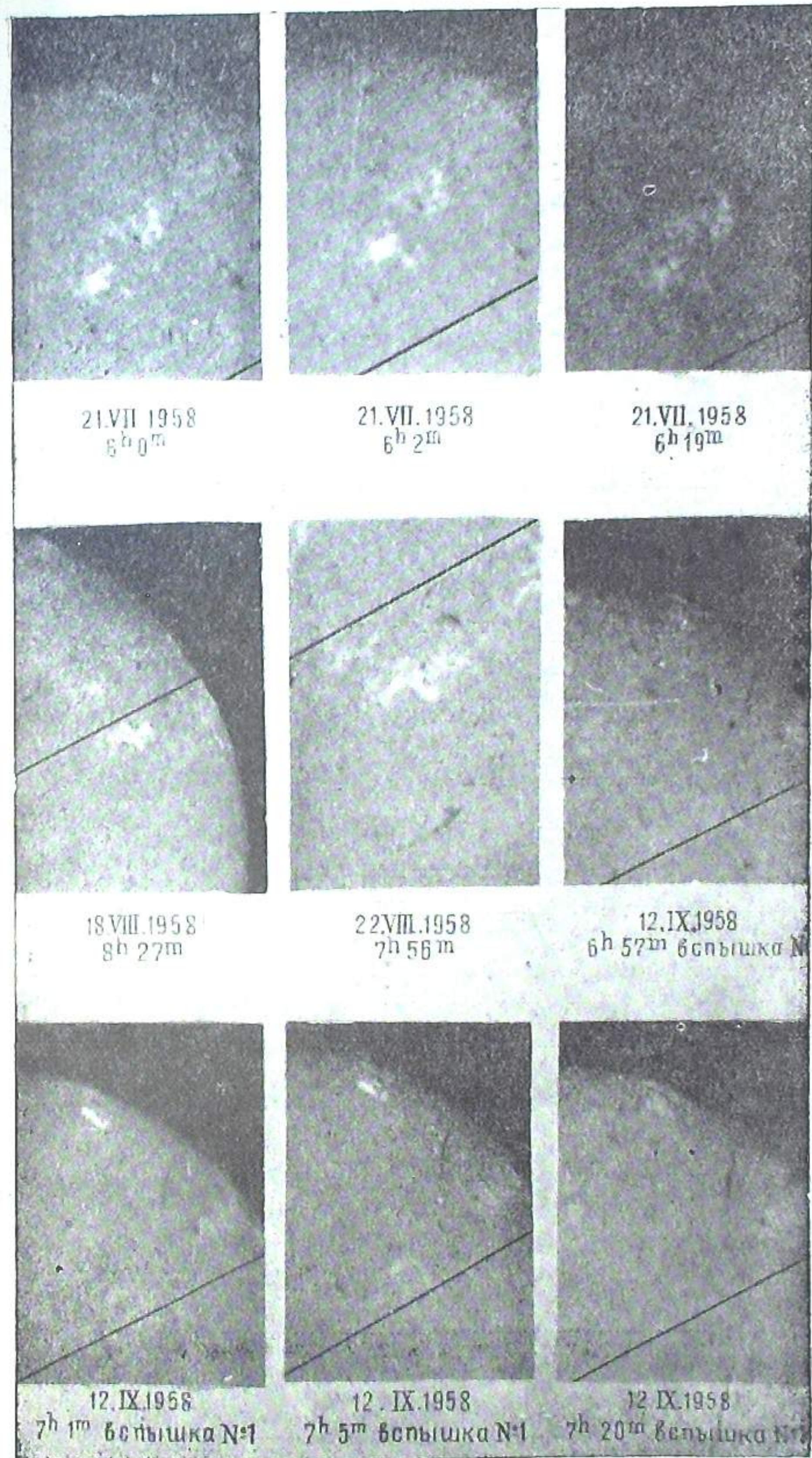


Фото 3

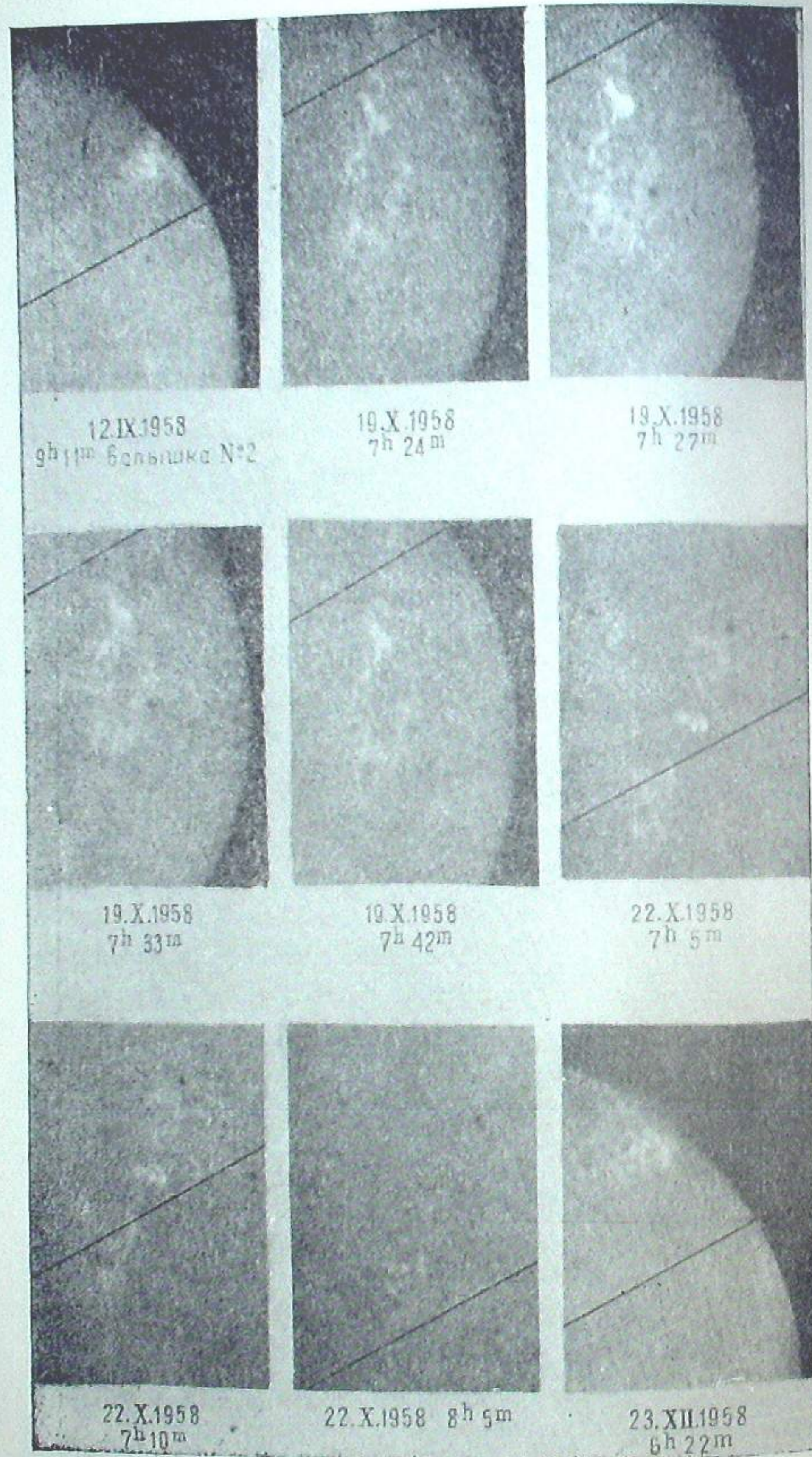


Фото 4

также и спад) проходил сравнительно медленно с многочисленными колебаниями, но определенно и явно выражено. Имелся сравнительно долгий максимум с колебаниями. Изменение площади показывало также колеблющийся характер.

Таблица 1

№ п.п.	Дата	Всемирное время наблюдения			Координаты			Балл
		начало	конец	максимум	φ	λ	I	
1	6.VI. 1958	04 ^h 31 ^m	05 ^h 31 ^m	04 56 ^m	+14°	+78°	338°	2+
2	23.VI	07 03	08 39	07 21	+24	-55	336	2
3	"	07 57	08 31	08 00	-13	-35	336	1+
4	1.VII.	05 34	05 48*	05 43	+29	-65	221	2+
5	21.VII	05 56	06 23	06 02	-14	-14	07	1+
6	18.VIII	07 55	08 56	07 28	+20	-50	320	2
7	22.VIII	05 21*	08 28*	07 56	+20	+05	322	2
8	12.IX	06 56	07 39	07 02	-14	-66	334	2
9	"	09 02	09 33*	09 11	+12	-68	331	2
10	19.X	07 10	07 55	07 27	-19	+28	299	2
11	22.X	05 52	08 08	07 17	-05	+13	245	2-
12	23.XII	06 14	08 00	06 22*	-16	-65	069	2

Звездочками отмечены моменты, которые не соответствуют действительным моментам начала, конца или максимума вспышек.

Вспышка № 2, 23.VI.1958 г. (первая) состояла из двух выделенных по площади частей, между которыми было расположено большое волокно, в обе стороны от которого находились большие пятна. В обеих частях вспышки в поздней стадии ее развития выделилось еще по одному центру, которые остались активизированными после угасания предшествующих центров.

Вспышка № 3, 23.VI.1958 г. (вторая) состояла из явно выделенных друг от друга центров в области больших разбросанных пятен, окруженных большим волокном. Вспышка характеризовалась быстрым подъемом яркости до максимума и быстрым же угасанием. Все три центра вспышки развивались одновременно. Моменты максимумов яркости сдвинуты друг относительно друга на 1—3 минуты, причем максимум более яркого т. е. главного центра вспышки наступил раньше и угас раньше других. (В дальнейшем мы будем называть главным центром вспышки более яркую ее часть в максимуме, остальные центры во вспышке будут называться подцентрами).

Вспышка № 4, 1.VII.1958 г. примечательна быстрым развитием и мощным выбросом материи в северо-восточном направлении с тангенциальной скоростью при начале более 130 км в секунду. Увеличивая скорость, на четвертой минуте это темное облако достигло скорости ~ 500 км/сек, расширяясь с такой же скоростью. (Проследить до конца это явление не удалось). На фото 2 приведены фотографии разных фаз развития вспышки. Большая площадь вспышки изменялась параллельно изменению ее яркости.

Вспышка № 5, 21.VII.1958 г. состояла из двух, выделенных по площади, частей, которые соединились во время максимума. Характеризовалась быстрым подъемом яркости, имела острый максимум и начала спадать довольно быстро. Спад интенсивности характеризо-

вался заметными колебаниями в то время, как подъем яркости проходил почти вовсе без них. Изменение площади повторяло характер изменения яркости вспышки. На фото 2 и 3 даны фотографии разных фаз вспышки.

Вспышка № 6, 18.VIII.1958 г. в области больших пятен с самого начала состояла из двух центров, которые изменяли интенсивность одинаковым образом. После максимальной фазы они долго сохраняли высокое значение интенсивности. Немного позже начал активизироваться третий, сравнительно слабый центр, который скоро ослабел. На фазе спада этих центров возник четвертый, который, после своего максимума, начал сравнительно быстро угасать, дойдя в конце существования до гораздо меньшего значения интенсивности, чем другие центры.

Вспышка № 7, 22.VIII.1958 г. — в той же области, в которой возникла вспышка 18.VIII. Главному максимуму вспышки предшествовали многочисленные изменения интенсивностей и площадей разных ее частей, т. е. вспышка имела несколько максимумов до главного, во время которого одновременно разгорались четыре центра. Позже возникли еще два слабых центра. Максимум изменения площади двух наиболее ярких центров по сравнению с яркостью запоздал на 5—7 минут.

Вспышка № 8, 12.IX.1958 г. (первая) — вблизи края диска — началась внезапно и погасла также сравнительно скоро с заметными колебаниями по интенсивности. В основном состояла из одного центра, хотя область была довольно протяженной. Вблизи максимума главного центра разгорались три слабых центра, два из которых за 2—3 минуты погасли. Третий подцентр, развивавшийся почти симметрично относительно своего максимума, за 11 минут успел появиться и угаснуть. Площади этих четырех центров не выделялись в отдельности (на фото 3 даны фотографии разных стадий этой вспышки).

Вспышка № 9, 12.IX.1958 г. (вторая) состояла из пяти центров, из которых два были наиболее яркими, максимальная фаза которых составляла общий долгий максимум с заметными колебаниями. Позже разгорались слабые центры, максимумы которых также были смещены к позднему времени. Изменение общей площади шло параллельно с изменением интенсивностей разных центров вспышки.

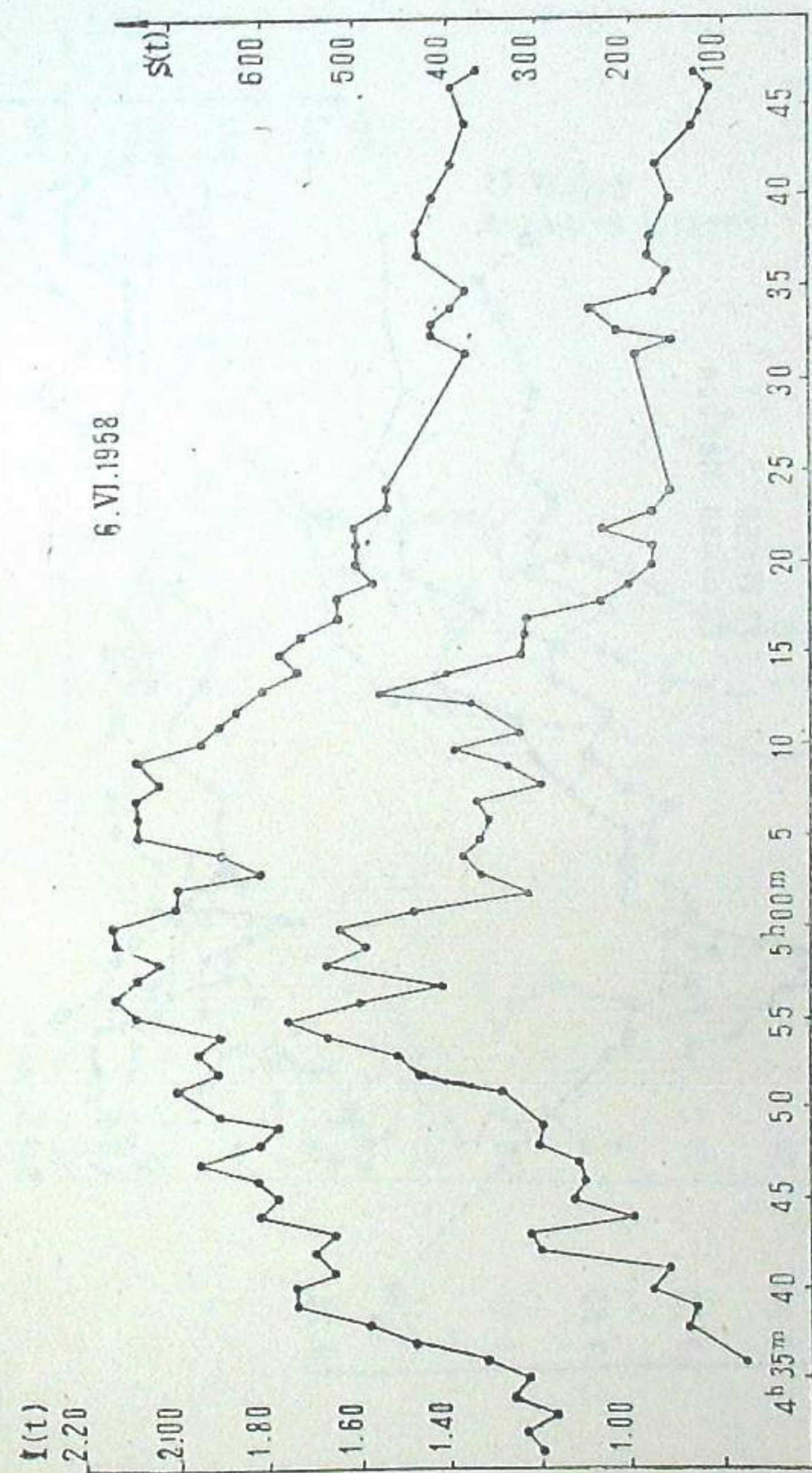
Вспышка № 10, 19.X.1958 г. характеризовалась быстрым подъемом яркости и после высокого максимума — быстрым же уменьшением яркости. Состояла главным образом, из двух центров, во время максимума которых возник третий центр. Последний достиг своего максимума на спаде яркости предыдущих центров. Изменение общей площади шло параллельно изменению яркости.

Вспышка № 11, 22.X.1958 г. вначале состояла из четырех центров, главный из которых выделялся по сравнению с другими гораздо большей яркостью. В поздней стадии вспышки разгорелись еще пять слабых центров, угасание которых пошло параллельно угасанию конечной стадии спада главного центра. Область, в которой развилась вспышка, была очень протяженной и связана с большой разбросанной группой пятен.

Вспышка № 12, 23.XII.1958 г. отличалась неопределенностью фаз развития яркости. Состояла из 10 центров, разгорающихся и угасающих в разное время. Яркость главного центра (как и яркость двух более ярких центров), после быстрого достижения своего невысокого максимума спадала в течение 1,5 часа с большими колебаниями, чем

отмечались и остальные подцентры. Изменение площади для некоторых центров шло точно параллельно изменению яркости.

Таким образом, все приведенные здесь вспышки отличаются друг от друга характером развития, общей продолжительностью, расположением относительно групп пятен и волокон, связью с темными выбросами, структурой и т. д. Все вспышки были связаны с быстроизменяю-



щимися группами пятен, которые находились на стадии роста или спада. Изменение площадей вспышек проходило примерно параллельно с изменением яркости, в некоторых случаях с небольшим сдвигом максимумов во времени.

Кривые изменения яркости вспышек. На рис. 1—12 приведены кривые развития описанных нами вспышек. По оси абсцисс отложено время, по оси ординат—интенсивности вспышек (слева), выраженные по отношению к соседней невозмущенной хромосфере.

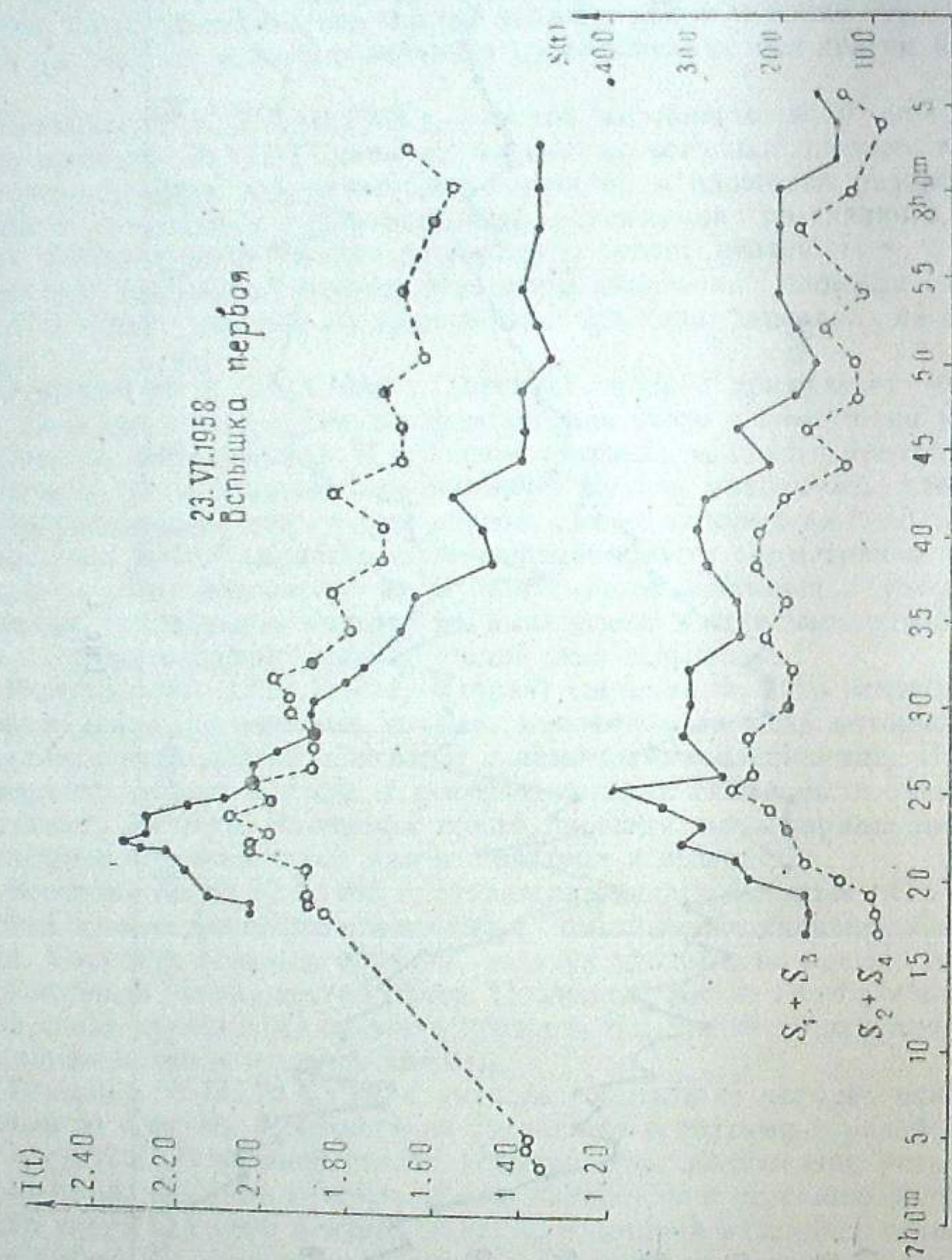


Рис. 2

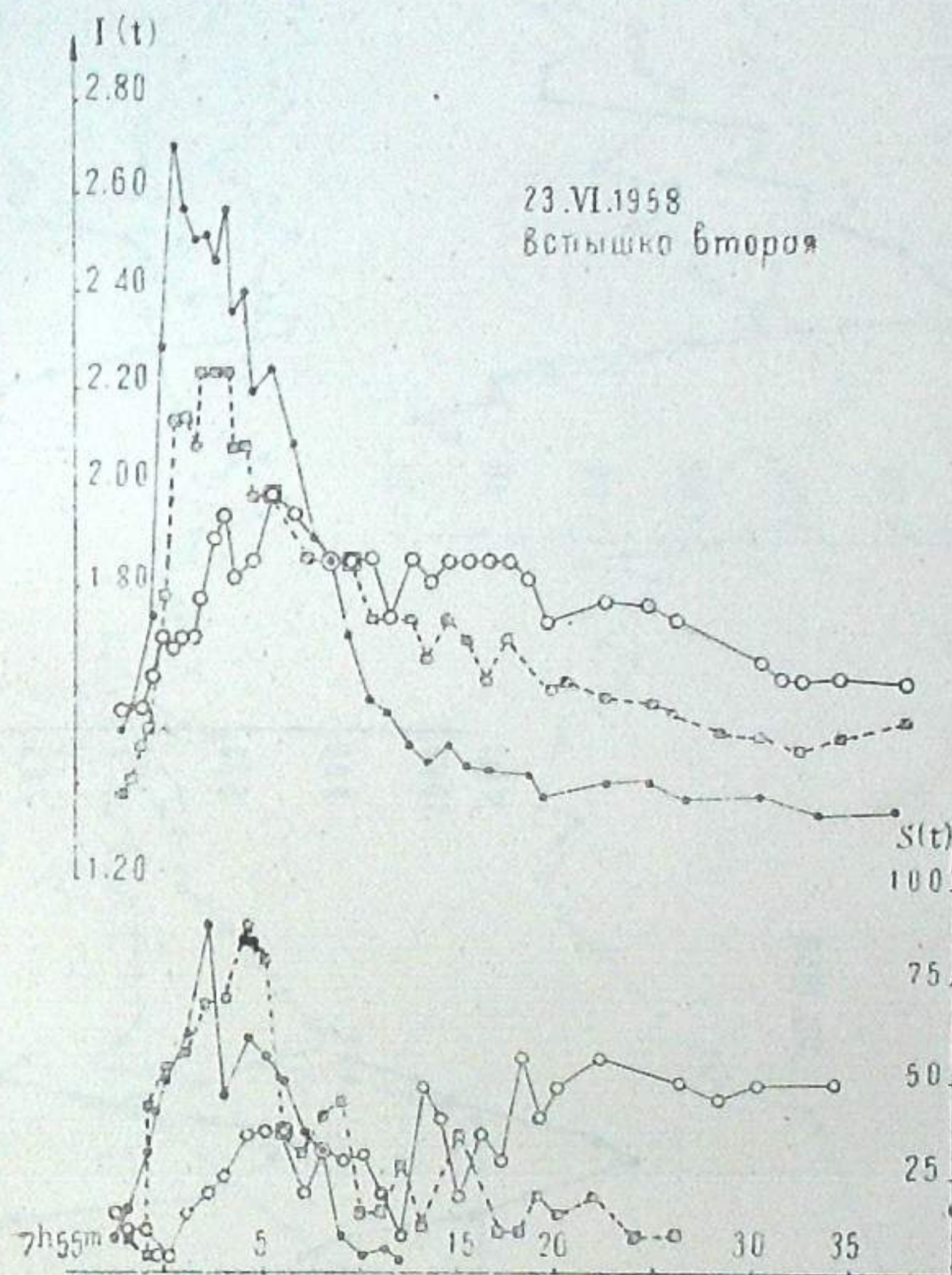


Рис. 3

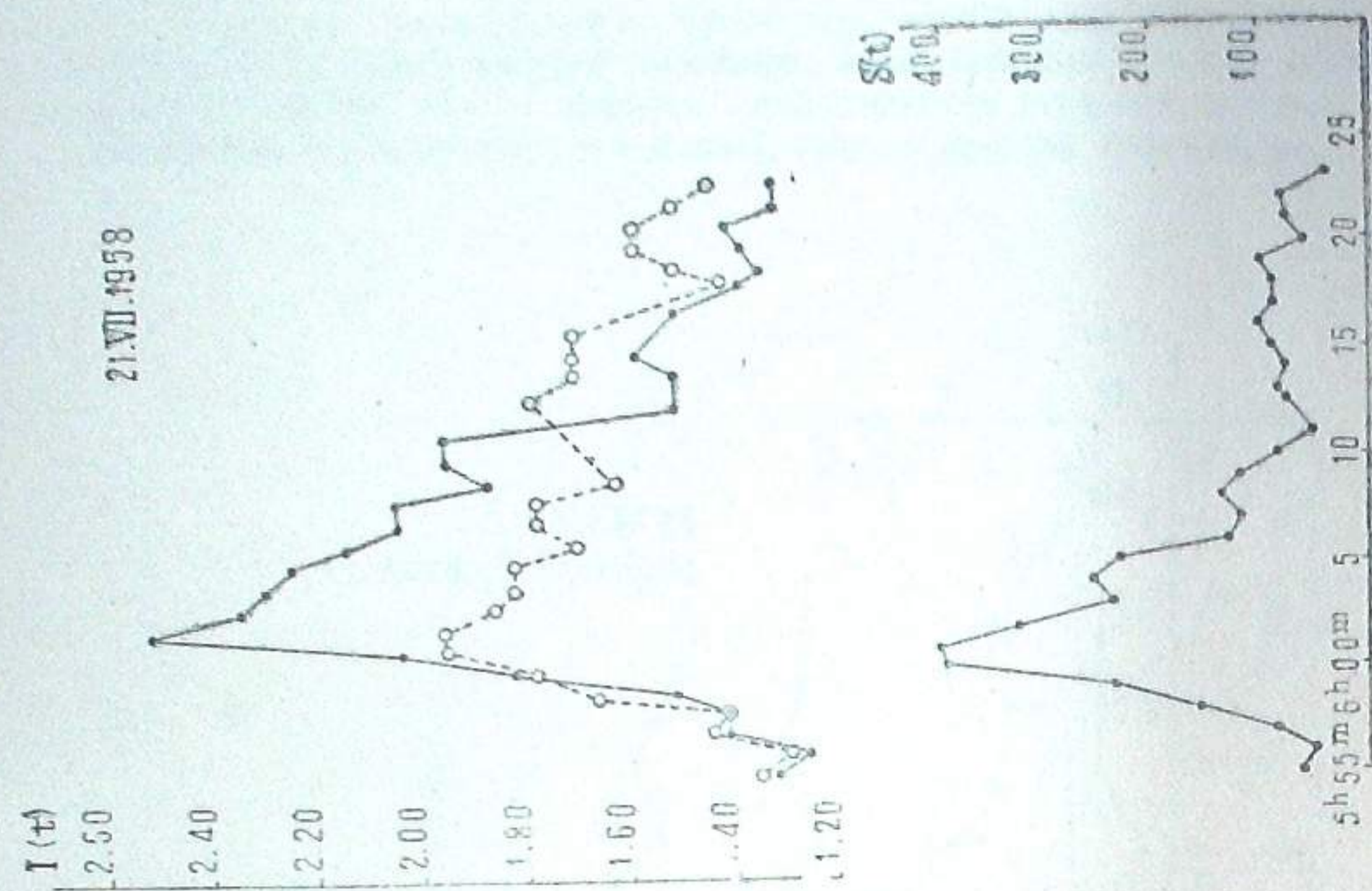


Рис. 4

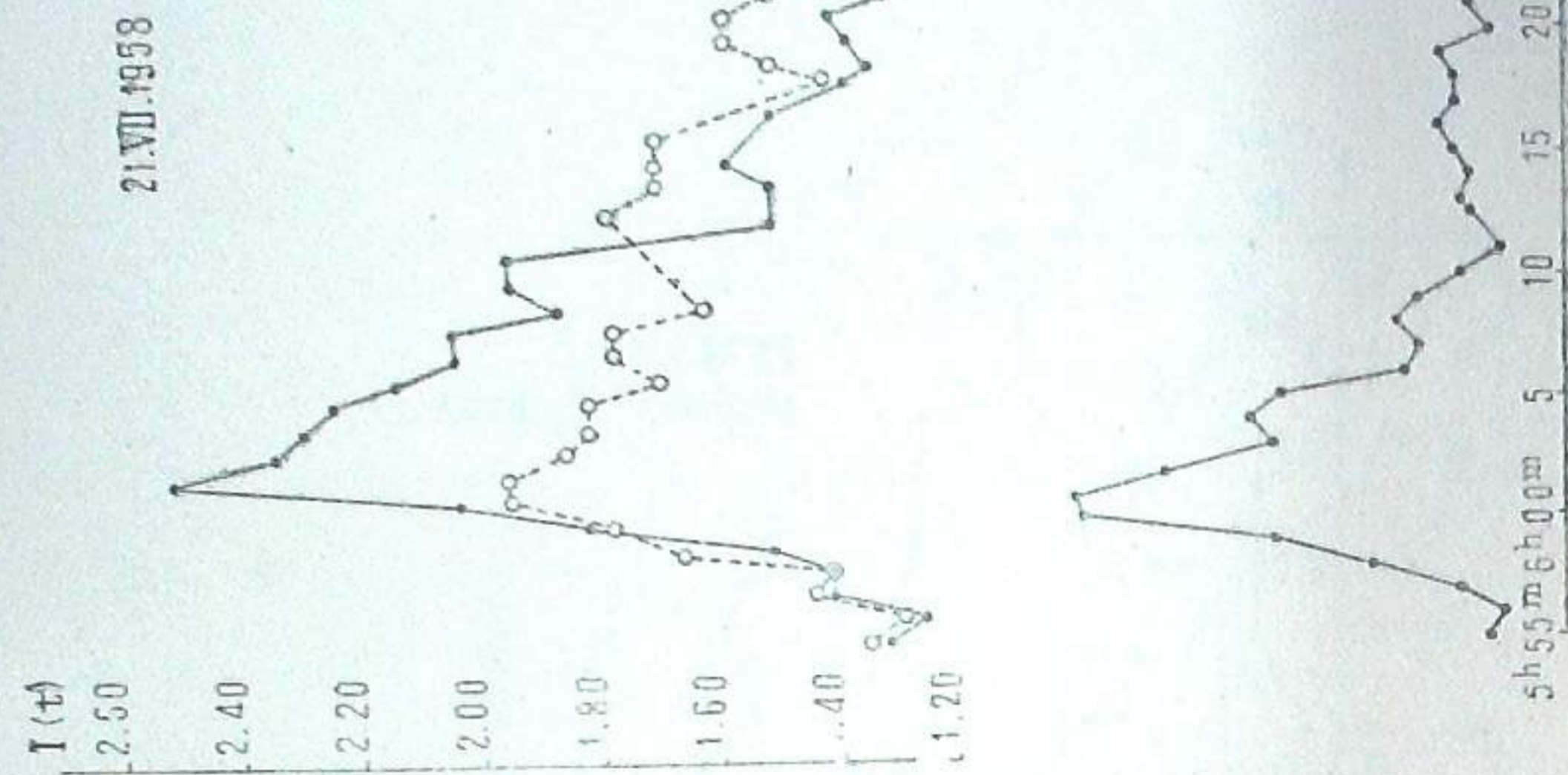


Рис. 5

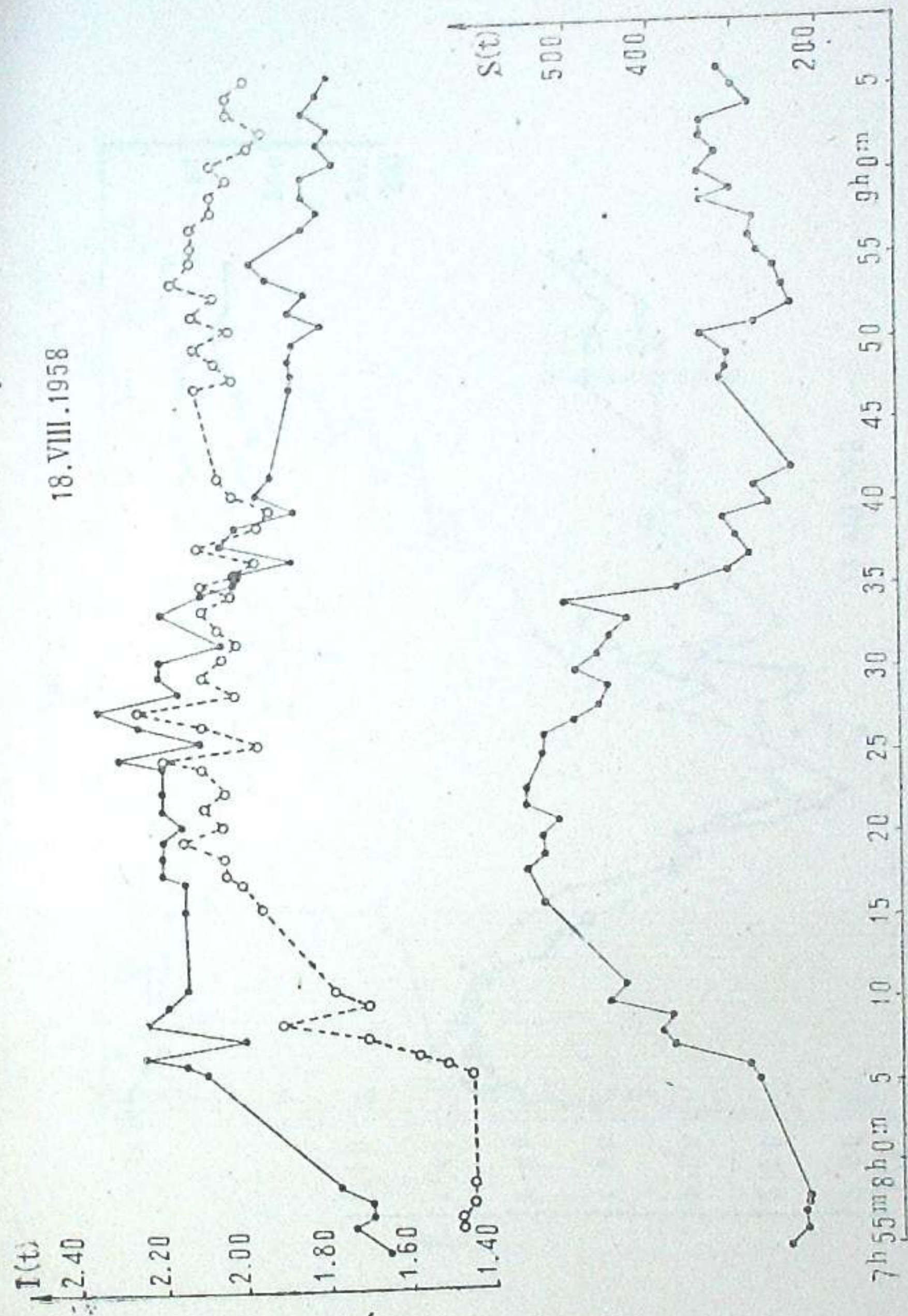


Рис. 6

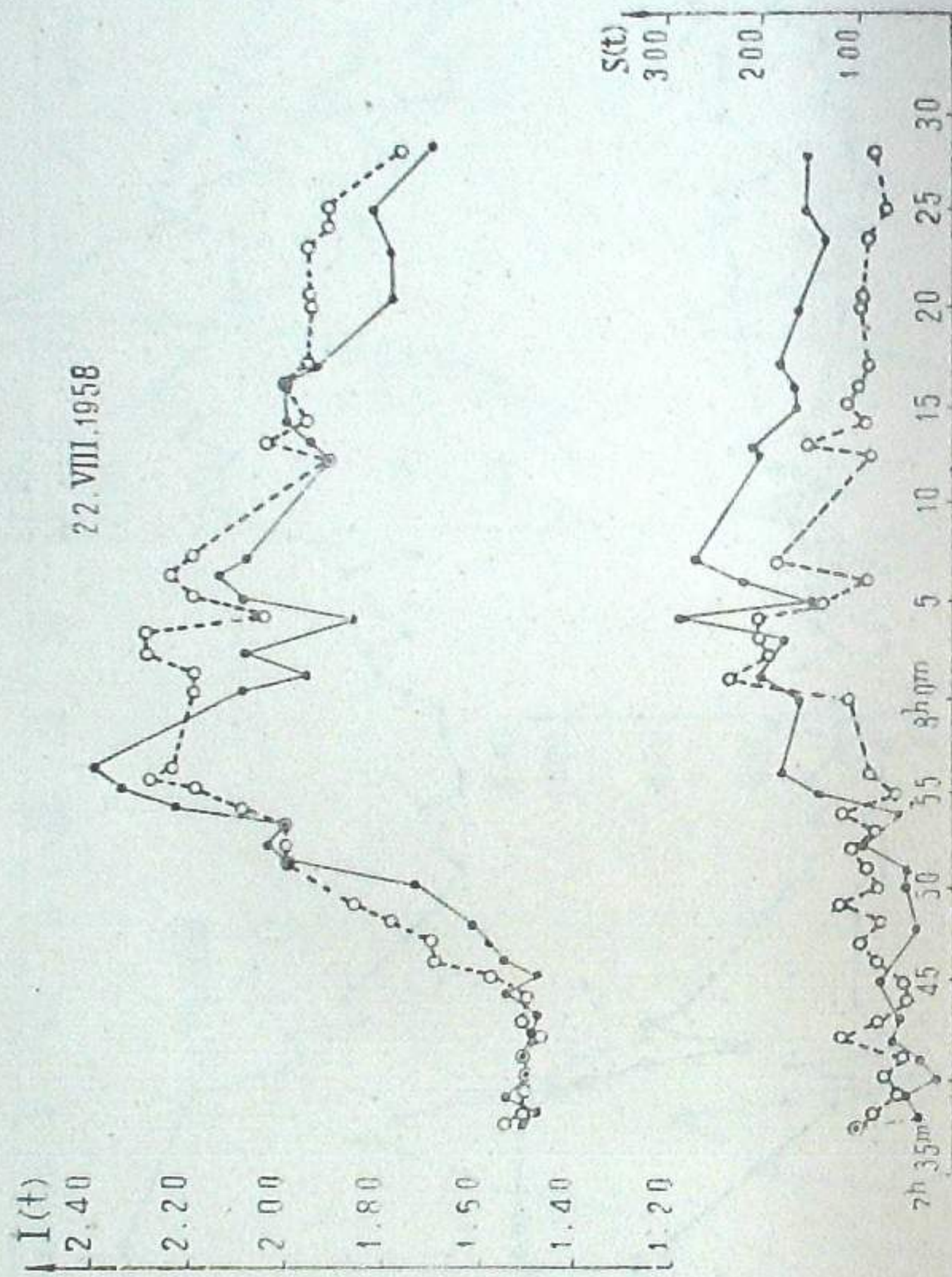


Рис. 7

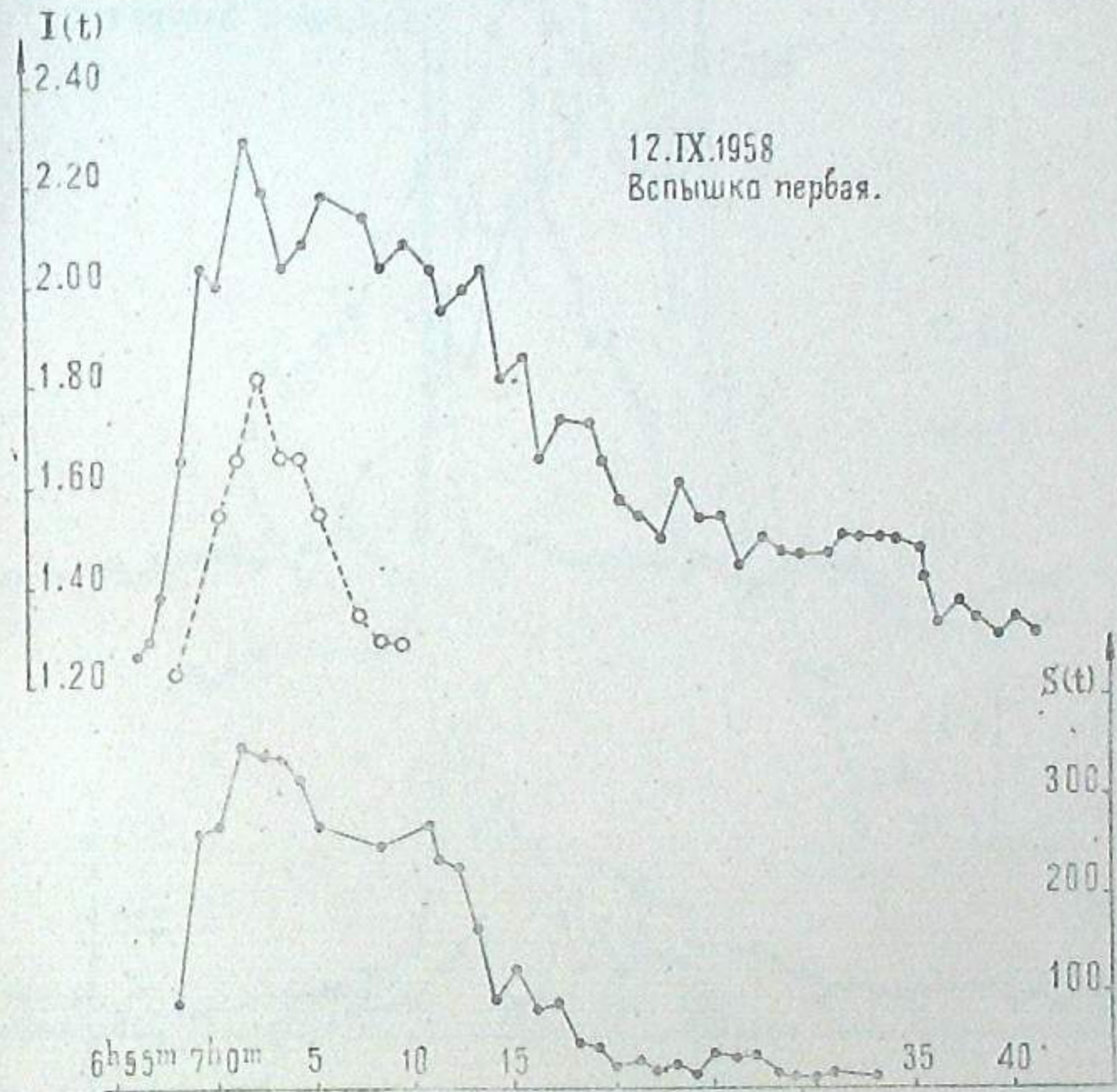


Рис. 8

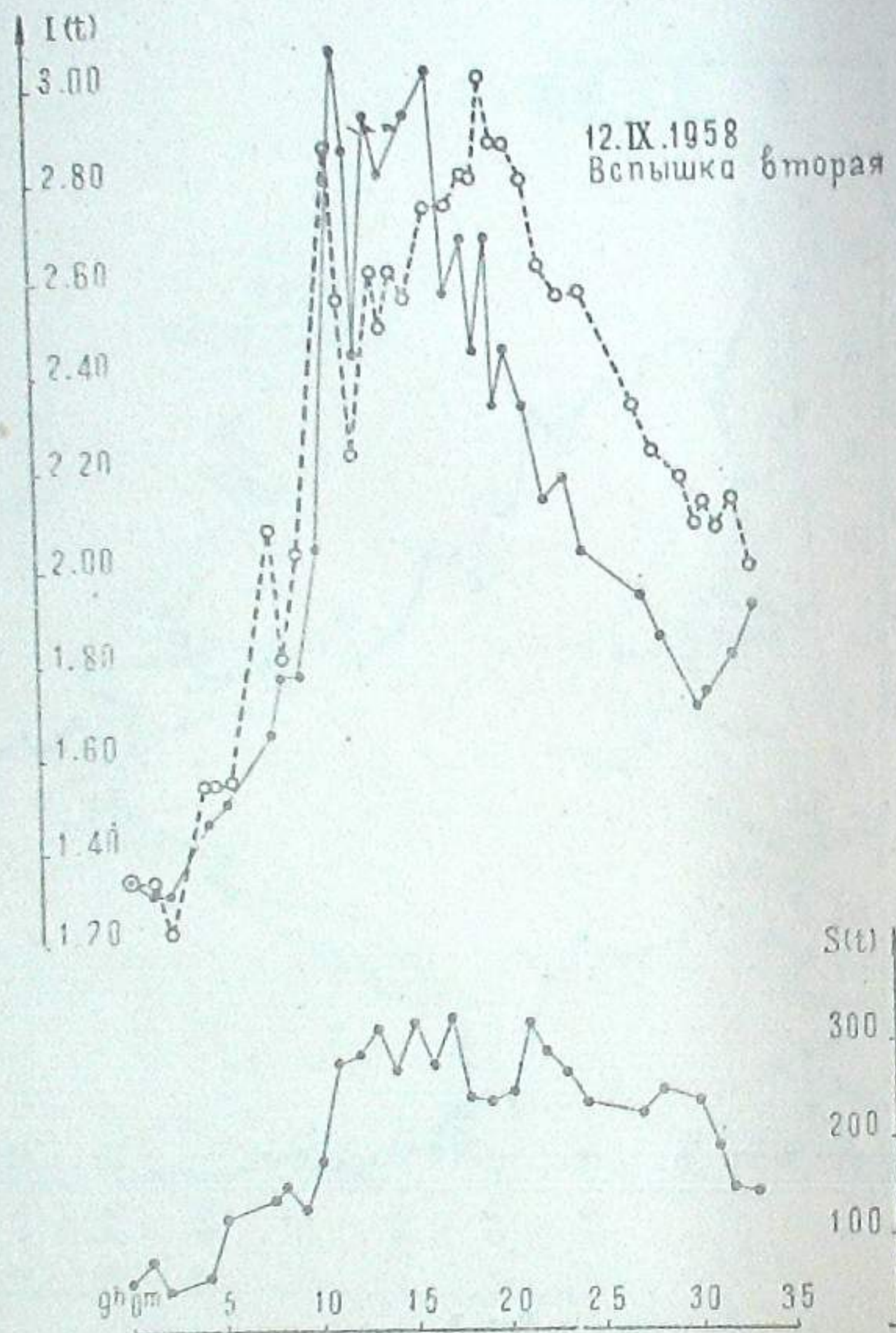


Рис. 9

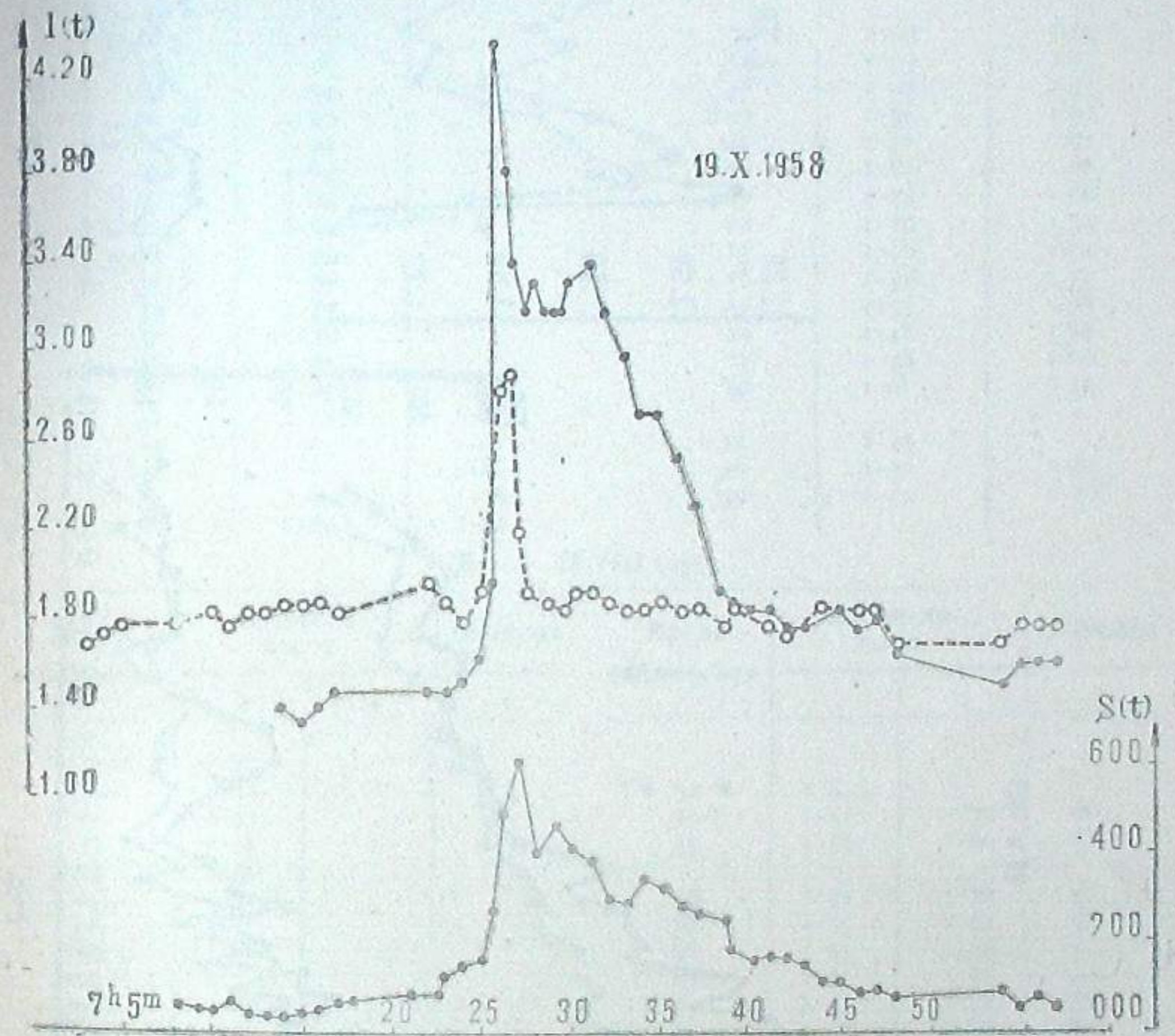


Рис. 10

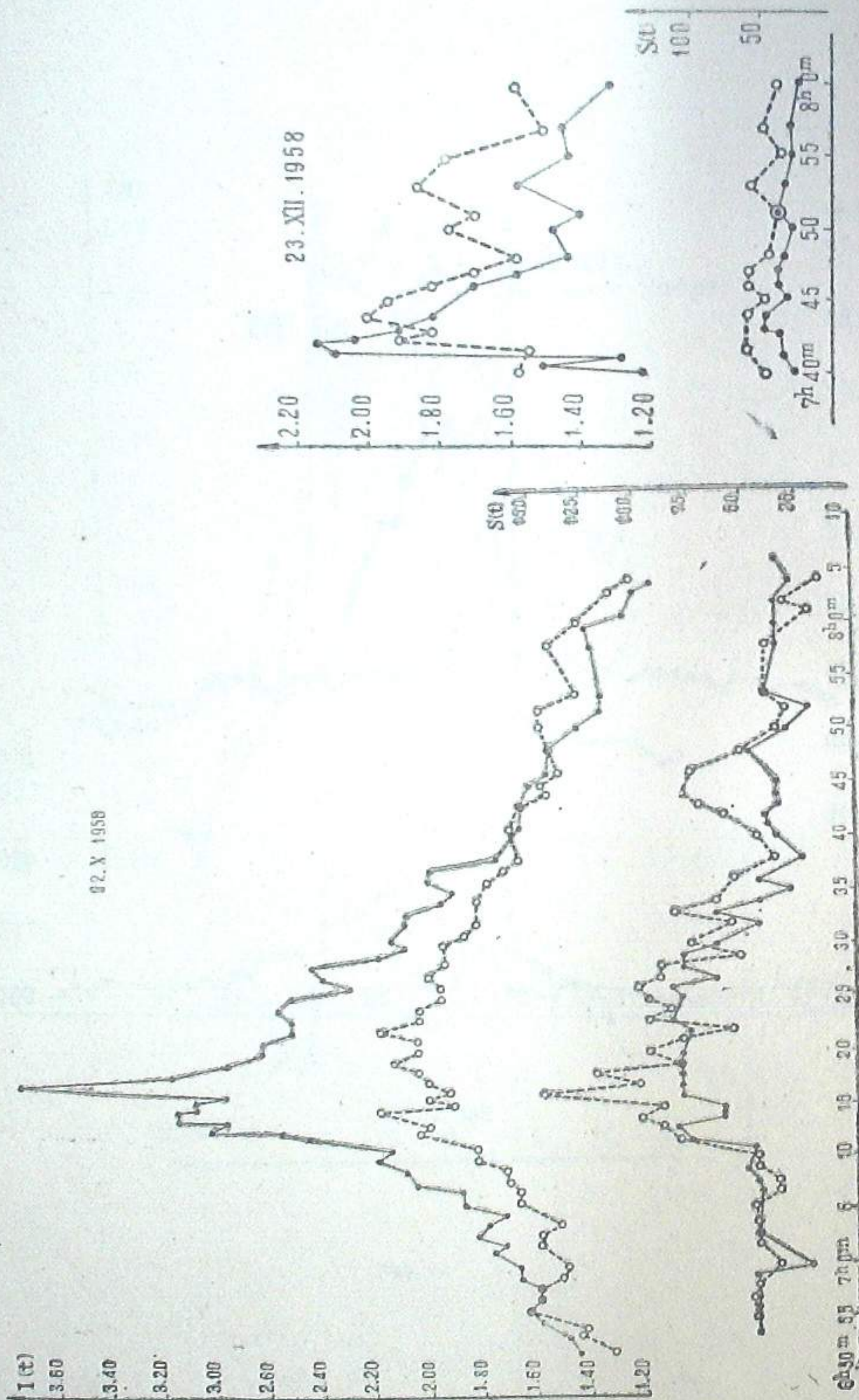


Рис. 11

Рис. 12

Таблица 2

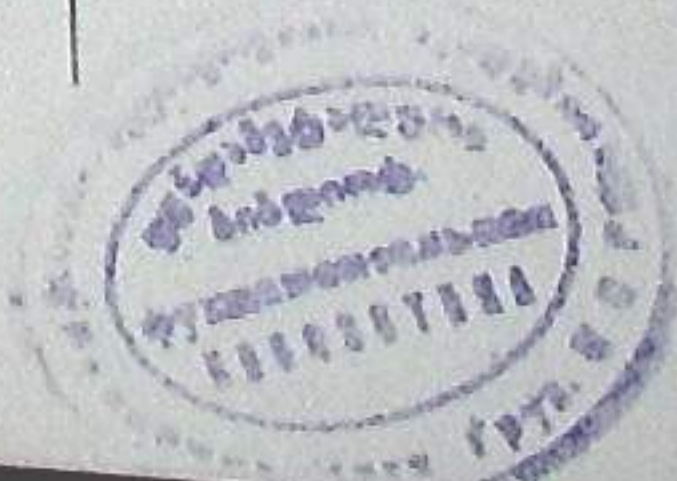
№ 2 23.VI. 1958 (первая)

Время наблюдения	Интенсивность		Время наблюдения	Интенсивность	
	3	4		3	4
7 ч. 18 м.	2.10		7 ч. 52 м.	2.04	2.04
18.5	2.10		54	1.95	1.91
19	2.10		58	1.99	1.91
20	2.04		8 00	1.95	1.95
21	2.10		02.5	1.91	1.91
27	1.99		06	1.82	1.86
28	2.04		09	1.74	1.86
29	2.04		12	1.70	1.74
30	2.10		15	1.58	1.74
31	1.95		18	1.58	1.74
32	1.99		21	1.55	1.66
34	2.10		24	1.48	1.70
36	1.99		27	1.48	1.70
38	1.91		30	1.38	1.58
40	1.95				
42	2.04	1.91	8 33	1.45	
44	1.95	1.91	36	1.32	1.55
46	1.91	1.86	39	1.32	1.48
48	2.04	1.86			
50	1.86	1.86			

P-35817

№ 6. 18.VIII.1958

Время наблюдения	Интенсивность		Площадь	Время наблюдения	Интенсивность		Площадь
	3	4			3	4	
8 ч. 00 м.	1.41			8 ч. 34 м.	1.51		
01	1.41			34.5	1.51	1.70	60
02	1.51			35	1.55	1.60	48
03	1.55						
04	1.58			36	1.41	1.70	48
05	1.51			37	1.55	1.62	48
06	1.62			38	1.55	1.82	52
06.5	1.66			39	1.41	1.82	80
07	1.70			40	1.41	1.74	80
08	1.62			41	1.48	1.78	84
09	1.82			42	1.45	1.74	88
10	1.66			47.5	1.45	1.58	60
11	1.66			48	1.45	1.55	72
16	1.82			49	1.45	1.58	88
17.5	1.74			50	1.48	1.68	60
18	1.82			51	1.48	1.51	64
19	1.70			52	1.48	1.55	84
20	1.66			53	1.51	1.41	60
21	1.58			54	1.51	1.41	48
22	1.55			55	1.48	1.35	
23	1.51			56	1.51	1.29	
24.5	1.55			57	1.48		
25	1.58			58	1.48		
26	1.51			59	1.51		
27	1.48			9 00	1.48		
28	1.55			01	1.48		
29	1.51			02	1.48		
30	1.55			03	1.48		
31	1.48			04	1.48		
32	1.48			05	1.51		
33	1.48			06	1.58		



№ 7, 22.VIII.1958

Время наблюдения	Интенсивность		Площадь	Время наблюдения	Интенсивность		Площадь
	3	4			3	4	
5ч. 36м.	1.41		8	6ч. 48м.	1.41		40
37	1.38		8	49	1.35		20
38	1.36		8	50	1.38		36
39	1.45		72	51	1.38		44
40	1.45		40	52	1.38		36
41	1.45		64	54	1.41		40
42	1.45		24	55	1.38		80
43	1.41		28	56	1.38		56
46	1.41		36	57	1.41		80
50	1.35		32	58	1.41		72
51	1.38		40	59	1.38		40
52	1.41		44	7 00	1.45		36
53	1.38		36	01	1.35		36
54	1.38		32	02	1.51		48
55	1.35		40	03	1.51		56
56	1.35		32	04	1.48		76
57	1.38	1.58	8	06	1.48		44
6 01	1.45	1.66	36	07	1.51		64
02		1.78	8	10	1.41		96
03		1.78	12	11	1.48		76
04		1.82	40	12	1.48		36
05		1.66	48	13	1.45		24
06		1.55	12	14	1.48		40
06.5		1.51	36	15	1.51		36
09		1.41					
10		1.38					
11		1.32					
12		1.35					
13		1.41					
14							
15							
18	1.32		4				
19	1.23		4				
20	1.58		44				
21	1.70		60				
22	1.70		80				
23	1.66		60				
24	1.55		52				
25	1.51		64				
26	1.58		80				
27	1.55		48				
28	1.48		48				
29	1.48		80				
31	1.45		44				
32	1.45		44				
33	1.45		40				
34	1.41		8				
35	1.45		24				
36	1.48		12				
41	1.48		32				
42	1.55		28				
43	1.55		60				
44	1.48		64				
45	1.48		52				
46	1.41		16				
47	1.41		24				

№ 7, 22.VIII.1958

(продолжение)

Время наблюдения	Интенсивность						Площадь					
	3	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8
	7ч. 16 м.	1.48						28				
17	1.41						76					
20	1.35		1.20				32			36		
21	1.45		1.32				44			36		
22	1.45		1.32				64			52		
23	1.45		1.29				92			48		
23.5	1.35		1.29				40			40		
25	1.38		1.38				80			36		
26	1.45		1.58				48			80		
27	1.38		1.66				40			145		
28	1.48	1.29	1.58				24	16		161		
29	1.51	1.66	1.51				44	40		100		
30	1.48	1.70	1.55				60	44		40		
31	1.45	1.62	1.51				44	52		56		
32	1.45	1.58	1.51				40	44		44		
33	1.41	1.51	1.45				36	48		80		
34	1.38	1.29	1.38				80	64		48		
37.5	1.38	1.35	1.45				52	48		72		
38	1.41		1.38				48			44		
39	1.45		1.35				44			24		
40	1.41		1.32				44			44		
41	1.38		1.32				44			40		
42	1.35		1.29				44			32		
43	1.38		1.29				56			40		
44	1.45		1.32	1.38			40			20		
45	1.38		1.26				40			16		
46	1.45		1.25	1.58			44			16		
47	1.45		1.20	1.38			80			52		
48	1.45		1.26	1.38			32			36		
49	1.51		1.23	1.41			40			40		
50	1.48		1.48	1.41			52			4		
51	1.70		1.23	1.74			24			20		
52	1.86		1.32	1.70	1.32	1.35	40			8		
53	1.92		1.26	1.66	1.32	1.38	44			8		
54	1.95		1.26	1.66	1.38	1.41	60			12		
55	2.00		1.23	1.62	1.46	1.41	40			16		
55.5	2.00		1.29	1.62	1.46	1.38	40			32		
56	2.04		1.23	1.62	1.48	1.41	120			40		
8 00	2.00		1.35		1.35	1.35	44			16		
01	1.86		1.35		1.32	1.29	84			16		
02	1.86		1.35		1.35	1.29	48			24		
03	1.86		1.35		1.32	1.23	52			16		
04	1.78		1.29		1.35	1.29	60			16		
05	1.74				1.38	1.32	44				48	36
06	1.74				1.45	1.32	52				40	36
07	1.78				1.48	1.38	56				48	36
12.5	1.58				1.45	1.38	56				112	40
13	1.70				1.48	1.45	76				80	52
14	1.62				1.41	1.35	80				100	52

(продолжение)

№ 7, 22.VIII.1958

Время наблюдения	Интенсивность			Площадь		
	3	7	8	3	7	8
8ч. 15м.	1.74	1.55	1.41	64	100	56
16	1.66	1.55	1.45	104	84	68
17	1.66	1.62	1.45	113		
20	1.62	1.66	1.45	52	84	76
20.5	1.62	1.70	1.48	56	80	72
23.5	1.66	1.66	1.55	60	104	72
24	1.62	1.66	1.48	56	104	64
25	1.58	1.62	1.51	48	84	76
28	1.51	1.55	1.41	36	80	84

№ 9, 12.IX.1958 (вторая)

Время наблюдения	Интенсивность		
	3	4	5
9ч. 10 м.	1.48		
10.5	1.78		
11	1.92		
11.5	1.78		
12	1.78		
13	1.82		
13.5	1.66		
14	1.86		
15	1.78		
16	2.09		
17	2.04		
18	2.09		
18.5	2.04		
19.5	2.00		
20	1.78	1.62	
21	1.86	1.62	
22	1.82	1.66	
23	1.86	1.58	2.09
24	1.91	1.78	2.29
27	1.82	1.82	2.40
28	1.78	1.70	2.40
29.5	1.58	1.74	2.40
30	1.62	1.86	2.24
30.5	1.62		
31	1.62	1.78	2.29
32	1.70	1.82	2.29
33	1.66	1.70	2.19

№ 10, 19.X.1958

Время наблюдения	Интенсивность
	3
7ч. 27м.	2.69
27.5	2.63
28	2.57
28.5	2.63
29	2.51
29.5	2.57
30	2.82
31	2.69
32	2.57
33	2.51
34	2.34
35	2.34
36	2.19
37	1.91

№ 11, 22.X.1958

Время наблюдения	Интенсивность				Площадь			
	3	4	5	6	3	4	5	6
6ч. 55м.	1.58				8			
56	1.62				16			
57	1.32				16			
58	1.51				24			
59	1.58				24			
7 00	1.62				8			
01	1.82				36			
02	1.82				40			
03	1.86				44			
04	1.71				40			
05	1.71				40			
06	1.82				40			
07	1.86				44			
08	2.04				64			
09	2.14				60			
10	2.40				68			
11	2.35				52			
12	2.29				72			
12.5	2.24							
13	2.14				56			
13.5	2.04				64			
14	1.95							
14.5	1.86							
15	1.70				20			
15.5	1.66							
16	1.62	1.91	1.86	1.41	44	64		
17	1.51	1.91	1.91	1.41	64	60	76	
18	1.41	1.86	1.86	1.51	36	48	80	
19	1.38	1.91	1.86	1.58	40	48	76	20
20		1.86	2.00	1.55		76	60	20
21		1.91	2.04	1.66		32	56	32
22		1.86	2.00	1.66		36	56	40
23		1.78	1.91	1.70		24	96	36
24		1.74	1.91	1.82		24	116	68
25		1.70	2.00	1.86		48	72	112
26		1.58	2.00	1.78			80	60
27		1.70	1.91	1.86			80	60
28		1.51	1.91	1.82			76	44
29		1.55	1.86	1.78		8	44	80
30		1.48	1.97	1.78			84	60
35		1.55	2.04	1.91			52	80
32		1.48	1.95				80	40
33		1.51	2.04	1.78			64	48
34			1.95	1.70			80	40
35			1.74	1.70			44	80
36			1.82	1.58			44	76
37			1.91	1.62			68	84
38			1.82	1.58			48	8
39			1.82	1.58			40	36
40	1.45		1.91	1.51	16		88	52

(продолжение)

№ 11, 22.X.1958

Время наблюдения	Интенсивность							Площадь						
	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5	6	7	8	9
7ч. 41м.	1.48		1.95	1.58				12		76	24			
42	1.41		1.91	1.55				8		80	32			
43	1.51		1.91	1.58				16		44	40			
44	1.51		1.91	1.55				28		48	44			
45	1.48		1.86	1.55				24		40	40			
46	1.41		1.77	1.51				36		24	56			
48	1.48		1.86	1.55				40		80	44			
50	1.35		1.82	1.48				40		44	48			
52	1.38		1.78	1.44				12		40	28			
53	1.35		1.78	1.41				28		40	16			
58	1.38		1.78	1.38				28		44	44			
8 00	1.41		1.82	1.41	1.35			20		64	76			
01	1.35		1.70	1.48	1.48	1.29		28		44	32	16		40
02	1.26		1.55	1.23	1.48	1.26	1.35	32		40	28	8	8	60
03	1.31		1.58	1.24	1.44	1.26	1.29	36		80	44	32	20	40
04			1.51	1.18	1.41	1.28	1.26	4		113	16	20	12	68
05			1.45		1.51	1.35	1.38			56		44	36	80
06			1.41		1.48	1.35	1.32			40		36	36	80
07			1.21		1.41	1.26	1.26			40		28	16	48
08			1.38		1.44	1.29	1.26			8		20	16	60

№ 12, 23.XII.1958

Время наблюдения	Интенсивность				Площадь				
	3	4	5	6	3	4	5	6	7
6ч. 14.5м.	2.09	2.14			43	79			
15	1.91	2.04			43	55			
16	1.78	2.19			47	79			
17	1.91	2.00			67	63			
18	1.82	1.86			43	79			
19	2.00	2.19			39	55			
20	2.04	2.09			55	59			
21	2.14	2.19			58	63			
22	2.04	2.29			59	75			
23	2.00	2.14			79	47			
24	2.09	2.00			82	71			
25	1.86	2.00			59	98			
27	2.04	2.19			63	79	157		
28.5	2.04	2.04	1.70		39	43	134		
29	1.74	1.95	1.62		59	75	118		
30	1.91	2.00	1.62		43	63	71		
31	1.82	2.00	1.44		118	59	118		
32	2.05	2.09	1.48		83	67	122		
33	1.82	2.14	1.41		82	79	102		

(продолжение)

№ 12, 23.XII.1958

Время наблюдения	Интенсивность					Площадь				
	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
6ч. 34м.	1.74	1.95	1.35			39	79	75		
35	1.86	2.00	1.44			79	63	79		
36	1.74	2.09	1.48			83	63	79		
37	1.91	1.91	1.48			55	59	43		
38	2.24	1.91	1.41	1.54		43	47	39	39	35
39	1.70	1.95	1.38	1.55		43	59	31	39	
40	1.82	2.00	1.35	1.58		39	67	31	35	
42.5	1.74	1.95	1.31	1.58		39	43	20	39	35
43	1.74	2.14		1.24		28	43		43	35
44	1.74	2.00		1.58	1.58	39	75		47	31
45	1.70	1.95		1.44	1.55	39	59		39	43
46	1.74	2.04		1.54	1.55	47	59		59	51
47	1.66	2.04		1.70	1.55	59	59		59	47
48	1.58	1.91		1.91		35	67		47	39
49	1.74	1.95		1.62	1.66	59	72		67	39
50	1.62	2.04		1.74	1.55	28	55		39	39
51	1.62	2.04		1.62	1.66	31	63		75	39
52	1.78	1.91		1.62	1.51	31	47		59	39
54	1.78	2.14		1.55	1.58	39	47		47	39
55	1.82	2.14		1.82	1.58	31	79		71	47
56	1.91	1.95		1.78	1.48	43	79		47	43
57	1.91	1.95		1.74	1.51	47	49		51	39
58	1.78	1.91		1.74	1.51	39	71		47	43
59	1.82	1.95		1.62	1.41	39	51		55	75
7 00	1.78	2.04		1.66	1.48	39	43		63	59
01	1.74	1.74		1.58	1.51	51	47		43	39
02	1.66	1.91		1.66	1.58	39	47		39	59
03	1.66	1.86		1.70	1.41	43	47		35	31
06	1.86	1.91		1.95	1.58	59	79		59	79
07	1.70	2.14			1.82	51	47		82	98
08	1.66	1.78		1.78	1.86	20	98		79	157
10	1.74	1.91		1.91	1.78	71	79		79	137
12	1.78	1.95		2.00	1.91	51	79		79	110

(продолжение)

№ 12, 23.XII.1958

Время наблюдения	Интенсивность							Площадь				
	3	4	6	7	8	9	3	4	6	7	8	9
7ч. 14м.	1.70	1.95	1.82	1.78			43	55	71	98		
16	1.66	1.91	1.66	1.91			43	39	71	126		
18	1.95	2.04	1.78	1.62			50	42	39	59		
20	1.70	1.78	1.54	1.44			39	47	39	43		
22	1.51	1.82	1.48	1.44			39	47	43	47		
26.5	1.32	1.82	1.51				20	55	39			
28	1.41	2.09	1.44				28	39	39			
30	1.35	2.00	1.41				35	47	31			
32	1.20	1.95	1.51				20	74	31			
34	1.17	1.82	1.44				35	39	31			
40		1.82	1.44				28	39	28			
40.5		1.91			1.23			43				39
41		1.66			1.29			39				35
41.5		1.78			2.14			39	35			39
42		1.70			2.04			39				43
42.5		1.70			2.04			39				39
43		1.62			1.91			43				47
44					1.82			39				47
45		1.78						43				35
46		1.66			1.70	1.70		39				39

(продолжение)

Время наблюдения	Интенсивность					Площадь						
	3	4	6	7	8	9	3	4	6	7	8	9
7ч. 47 м.		1.74			1.58	1.62	39				39	12
48		1.62			1.44		43				35	
50		1.62			1.48	1.70	43				35	20
51		1.58			1.41		43				39	
53		1.74			1.58	1.82	39				35	28
55		1.70			1.44	1.91	39				31	
57		1.66			1.26	1.48	24				31	12
80		1.58			1.32	1.38	43				27	20

Самые нижние кривые на всех чертежах изображают изменение площади вспышек, в единицах миллионной доли диска Солнца; они отложены по оси ординат справа. Для удобства представления кривых, в тех случаях, когда вспышки состоят из нескольких центров, приводятся графики изменения интенсивностей только для двух или трех наиболее ярких из них. (Значения интенсивностей остальных центров вспышек даны в таблице 2). Площадь вспышек в указанных выше единицах дается или общая или же по отдельности для разных центров (в зависимости от структуры). Из 12 вспышек четыре измерены по одному центру, остальные от 2 до 10 центров в зависимости от их структуры. Измерены всего 43 центра с явно выраженными тремя фазами изменения яркости: 1—фаза возрастания яркости, 2—фаза максимума, 3—фаза спада, т. е. фаза уменьшения яркости [5]. В случае повторных максимумов одного центра вспышки кривые изменения яркости делились на несколько частей, соответственно количеству максимумов, как бы на кривые отдельных самостоятельных центров: такие были лишь в случае двух вспышек (22.VIII; 23.XII).

О яркости в начале и конце вспышки. Как известно, считают, что вспышка, начиная возрастание в яркости, достигает максимума в течение нескольких минут, после чего начинает убывать до начальной яркости. Но в некоторых случаях яркость конца вспышки бывает заметно меньше яркости ее начала или же остается ярче начального уровня интенсивности.

Из 34 случаев главных центров и подцентров вспышек 9% были такими, когда значения интенсивности в начале и конце были равны, 37% — когда яркость конца была меньше в среднем на 0.13 (граничные значения 0.04—0.29) яркости начала; 54% — когда интенсивность конца превышала интенсивность начала в среднем на 0.12 единицы (граничные значения 0.03 — 0.26).

О продолжительности развития вспышек. Полученные нами фотометрические кривые были разделены на две группы: в I-ой объединены все кривые главных центров вспышек, во II-ой группе — остальные т. е. кривые подцентров вспышек. В I-ой группе 12 кривых, во II-ой — 21.

Рассмотрение средней продолжительности существования главных центров дает большое значение по сравнению с подцентрами вспышек. Эти значения следующие: 36 мин., 28 мин., соответственно.

Обозначим среднюю продолжительность роста интенсивности от начала до максимума через $\Delta \bar{t}_1$, спада — от максимума до конца — через $\Delta \bar{t}_2$, тогда для главных центров получается $\Delta \bar{t}_1 \approx 12$ мин., $\Delta \bar{t}_2 \approx 24$ мин. и для подцентров: $\Delta \bar{t}_1 \approx 7$ мин., $\Delta \bar{t}_2 \approx 21$ мин., или: для главных центров $\Delta \bar{t}_2 \approx 2\Delta \bar{t}_1$; для подцентров — $\Delta \bar{t}_2 \approx 3\Delta \bar{t}_1$.

Таким образом, подцентры вспышек характеризуются в среднем большей продолжительностью спада интенсивности относительно продолжительности роста, чем главные центры.

О скорости изменения интенсивности вспышек. Обозначим средние скорости роста и спада интенсивности через v_1 и v_2 , соответственно:

$$v_1 = \frac{\Delta J_1}{\Delta t_1},$$

$$v_2 = \frac{\Delta J_2}{\Delta t_2},$$

где $\Delta J_1 = J_{\text{макс.}} - J_{\text{нач.}}$ — прирост интенсивности вспышки от ее начала до максимума; $\Delta t_1 = t_{\text{макс.}} - t_{\text{нач.}}$ — продолжительность I фазы в минутах т. е. продолжительность роста интенсивности вспышки от начала до максимума; $\Delta J_2 = J_{\text{макс.}} - J_{\text{конца}}$ — представляет разницу интенсивностей фаз максимума и конца; $\Delta t_2 = t_{\text{конца}} - t_{\text{макс.}}$ — продолжительность ветви спада интенсивности от максимума вспышки до конца.

Осредненная скорость изменения интенсивности роста для главных центров получается равной $\bar{v}_1 = 0.218$; для спада $\bar{v}_2 = 0.052$, что указывает на то, что скорость роста интенсивности главных центров вспышек в среднем в 4.19 раза превышает скорость спада.

Указанное отношение для подцентров вспышек выражается меньшими значениями, для которых имеются:

$$\bar{v}_1 = 0.104,$$

$$\bar{v}_2 = 0.038,$$

что означает, что для подцентров вспышек скорость роста интенсивности в 2.74 раза превышает скорость спада.

Кроме того, средняя скорость роста интенсивности главных центров почти в 2 раза больше скоростей роста интенсивности подцентров. Отношение же скоростей спада интенсивности главных центров и подцентров вспышек дает величину ~ 1.4 .

Для наглядности приведенные численные значения сведены в нижеследующую табличку, в первом столбце которой даны величины, в следующих двух столбцах — соответствующие значения этих величин для главных центров и подцентров.

Величины	Гл. ц.	Подц.
T	36 мин.	28 мин.
$\Delta \bar{t}_1$	12 "	7 "
$\Delta \bar{t}_2$	24 "	21 "
v_1	0.218 "	0.104 "
v_2	0.052 "	0.038 "
v_1/v_2	4.19	2.74

Таким образом, можно заключить, что изменение интенсивности подцентров вспышек происходит менее резко и медленнее, чем главных центров. Приведенные значения, однако, следует уточнить в дальнейшем на основе более обширного материала.

Об интенсивности спада главных центров и подцентров. На всех графиках вспышек (без исключения), состоящих

больше, чем из одного центра (см. кривые), ветвь спада кончается с большими значениями интенсивностей подцентров, чем главных центров. Здесь не надо учитывать такие подцентры, интенсивность которых несравнима с интенсивностью главных центров. Так, например, не надо учитывать такие подцентры, яркость которых даже в максимуме не достигает уровня спада яркости главных центров.

Для наглядности ниже приводится таблица 3, где даны значения интенсивностей, начала и конца главных центров и подцентров вспышек.

Таблица 3

Дата	J начала		J конца	
	Гл. ц.	Подц.	Гл. ц.	Подц.
23. VI. 1958 (I вспышка)	—	—	1.38	1.66
23. VI. (II вспышка)	1.50	1.38	1.38	1.48
21. VII	1.32	1.35	1.38	1.62
18. VIII	1.66	1.48	1.50	2.50
22. VIII	1.48	1.51	1.82	2.04
12. IX	1.32	1.23	1.80*	1.86
19. X	1.26	1.78	1.80*	2.09*
22. X	1.44	1.32	1.54	1.75
			1.15	1.23
			1.15	1.52
23. XII	1.23	1.55	1.31	1.51

(Звездочка указывает на значение интенсивности незаконченной фазы вспышки).

Таким образом, главные центры вспышек гаснут раньше по сравнению с подцентрами и последние сохраняют большую яркость на конечной стадии спада вспышки, чем главные центры, на месте которых часто и следа не остается, или же достигают сравнительно низкого уровня яркости. Такое обстоятельство на данном материале не отмечается для фазы роста, т. е. для значений интенсивностей начальных моментов вспышек (см. кривые и таблицу 3).

За указанным эффектом можно проследить также на кривых вспышек 1952 года, приведенных в статье А. Б. Северного и Э. Ф. Шапошниковой [6], но он не наблюдается на кривых, приведенных в статье Э. Ф. Шапошниковой и М. Б. Огирь [7]. Нам кажется, что в последнем случае метод фотометрического измерения вспышек немного отличался от применявшегося нами. От начала до конца вспышки мы придерживались, как правило, того, чтобы измерять в данной части вспышки (в данном узле) только геометрически одну и ту же точку (физически одно и то же место). Если в данном узле появлялось другое место, то его мы измеряли, как отдельный центр и не смешивали между собой физически разные места на общей кривой.

Мы считаем, что указанное здесь обстоятельство следует учитывать при фотометрии и исследовании структуры вспышек.

Февраль, 1960.

THE PHOTOMETRY OF CHROMOSPHERIC FLARES

T. S. RAZMADZE

(Summary)

The results of photometry of 12 large flares, observed at the Abastumani astrophysical observatory during the second half of 1958, are given.

The photometric curves and some preliminary results of their discussion are given.

February, 1960.

ЛИТЕРАТУРА

1. Северный А. Б., Гильварг А. Б. Интерференционно-поляризационный фильтр для исследования Солнца и опыт его применения. Изв. Крым. астрофиз. обс., 1949, 4, 3.
2. Гуртовенко Э. Телескоп АФР-2 для внеатмосферных наблюдений хромосферы. Межд. Геоф. Год. Инф. бюлл. 1958, № 1, 69.
3. Ohman Y. Instruction Manual Solar activity. Stockholm observatory, 1957.
4. Чеботарев А. С. Способ наименьших квадратов с основами теории вероятностей. Москва, 1958.
5. Ellison M. A. Characteristic properties of chromospheric flares. M. N. 1949, 109, 1, 3—27.
6. Северный А. Б., Шапошникова Э. Ф. Исследование развития хромосферных вспышек на Солнце. Изв. Крым. астрофиз. обс., 1954, 12, 3.
7. Шапошникова Э. Ф., Огирь М. Б. Развитие хромосферных вспышек по наблюдениям 1957 г. Изв. Крым. астрофиз. обс. 1959, 21, 112.