

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР



აბასთუმანის ასტროფიზიკური მდებარეობის
ათა უანობილი

ბ ი უ ლ ე ტ ე ნ ი

АБАСТУМАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
ГОРА КАНОБИЛИ

Б Ю Л Л Е Т Е Н Ь

29

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОГРАММЕ МЕЖДУНАРОДНОГО
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ГОДА И МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО
СОТРУДНИЧЕСТВА

1962

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი

Тбилиси

52(05)
5-128

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია
მთა შანობილი

ბ ი უ ლ ე ტ ე ნ ი

АБАСТУМАНСКАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
ГОРА КАНОВИЛИ

Б Ю Л Л Е Т Е Н Ь

29

P-35817

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРОГРАММЕ МЕЖДУНАРОДНОГО
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ГОДА И МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО
СОТРУДНИЧЕСТВА

52(05)	აბასთუმნის
5-128	ასტროფიზიკური-
ობსერვატორია	
მთა შანობილი	
P-35817	714

1962

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი

Тбилиси



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

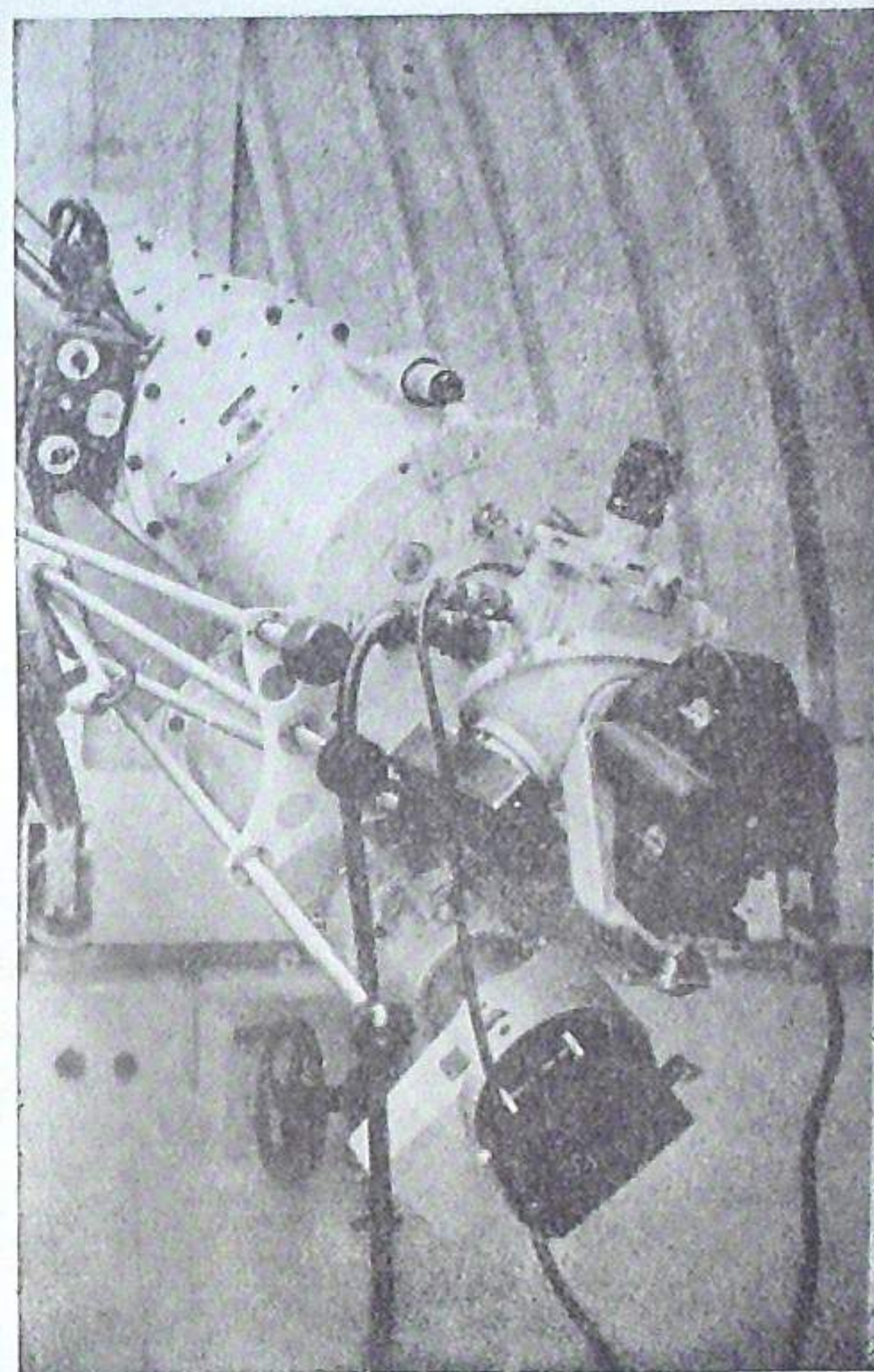


Фото 1

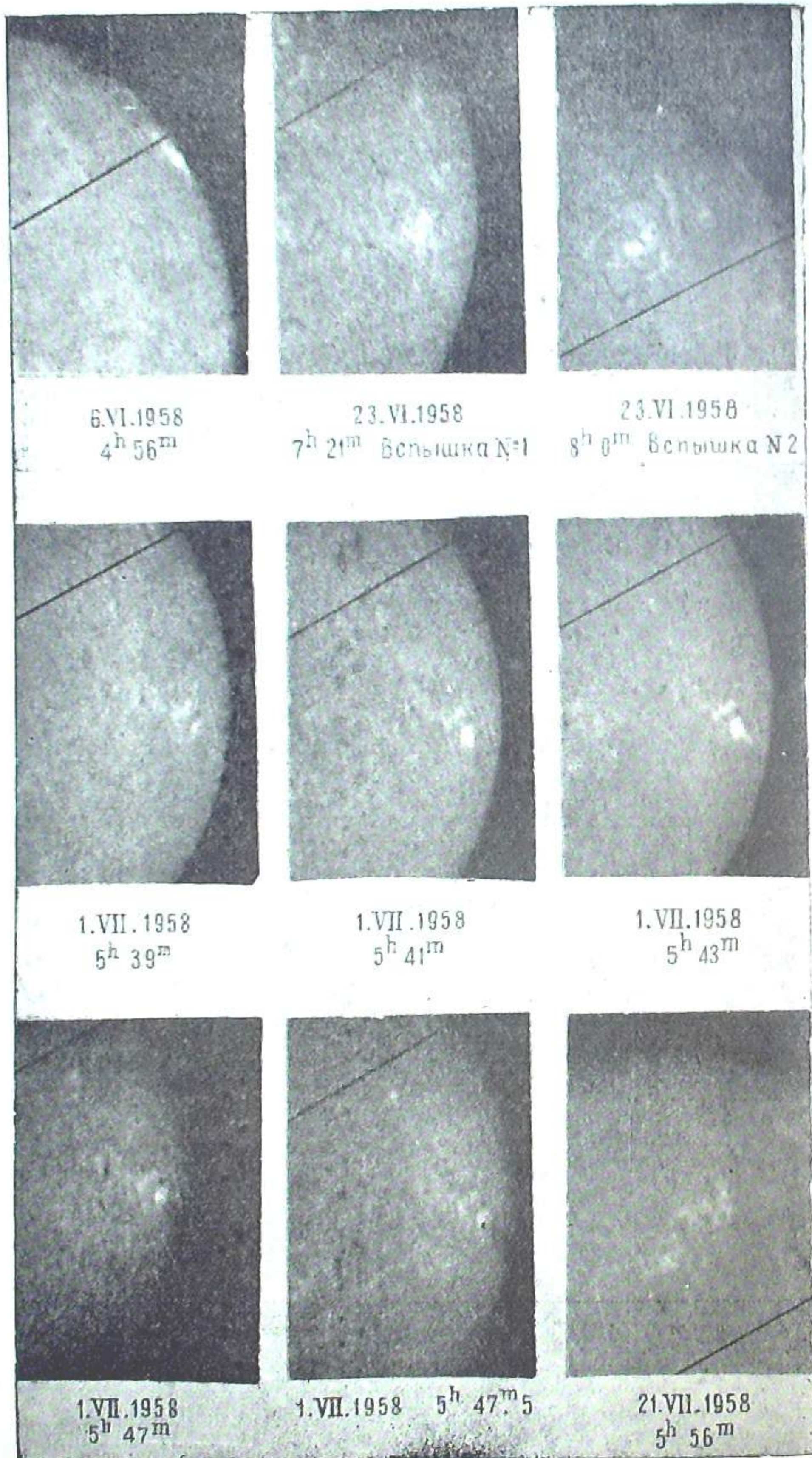


Фото 2

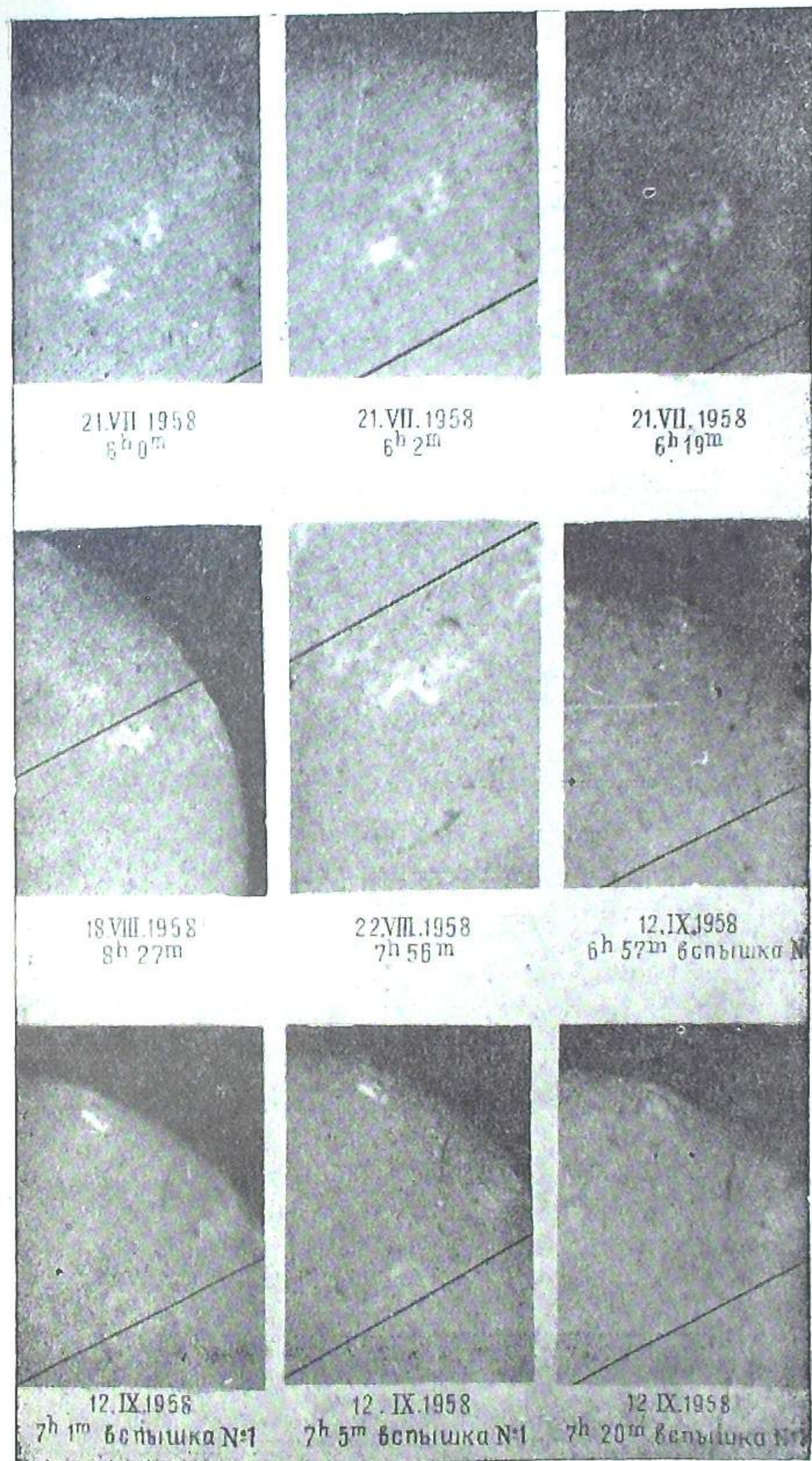


Фото 3

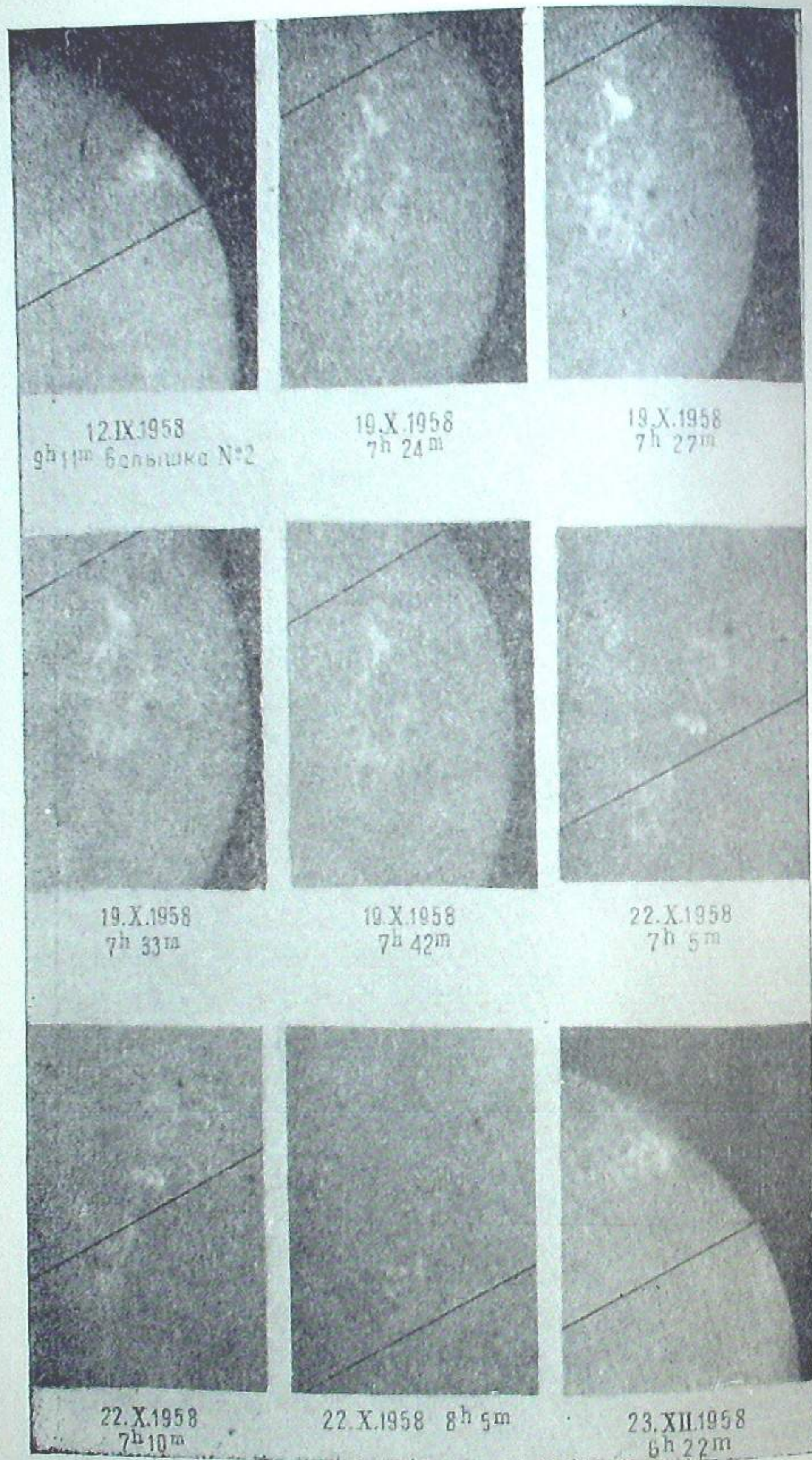


Фото 4

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-

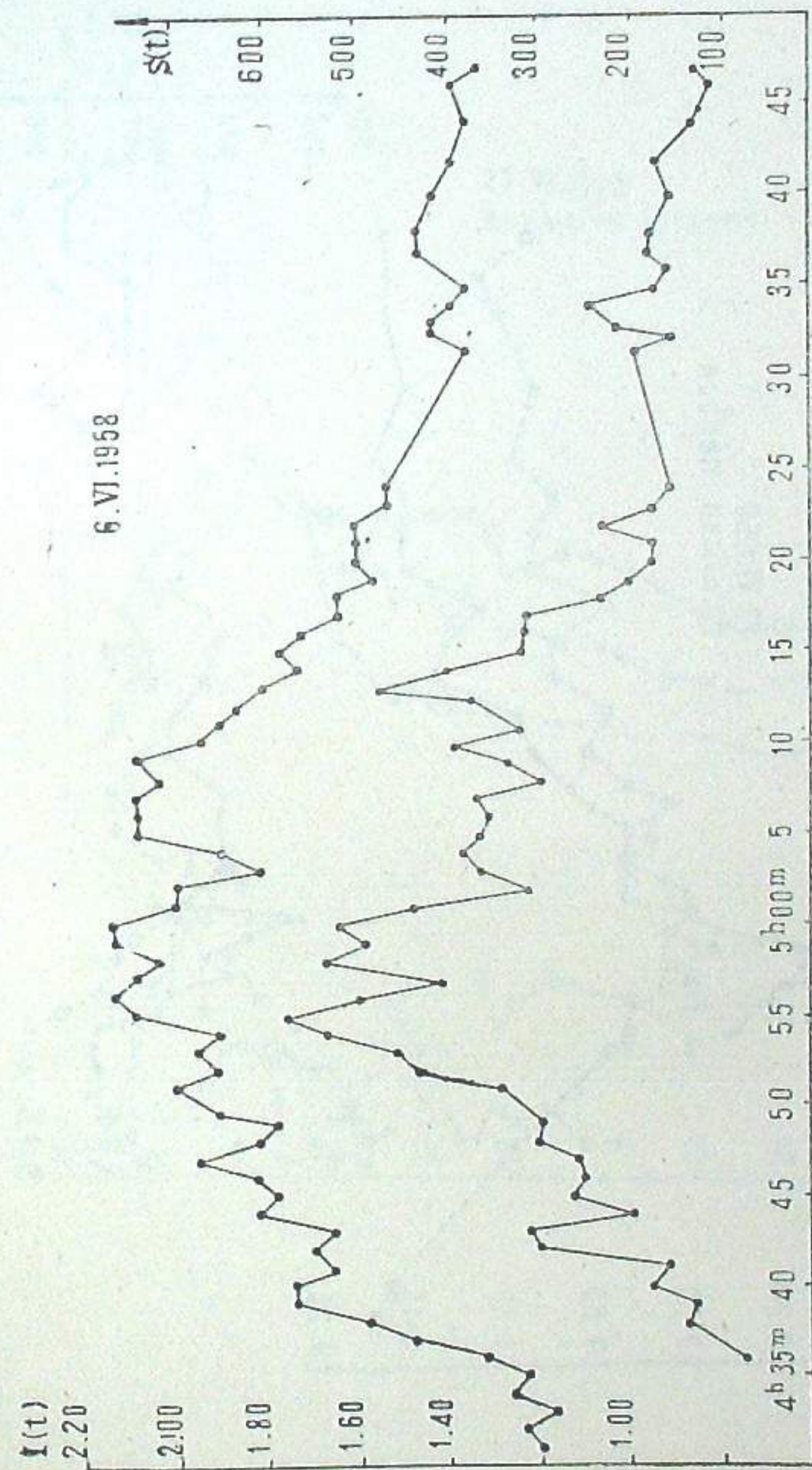


Рис 1

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.

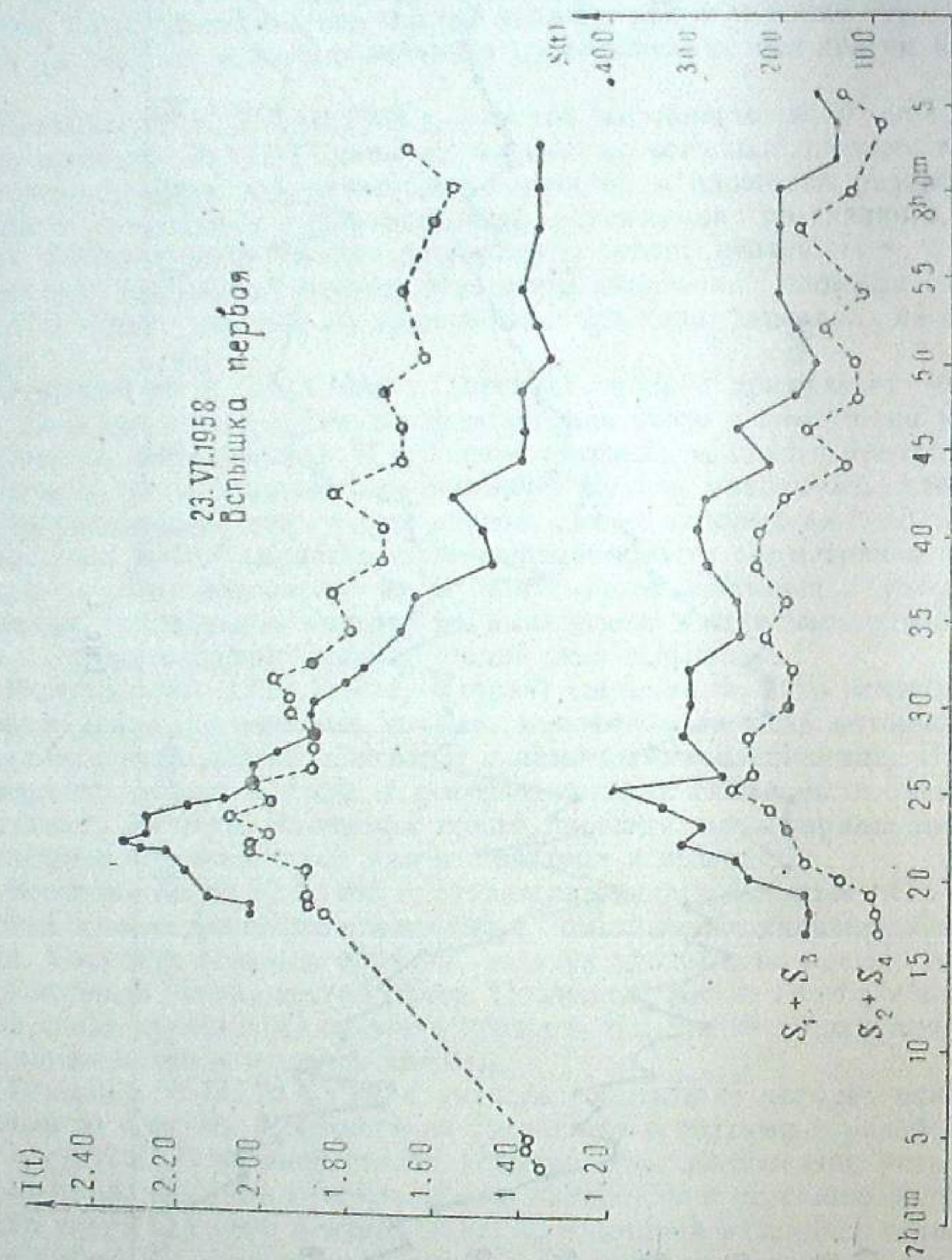


Рис. 2

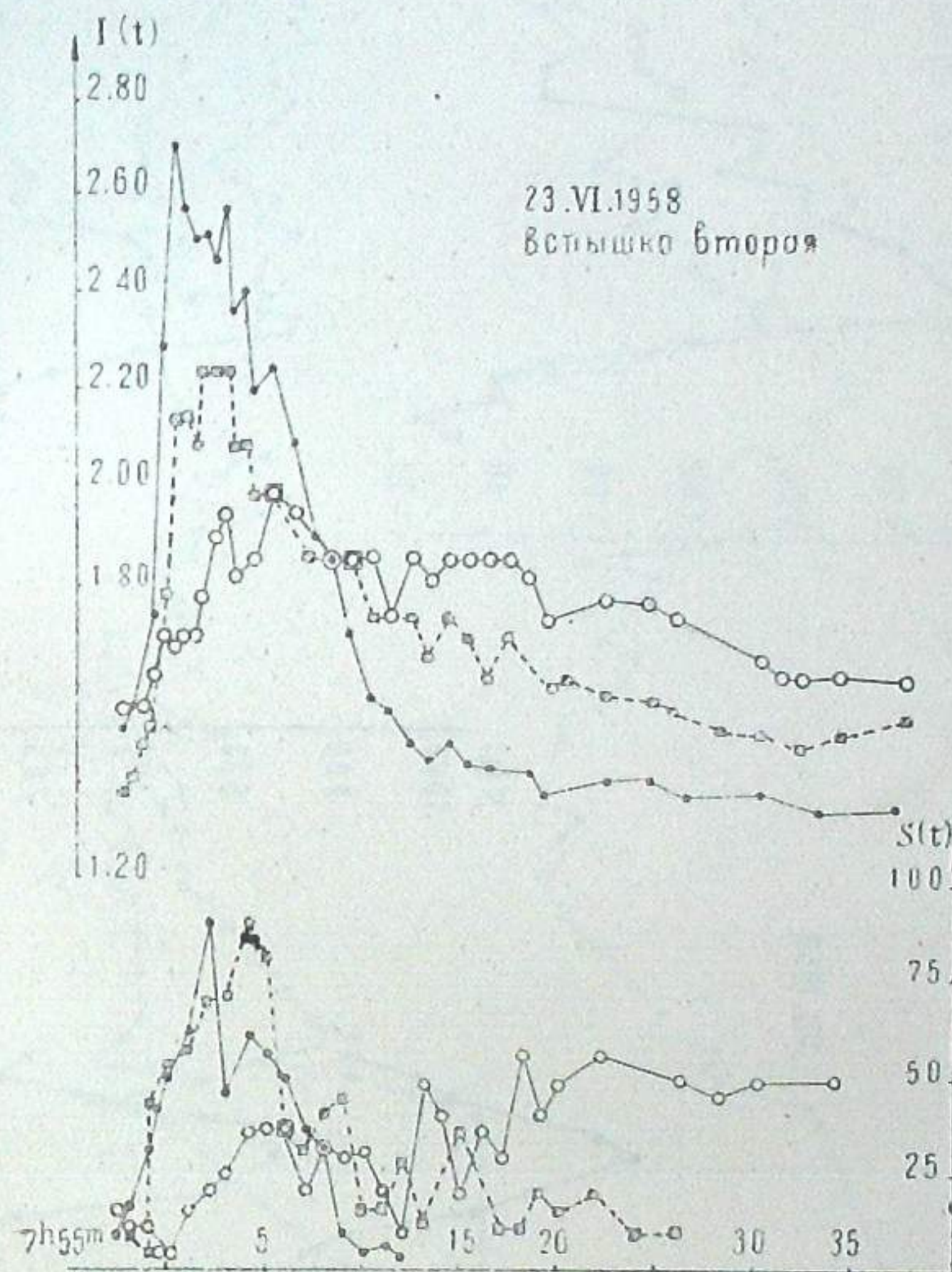


Рис. 3

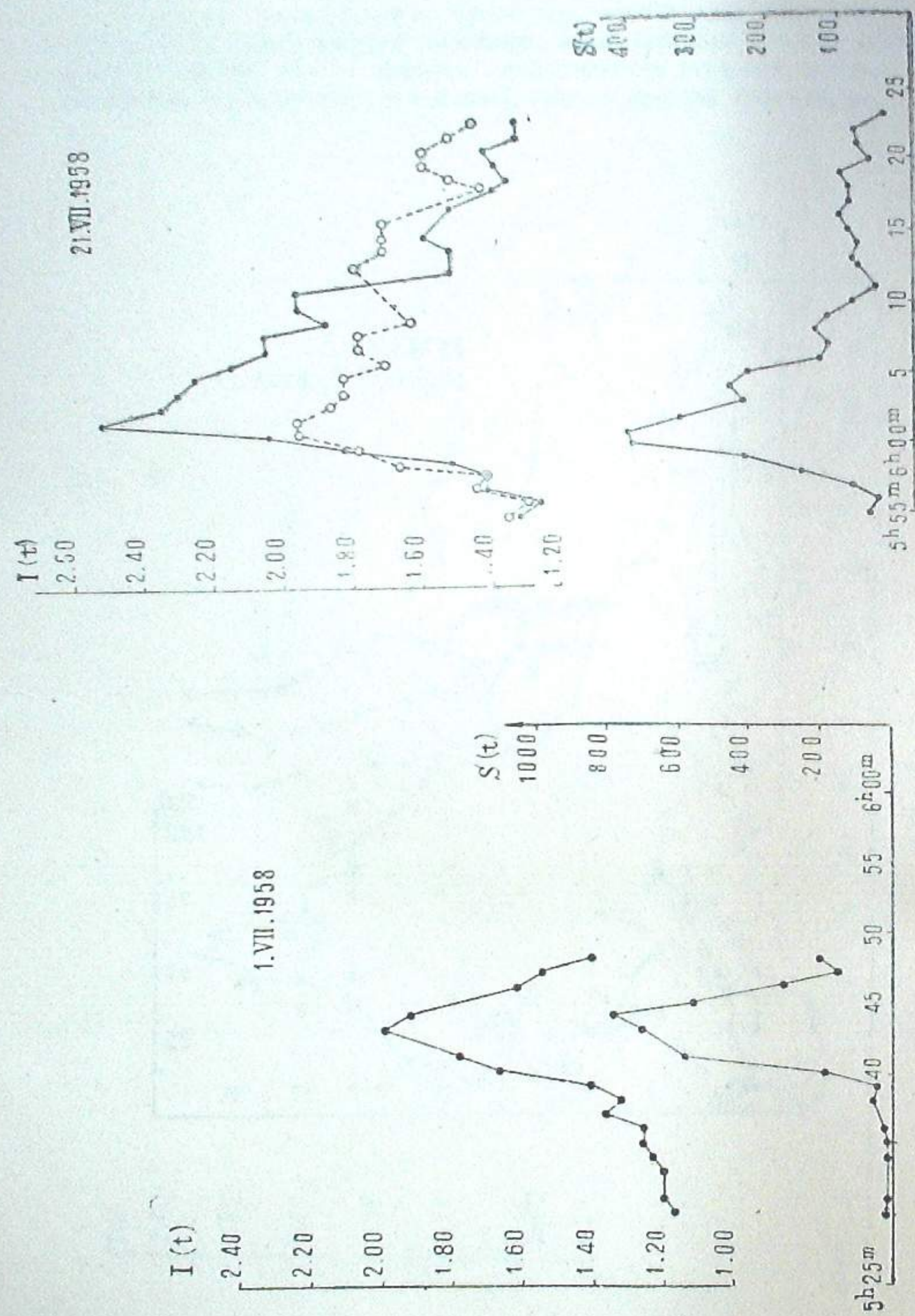


Рис. 4

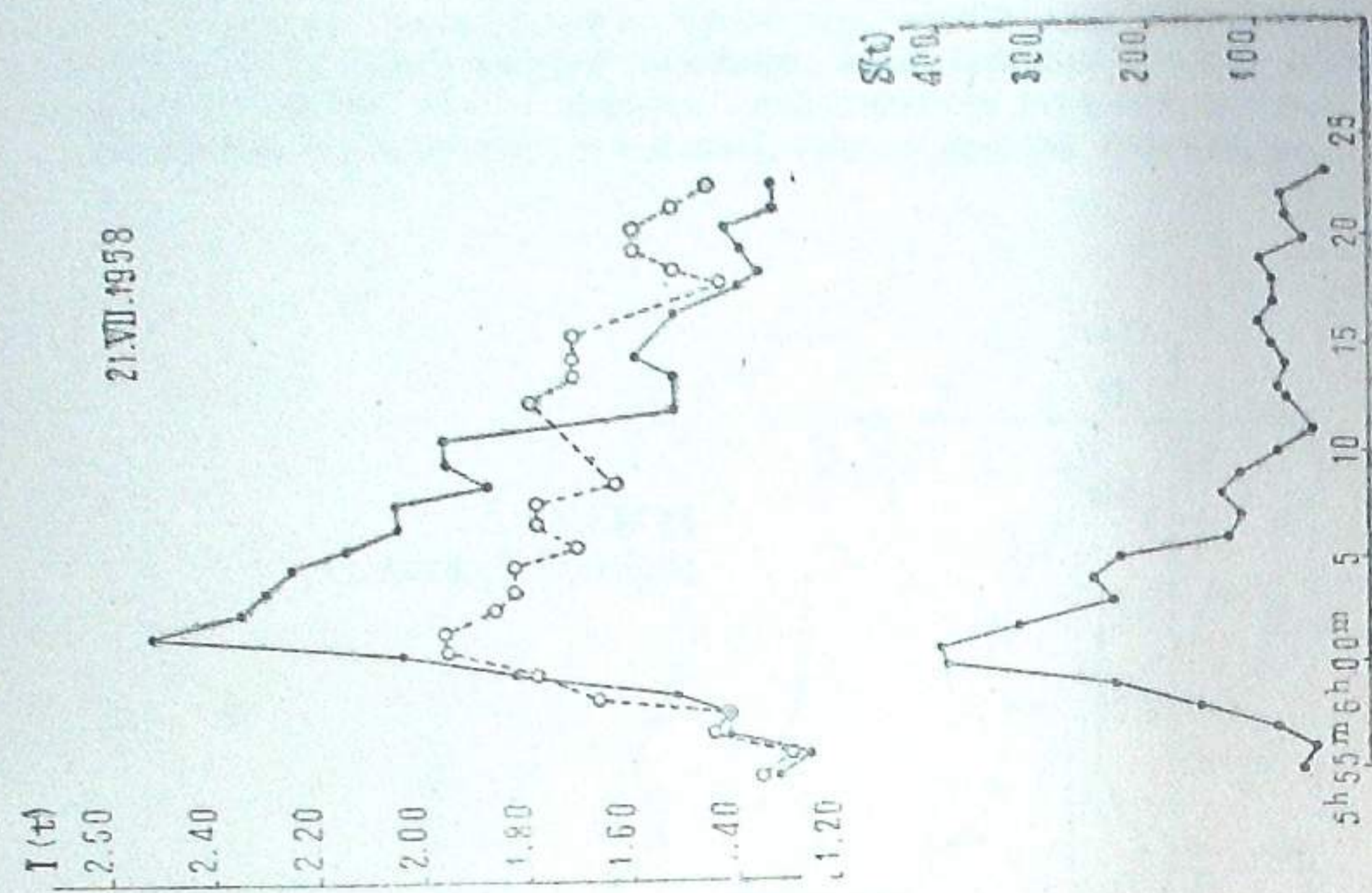


Рис. 5

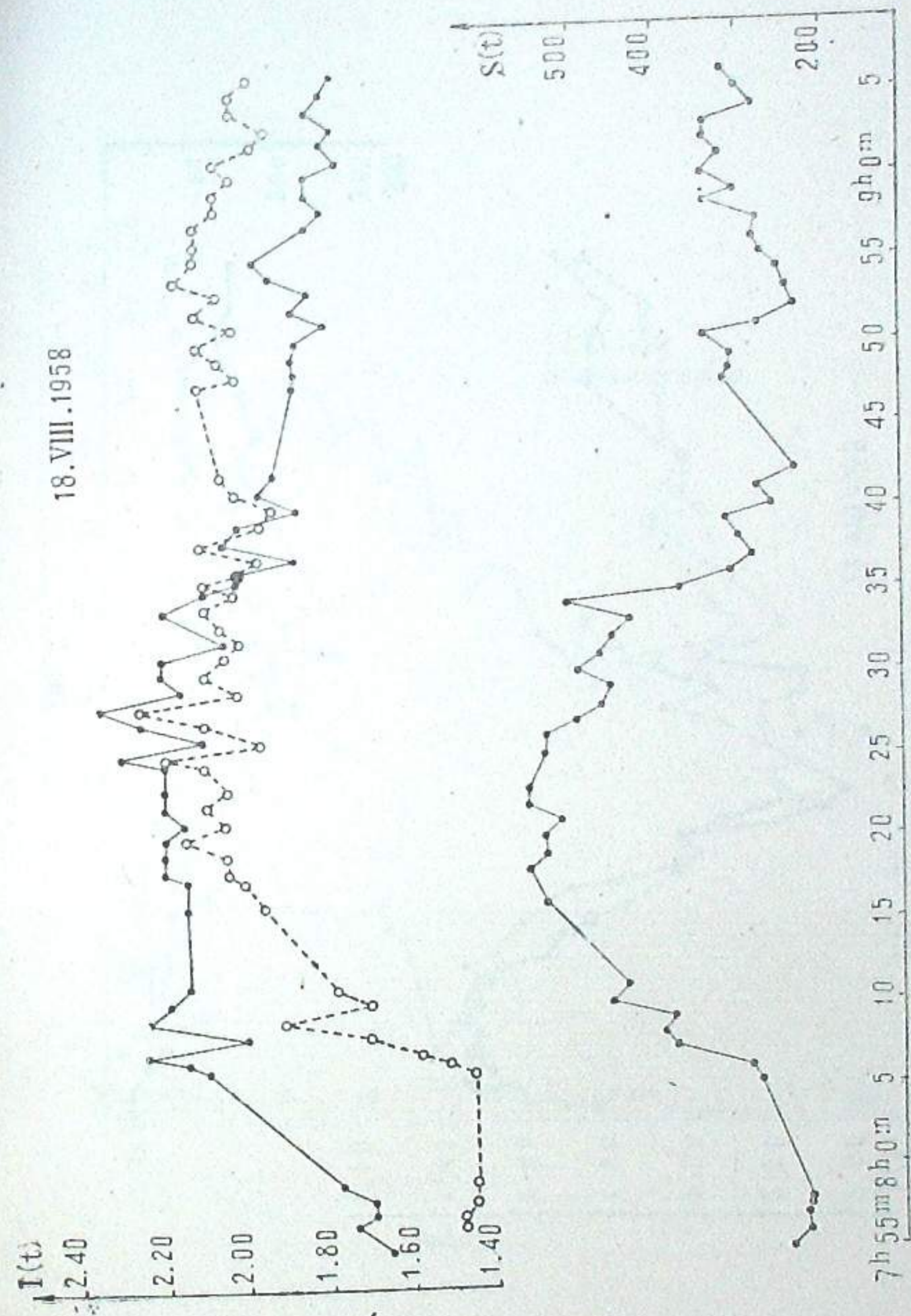


Рис. 6

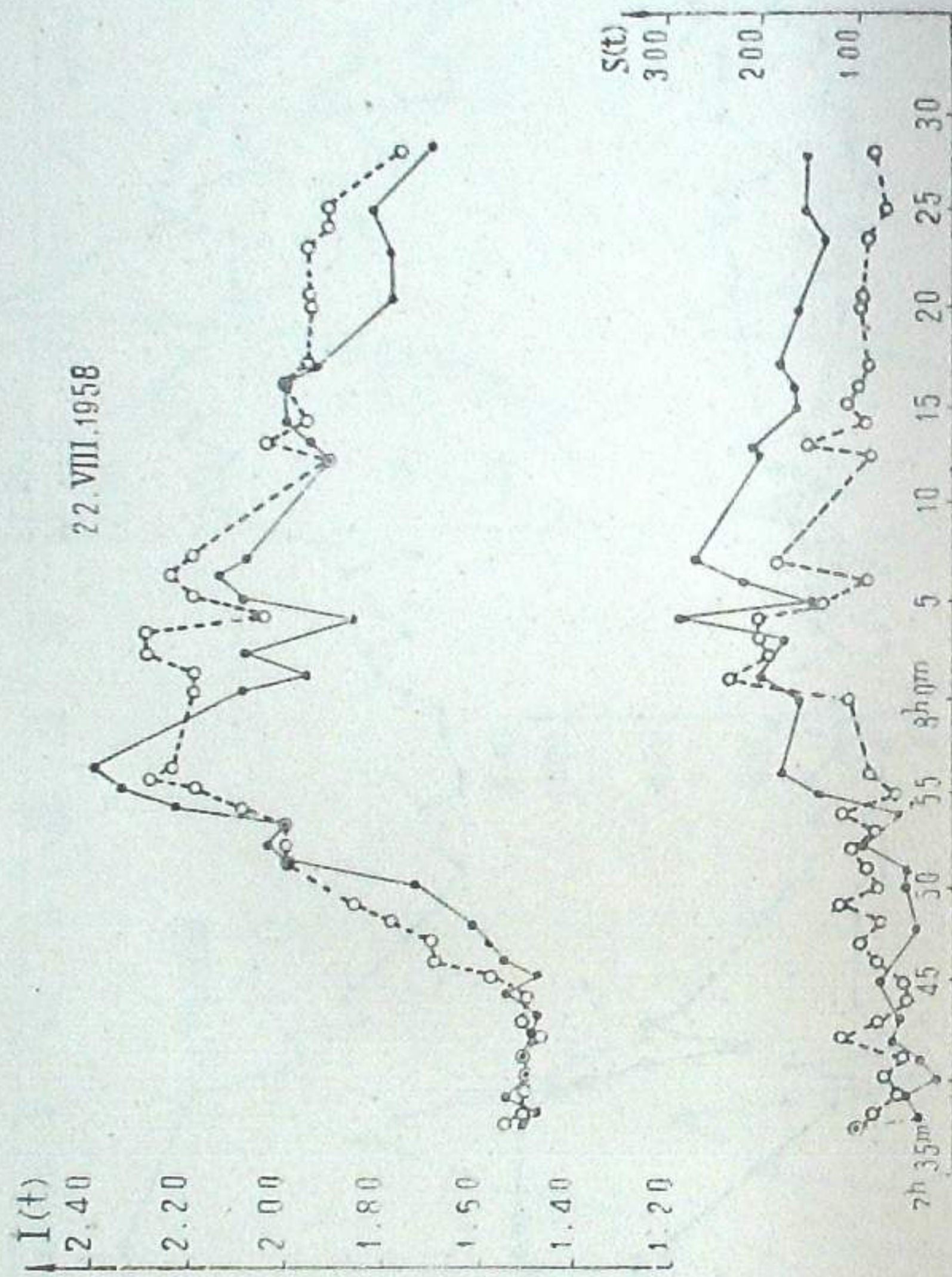


Рис. 7

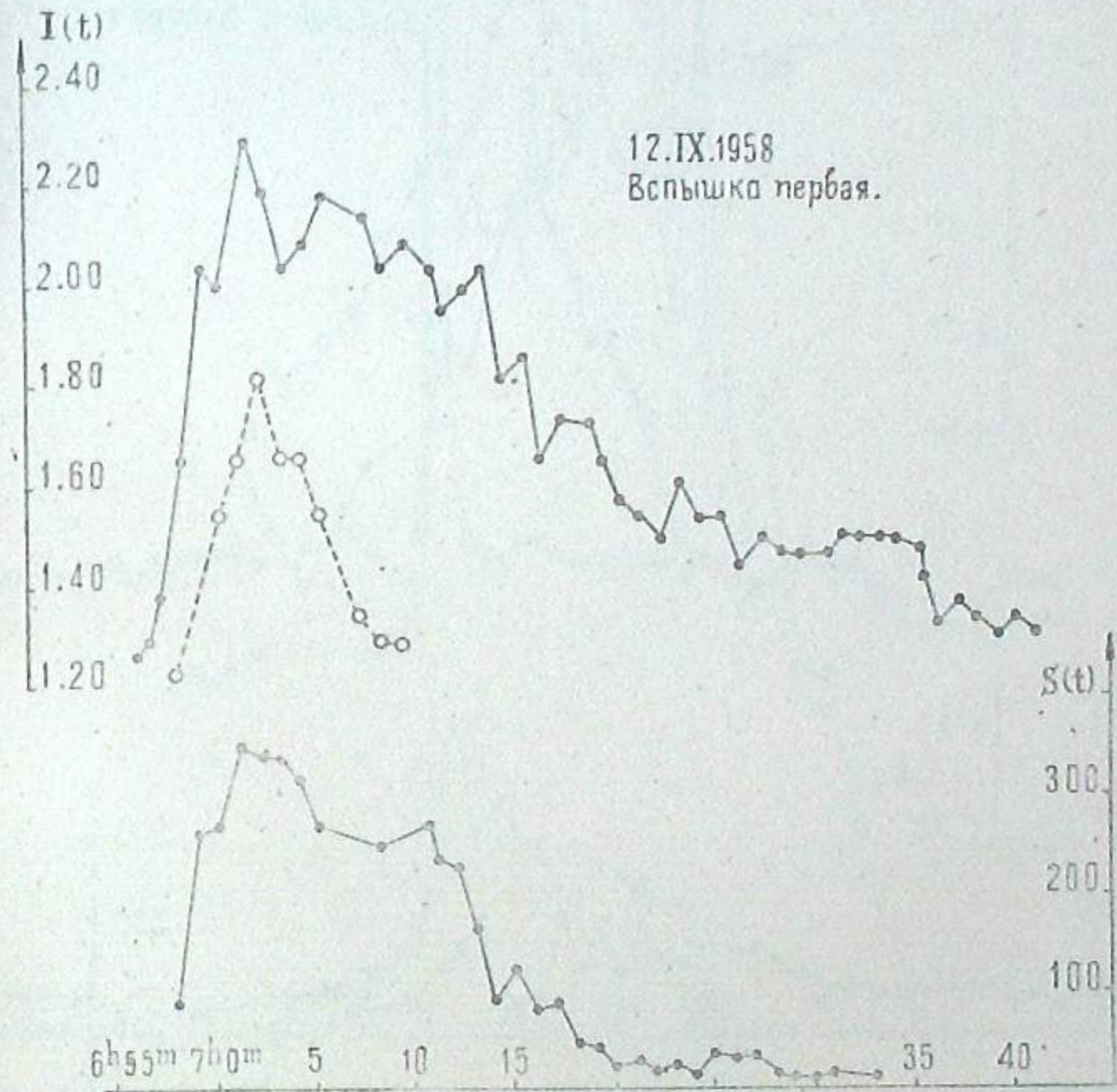


Рис. 8

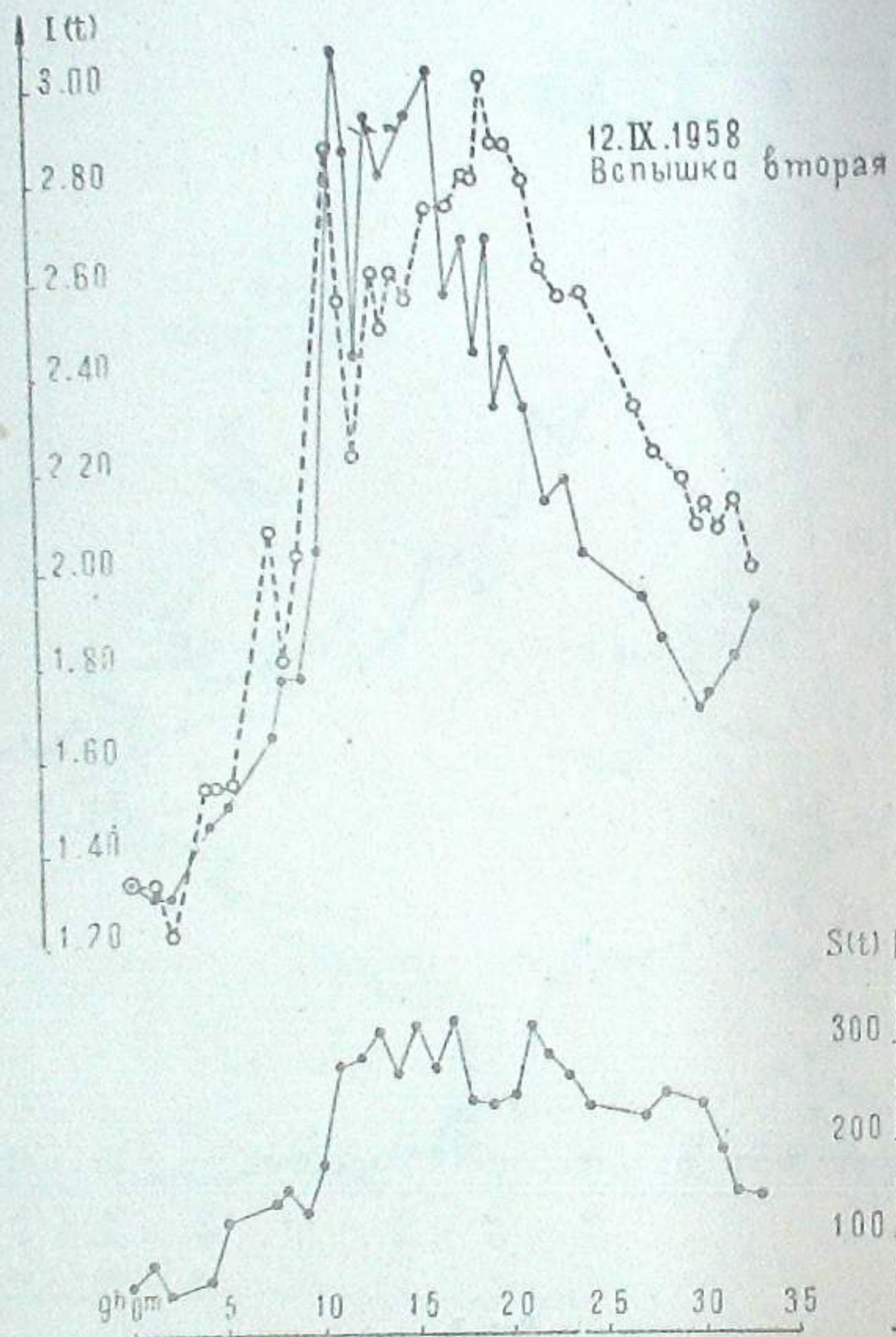


Рис. 9

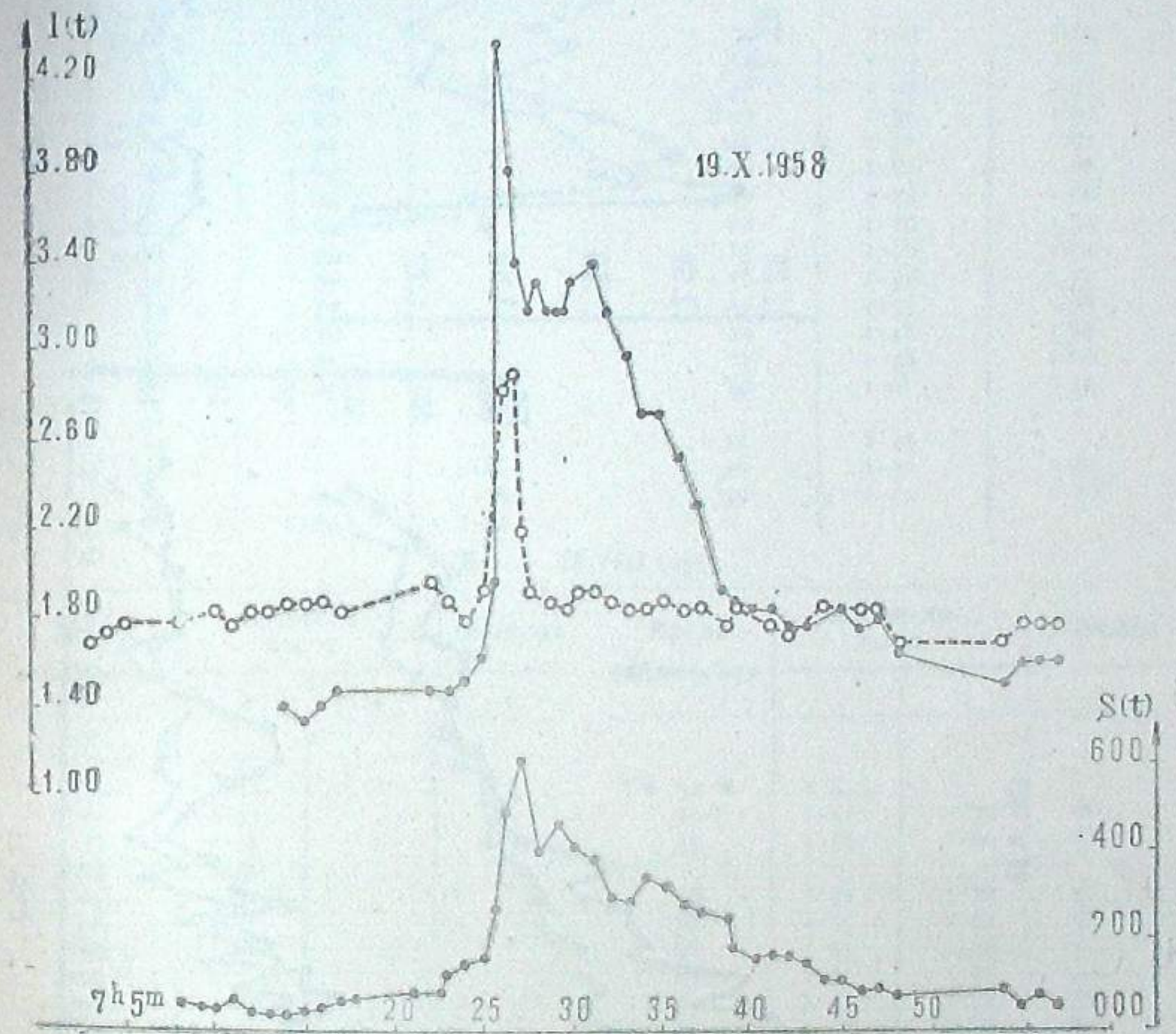


Рис. 10

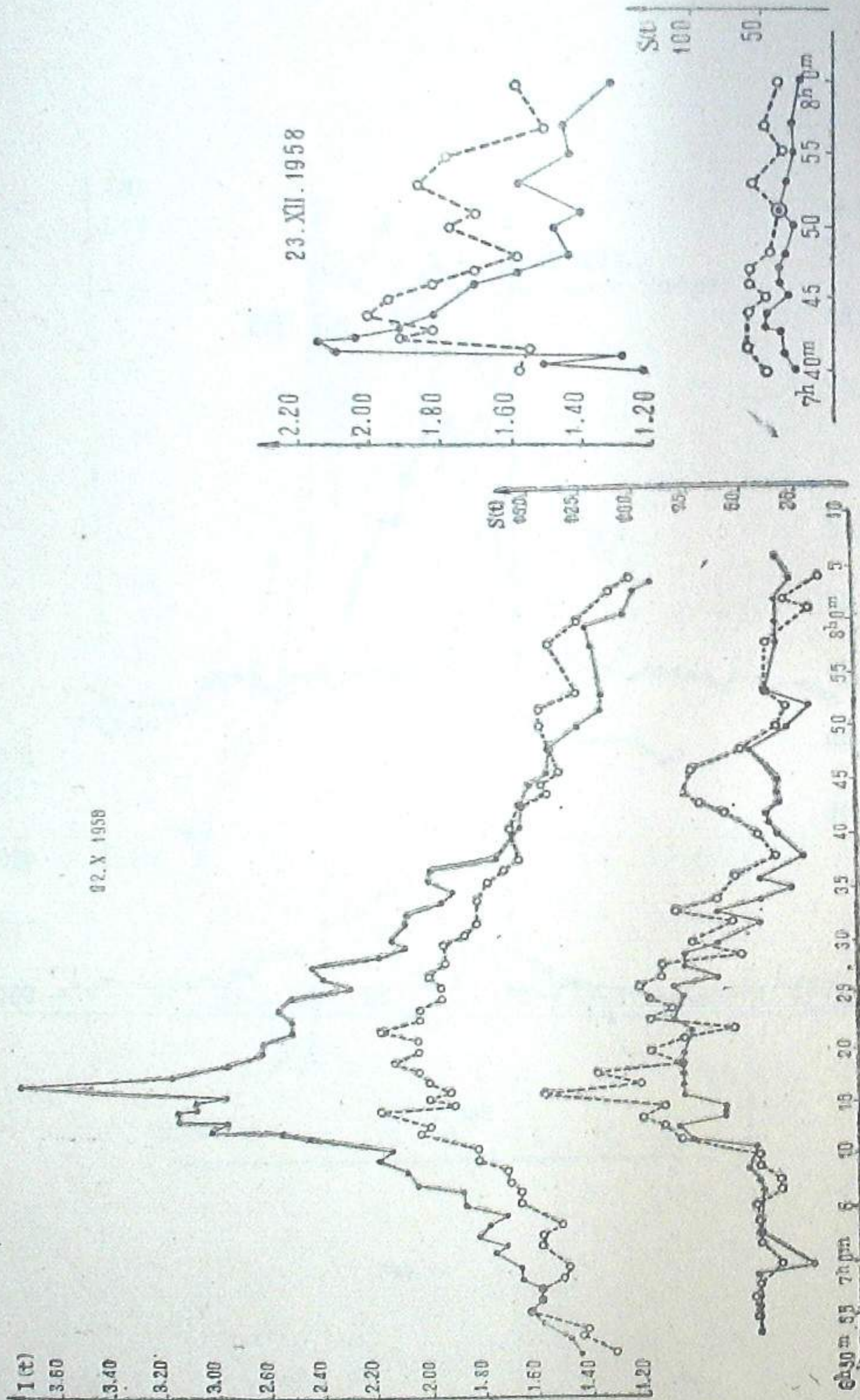


Рис. 11

Рис. 12

Таблица 2

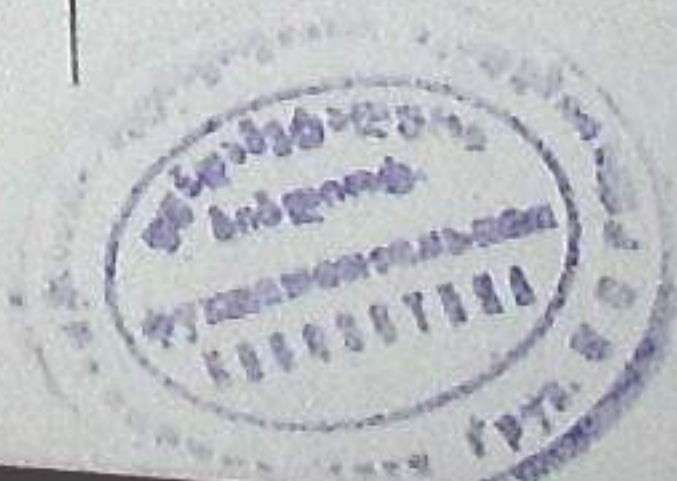
№ 2 23.VI. 1958 (первая)

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		



(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)

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.

КРИВЫЕ РАЗВИТИЯ ХРОМОСФЕРНЫХ ВСПЫШЕК

Т. С. РАЗМАДЗЕ, А. С. ЦХОВРЕБАДЗЕ

Ниже приводятся кривые развития хромосферных вспышек, наблюдавшихся в Абастуманской обсерватории в 1959 году с помощью хромосферно-фотосферного телескопа АФР-2, с интерференционно-поляризационным свето-фильтром с полосой пропускания $0,5\text{Å}$ в линии $H\alpha$. Были выбраны 9 вспышек, наибольшие из наблюдаемых. Методика фотометрической обработки наблюдательного материала описана в предыдущей статье одного из авторов, в этом же номере Бюллетеня. Данные приведены в таблице. Время наблюдения всемирное. Звездочками отмечены моменты, не соответствующие действительным моментам начала, конца или максимума. Долготы — в системе Керрингтона. Мощность вспышки по трехбалльной шкале: 1 — слабая, 3 — самая мощная. Условия наблюдений — по трехбалльной шкале: 1 — плохое, 3 — наилучшее. На графиках, которые приводим здесь же, по оси абсцисс отложено время, по левой ординате — интенсивности вспышек по отношению к соседней невозмущенной хромосфере, по правой ординате — площади вспышек в миллионных долях диска Солнца. Если вспышка состояла из нескольких центров, то интенсивность и площади даны для каждой из них. В тех случаях, когда центры вспышек трудно выделить по площади, даны кривые изменения общей площади для всех центров вместе.

Таблица

№ п/п	Дата	Время наблюдения			Гелиографические координ.			Мощность	Условия наблюдения	
		1959	Начало	Конец	Макс.	φ	λ			L
1	9.IV		6ч. 20м.	7ч. 29м.	6ч. 29м.	+08°	-57°	108°	1+	2
2	12.VI		7 35	8 46	7 39	+24	-68	331	2+	2
3	16.VI		6 21	6 44*	6 26.5	+15	-15	331	2+	1
4	12.VII		5 02	5 36	5 16	-29	-74	289	1	2
5	18.VII		6 14	6 32	6 23	+19	+64	346	1+	2
			7 13	7 37	7 19					
6	20.VIII		5 50*	6 35	5 52*	+05	+06	212	1+	2
7	31.VIII		7 22	8 08	7 28	-20	-06	0	1+	3
8	31.VIII		7 24	8 09	7 31	-13	-70	350	1+	
9	28.IX		6 39	7 01*	6 41	-13	+47	098	1	3

На фото даны фотографии вспышек в моменты максимумов, или вблизи последних.

Вспышка № 1 — 9.IV.1959 г. (6 ч. 20 м. — 7 ч. 20 м.) — состояла из двух центров, возникших как бы вне флоккулы в области многочис-

ленных, сравнительно небольших пятен. Спад яркости вспышки проходил медленно и весьма зигзагообразно. Второй центр вспышки по характеру изменения интенсивности похож на поярчание флоккулы. Изменение площадей обоих центров шло параллельно изменению яркости.

Вспышка № 2 — 12.VI.1959 г. (7 ч. 35 м. — 9 ч. 12 м.) — находилась в области большой группы пятен. Состояла из 7 центров, посередине которых расположилось небольшое волокно. Сначала развился только один центр вспышки (№ 4), который быстро достигнув максимума, начал угасать, сперва сравнительно быстро, а потом медленнее с большими колебаниями. На спаде яркости этого центра начали активизироваться еще три центра, расположенных в разных местах среди многочисленных больших и мелких пятен. Два из этих центров меняли свою яркость на сравнительно высоком уровне интенсивности. Позже начали активизироваться еще три центра. Один из них достиг наибольшей яркости в 9 ч. 06 м. (Вспышку проследить до конца не удалось по техническим причинам). Кроме центров №№ 4, 7 изменение яркости остальных центров похоже на изменение яркости флоккулы. Изменение площадей проходило по-разному. Для некоторых центров (№№ 2, 6) площади почти совсем не изменялись, площади центров №№ 4, 5, 7 изменялись почти параллельно изменению интенсивности или изменялись слабо.

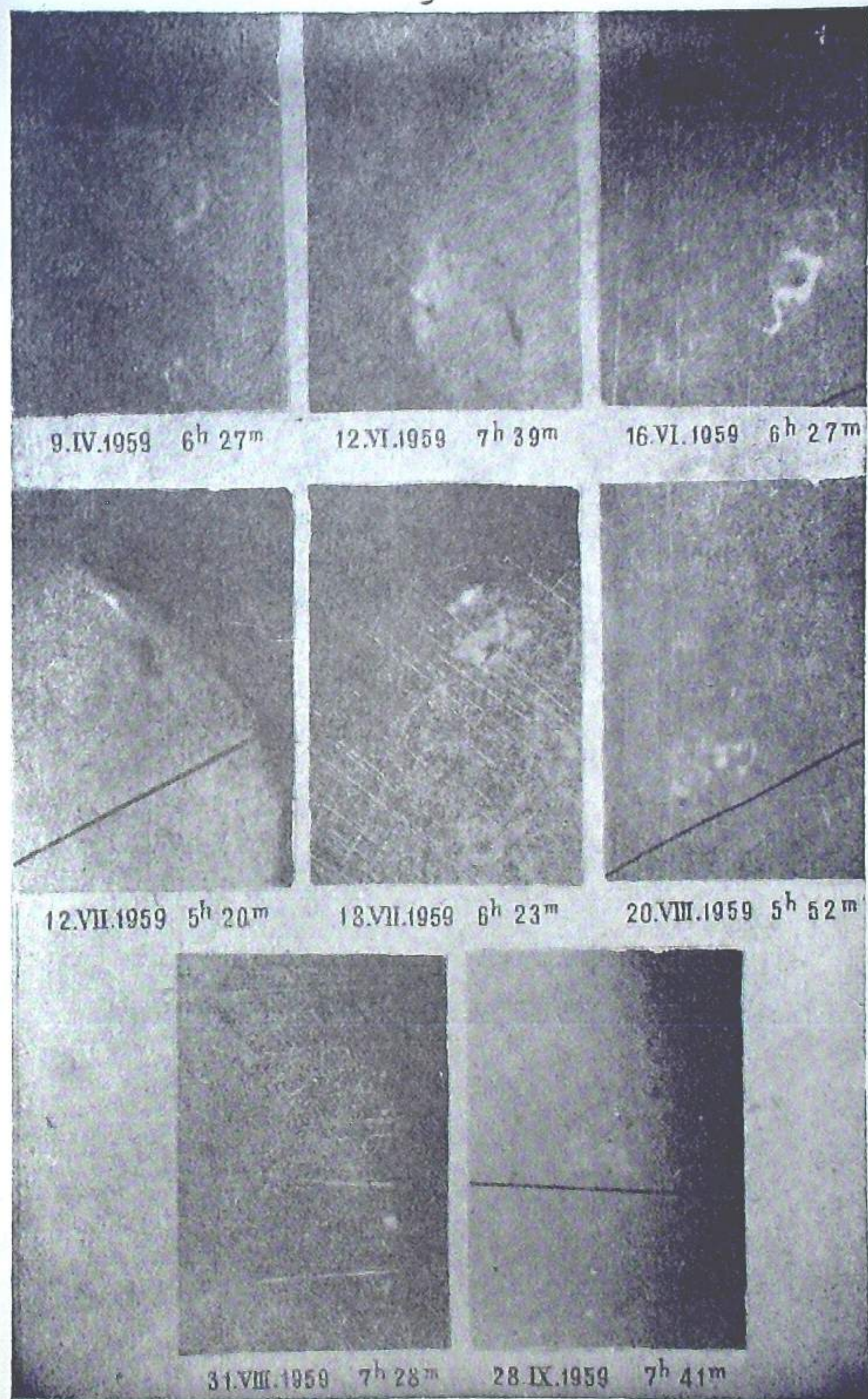
Вспышка № 3, 16.VI.1959 г. (6 ч. 21 м. — 6 ч. 44 м.). Область большой группы пятен. Вспышка протяженная, извилистой формы, состояла из 10 центров, фазы изменения яркости которых проходили почти одновременно. Характеризовалась очень быстрым подъемом яркости всех центров и быстрым же спадом. Спад более слабых центров характеризовался большими колебаниями яркости. Изменение общей площади (всех центров, вместе взятых) проходило параллельно изменению яркости (с небольшим сдвигом максимума).

Вспышка № 4 — 12.VII.1959 г. (5 ч. 02 м. — 5 ч. 36 м.) — вблизи восточного края диска Солнца. Поблизости вспышки пятен не было видно, окружающая флоккула была клочковатая. Вблизи вспышки находилось большое, весьма широкое волокно, состоящее из плотно соединенных темных точек.

Вспышка № 5 — 18.VII.1959 г. (6 ч. 14 м. — 6 ч. 32 м.) — возникла вблизи западного края диска Солнца в области большой группы пятен. Поблизости находились два волокна. Вспышка состояла из двух центров, которые разгорались в разное время. Изменение площади первого центра показало явный максимум, который запоздал на 8 минут относительно максимума яркости. Площадь второго центра вспышки показывала небольшие колебания.

Вспышка № 6 — 20.VIII.1959 г. (5 ч. 50 м. — 6 ч. 35 м.). Область большой группы пятен. Наблюдение началось после максимальной фазы вспышки. Вспышка состояла из двух центров.

Вспышка № 7 — 31.VIII.1959 г. (7 ч. 22 м. — 8 ч. 08 м.). Область больших пятен и волокон. Вспышка одноцентровая, примечательна быстрым подъемом яркости, острым максимумом большой интенсивности и быстрым спадом. Спад яркости явно разделяется на две части. Одна весьма быстрая: в течение 7 минут яркость вспышки упала на 80% почти без колебаний, вторая часть спада в 5 раз продолжительнее и с



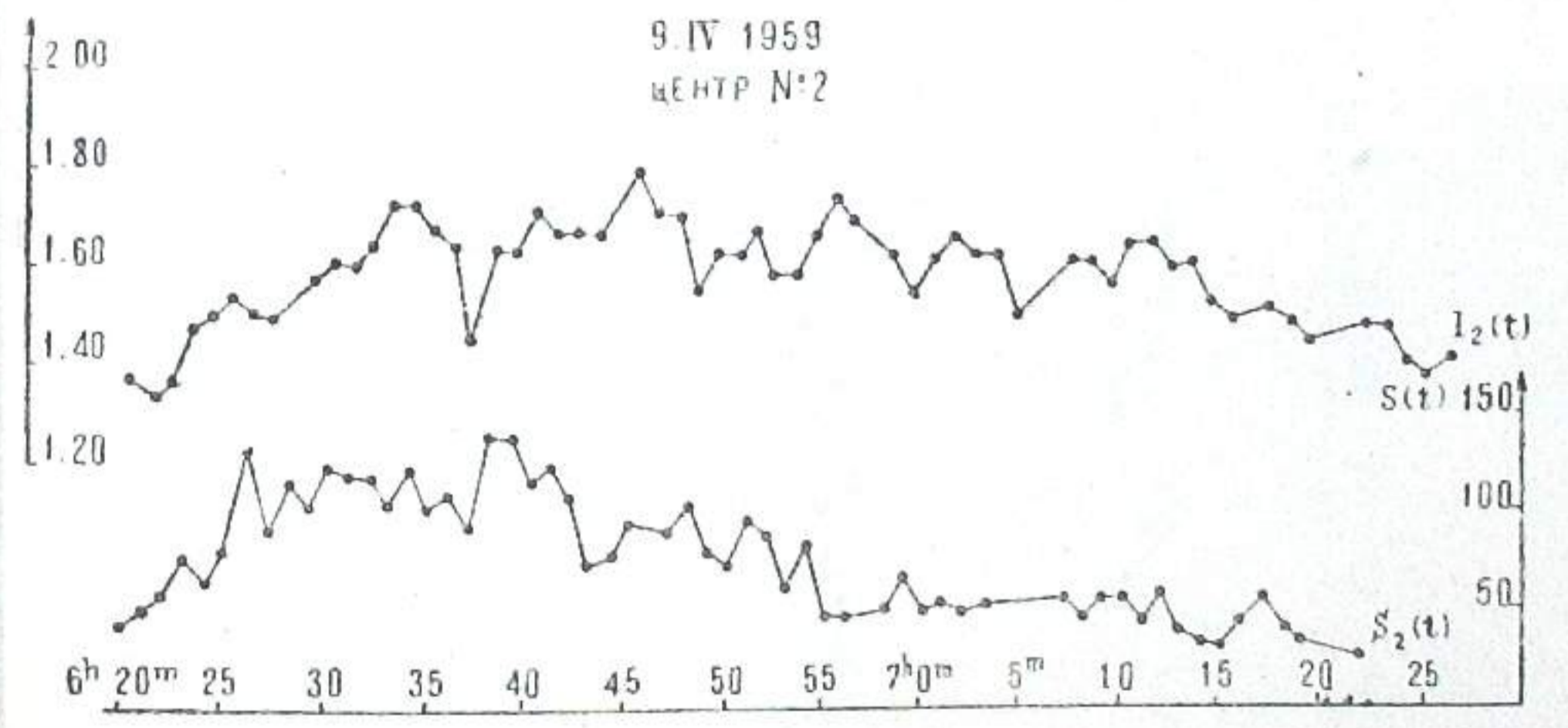
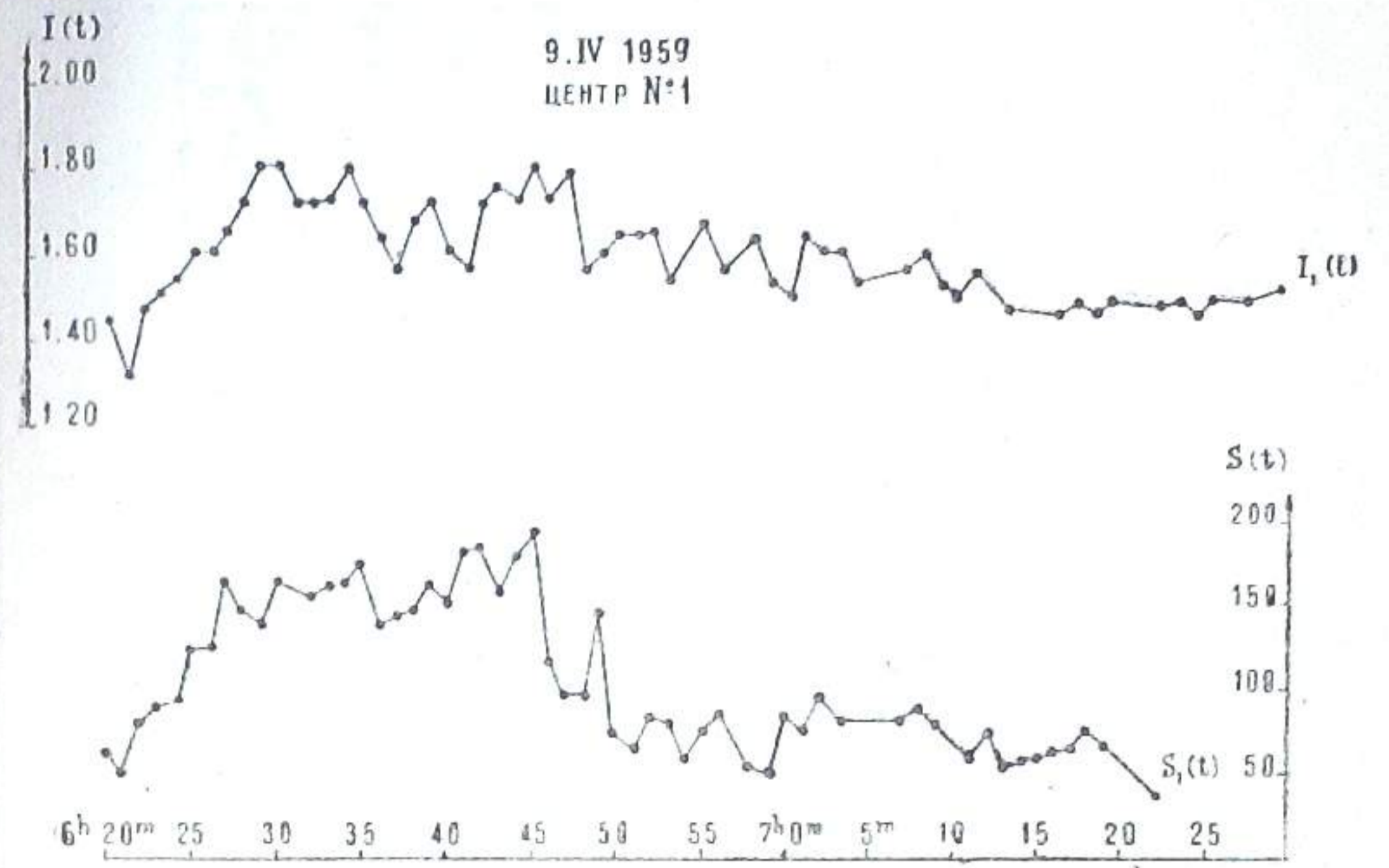


Рис. 1

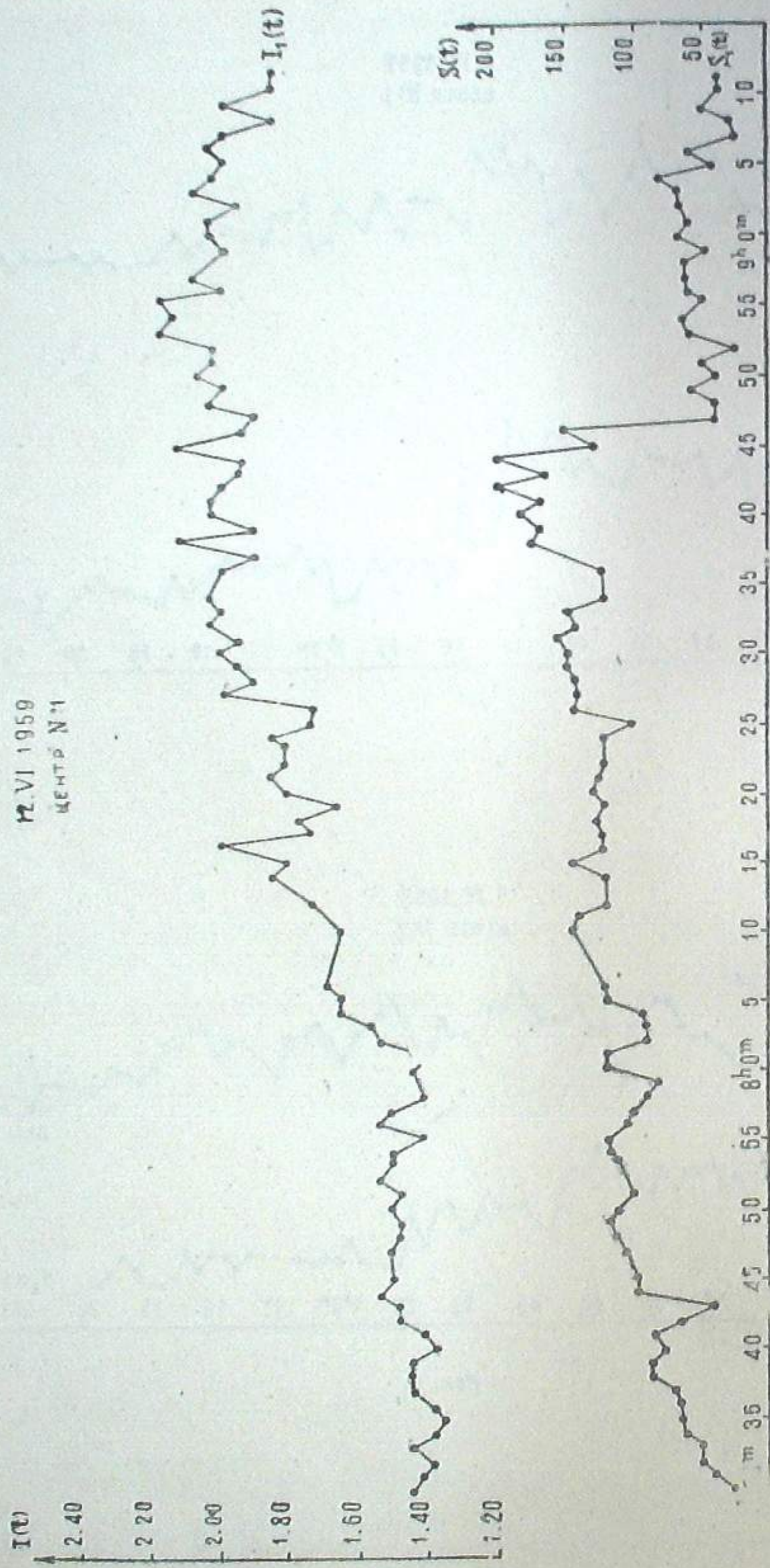


Рис. 2

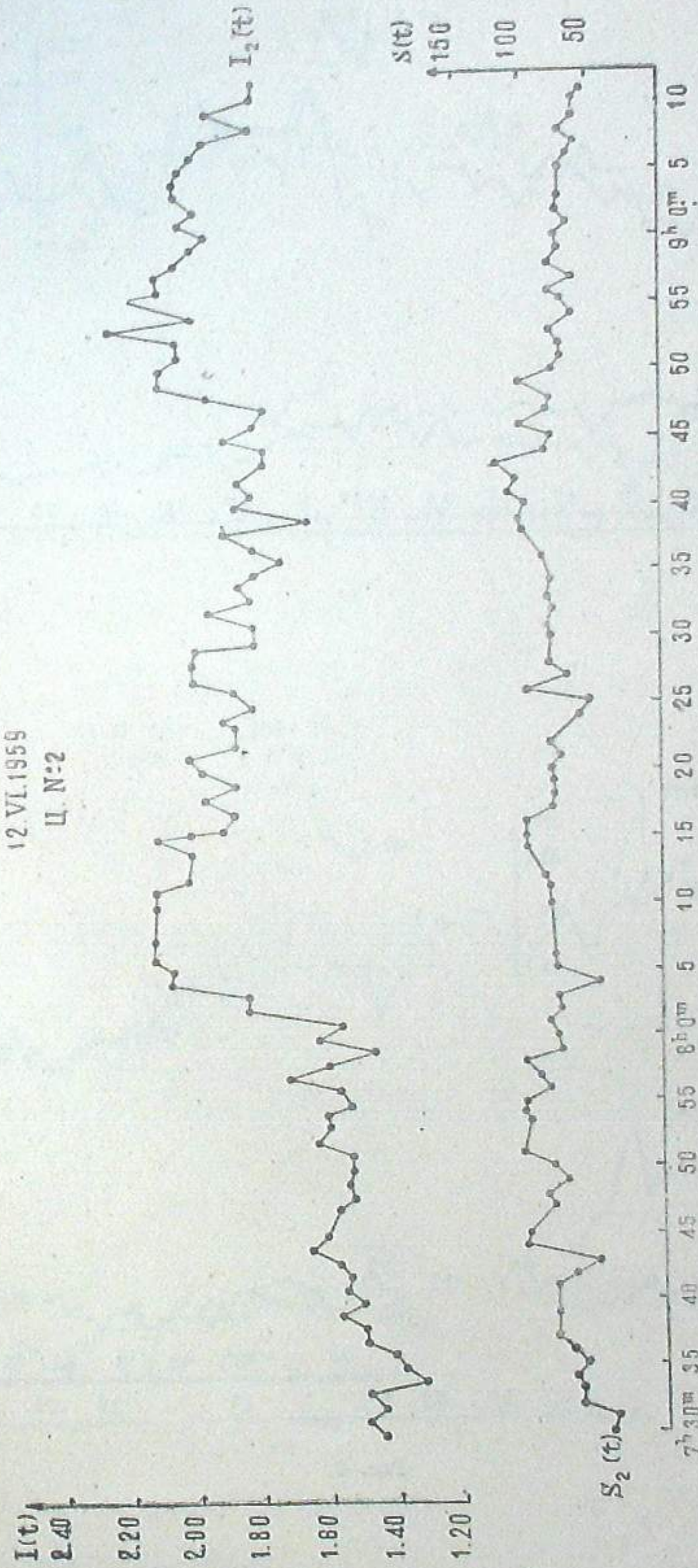


Рис. 3

3. აბასთ. ასტროფ. ობს. ბიულ., № 29

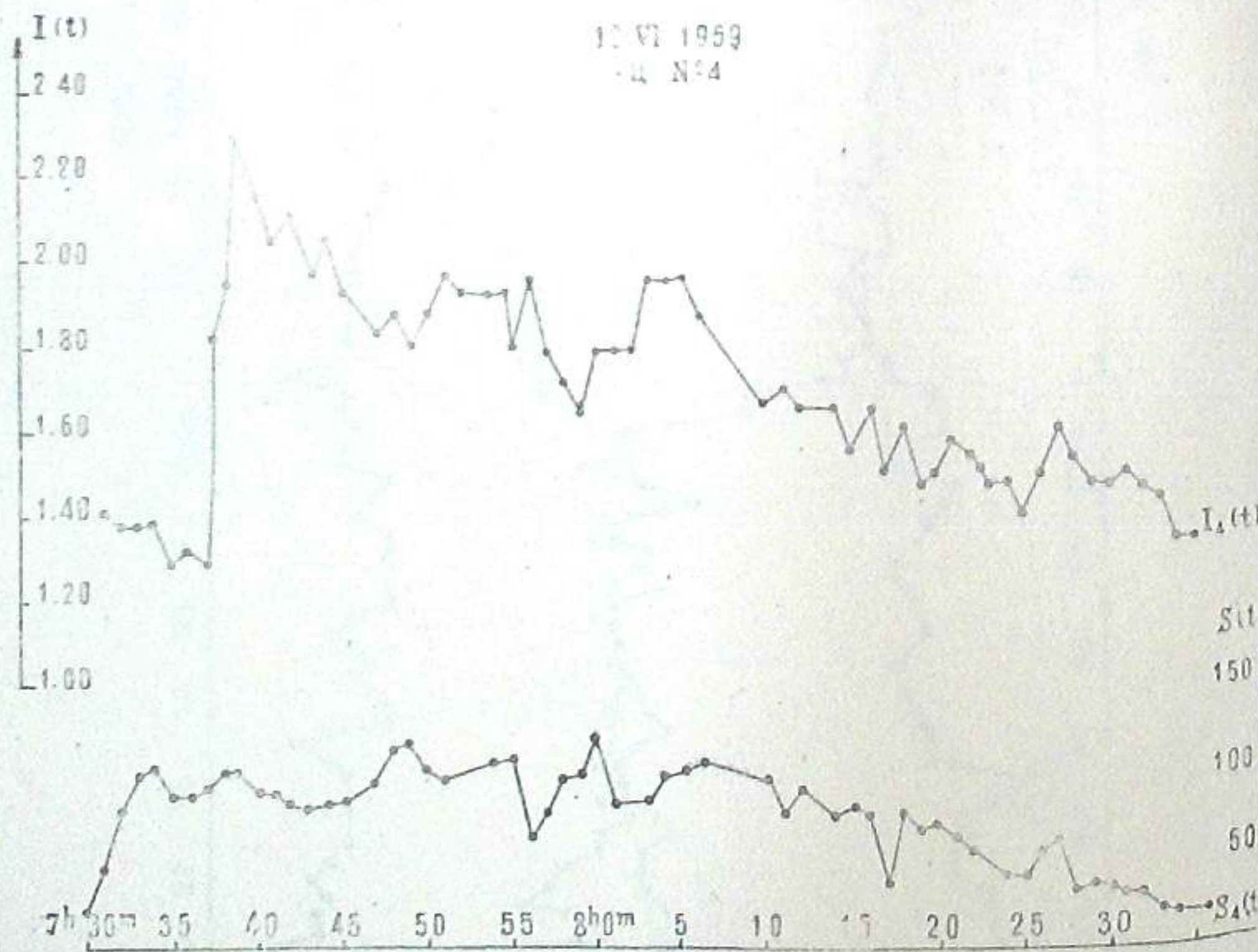
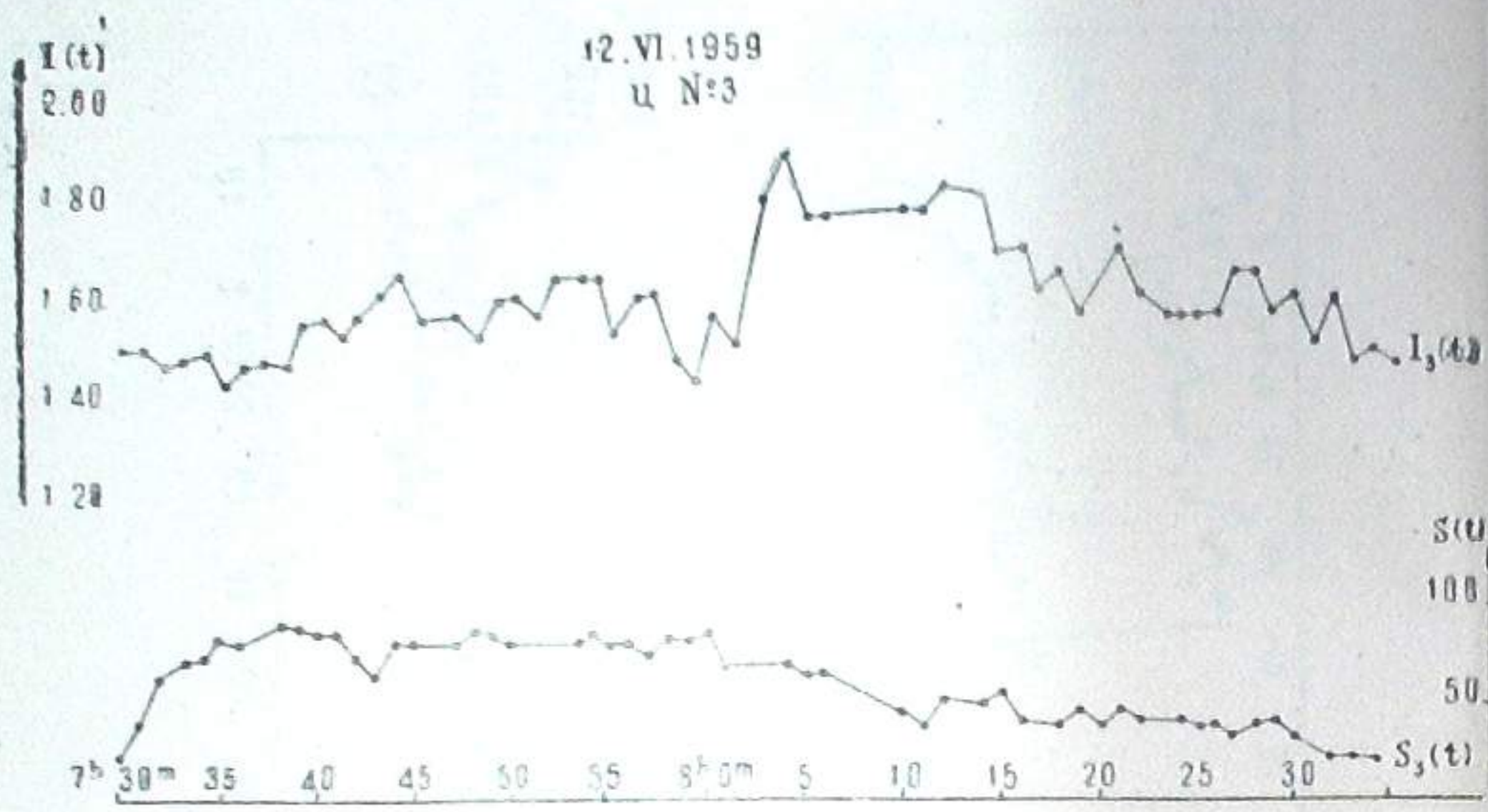


Рис. 4

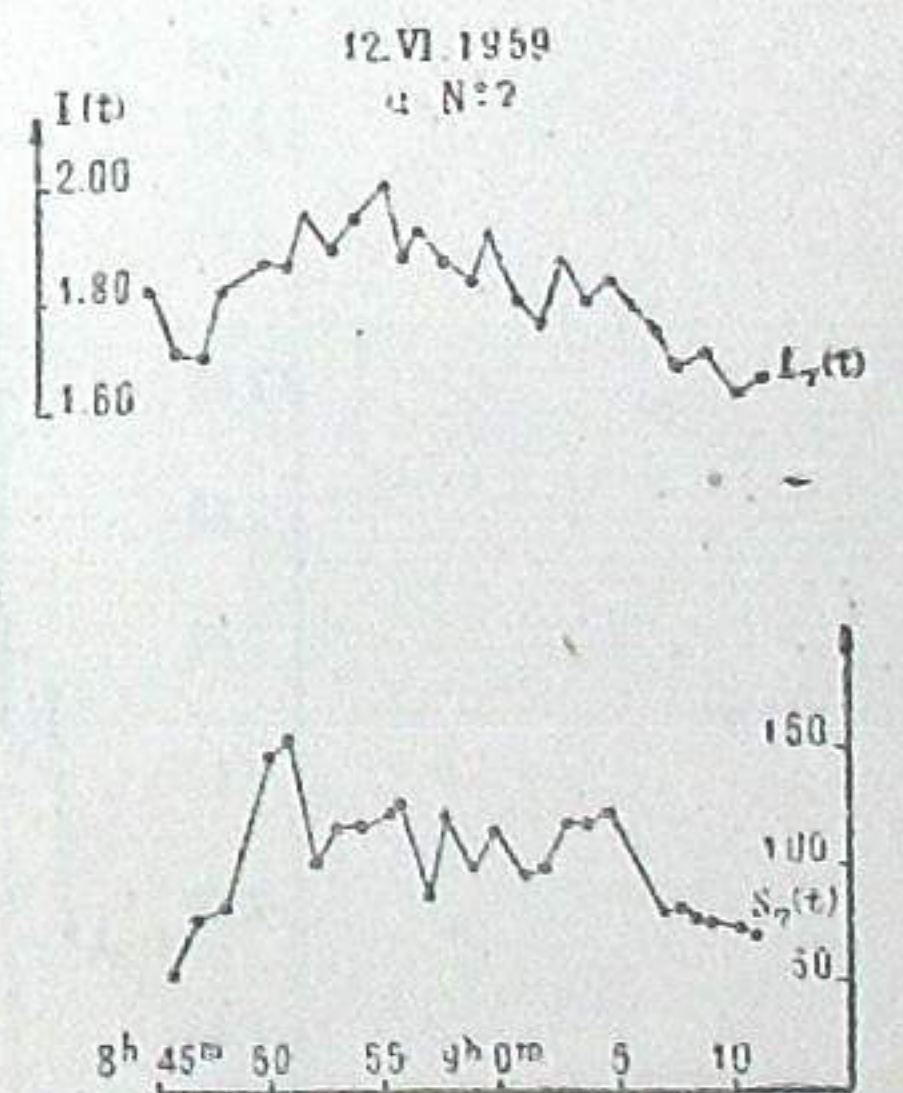
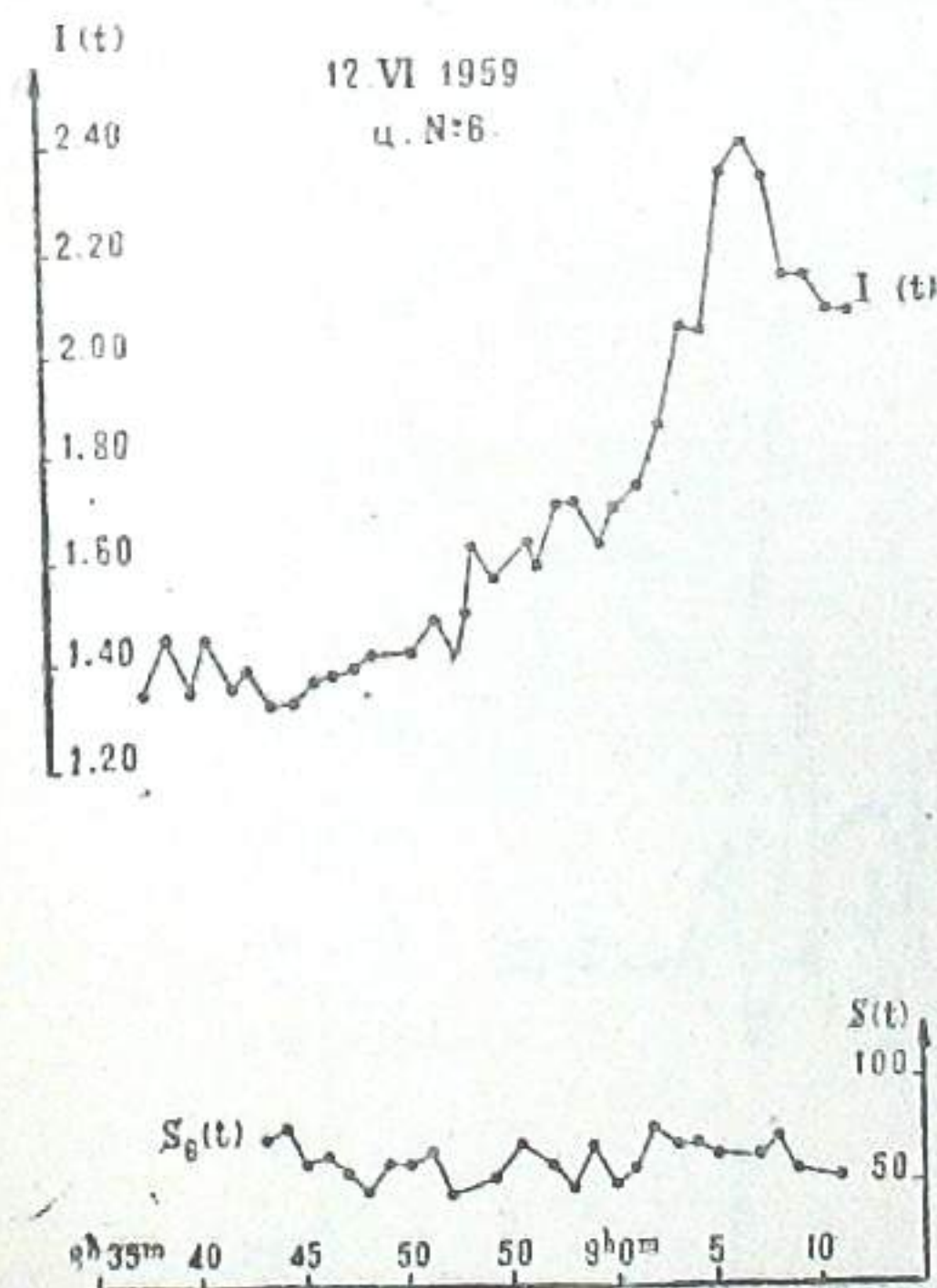
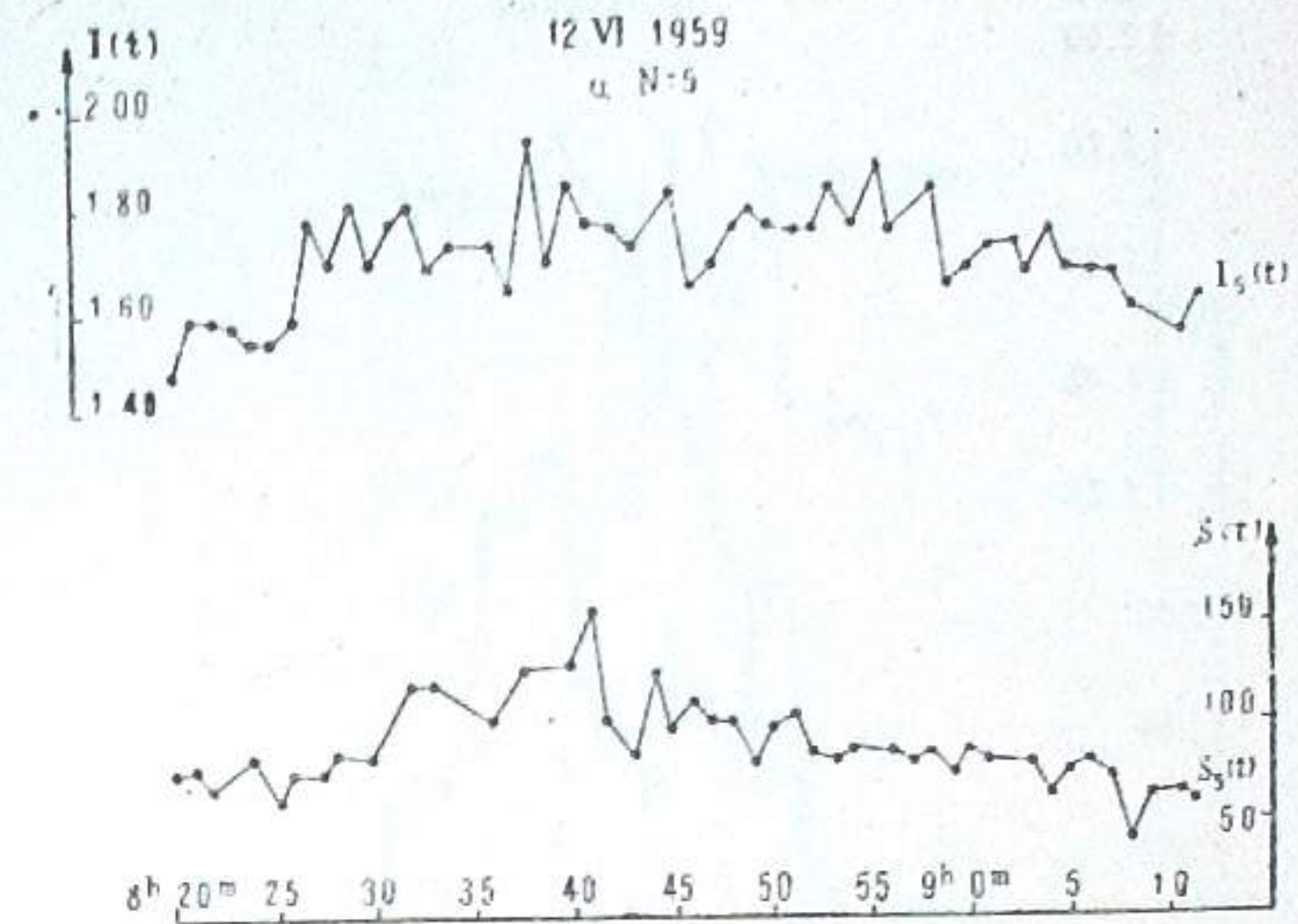


Рис. 5

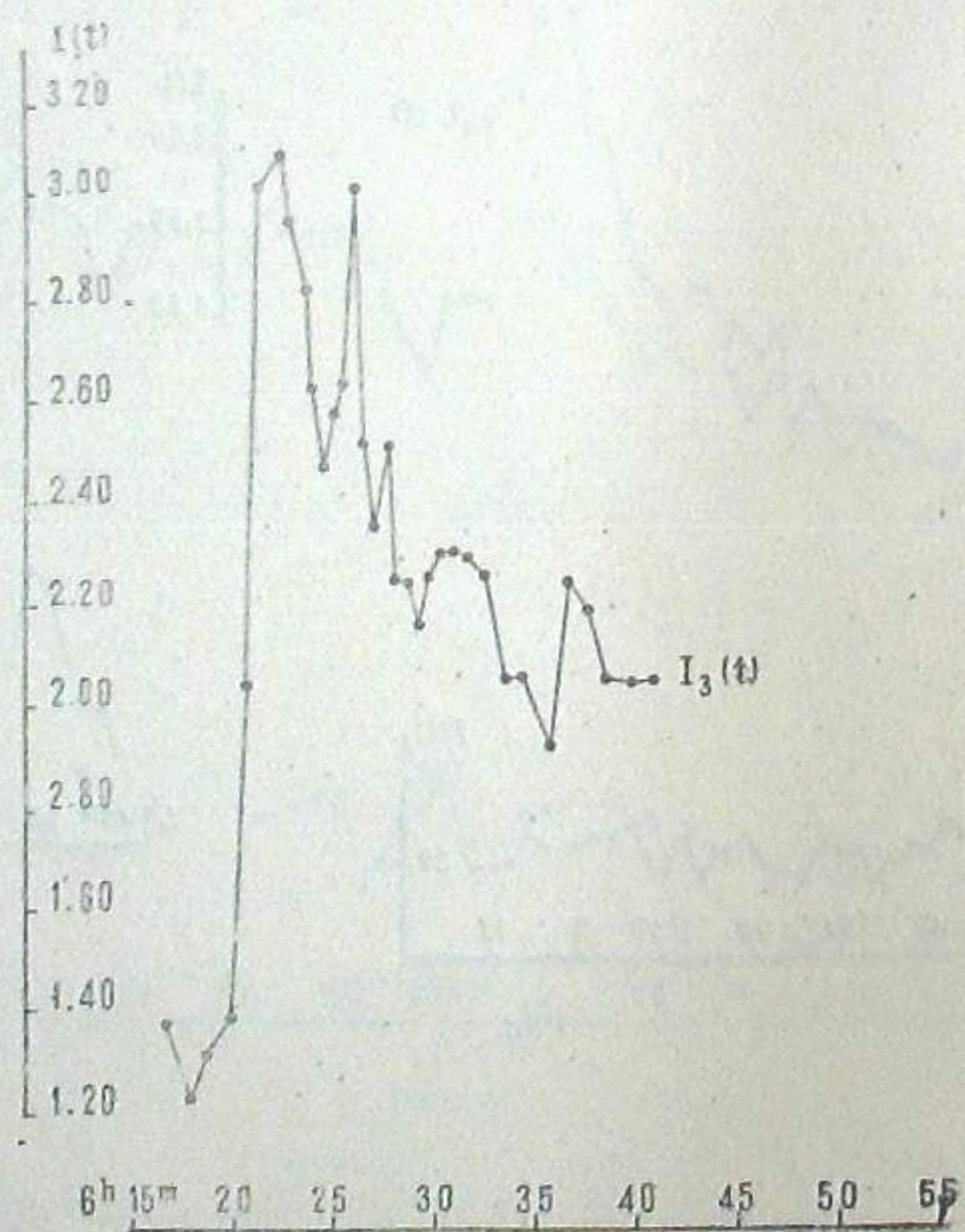
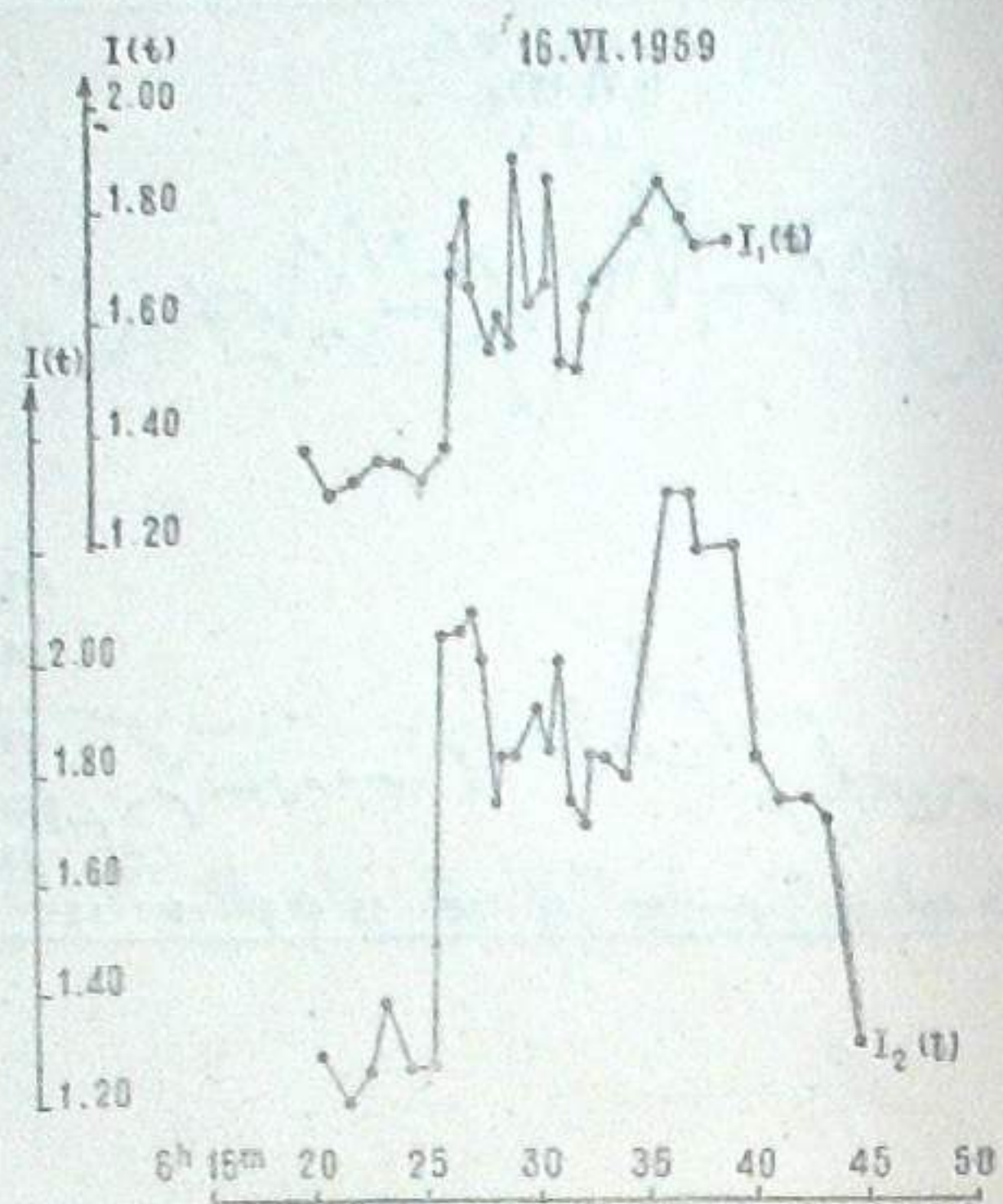


Рис. 6

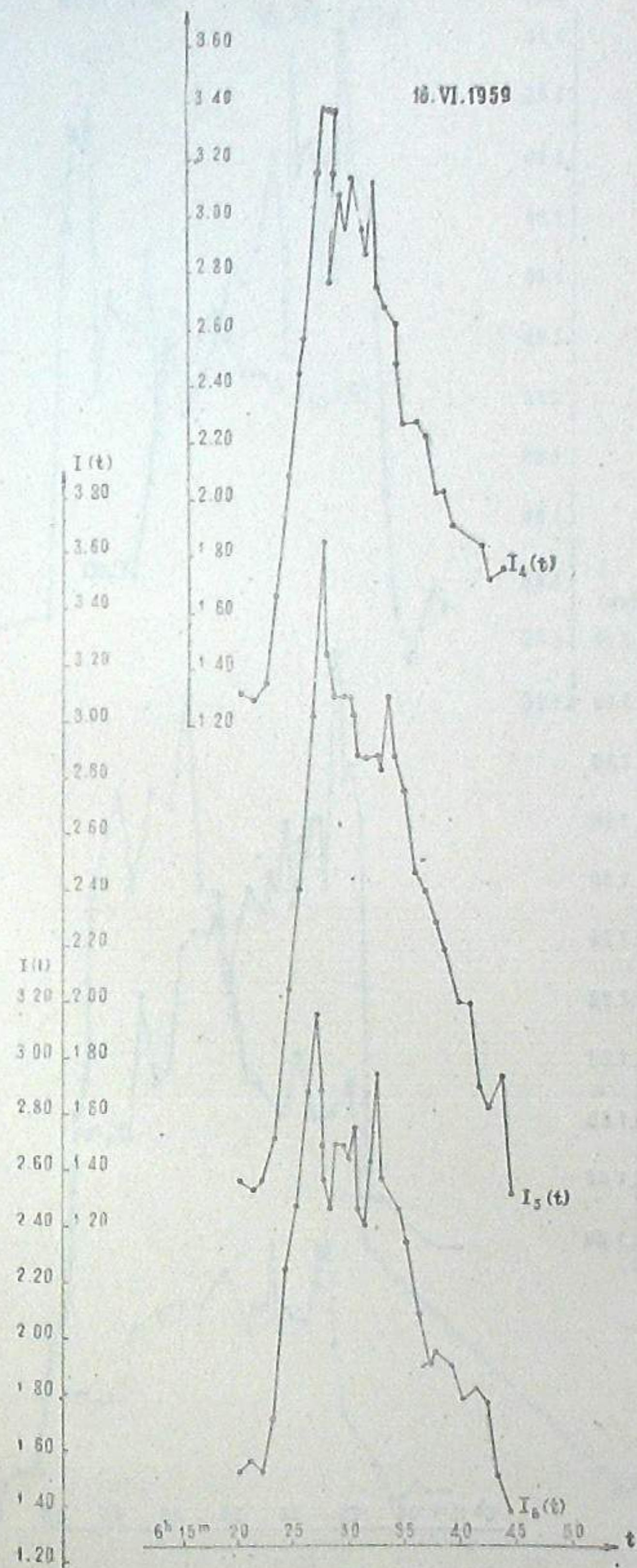


Рис. 7

16.VI.1959

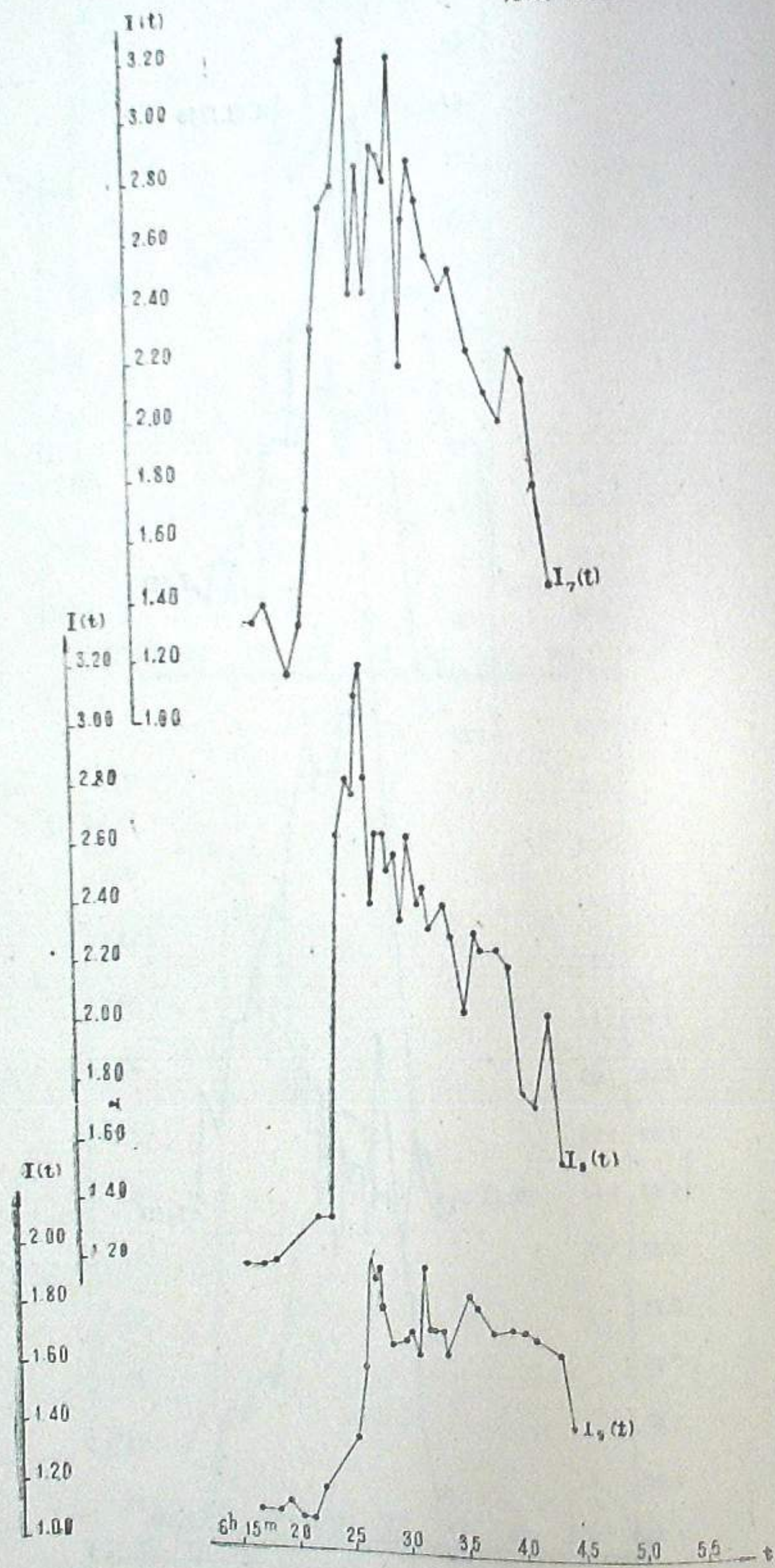


Рис. 8

16.VI.1959

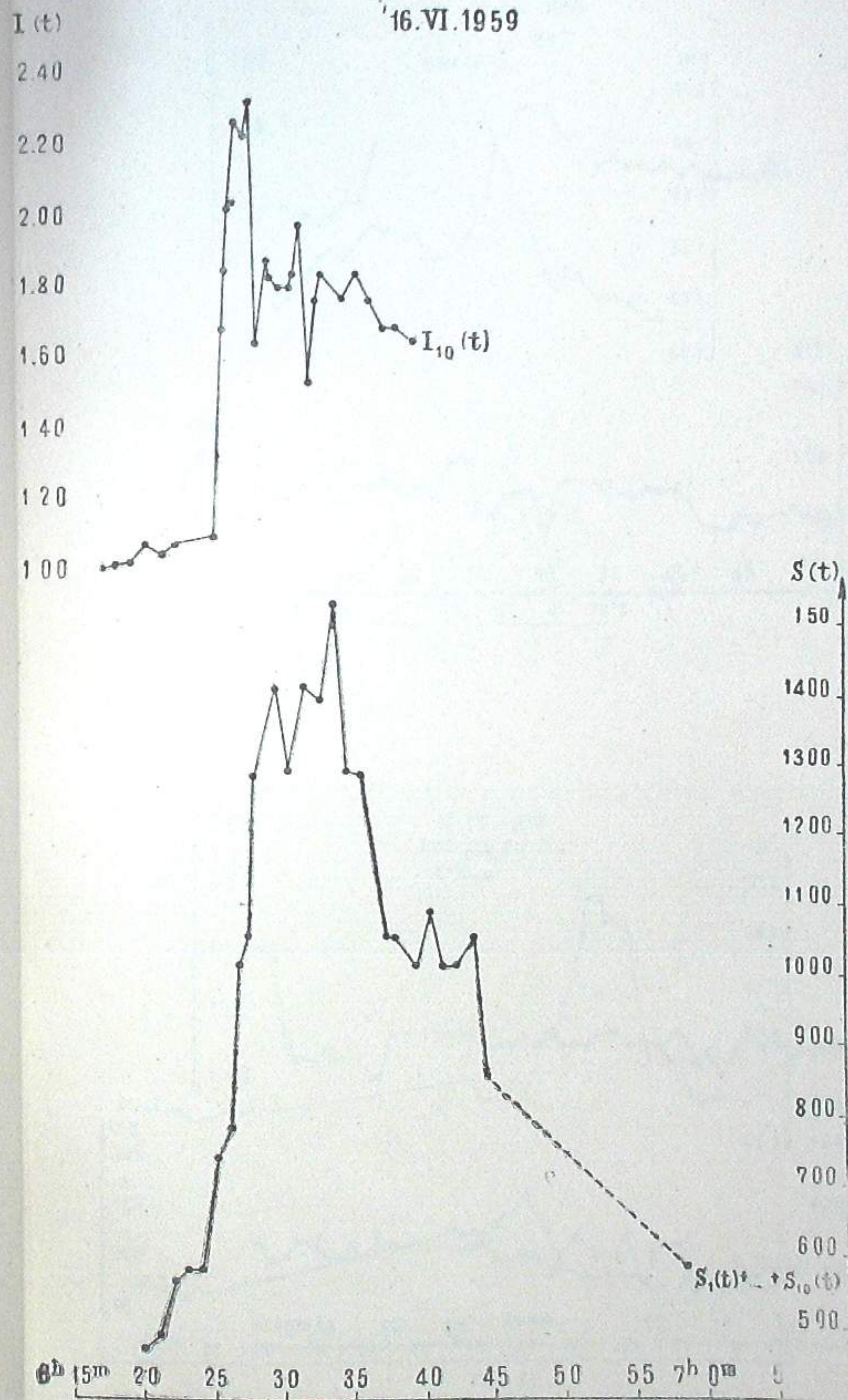


Рис. 9

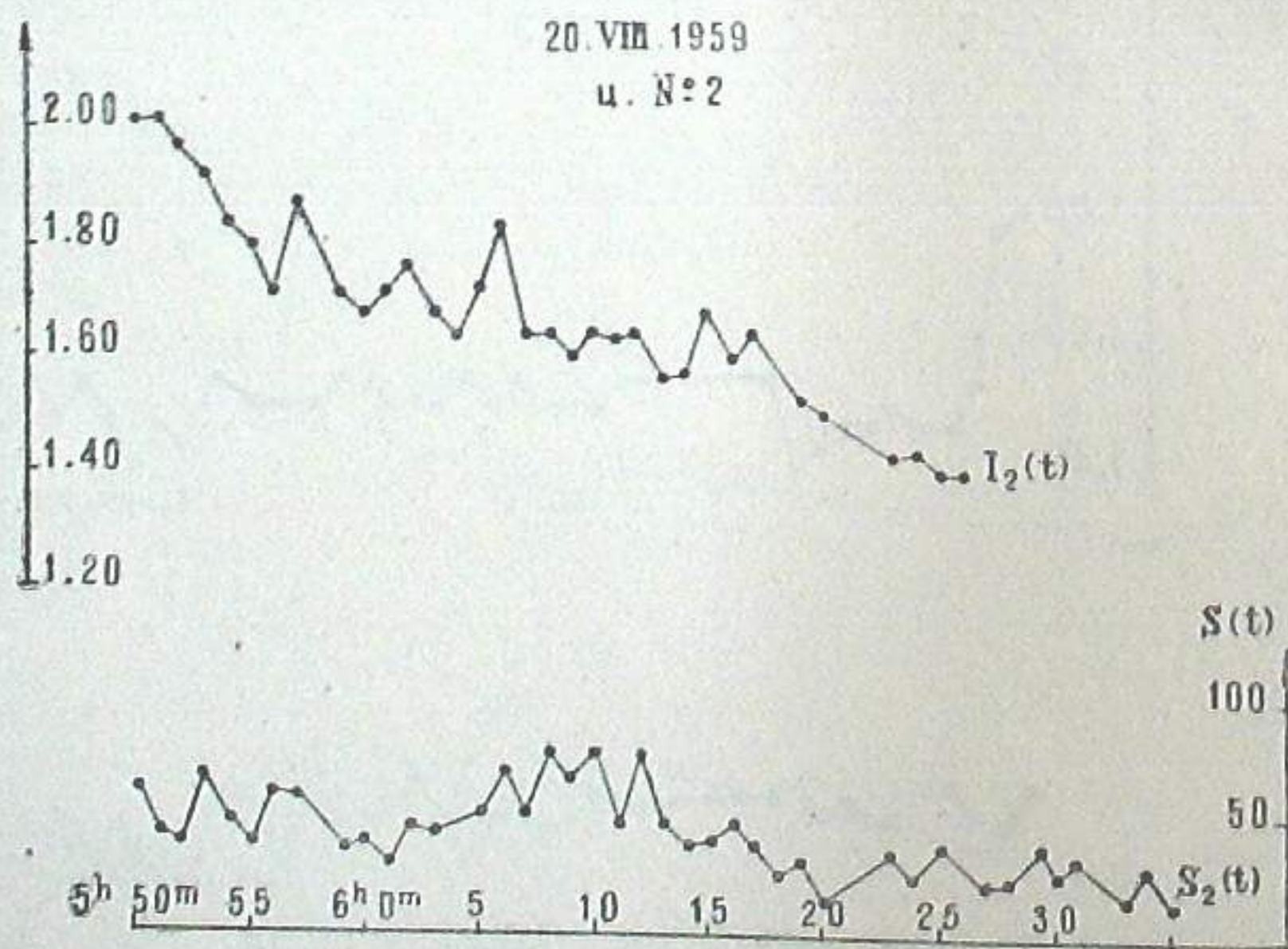
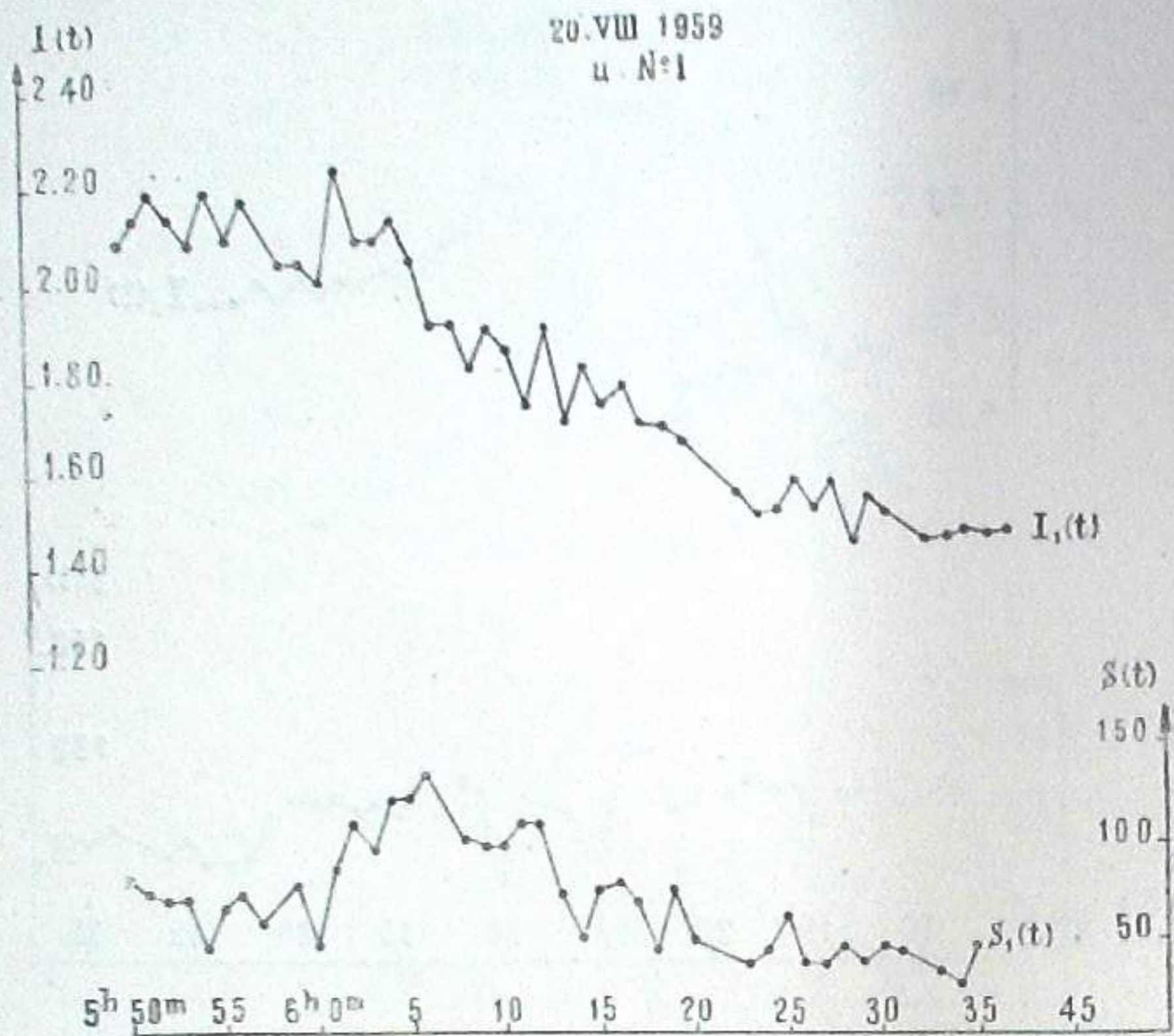


Рис. 12

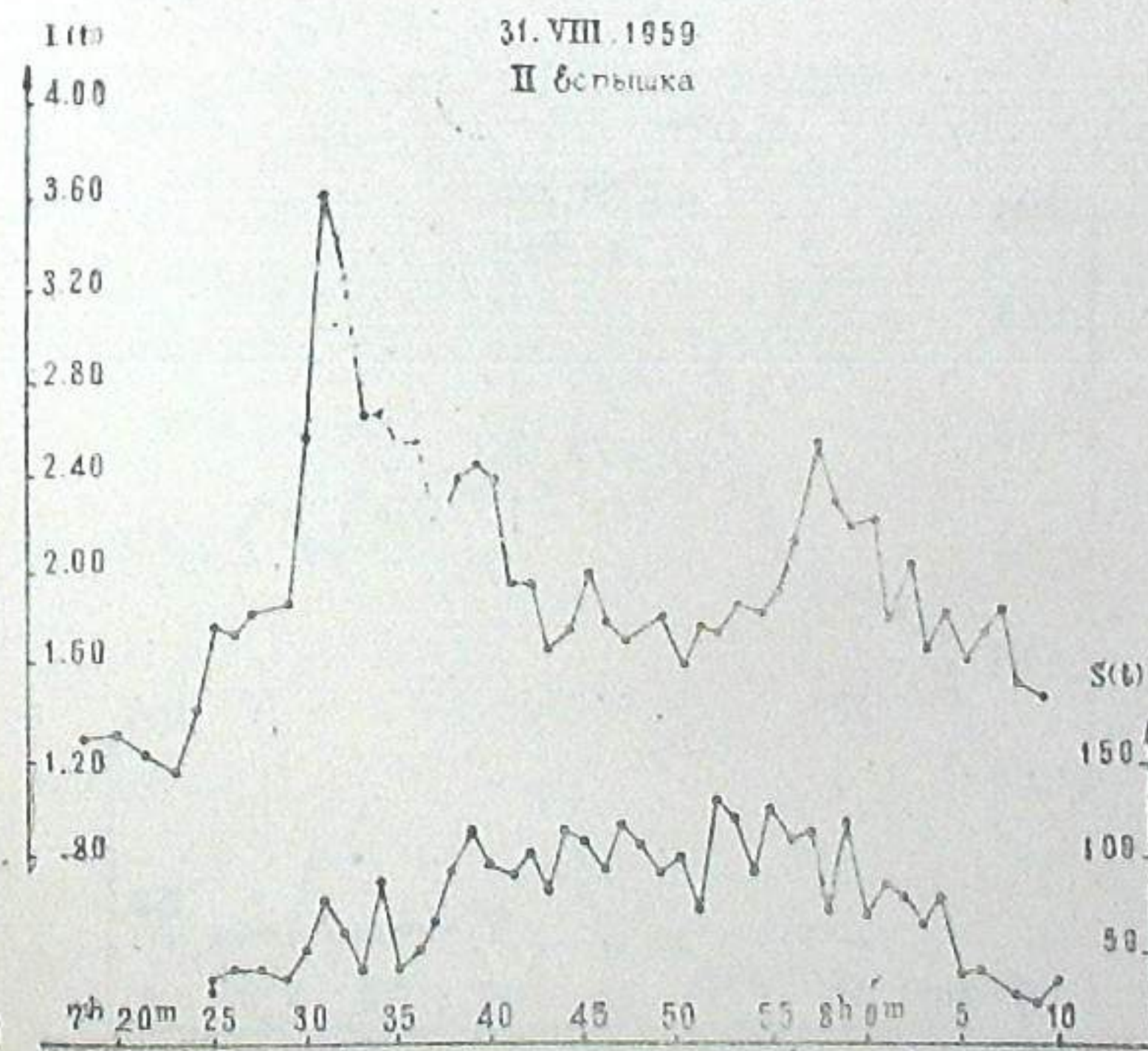
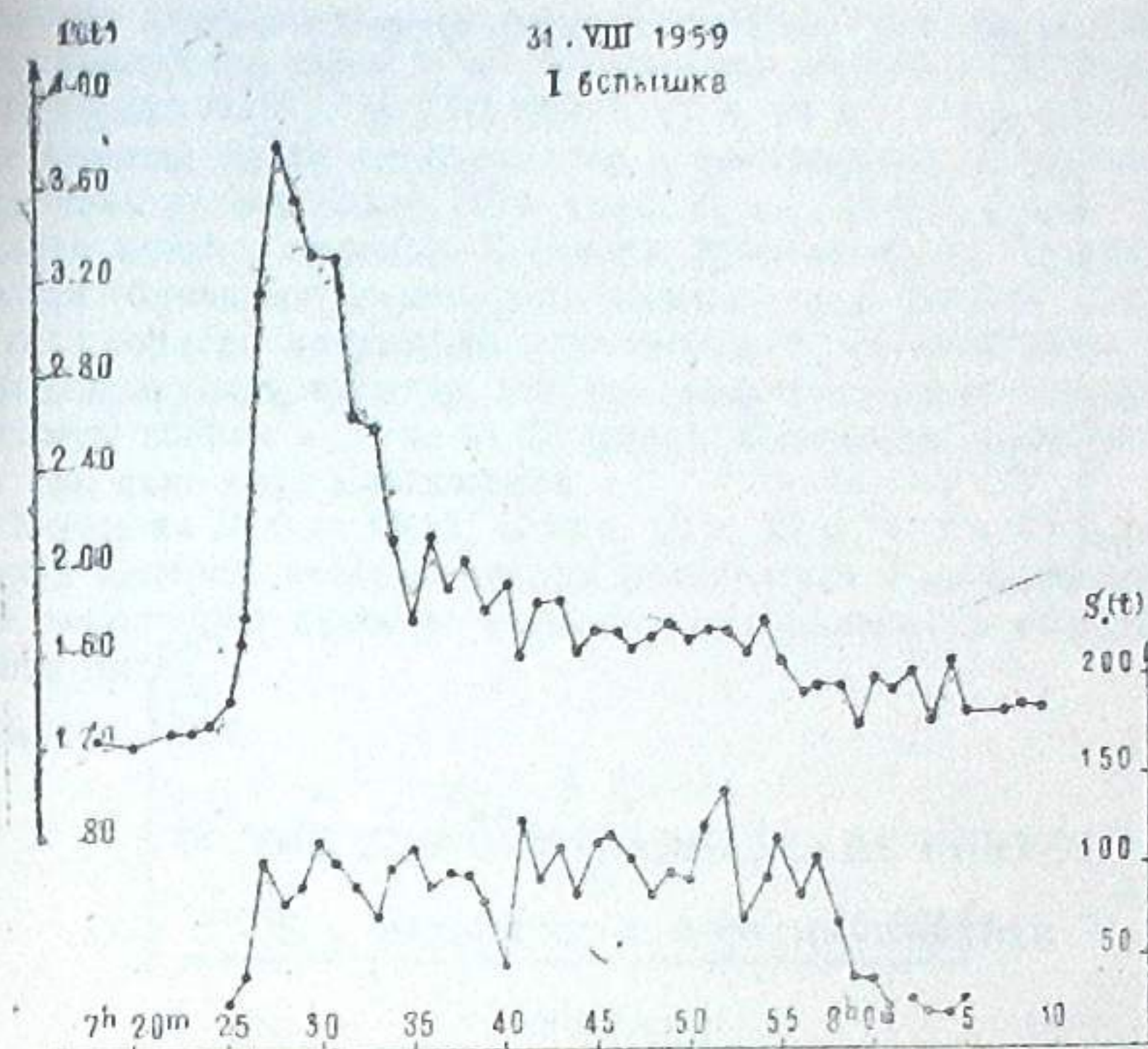


Рис. 13

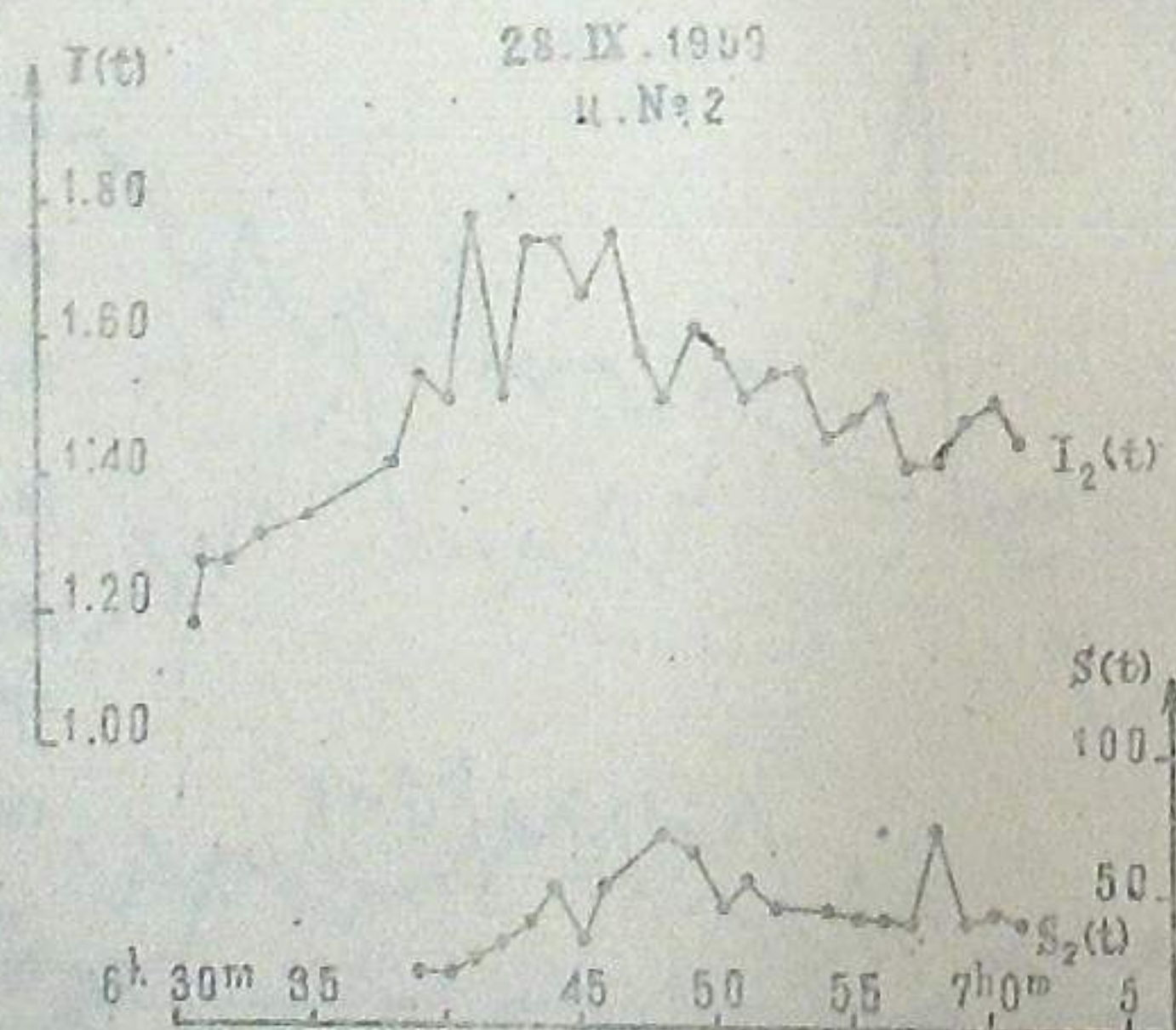
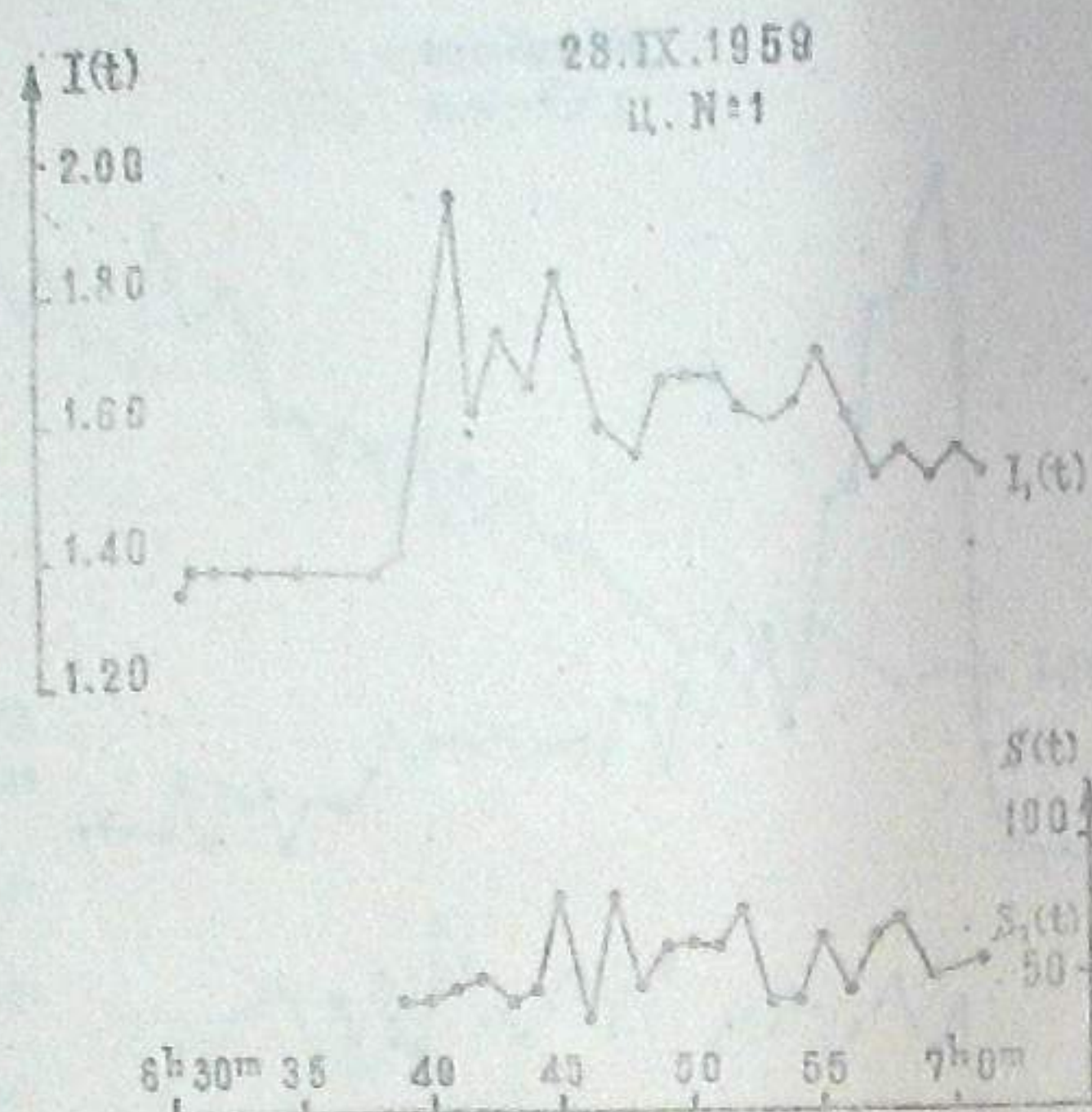


Рис. 14

большими колебаниями яркости. Изменение площади в противоположность изменению яркости не показывало острого максимума.

Вспышка № 8 — 31.VIII.1959 г. (7 ч. 24 м. — 8 ч. 09 м.) — возникла и погасла почти одновременно с предыдущей вспышкой (№ 7) на расстоянии от нее более 10° к краю диска Солнца в той же области больших пятен и волокон. Вспышка примечательна большой яркостью и двумя (близкими по времени) максимумами. Второй максимум яркости был гораздо меньше по интенсивности, но имел явно выраженные фазы возрастания и спада, как бы самостоятельная вспышка. Вторым максимум возник и погас за 20 минут. Изменение площади не показывает так явно двух максимумов.

Вспышка № 9 — 28.IX. 1959 г. (6 ч. 39 м. — 7 ч. 01 м.) — состояла из двух центров, которые начали развиваться и погасли одновременно, имея небольшую яркость. Вспышка находилась в области большой группы пятен.

Октябрь, 1961.

THE CHROMOSPHERIC FLARE CURVES

T. S. RAZMADZE, A. S. TSKHOVREBADZE

(Summary)

The photometric curves of 9 intensive chromospheric flares observed in 1959 at the Abastumani astrophysical observatory are given.

October, 1961.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОВСПЛЕСКОВ СОЛНЦА НА ЧАСТОТЕ 209 МГЦ

Ш. С. МАКАНДАРАШВИЛИ

В Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузинской ССР ведется регистрация радиоизлучения Солнца на частоте 209 мгц. Установка, регистрирующая радиоизлучение, состоит в основном из трех блоков: антенно-фидерная система, радиоприемник с самописцем и блок питания.

Антенну составляют 16 активных полуволновых диполей, расположенных в одной плоскости над отражающим экраном. Все диполи соединены между собой синфазно несимметричным фидером, а выход антенны со входом приемника-кабелем РК-6. Конструкция антенны дает возможность направлять ее на любой участок неба. Диаграмма направленного действия антенны в горизонтальной и в вертикальной плоскости 12° и 17° , соответственно.

Приемник радиотелескопа представляет собой чувствительный супергетеродин, полоса пропускания которого равна 1,5 мгц, работающий по компенсационной схеме. Чувствительность приемника равна 1 микровольту, шум-фактор — 8-ми (метод определения см. в [1]) и постоянная времени детектора $\tau = RC = 4$ секундам.

Минимальный поток энергии, который регистрирует установка, равен $4,3 \cdot 10^{-14} \frac{\text{ватт}}{\text{м}^2 \text{гц}}$. В том случае, когда поток энергии настолько велик, что перо самописца выходит за пределы шкалы, можно при помощи шунтов уменьшить чувствительность самописца.

В связи с широкой программой Международного Геофизического Года в Абастуманской астрофизической обсерватории велись регулярные наблюдения за радиоизлучением Солнца с 10 до 16 часов Местного времени.

Радиоизлучение со стороны полярной звезды условно принято нулевым. Во время наблюдения антенна направлена на Солнце и регистрация радиоизлучения ведется на диаграммной ленте самописца, где и фиксируется определенное отклонение по сравнению с нулевым значением.

При обработке записи наблюдения отсчеты брались от нулевого до среднего значения отклонения, даваемого радиоизлучением Солнца. Для точности обработки часовой интервал мы делили на пятиминутные интервалы, для каждого пятиминутного интервала вычисляли поток

энергии в условных единицах $10^{-22} \frac{\text{ватт}}{\text{м}^2 \text{гц}}$, после чего сначала

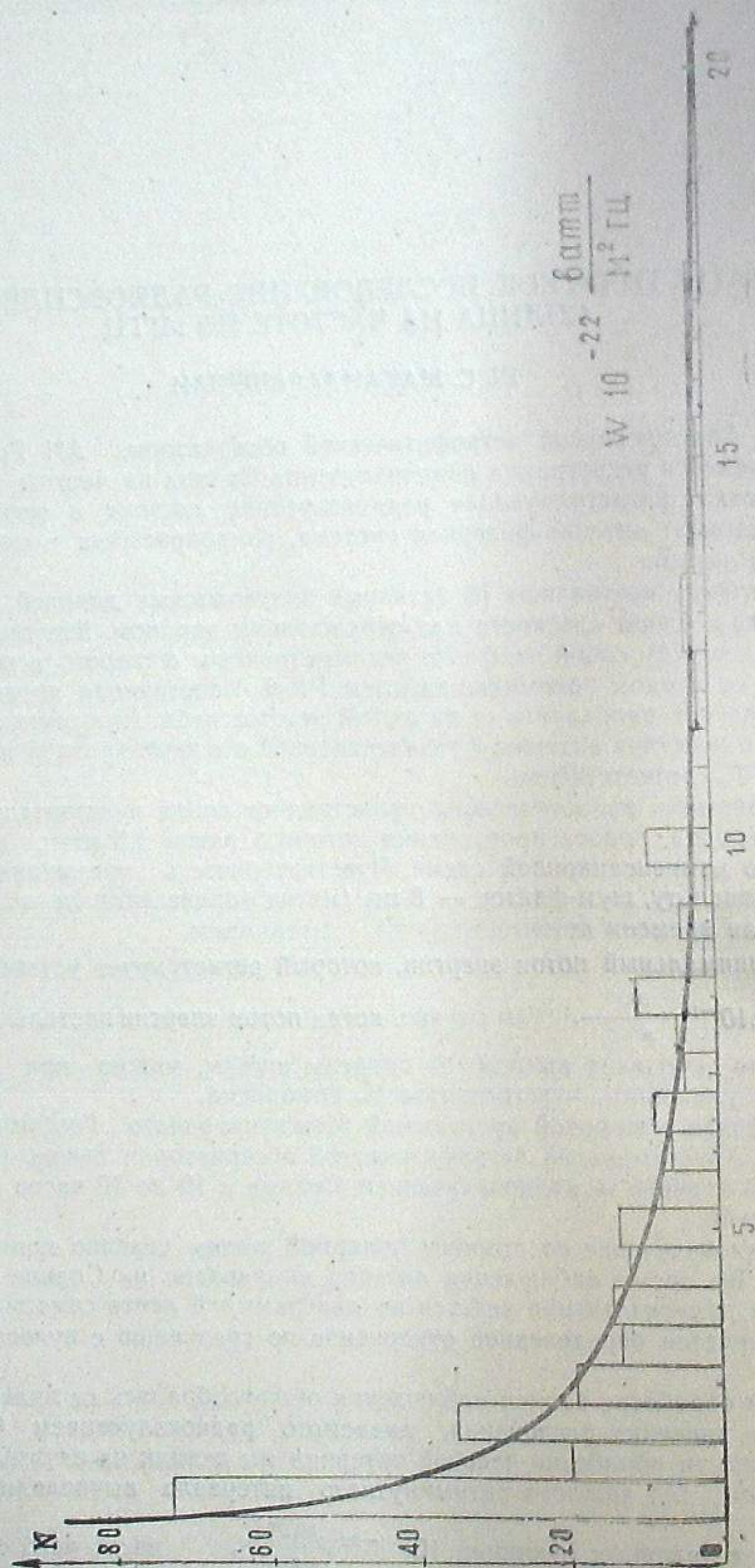


Рис. 1

производили усреднение потока энергии для одного часового интервала, а затем — усреднение трехчасового интервала.

В случаях радиовсплесков, т. е. мгновенных увеличений радиоизлучения по сравнению с основным (средним) уровнем, мы измеряли величины (амплитуды) отклонения.

Нашей задачей было выяснить зависимость между энергией потока радиоизлучения и числом всплесков. С этой целью мы обработали по известной идее [2] 25 дневных наблюдений за период от XII.1957 г. до VIII.1958 г. Это тот период, когда на диаграммной ленте самописца отмечались активные явления Солнца. Наблюдения за «спокойным» Солнцем в наши вычисления не входят. Всего обработано 7000 радиовсплесков Солнца. Всплески, имеющие поток энергии меньше, чем $1,5 \cdot 10^{-22} \frac{\text{ватт}}{\text{м}^2 \text{Гц}}$, в обработку не включены, так как нет уверенности в их реальности. Максимальный поток энергии, зарегистрированный нами, — $80 \cdot 10^{-22} \frac{\text{ватт}}{\text{м}^2 \text{Гц}}$.

Для построения графика функции распределения весь диапазон энергии всплесков от $1,5 \cdot 10^{-22} \frac{\text{ватт}}{\text{м}^2 \text{Гц}}$ до $80 \cdot 10^{-22} \frac{\text{ватт}}{\text{м}^2 \text{Гц}}$ разделен на интервалы, шириной по $0,5 \cdot 10^{-22} \frac{\text{ватт}}{\text{м}^2 \text{Гц}}$. Мы построили гистограммы для

ежедневных всплесков, но существенных различий не заметили в них, потому и объединены нами все данные в одну гистограмму, представленную на рисунке в виде прямоугольников (экспериментальная).

Для представления распределения радиовсплесков Солнца по потокам энергии в аналитическом виде мы применили метод Пирсона [3]. В критерии Пирсона для параметров β_1 , β_2 , χ и λ мы получили следующие числовые значения:

$$\beta_1 = \frac{M_3}{M_2} = 11,5; \quad \beta_2 = \frac{M_4}{M_3} = 19,2;$$

(M_2 , M_3 и M_4 — центральные моменты распределения для нашего наблюдения);

$$\chi = \frac{\beta_1(\beta_2 + 3)^2}{4(2\beta_2 - 3\beta_1 - 6)(4\beta_2 - 3\beta_1)} = -15,3;$$

$$\lambda = \frac{(4\beta_2 - 3\beta_1)(10\beta_2 - 12\beta_1 - 18)^2 - \beta_1(\beta_2 + 3)^2(8\beta_2 - 9\beta_1 - 12)}{(3\beta_1 - 2\beta_2 + 6)[\beta_1(\beta_2 + 3)^2 + 4\beta_1(4\beta_2 - 3\beta_1)(3\beta_1 - 2\beta_2 + 6)]} = -1,2.$$

На основании (1) мы сочли подходящим для представления нашего распределения III тип кривых Пирсона. Этот тип имеет три параметра, после определения которых получаем:

$$N = 22,5 \left(1 - \frac{W + 6,7}{7,5} \right)^{-0,7} e^{-0,09W},$$

где N — число радиовсплесков, а W — поток энергии радиовсплесков.

На рисунке кривая представляет распределение (2) радиовсплесков Солнца по потокам энергии.

В наших вычислениях примерно 60% радиовсплесков Солнца на-
ходятся в интервале (1—5) гистограммы.

Июль, 1961.

THE STATISTICAL INVESTIGATION OF SOLAR 209 Mc/s RADIOFLARES

Sh. S. MAKANDARASHVILI

(Summary)

The observations from December 1957 to August 1958 have been carried out by means of a radiotelescope tuned on 209 Mc/s.

7000 radioflares have been treated. The function of their distribution is represented in the form of Pirson's third type curve. The numerical values of their parameters have been obtained.

July, 1961.

ЛИТЕРАТУРА

1. Термен Ф. и Петтит Дж. Измерительная техника в электронике. Москва, 1955.
2. Oivind Hauge. Statistical Investigations of Solar Radio Bursts on 200 Mc/s. *Astrophysica Norvegica*. 1956, V, No. 8, 227—240.
3. Романовский В. Математическая статистика. Москва, Ленинград, 1938.

НАБЛЮДЕНИЯ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЦА НА ВОЛНЕ 1.44 м

А. Н. АЛИМБАРАШВИЛИ, Ш. С. МАКАНДАРАШВИЛИ,

Э. И. ПАРСАДАНОВА

В 1957 г. в Абастуманской астрофизической обсерватории был закончен и введен в строй солнечный радиотелескоп для наблюдения на частоте 209 мгц. Систематические наблюдения начались в декабре 1957 г. Наблюдения в 1958 и 1959 гг. велись по программе МГГ и МГС. За этот период накоплен большой наблюдательный материал, результаты обработки которого регулярно направлялись в мировой центр — Научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ) при Горьковском государственном университете им. Н. И. Лобачевского.

В 1958—1959 гг. наблюдения и обработку вели сотрудники радиоастрономической лаборатории: Ш. Макандарашвили, С. Петашвили, Г. Громич, А. Алимбарашвили, М. Турманишвили, Э. Парсаданова, и А. Иванникова.

Во время МГГ и МГС радиотелескопом было зафиксировано большое количество солнечных вспышек и необычных явлений, данные о которых публиковались в Бюллетенях «Солнечные данные» №№ 1—12, 1958; 1—12, 1959.

Ниже приведена таблица необычных явлений, для которых мгновенный поток $S_{\text{мгнов.}} > 30 \cdot 10^{-22} \frac{\text{ватт}}{\text{м}^2 \text{Гц}}$ и тех вспышек, для которых

$S_{\text{мгнов.}} > 200 \cdot 10^{-22} \frac{\text{ватт}}{\text{м}^2 \text{Гц}}$. Длительность этих вспышек менее 2 мин.,

поэтому в таблице указаны только время начала вспышек и значение

времени в таблице дается декретное (для Абастумани). Цифры в столбце 5 означают:

- 1 — простой рост или спад интенсивности,
- 2 — сложное изменение интенсивности,
- 3 — явление составляет часть общей активности,
- 4 — отчетливое превышение над основным уровнем,
- 6 — внезапное начало роста активности,
- 7 — многократные всплески, разделенные относительно короткими промежутками спокойного излучения.

Некоторая разница с опубликованными ранее результатами объясняется улучшением методики обработки материала.

Январь, 1962.

Таблица необычных явлений и вспышек
радиоинтенсивности на волне 1,44 м

Дата	Момент начала всплеска	Продолжитель- ность всплеска в мин.	Момент макси- мума	Тип явления	Максимальный поток 10^{-22} $\frac{\text{ватт}}{\text{м}^2 \text{ гц}}$	
					мгновен- ный	сглажен- ный
1957 г. Декабрь						
18	14 ^h 27 ^m	13	14 ^h 32 ^m	23	58	10
	14 59	8	15 01	23	62	12
19	13 49	13	13 52	23	160	26
22	14 50	9	14 56	24	297	87
23	15 37	11	15 46	7	43	5
1958 г. Январь						
17	12 45	13	12 50	24	52	27
23	13 15	10	13 18	7	30	24
Февраль						
5	11 15	40	11 42	234	30	—
	12 51	169	13 27	23	40	—
Март						
1	13 35	10	13 40	23	34	6
3	14 46	8	14 48	7	45	15
23	13 57	12	14 03	24	48	35
30	15 15	12	15 18	26	43	25
Апрель						
4	13 08	8	13 10	247	127	23
М а й						
1	11 30	90	13 00	7	27	—
2	13 47	28	14 05	23	31	15
Июнь						
26	11 05	16	11 20	234	49	10
Июль						
3	13 10	—	—	—	400	—
11	15 19	3	15 21	24	35	8
29	15 43	17	15 47	234	59	21
Октябрь						
3	10 00	3	10 02	14	53	32
29	15 04	11	15 10	624	67	12
Ноябрь						
11	12 23	17	12 39	23	40	20
	13 40	25	13 49	23	59	29
25	12 14	33	12 22	23	35	24
29	12 59	5	13 02	23	85	13
	13 41	16	13 50	23	70	18
30	10 41	6	10 44	24	40	14
Декабрь						
2	13 30	5	13 32	14	38	17
3	13 08	9	13 09	27	50	6
5	10 23	5	10 25	23	85	13
	10 44	9	10 47	234	88	25
	11 00	12	11 10	23	84	19
	11 38	33	11 44	234	90	19
	14 35	5	14 39	23	79	18
6	10 40	4	10 43	23	130	50
	13 37	23	13 38	263	75	29
	14 14	31	14 34	23	61	18
7	13 19	4	13 21	23	35	4
	14 51	2	14 53	23	35	17
	15 00	12	15 07	247	43	12

(продолжение)

Дата	Момент начала всплеска	Продолжитель- ность всплеска в мин.	Момент макси- мума	Тип явления	Максимальный поток 10^{-22} $\frac{\text{ватт}}{\text{м}^2 \text{ гц}}$	
					мгновен- ный	сглажен- ный
8	11 ^h 20 ^m	4	11 ^h 22 ^m	23	26	5
	13 06	2	13 07	624	45	15
	15 20	5	15 23	23	54	10
	15 50	3	15 52	23	48	6
11	12 23	17	12 39	23	40	20
	13 40	25	13 49	23	59	28
13	12 38	—	—	—	1010	—
1959 г. Январь						
5	13 15	35	13 33	7	44	—
7	14 14	21	15 30	23	100	30
	15 18	12	15 19	23	87	17
8	13 10	50	13 57	7	27	—
10	13 12	36	13 18	23	288	61
	14 02	25	14 13	23	262	52
11	14 29	62	14 59	23	74	60
20	10 43	15	10 55	23	35	17
22	14 02	—	—	—	450	—
25	12 51	—	—	—	506	—
	13 13	—	—	—	540	—
	15 11	12	15 17	236	75	18
	10 27	5	10 28	24	61	28
Февраль						
8	13 35	11	13 42	624	68	9
11	10 23	12	10 26	23	69	12
	11 00	63	11 21	23	150	80
16	15 27	12	15 32	23	53	15
17	10 14	15	10 18	624	54	18
	10 48	17	11 00	27	34	7
19	11 12	7	11 15	62	33	4
21	11 22	55	12 10	247	33	—
Март						
11	15 35	5	15 36	624	44	30
19	12 37	15	12 41	23	37	20
26	10 35	—	—	—	630	—
27	12 23	—	—	—	600	—
28	14 47	—	—	—	400	—
29	11 12	—	—	—	800	—
	12 34	—	—	—	657	—
	11 16	—	—	—	630	—
30	13 13	14	13 17	23	72	25
	14 14	11	14 20	23	58	14
Апрель						
8	13 16	—	—	—	1053	—
22	15 10	10	15 17	7	34	—
Май						
8	10 14	13	10 19	24	31	20
9	12 08	—	—	—	245	—
	14 22	—	—	—	286	—
	14 56	—	—	—	286	—
	15 00	—	—	—	613	—
	15 48	—	—	—	204	—
	15 53	—	—	—	327	—
10	14 25	5	14 27	24	38	14

(продолжение)

Дата	Момент начала всплеска	Продолжитель- ность всплеска в мин.	Момент макси- мума	Тип явления	Максимальный поток 10^{-22} ватт $m^2 Hz$	
					мгновен- ный	сглажен- ный
12	15 ^h 58 ^m	—	—	1	405	—
19	10 43	4	10 45	6	55	42
27	14 20	120	14 54	7	20	—
Июнь						
12	11 56	—	—	—	248	—
29	13 58	13	14 24	23	30	16
Июль						
14	10 38	27	11 03	23	128	40
	13 33	21	13 42	23	103	24
15	13 31	3	13 33	24	35	14
	15 49	2	15 50	24	25	8
Август						
12	12 40	4	12 41	624	36	18
17	11 14	—	—	—	531	—
	11 18	—	—	—	531	—
	11 20	—	—	—	450	—
18	14 26	14	14 30	674	777	—
	15 27	—	—	—	572	—
24	16 23	19	16 30	23	36	20
	16 41	11	16 53	23	40	14
Октябрь						
16	12 06	9	12 08	23	41	21
	13 18	10	13 20	234	40	23
17	14 30	26	14 47	23	30	15
	15 22	—	—	—	204	—
Декабрь						
5	10 33	—	—	—	1000	—
	10 34	—	—	—	531	—
	12 20	15	12 28	23	33	17

THE OBSERVATIONS OF 1.44 m SOLAR RADIO-EMISSION

A. N. ALIMBARASHVILI, Sh. S. MAKANDARASHVILI, E. I. PARSADANOVA

(Summary)

The characteristics of bursts and of some unusual phenomena in 1.44 m solar radio-emission observed during 1958–1959 IGY and IGC are given in the form of the table. It contains unusual phenomena with instantaneous current $>30 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} (\text{c/s})^{-1}$ and radio bursts with instantaneous current $>200 \cdot 10^{-22} \text{ Wm}^{-2} (\text{c/s})^{-1}$.

January, 1962.

 ВРАЩАТЕЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ГИДРОКСИЛЬНОГО
 ИЗЛУЧЕНИЯ ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЫ

Л. М. ФИШКОВА

Во время Международного Геофизического Года (1957–1958 гг.) и Международного Геофизического Сотрудничества (1959 г.) в Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузинской ССР параллельно с электрофотометрическими наблюдениями свечения ночного неба, основные результаты которых опубликованы ранее [1, 2, 3, 4], велись и систематические спектрографические наблюдения свечения ночного неба в области спектра $5400 - 7000 \text{ \AA}$. Эти наблюдения продолжались и в 1960 г. С 1958 по 1960 г. получено около 120 спектров. В результате их обработки удалось изучить ряд существенных явлений, связанных с физическими свойствами верхних слоев атмосферы Земли. Прежде всего это касается гидроксильного и водородного излучения верхней атмосферы. Данная статья посвящена результатам исследования гидроксильного излучения и главным образом вариациям вращательной температуры последнего.

1. Метод наблюдений и обработки. Для наблюдений использовался светильный спектрограф СП-48 [6]. В качестве диспергирующей системы он имеет реплику с плоской отражательной дифракционной решеткой; размер заштрихованной площади $136 \times 90 \text{ кв. мм}$, 1200 штрихов/мм, общее число штрихов 163200 , преимущественная концентрация света в области $3500 - 9000 \text{ \AA}$ в первом порядке; средняя линейная дисперсия в области $5400 - 7000 \text{ \AA}$ составляет $\sim 86 \text{ \AA/мм}$. Относительное отверстие камеры $1:0,8$ при фокусном расстоянии 70 мм , относительное отверстие коллиматора $1:4,5$ при фокусном расстоянии 630 мм . Наблюдения велись при ширине входной щели $0,2 \text{ мм}$ или $3,5 \text{ \AA}$ по спектру.

Фотографирование спектров велось на высокочувствительной панхроматической киноплёнке типа D_{11} , чувствительность 350 ед. по ГОСТУ , коэффициент контрастности $0,7$. До 1959 г. эта плёнка имела спектральную характеристику с максимумом светочувствительности около 6400 \AA и красной границей $\sim 6700 \text{ \AA}$. При этом она обладала средней зернистостью. С 1959 г. плёнка D_{11} стала выпускаться сенсibilизированной в

более длинноволновой области с максимумом светочувствительности около 6800 \AA и длинноволновой границей $\sim 7000 \text{ \AA}$. При этом зернистость возросла. Небольшая часть спектров фотографировалась на астрономических киноплёнках $A-700$ и $A-660$, а также на панхроматической аэроплёнке тип-10 и мелкозернистой аэроплёнке 650 ед. Выяснилось, что все эти плёнки по чувствительности уступают плёнке D_n . Кроме того, плёнка D_n имеет более равномерное распределение чувствительности по спектру: минимум в зеленой области для нее не так глубок, как для упомянутых выше плёнок.

Плёнка проявлялась в стандартном сенситометрическом проявителе № 2, время проявления 16 минут при 20°C .

Для повышения чувствительности плёнки к длительным экспозициям она освещалась при помощи кратковременной предварительной подсветки непосредственно перед экспозицией [7]. Длительность подсветки и плотность подсветки выбирались $1/100^2$ и $D_n \sim 0,3$ соответственно. На подсвеченной плёнке D_n спектр свечения ночного неба, включающий все слабые эмиссии и непрерывный фон, получался примерно за 2—2,5 часа экспозиции.

Спектр экспонировался всю ночь. Экспозиция начиналась через 0,5—1 час после конца астрономических сумерек и прекращалась за 0,5—1 час до их начала. Таким образом, время экспозиции составляло не более 4—5 часов летом и не более 8—10 часов зимой.

Кассета спектрографа СП-48 рассчитана на три кадра. Спектр ночного неба фотографировался на втором кадре, а на первом и третьем кадрах для построения характеристической кривой фотографировался девятиступенчатый ослабитель, освещаемый рассеянным от белого экрана светом лампы накаливания. Во время коротких ночей стандарт фотографировался один раз, до или после основной экспозиции. В результате специально проведенного исследования было установлено, что: 1) характеристические кривые, построенные по стандарту, сфотографированному до и после основной экспозиции, совпадают; 2) для съемки стандарта достаточно 5—10 минут, что меньше основной экспозиции в 20—60 раз. На рис. 1 приводятся три характеристические кривые подсвеченной плёнки D_n , полученные по стандарту, сфотографированному последовательно на одном и том же куске плёнки сначала с экспозицией 8 минут, затем при ослабленном освещении с экспозицией 5 часов и затем снова с экспозицией 8 минут. Совпадение указанных кривых удовлетворительное. В то же время съемка стандарта на том же куске плёнки, на котором экспонируется основной спектр, ввиду возможной неоднородности как самой плёнки, так и плотности подсветки, имеет свои преимущества.

Для определения спектральной характеристики аппаратуры (спектральная чувствительность плёнки плюс поглощение в спектрографе) фотографировался спектр солнечного света, рассеянного белым экраном. Распределение энергии в спектре Солнца взято из работы Миньорта [8].

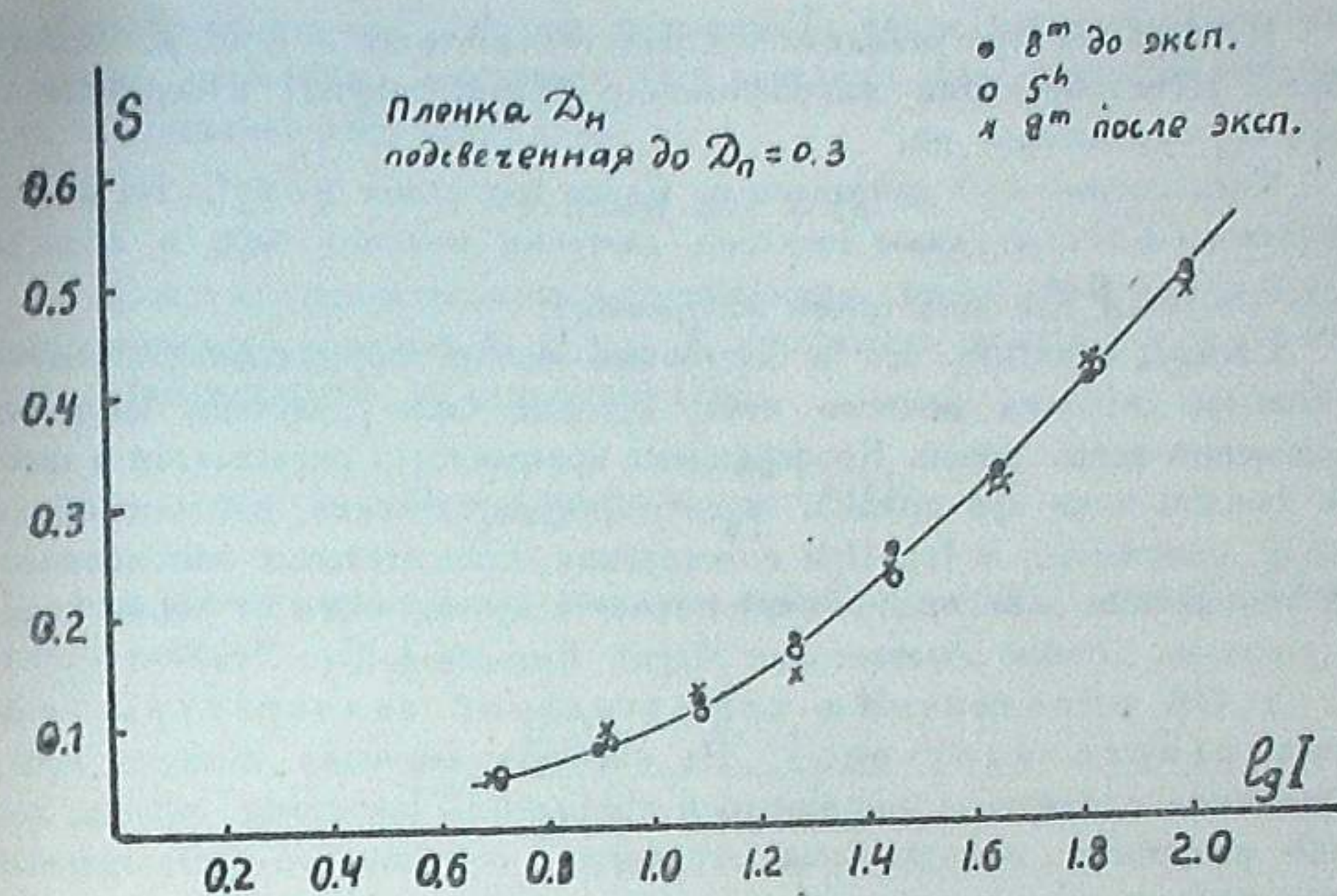
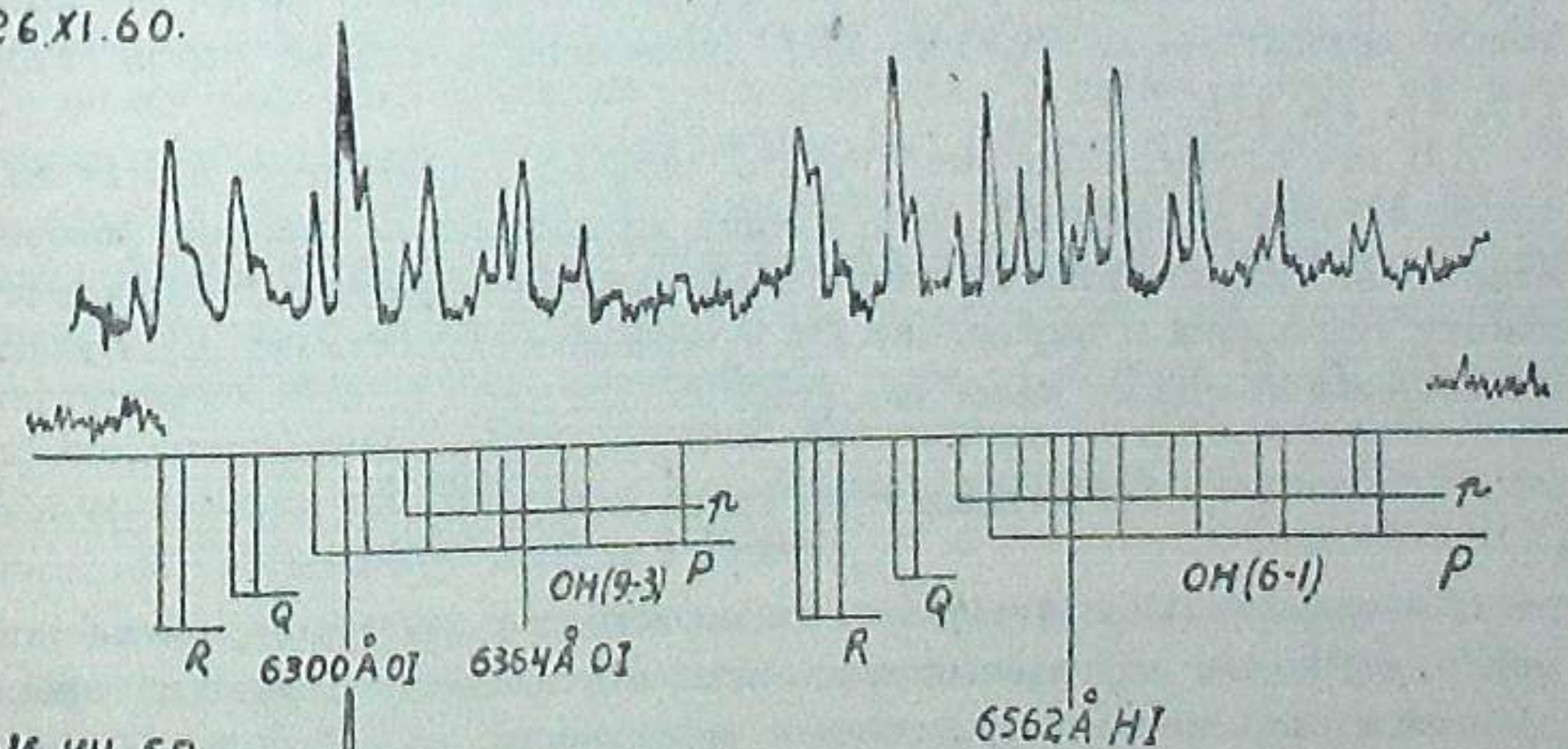


Рис. 1

25-26.XI.60.



15-16.VII.58.

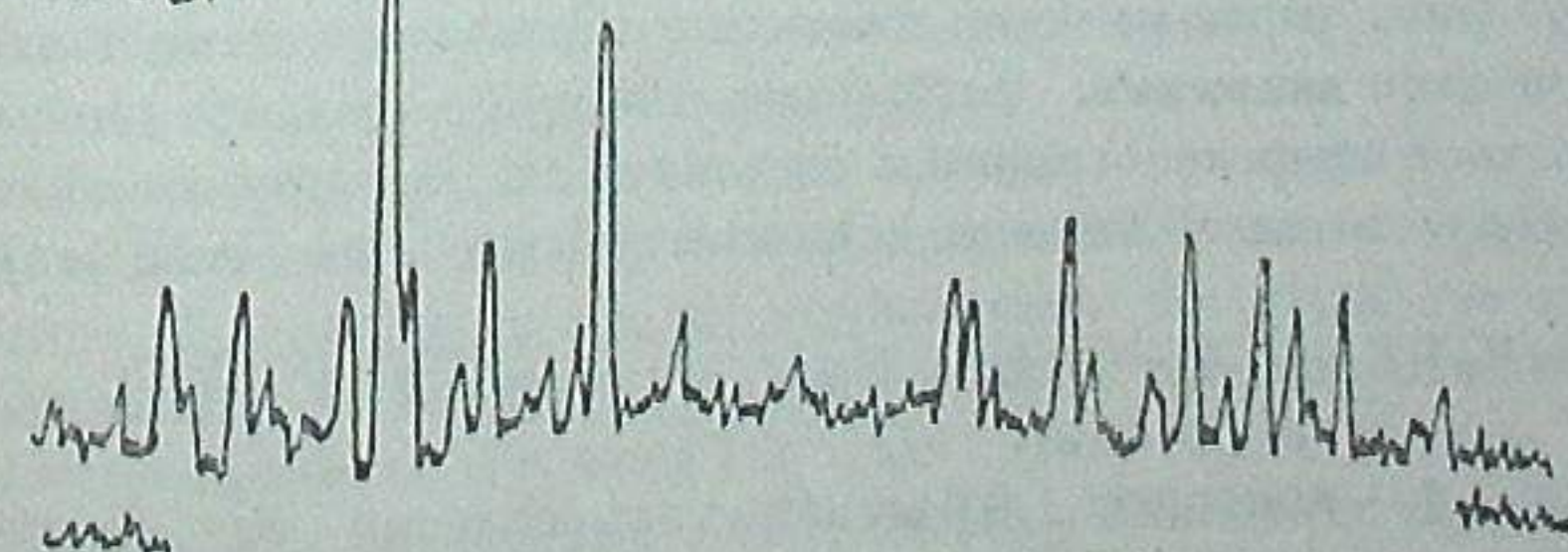


Рис. 2

На всех спектрограммах обработана область 6000—6700 Å. Использовался регистрирующий микрофотометр МФ-4; ширина измерительной щели 0,3, увеличение 20.

Спектрограф был направлен на Север под углом $\alpha=67^\circ$. На рис. 2 приводятся спектрограммы спектров свечения ночного неба в области 6000—6700 Å для двух ночей наблюдений.

Следует отметить, что в настоящей работе обрабатывались только те спектры свечения ночного неба, которые были получены во время совершенно ясных ночей. Коэффициент прозрачности определялся в течение каждой ночи при помощи электрофотометрических наблюдений по методу, описанному в [1]. При определении относительных интенсивностей учитывалась зависимость коэффициента прозрачности от длины волны согласно данным обсерватории Маунт Вильсон [9].

2. Об определении вращательной температуры гидроксильного излучения. На спектрах свечения ночного неба, полученных с помощью описанного в предыдущем параграфе метода, хорошо разрешена вращательная структура колебательно-вращательных полос основного состояния ${}^2\Pi_{3/2,1/2}$ молекулы гидроксила (см. рис. 2). Это дает возможность, измерив распределение интенсивности в R , Q , P ветвях указанных полос, определить одну из существенных характеристик верхней атмосферы—вращательную температуру гидроксильного излучения $T_{\text{от}}$. Метод определения $T_{\text{от}}$ по распределению интенсивностей во вращательно-колебательных полосах OH рассмотрен подробно рядом авторов [16, 11, 15, 21].

В том случае, если имеет место тепловое равновесие между излучающим газом и энергией возбуждения вращательных уровней, распределение молекул по вращательным энергетическим состояниям подчиняется закону Больцмана и выражение для интенсивности линии во вращательно-колебательной полосе имеет вид [10]:

$$I(I') = \text{const } \nu^4 i(I') \exp \left[-F(I') \frac{hc}{kT} \right], \quad (1)$$

где I' —вращательное квантовое число верхнего состояния, ν —волновое число, $i(I')$ —так называемый множитель интенсивности, который пропорционален весу данного состояния и вероятности соответствующего перехода и может быть выражен через квантовые числа соответствующих моментов количества движения. $F(I')$ —энергия вращательного уровня I' . Для вращательной энергии основного состояния ${}^2\Pi$ двухатомных молекул типа OH Хиллом и ван Флеком выведено следующее выражение [10]:

$$F(I') = B_{\nu'} \left[(I' + 1/2)^2 - 1 \pm 1/2 \sqrt{4(I' + 1/2)^2 + Y'(Y' - 4)} \right], \quad (2)$$

где $Y' = \frac{A}{B_{\nu'}}$, A —константа дублетного расщепления на подуровни ${}^2\Pi_{3/2}$ и ${}^2\Pi_{1/2}$, причем подуровню ${}^2\Pi_{3/2}$ соответствует знак минус, $B_{\nu'}$ —вращательная константа верхнего колебательного уровня ν' . В первом

приближении для не слишком больших I' , когда взаимодействие электронного движения с вращением ядер невелико, для вращательной энергии справедливо выражение [16]:

$$F(I') = B_{\nu'} I'(I' + 1). \quad (3)$$

Пользуясь приведенными соотношениями, можно, зная распределение интенсивностей в ветвях R , Q или P , определить вращательную температуру. Действительно, на основании (1):

$$\ln \frac{I(I')}{i(I') \nu^4} \sim - \frac{hc}{kT} F(I'). \quad (4)$$

График зависимости (4) представляет собой прямую, угловой коэффициент которой дает $T_{\text{от}}$:

$$T_{\text{от}} = \frac{[F_1(I_1') - F_2(I_2')] \frac{hc}{k}}{\ln \frac{I_1}{i_1 \nu_1^4} - \ln \frac{I_2}{i_2 \nu_2^4}}. \quad (5)$$

Описанный метод подробно исследован Н. Н. Шефовым [11]. Им показано, что по крайней мере для $I' \leq 6$ точки хорошо ложатся на прямую и Больцманово распределение по вращательным уровням сохраняется. Это свидетельствует о наличии равновесного состояния. По последним данным высота гидроксильного излучения не превышает 90 км [12]. На высоте 90 км число столкновений $\sim 1.9 \cdot 10^4 \text{ сек}^{-1}$, время жизни возбужденного вращательного состояния молекулы $OH \sim 2 \times 10^{-2} \text{ сек}$, т. е. за это время произойдет около 400 соударений, что достаточно для достижения теплового равновесия с излучающим газом [13]. Поэтому можно считать, что определяемая вращательная температура OH соответствует кинетической температуре излучающего слоя. Согласно Н. Н. Шефову [11] она представляет собой среднее взвешенное по концентрации излучающих молекул из температур для различных уровней излучающего слоя (примерно, температуру середины слоя).

В настоящей работе вращательная температура OH определялась по интенсивностям компонент P -ветвей, соответствующих подуровню ${}^2\Pi_{3/2}$, полос (9—3) и (6—1). Вычисления температуры производились по формулам первого приближения с использованием выражения (3) для $F(I')$. Полученные таким образом температуры завышены примерно на 8% по сравнению с температурами, вычисленными по формулам Хилла и ван Флека. Хотя эта величина близка к средней относительной ошибке измерений $T_{\text{от}}$, тем не менее все вычисленные по формулам первого приближения $T_{\text{от}}$ были затем редуцированы к температурам, получающимся при использовании формулы (2). Для этого были учтены поправочные коэффициенты выведенные Уоллесом [14]. Константа $B_{\nu'}$ равна, согласно Герману и Хёрнбеку [15]:

$$B_{\nu'} = B_e - \alpha_e (\nu' + 1/2), \quad (6)$$

где $B_e = 18,867 \text{ см}^{-1}$ и $\alpha_e = 0,708 \text{ см}^{-1}$. Множитель интенсивности $i(y')$ равен для Р-ветви [16]:

$$i(l') = \frac{(l'+1+\Omega)(l'+1-\Omega)}{(l'+1)}; \quad (7)$$

здесь Ω — квантовое число полного момента количества движения электронов относительно междядерной оси молекулы, в данном случае равное $3/2$. Относительные интенсивности линий определялись по максимумам на микрофотограмме. Предполагалось, что при ширине щели $\approx 3,5 \text{ \AA}$ последняя будет больше собственной ширины измеряемых линий;

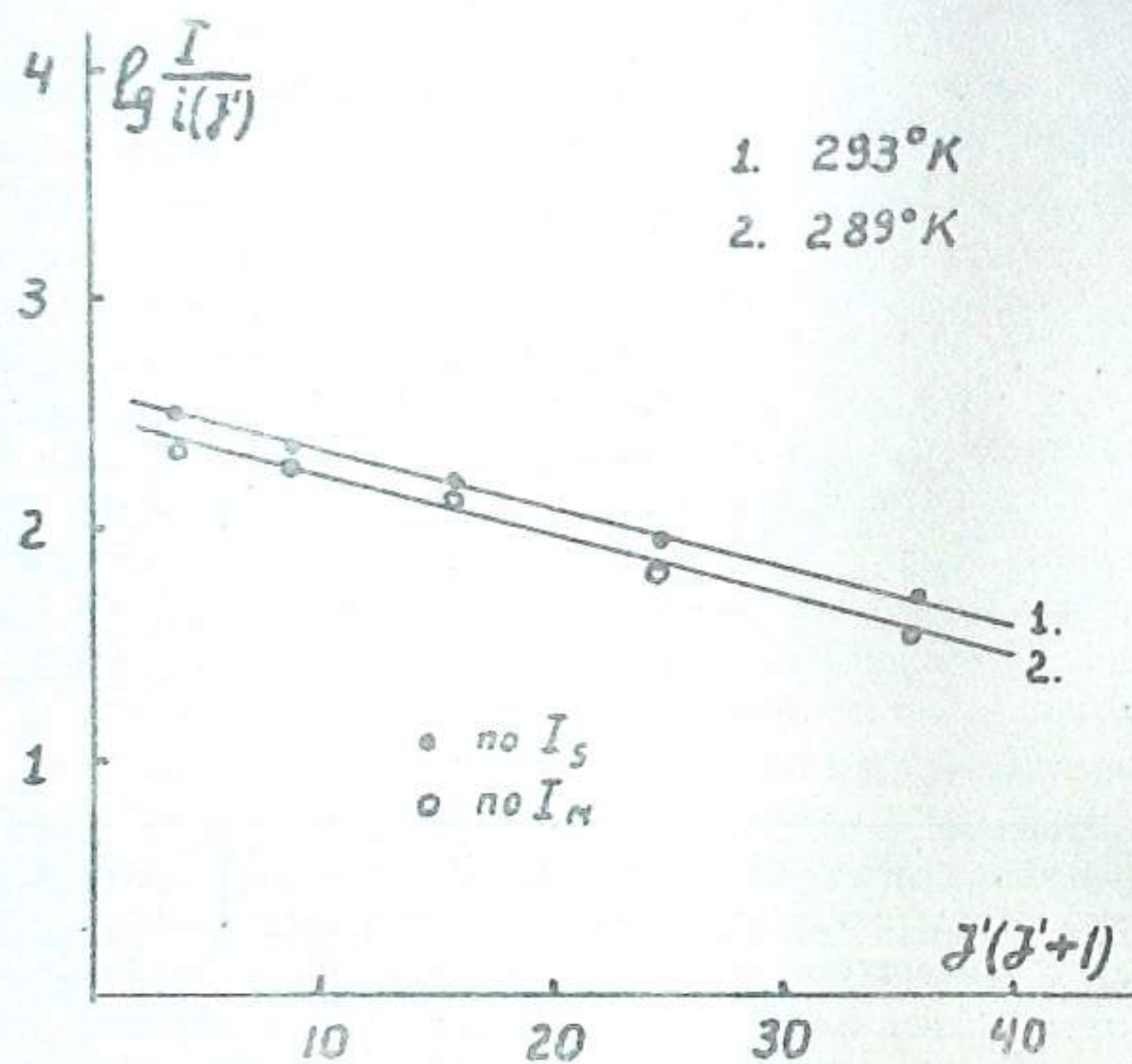


Рис. 3

тогда максимальные интенсивности будут пропорциональны интегральным интенсивностям линий [17]. Для проверки этого факта в некоторых случаях определялись как максимальные, так и интегральные интенсивности линий. Интегральные интенсивности вычислялись по площадям контуров соответствующих линий. На рис. 3 приводятся графики зависимости $\lg \frac{I}{i y^4}$ от $\frac{1}{T_{\text{он}}}$, построенные как по максимальным, так и по интегральным интенсивностям, для 24—25 г 1958 г. Совпадение обеих прямых хорошее, измеренные по их наклону температуры совпадают с точностью до $\pm 4^\circ$.

3. Сезонные вариации вращательной температуры гидроксильного излучения верхней атмосферы. В таблице 1 приводятся величины вращательной температуры OH , измеренной

для 106 ночей наблюдений за 1958—1960 гг. С I 1958 г. до 1959 г. $T_{\text{он}}$ измерялась только по полосе (9—3), а с X 1959 г. по полосам (9—3) и (6—1). В столбцах 3 и 5 таблицы приводятся абсолютная погрешность измерений $\Delta T_{\text{он}}$. Относительная ошибка измерений температуры составила 7% при относительной ошибке измерения интенсивностей $10-13\%$.

В таблице II приводятся средние за год $T_{\text{он}}$ для Абастумани ($\varphi = 41^\circ 45' \text{ с. ш.}$). В течение трех лет среднегодовая $T_{\text{он}}$ оставалась почти постоянной. Средняя величина вращательной температуры гидроксильного излучения за исследованный трехлетний период для Абастумани составляет $246 \pm 16^\circ \text{K}$.

Таблица I

1	2	3	4	5	6	7	8
№	Д а т а	T_{9-3}	ΔT_{9-3}	Среднее за период	T_{6-1}	ΔT_{6-1}	Среднее за период
1	23—24 I 1958 24—25 I	314 280	± 29 25	297 ± 27	—	—	—
2	13—14 II 18—19 II 19—20 II	258 282 252	16 23 15	264 ± 18	—	—	—
3	13—14 V 17—18 V	224	18	225 ± 18	—	—	—
4	13—14 VI 14—15 VI	230 224	16 9	227 ± 12	—	—	—
5	22—23 VI	226	20	226 ± 20	—	—	—
6	14—15 VII 15—16 VII 16—17 VII	208 247 218	27 22 3	224 ± 17	—	—	—
7	9—10 VIII 10—11 VIII	237 216	18 7	226 ± 12	—	—	—
8	17—18 IX	238	20	238 ± 20	—	—	—
9	11—12 X 12—13 X 14—15 X 18—19 X	277 270 257 242	16 43 14 23	261 ± 24	—	—	—
10	12—13 XI 13—14 XI 14—15 XI 15—16 XI	274 245 302 298	18 14 7 21	280 ± 15	—	—	—
11	10—12 XII	294	21	294 ± 21	—	—	—
12	8—9 III 1959	245	36	245 ± 36	—	—	—
13	2—3 IV 9—10 IV	226 236	25 33	231 ± 29	—	—	—

продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
14	9-10 VI	202	±14	225 ± 21	—	—	—
	11-12 VI	224	9				
	13-14 VI	249	41				
15	12-13 VII	238	7	237 ± 18	—	—	—
	13-14 VII	236	30				
16	2-3 VIII	239	20	239 ± 20	—	—	—
17	27-28 VIII	219	20	239 ± 14	—	—	—
	28-29 VIII	274	30				
	29-30 VIII	224	4				
18	27-28 IX	299	6	262 ± 7	—	—	—
	28-29 IX	226	9				
19	4-5 X	252	25	233 ± 21	216	± 5	212 ± 22
	8-9 X	214	17		208	40	
20	29-30 X	289	17	273 ± 12	270	33	270 ± 26
	30-31 X	270	15				
	31-1 XI	259	4				
21	3-4 XI	328	23	293 ± 20	304	15	304 ± 15
	4-5 XI	259	17		—	—	
22	29-30 XI	251	21	251 ± 21	273	8	273 ± 8
23	1-2 XII	244	2	258 ± 11	—	—	257 ± 4
	2-3 XII	272	20				
24	26-27 XII	235	19	235 ± 19	200	26	200 ± 26
25	5-6 I 1960	244	13	215 ± 13	236	7	208 ± 15
	6-7 I	185	12		180	23	
26	27-28 I	246	24	246 ± 24	234	23	234 ± 23
27	26-27 III	248	11	219 ± 10	200	5	215 ± 7
	27-28 III	191	8		229	10	
28	2-3 IV	216	19	216 ± 19	203	20	203 ± 20
29	24-25 V	238	30	238 ± 30	—	—	—
30	21-22 VII	234	15	222 ± 10	218	8	214 ± 10
	22-23 VII	210	5		210	12	
31	14-15 VIII	193	8	194 ± 9	220	20	204 ± 15
	16-17 VIII	195	10		188	10	
32	26-27 VIII	250	20	233 ± 20	268	5	240 ± 13
	31-1 IX	216	20		213	22	
33	11-12 X	357	27	237 ± 14	320	39	222 ± 13
	12-13 X	246	6		222	24	
	13-14 X	245	24		231	15	
	15-16 X	217	13		195	3	
	16-17 X	—	—		224	9	
	18-19 X	232	12		240	13	

продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
34	21-22 X	256	13	233 ± 13	248	14	238 ± 10
	22-23 X	208	6		218	11	
	24-25 X	246	2		228	4	
	25-26 X	223	30		252	13	
35	9-10 XI	274	21	274 ± 12	264	13	261 ± 9
	11-12 XI	202	10		216	8	
	12-13 XI	304	4		252	15	
	14-15 XI	274	19		260	9	
	15-16 XI	274	5		272	4	
	17-18 XI	246	8		259	6	
36	24-25 XI	318	8	293 ± 11	301	1	280 ± 5
	24-26 XI	269	14		259	8	
37	8-9 XII	245	13	265 ± 14	264	7	270 ± 13
	9-10 XII	280	5		296	2	
	10-11 XII	309	18		285	19	
	11-12 XII	227	4		213	28	
	12-13 XII	260	33		290	8	

Так же, как и при исследовании сезонного хода интенсивности эмиссий ночного неба, находились средние величины T_{on} за периоды наблюдений, включающие ряд соседних ночей. Средние за период T_{on} приводятся в столбцах 5 и 8 таблицы I. Всего было с 1958 по 1960 гг. 37 периодов наблюдений. На рис. 4. приводится кривая сезонного хода T_{on} , построенная на основании этих 37 точек. Из рис. 4 видно, что зимний максимум и летний минимум проявляются вполне отчетливо. Средняя величина T_{on} меняется от минимального значения 220°K до максимального 295°K, т. е. амплитуда сезонных колебаний T_{on} по наблюдениям в Абастумани составляет ~ 75°K.

Таблица II

	1958	1959	1960
T_{0-3}	253 ± 17°K	248 ± 18°K	244 ± 14°K
T_{8-1}	—	—	240 ± 13°K

Зависимость величины T_{on} от времени года была также замечена в Якутске ($\varphi=62^\circ$ с. ш.) В. И. Яриным [18] и в Иеркской обсерватории ($\varphi=40^\circ$ с. ш.) Уоллесом [19]. По их данным, полученным за период наблюдений около года, T_{on} также увеличивается зимой, однако амплитуда колебаний меньше: в Якутске она составляет ~ 60°, а в Иеркской обсерватории всего около 30°. Кроме того, ввиду меньшего количества наблюдений и большего разброса точек, сезонный ход выражен менее отчетливо.

Согласно наблюдениям в Абастумани (рис. 4) сезонные вариации T_{OH} в общем совпадают с сезонными вариациями интенсивности гидроксильного излучения [1, 2, 4]; и те и другие характеризуются наибольшим максимумом в ноябре-декабре. Различие лишь в том, что на температур-

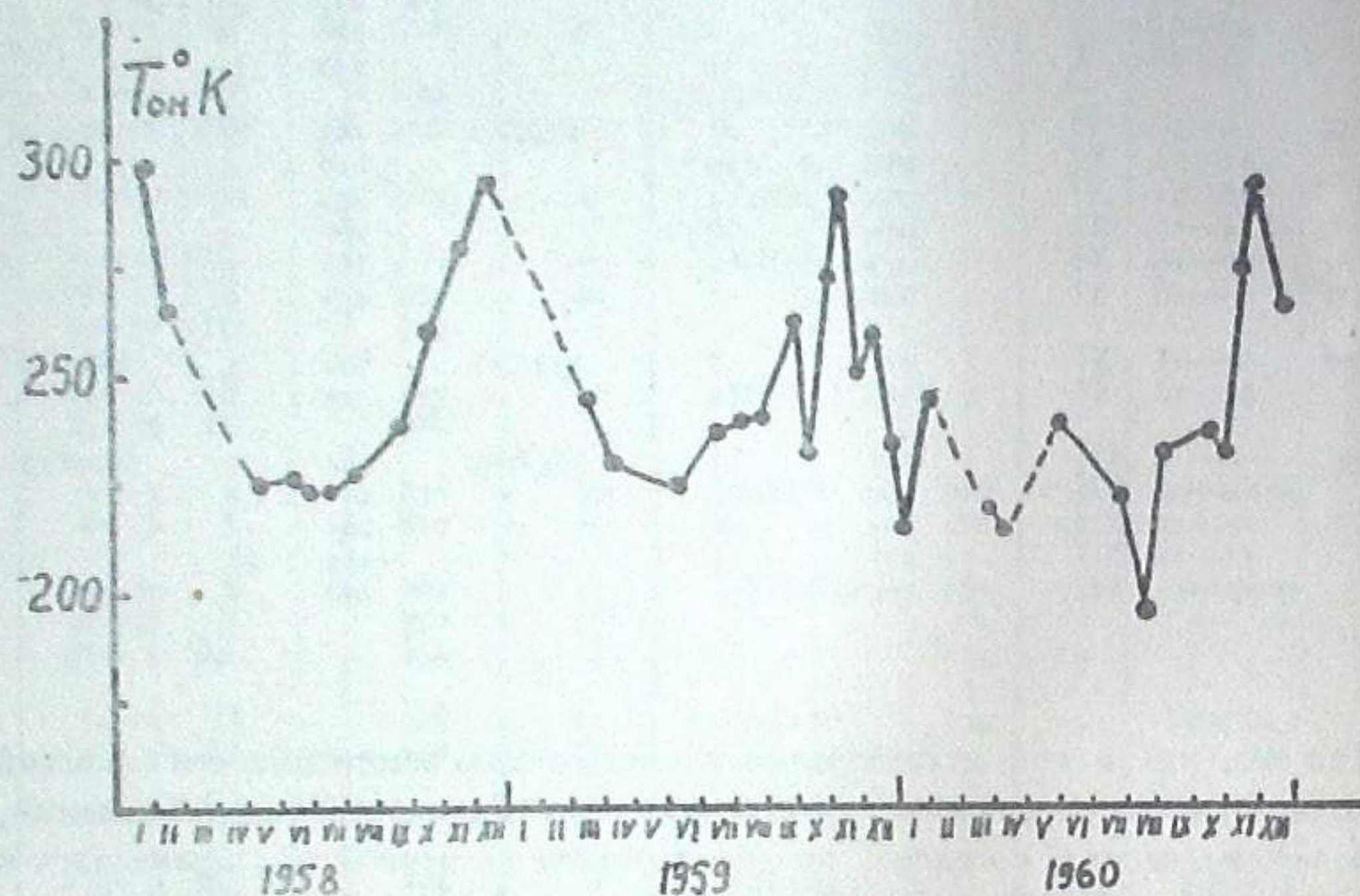


Рис. 4

ной кривой рис. 4 отсутствуют вторичные максимумы меньшей амплитуды в летне-осеннее время, которые можно видеть на кривой сезонных вариаций интенсивности полос OH .

Таблица III

	T_{OH}		ΔT_{OH}
	Я к у т с к	А б а с т у м а н и	
XII—1958—I—1959	$275 \pm 10^\circ K$	$294 \pm 21^\circ K$	-19
X—1959—IV—1960	$265 \pm 10^\circ K$	$243 \pm 16^\circ K$	20

Наличие сезонных вариаций T_{OH} заставляет с осторожностью подходить к вопросу о широтном эффекте T_{OH} . На наличие широтного эффекта—увеличения T_{OH} с широтой места—указывалось в ряде работ [20, 13]. При этом сравнивались наблюдения, выполненные на станциях, расположенных на разных широтах, в разное время года. Например, высокая $T_{OH} = 305^\circ K$ получена Чемберлейном на станции с геомагнитной широтой $\Phi = 86^\circ$ с. ш. в ноябре. Яриш для Якутска приводит $T_{OH} = 275^\circ K$ по зимним наблюдениям в XII—1958—I—1959 гг.; низкие температуры $T_{OH} \sim 250-220^\circ K$ приписываются низкоширотным станциям главным образом на основании весенне-летних наблюдений или на основании среднегодовых значений. В то же время из таблицы I и рис. 4 видно, что на средних широтах T_{OH} может достигать величины $\sim 300^\circ K$. В таблице II

сравниваются средние величины T_{OH} за одни и те же периоды наблюдений в Якутске и в Абастумани (разница по широте указанных мест 20°). Разница в средней T_{OH} на обеих станциях близка к ошибке измерений. Таким образом, при определении T_{OH} для данного места необходимо указывать время года, когда производились наблюдения. Также среднюю T_{OH} для данного места нельзя выводить из наблюдений, выполненных за короткий период, меньше одного года. Кроме того, следует иметь в виду, что T_{OH} , также как и интенсивность полос OH , может от ночи к ночи испытывать значительные изменения. О таких аномалиях речь будет идти дальше.

Таблица IV

	φ	λ	23 I 1958	3 XII 1959	23 I 1960
Звенигород	$55^\circ 48' N$	$37^\circ E$	$300 \pm 3^\circ K$	$232 \pm 5^\circ K$	$262 \pm 5^\circ K$
Абастумани	$41^\circ 45' N$	$42^\circ 51' E$	$314 \pm 29^\circ K$	$258 \pm 11^\circ K$	$246 \pm 24^\circ K$
Якутск	$62^\circ N$	$129^\circ 30' E$	—	$255^\circ K$	—

Возможно, что амплитуда сезонных вариаций T_{OH} зависит от широты места. Кроме того, иногда наблюдается различие T_{OH} в зависимости от долготы места. Однако для каких-либо выводов о наличии указанных явлений пока нет достаточного количества наблюдательных данных.

В таблицах IV и V приводятся сравнения T_{OH} , полученных на разных долготах и широтах в одни и те же или близкие ночи.

Таблица V

	24—25 I 1958	10—11 II 1958	13—14 II 1958
Алма-Ата ($\varphi = 43^\circ 18' N$; $\lambda = 77^\circ E$)	$216^\circ K$	$222^\circ K$	—
Абастумани	$280^\circ K$	—	$258^\circ K$

T_{OH} по измерениям в Абастумани, Звенигороде и Якутске довольно близки, чего нельзя сказать о T_{OH} , сравниваемых по Алма-Атинским и Абастуманским данным.

4. Связь вращательной температуры OH с интенсивностью гидроксильного излучения. Уже из того факта, что сезонный ход вращательной температуры OH имеет характер, сходный с сезонными вариациями интенсивности полос OH , можно сделать вывод о том, что между T_{OH} и I_{OH} существует зависимость. Эта зависимость была изучена путем сравнения вариаций T_{OH} с абсолютной интенсивностью полосы OH (9—3).

Для определения абсолютной интенсивности полосы (9—3) ее относительная интенсивность сравнивалась на спектрограмме с интенсивностью линии $\lambda = 6300 \text{ \AA} [OI]$. В свою очередь, абсолютная интенсивность линии

$\lambda 6300$ определялась из электрофотометрических наблюдений, которые велись одновременно со спектрографическими в течение всего времени экспозиции и в том же направлении при помощи электрофотометра с светофильтрами, прокалиброванного в абсолютных единицах [1, 2]. Определялась абсолютная интенсивность в участках спектра, которые выделялись при помощи светофильтров Φ_1 и Φ_2 , центрированных на $\lambda_1 = 6320 \text{ \AA}$ и $\lambda_2 = 6050 \text{ \AA}$. В область пропускания светофильтра Φ_1 входят линии $\lambda\lambda 6300 - 6364 \text{ \AA}$ [OH] и линии полосы OH (9—3), светофильтр Φ_2 служит для учета непрерывного фона. Если $\Delta\lambda_1$ и $\Delta\lambda_2$ — эквивалентные ширины указанных светофильтров, а I_1 и I_2 — полные интенсивности в разрезах, измеренные для участков спектра $\Delta\lambda_1$ и $\Delta\lambda_2$, то можно получить величину:

$$I_p = I_1 - I_2 \frac{\Delta\lambda_1}{\Delta\lambda_2}. \quad (8)$$

Интенсивность каждой из линий полосы 9—3 будет равна:

$$I_k = \frac{\bar{I}_p i_k t_k}{T_s \sum i_k t_k}, \quad (9)$$

где \bar{I}_p — средняя величина I_p за время экспозиции, i_k — относительная интенсивность данной линии по отношению к интенсивности линии $\lambda 6300$ на спектрограмме, t_k — относительное пропускание светофильтра в длине волны данной линии по отношению к пропусканию для $\lambda 6300$. Суммирование производилось по всем линиям, входящим в область пропускания светофильтра Φ_1 . T_s — коэффициент пропускания для длины волны данной линии. Отсюда абсолютная интенсивность полосы OH 9—3 будет равна

$$I_{9-3} = \sum_k I_k. \quad (10)$$

Средняя интенсивность полосы (9—3) за год приводится в таблице VI.

Таблица VI

	1958	1959	1960	среднее
I_{9-3}	164 ± 20	155 ± 20	162 ± 20	160 ± 20

Зависимость вращательной температуры OH от интенсивности полосы OH (9—3) изображена на рис. 5. Здесь по оси ординат отложены $\lg I_{9-3}$, а по оси абсцисс $1/T_{OH}$. Каждая точка соответствует средним значениям I_{9-3} и T_{OH} за период наблюдений. По методу наименьших квадратов была построена прямая, отображающая линейную зависимость $\lg I_{9-3}$ от $1/T_{OH}$. При $T_{OH} > 250^\circ\text{K}$ точки близки к прямой, при $T_{OH} < 250^\circ\text{K}$ разброс точек увеличивается, связь I_{OH} с T_{OH} ослабевает. Аналогичные данные получены в Якутске [18], где связь между I_{OH} и T_{OH} выражена еще более отчетливо. По наблюдениям в Звенигороде такой зависимости нет [22]. Поэтому был сделан вывод, что зависимость

интенсивности полос OH от температуры имеет место на высоких широтах и отсутствует на средних широтах. Однако, с этим выводом не согласуется факт наличия зависимости I_{OH} от T_{OH} при $T_{OH} > 250^\circ\text{K}$ на широте Абастумани. Правда, этот эффект выражен в Абастумани менее отчетливо, чем в Якутске. Что же касается отсутствия этого эффекта в Звенигороде, то возможно это связано с тем, что Звенигородский график зависимости $\lg I_{OH}$ от $1/T_{OH}$ построен на гораздо меньшем количестве точек, причем часть из них получена в облачные ночи, когда, надо полагать, точность определения интенсивности была низкой.

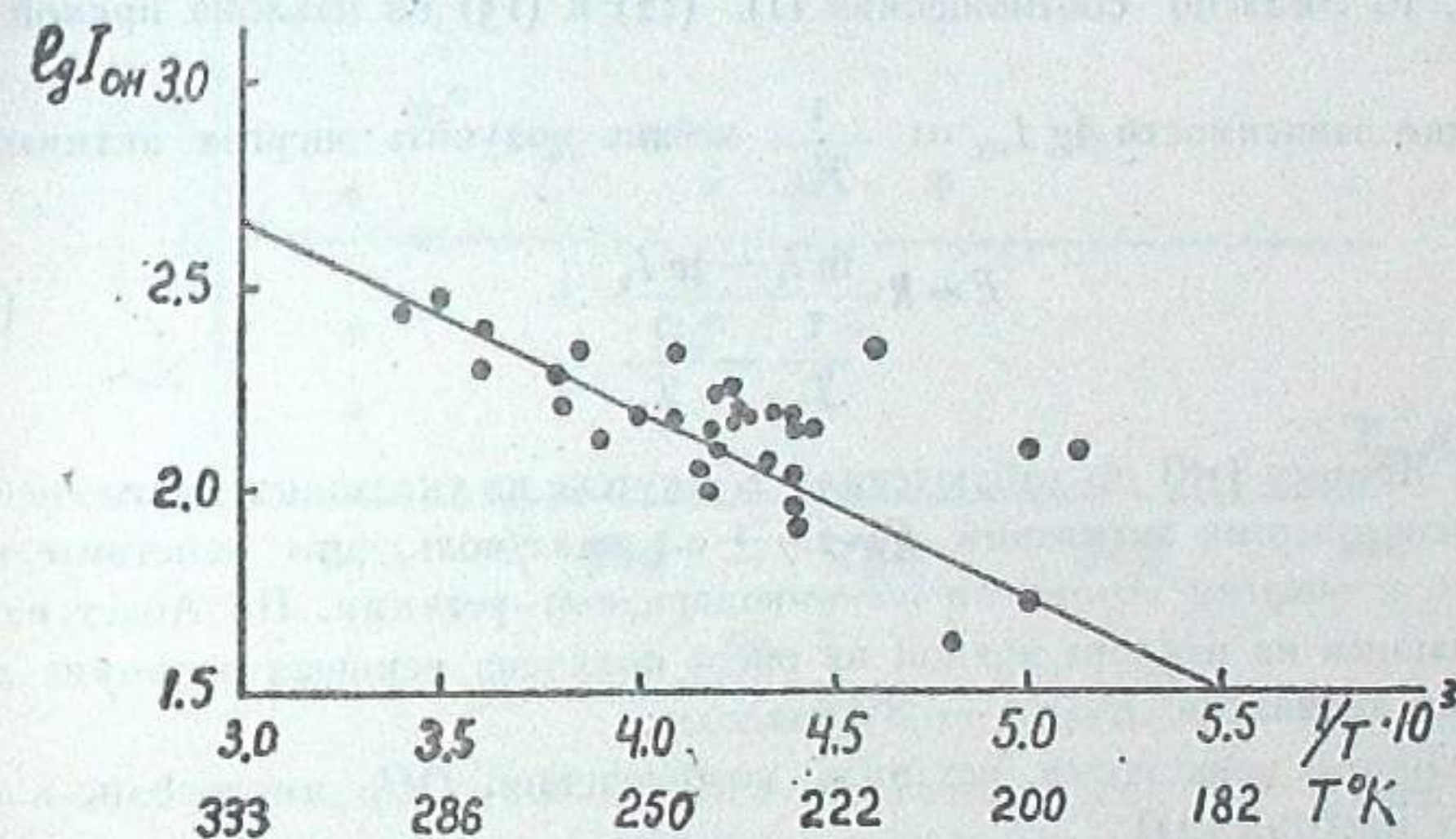
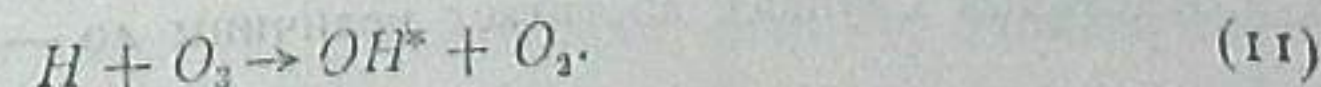


Рис. 5

Наличие зависимости I_{OH} от T_{OH} только при $T_{OH} > 250^\circ\text{K}$ и отсутствие её при низких T_{OH} согласуется с тем, что, как уже указывалось, на кривой сезонного хода T_{OH} отсутствуют вторичные летне-осенние максимумы, имеющиеся на сезонной кривой I_{OH} , поэтому летом иногда низкие T_{OH} сопровождаются сравнительно высокими интенсивностями полос OH.

Изучение связи интенсивности полос OH с температурой может помочь разобраться в механизме возбуждения гидроксильного излучения верхней атмосферы. Например, можно, как это сделано рядом авторов [18, 23], объяснить линейную зависимость $\lg I_{OH}$ от $1/T_{OH}$ во время высоких T_{OH} возбуждением полос OH в результате двухкомпонентной реакции, зависящей от температуры, а именно — озono-водородной реакции [25]:



Действительно [18], согласно известным соотношениям, скорость образования возбужденных молекул OH будет равна

$$\frac{dn_{OH}}{dt} = K[O_3][H], \quad (12)$$

где $[O_3]$ и $[H]$ — концентрации озона и водорода в зоне реакции, а K — константа скорости реакции

$$K = \text{const} \sqrt{T} \exp \left[-\frac{E}{RT} \right]; \quad (13)$$

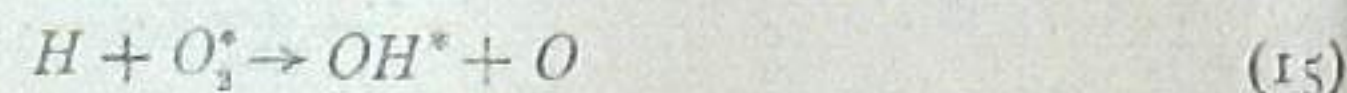
здесь E — энергия активации реакции (11), равная по Бейтсу [25] ~ 3 ккал/моль. Так как интенсивность полос OH пропорциональна $\frac{dn_{OH}}{dt}$, то согласно соотношениям (1), (12) и (13) из наклона прямой на

графике зависимости $\lg I_{OH}$ от $\frac{1}{T_{OH}}$ можно получить энергию активации

$$E = R \frac{\ln I_1 - \ln I_2}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}. \quad (14)$$

В. И. Яриным [18] по наблюдениям в Якутске из указанных соотношений получена энергия активации $E = 2.7 \pm 0.5$ ккал/моль, что действительно близко к энергии активации озono-водородной реакции. По Абастуманским данным из наклона прямой на рис. 5 получена меньшая величина для энергии активации $E = 2.2 \pm 0.8$ ккал/моль.

Другой возможный механизм возбуждения OH , кислородно-водородная реакция [24]



идет с участием возбужденных молекул O_2^* и поэтому почти не зависит от температуры. Возможно, что этот механизм превалирует, когда $T_{OH} < 250^\circ K$ и зависимость I_{OH} от T_{OH} не наблюдается. Возможны и другие механизмы возбуждения OH [26], которые в свете последних данных о концентрации водорода в верхней атмосфере могут быть более вероятны. Но пока еще слишком мало данных для того, чтобы отдать предпочтение тому или иному механизму.

5. Определение T_{OH} одновременно по полосам OH (9—3) и OH (6—1). Вращательная температура OH для полос, соответствующих переходам с разных исходных колебательных уровней $v' = 9$ и $v' = 6$, в большинстве случаев совпадает в пределах ошибки измерений. Однако при высоких $T_{OH} > 270^\circ K$ наблюдается заметная разница между T_{9-3} и T_{6-1} . На рис. 6 представлена зависимость разности $T_{9-3} - T_{6-1}$ от величины вращательной температуры T_{OH} . Когда $T_{OH} < 270^\circ K$, эта разность может быть в пределах ошибки измерений как положительной, так и отрицательной, но при $T_{OH} > 270^\circ K$ она преимущественно больше нуля и в отдельных случаях достигает величины $40 - 50^\circ$.

Подобное же явление, уменьшение температуры, определенной по полосам с низких колебательных уровней, когда $T_{OH} > 270^\circ K$, также наблюдалось в некоторых случаях в Звенигороде Н. Н. Шефовым [11]. По звенигородским данным уменьшение вращательной температуры становится заметным с $v' \leq 5$.

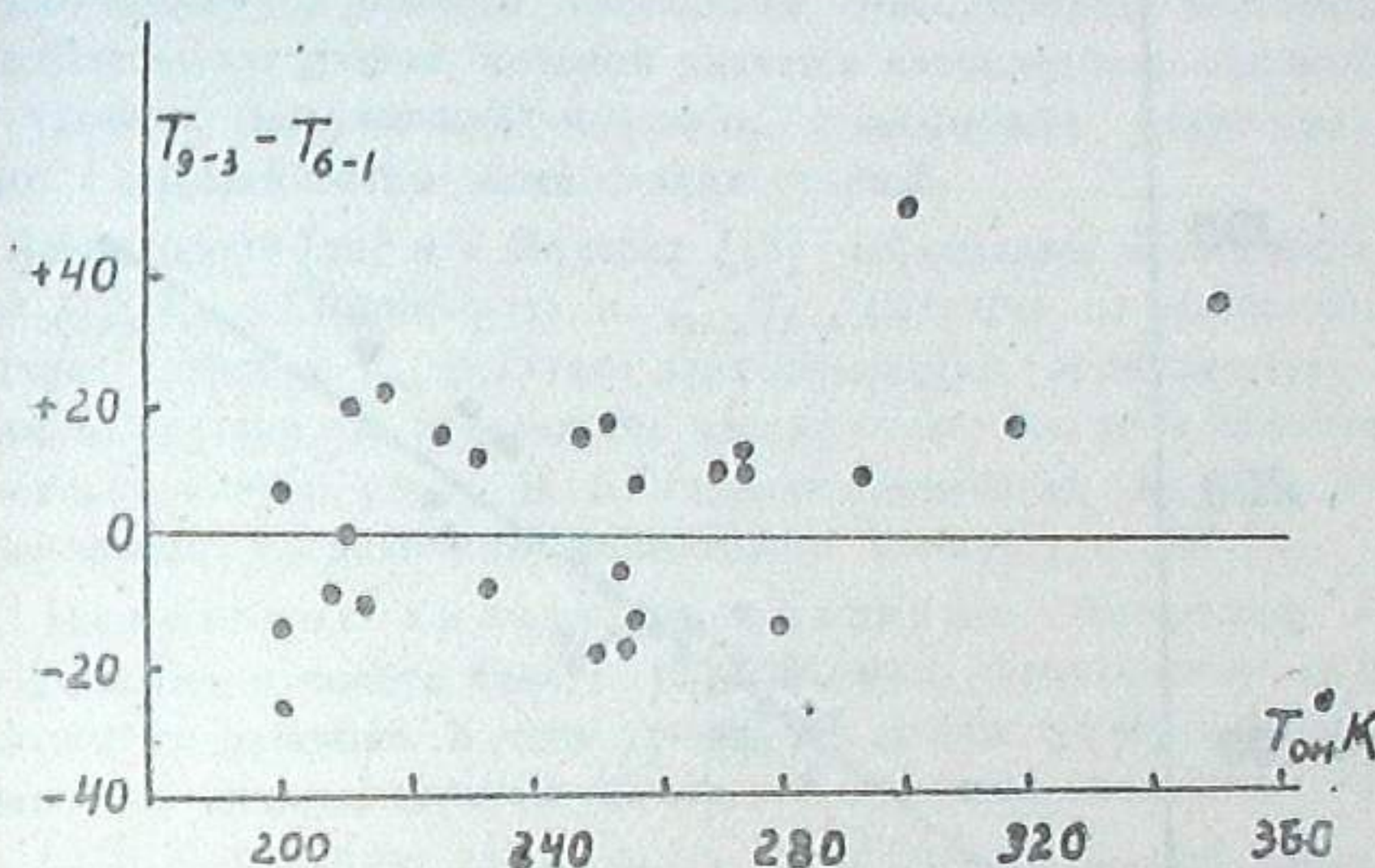


Рис. 6

6. Вариации отношения интенсивностей полос OH . Прежде всего сравнивались вариации интенсивности полос OH в видимой области спектра с вариациями суммарной интенсивности полос OH (8—4), (3—0), (9—5), (4—1) в инфракрасной области $\Delta\lambda$ 9000—10550 Å. Суммарная интенсивность последних определялась независимо при помощи фотоэлектрического метода [1, 2]. Результаты приводятся на рис. 7, где по оси ординат отложена интенсивность полосы OH (9—3) в рэлях, а по оси абсцисс — суммарная интенсивность указанных выше инфракрасных полос OH в килорэлях. Каждая из этих четырех полос входит в область чувствительности фотометра $\Delta\lambda$ 9000—10550 Å примерно с одинаковым весом, поэтому нельзя полученные здесь суммарные интенсивности отнести преимущественно либо к возбуждению высоких, либо низких колебательных уровней. Интенсивность полосы OH (9—3) (6256 Å) и суммарная интенсивность инфракрасных полос OH (8—4), (3—0), (9—5), (4—1) по наблюдениям в Абастумани меняются параллельно.

Отношение интенсивности полос OH (9—3) и OH (6—1) испытывает значительные колебания. Например, по Звенигородским наблюдениям оно меняется для отдельных ночей от 1.04 до 2.13 [22]. По наблюдениям в Абастумани обнаружена следующая закономерность: отношение $\frac{I_{9-3}}{I_{6-1}}$

бужденных молекул OH реагенты (O_3 в случае кислородно-водородной O_3 в случае озонно-водородной реакции) переносятся соответственно вверх и вниз в области с меньшей концентрацией атомарного водорода

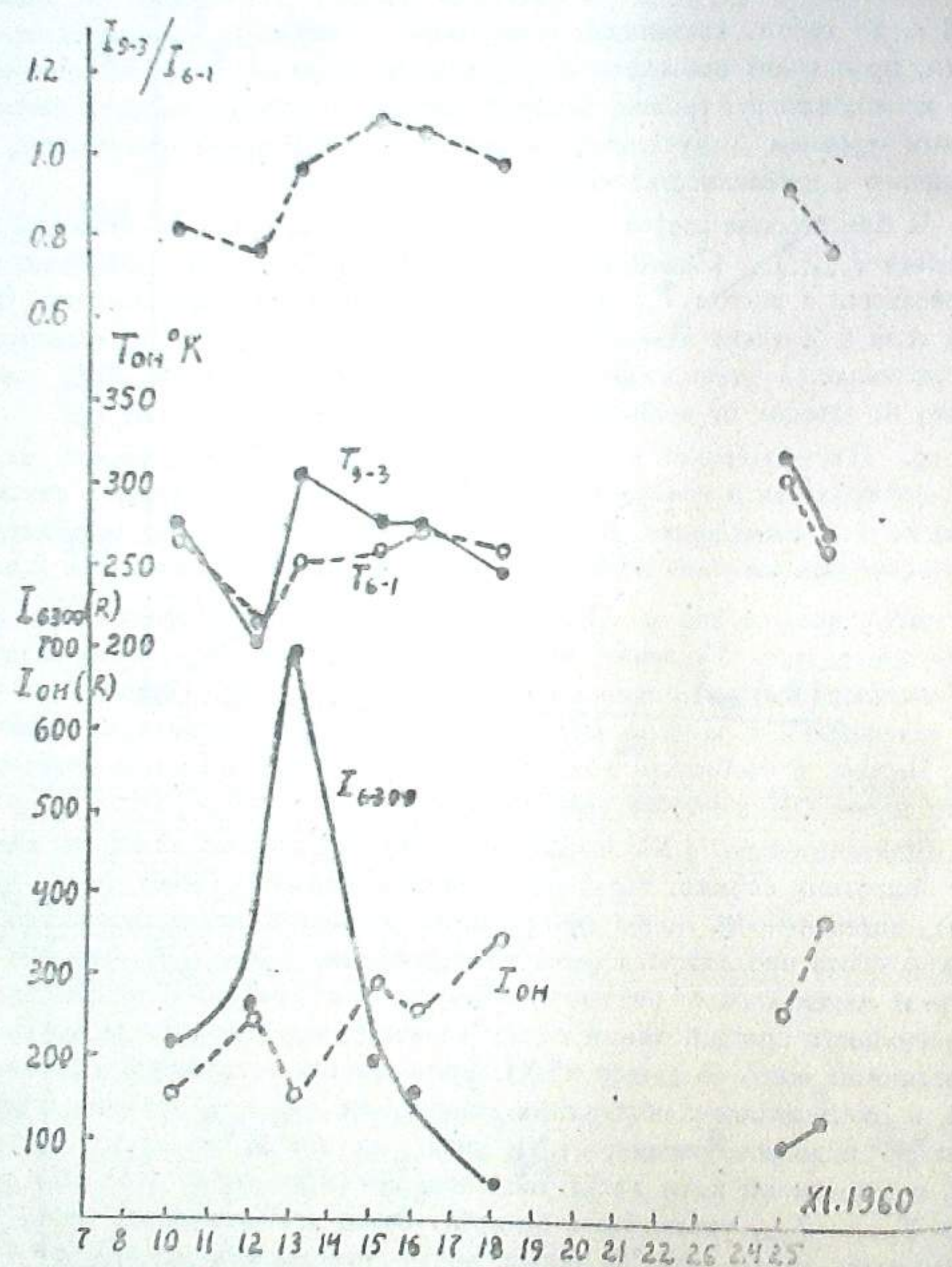


Рис. 9

В то же время оба механизма возбуждения одновременно действуют, и на разных высотах, что создает наблюдаемую разницу в T_{9-3} и T_{6-1} : перемещение реакционных зон вверх и вниз по обе стороны от температурного минимума (80 км), где температура атмосферы выше, объясняет увеличение T_{OH} .

Аналогичные случаи, когда высокая вращательная температура OH $T_{OH} \sim 270 - 350^\circ K$ сопровождается низкой интенсивностью полос OH , наблюдаются иногда в октябре. Например: 11-12-13. X. 1958 г. $T_{OH} = 273^\circ K$, а $I_{9-3} = 93$ рэлеев, что меньше среднего значения (см. таблицу VI); 27-28. IX. 1959 г. $T_{OH} = 299^\circ K$ при $I_{9-3} = 144$ рэлеев; 29-30. X. 1959 г. $T_{OH} = 289^\circ K$ при $I_{9-3} = 135$ рэлеев; 11-12. X. 1960 г. $T_{OH} = 357^\circ K$ при $I_{9-3} = 165$ рэлеев и. т. п. Во всех этих случаях T_{6-1} меньше, чем T_{9-3} на 20-37° (см. таблицу 1). Следует отметить, что октябрь является месяцем ежегодного усиления активности свечения зеленой линии атомарного кислорода $\lambda 5577 \text{ \AA}$, в свечении ночного неба, которая является также и одной из самых ярких эмиссий полярных сияний и поведение которой в свечении ночного неба обычно бывает всегда противоположным поведению гидроксильного излучения [1, 2, 4].

8. Выводы. 1) Средняя величина вращательной температуры гидроксильного излучения верхней атмосферы T_{OH} для Абастумани за период с 1958 по 1960 гг. равна $246 \pm 16^\circ K$.

2) Имеют место сезонные вариации T_{OH} с максимумом в ноябре-декабре и минимумом летом, причем амплитуда сезонных колебаний составляет $\sim 75^\circ$.

3) Средние T_{OH} для Абастумани близки к средним T_{OH} за те же периоды наблюдений, полученным на более высокоширотных станциях в Звенигороде и в Якутске.

4) При $T_{OH} > 250^\circ K$ по наблюдениям в Абастумани имеется зависимость интенсивности полос OH от T_{OH} . При этом энергия активации соответствующей двухкомпонентной реакции, вычисленная из графика $\lg I_{OH} \sim 1/T_{OH}$, равна 2.2 ± 0.8 ккал/моль, что близко к энергии активации озонно-водородной реакции, которая может осуществляться ниже 80 км. При $T_{OH} < 250^\circ K$ связи I_{OH} с T_{OH} не наблюдается, что ближе подходит к кислородно-водородному механизму образования возбужденных молекул OH , который имеет место на больших высотах.

5) При $T_{OH} < 270^\circ K$ вращательная температура OH , определенная по полосам (9-3) и (6-1), совпадает. Но при $T_{OH} > 270^\circ K$ $T_{6-1} < T_{9-3}$, причем разность $T_{9-3} - T_{6-1}$ может в отдельных случаях достигать величины 40-50°.

6) Величина отношения I_{9-3}/I_{6-1} , характеризующая относительную населенность верхних и нижних колебательных уровней возбужденных молекул атмосферного гидроксидла, по наблюдениям в Абастумани не зависит от T_{OH} . С 1958 по 1960 г. отношение I_{9-3}/I_{6-1} непрерывно уменьшалось от значения 2.0 до 0.8, что свидетельствует об уменьшении относительной населенности 9-го колебательного уровня по мере падения активности свечения.

7) В случае больших геомагнитных возмущений, сопровождающихся низкоширотными сияниями, наблюдается аномальное увеличение T_{OH} до значений $> 300^\circ K$ при аномальном уменьшении интенсивности полос OH . При этом разность $T_{9-3} - T_{6-1}$ возрастает до $\sim 40^\circ$; отношение I_{9-3}/I_{6-1}

увеличивается. Подобное явление можно объяснить расширением верхней атмосферы во время активных сияний, мощными колебаниями, вызывающими усиление вертикального переноса соответствующих реагентов, необходимых для образования возбужденных молекул OH , переноса реакционной зоны в области с более высокой температурой атмосферы.

8) На основании данных, приведенных в настоящей статье, можно предположить, что сезонные вариации гидроксильного излучения верхней атмосферы и его вращательной температуры являются следствием колебательных движений верхней атмосферы, вызывающих вертикальное перемещение излучающих слоев.

Январь, 1962.

OH ROTATIONAL TEMPERATURE OF THE ATMOSPHERE

L. M. FISHKOVA

(Summary)

Spectral observations of airglow in spectral region $5400 - 7000 \text{ \AA}$ have been made at the Abastumani astrophysical observatory within the period 1958—1960. OH rotational temperature of the upper atmosphere was investigated and T_{rot} was measured at 106 nights (table I). Mean T_{rot} for Abastumani is $246 \pm 16^\circ K$ (table II). Seasonal variations of T_{rot} with maximum in November—December and minimum in summer and amplitude about $75^\circ K$ were obtained (fig. 4). Mean T_{rot} values at Abastumani are close to mean T_{rot} values obtained during the same periods at higher latitudes (tables III) and IV). For $T_{rot} > 250^\circ K$ the dependence of OH bands intensity on T_{rot} was observed (fig. 5), the dependence of $\lg I_{rot}$ on $1/T_{rot}$ being approximately linear and the slope of corresponding straight line giving the activation energy $E = 2.2 \pm 0.8 \text{ kcal/mol}$. This value is close to activation energy of (O_3-H) reaction. For $T_{rot} < 250^\circ K$ there is no dependence of I_{rot} on T_{rot} , this case is closer to (O_2^*-H) mechanism of OH molecules excitation. For $T_{rot} < 270^\circ K$ rotational temperature obtained from band (9-3) coincides with that obtained from band (6-1), but when $T_{rot} > 270^\circ K$ the latter is less than the former and the difference $T_{9-3} - T_{6-1}$ reaches in some cases $40^\circ K$. The ratio I_{9-3}/I_{6-1} does not depend on T_{rot} and it decreased continuously during the period of observations from 2.0 in 1958 to 0.8 in summer 1959 (fig. 8.). During great geomagnetic disturbances followed by low-latitude aurora [(for instance in November 1960), the anomalous increase of T_{rot} to values $> 300^\circ K$ followed by anomalous decrease of OH bands intensity was observed, at the same time the difference $T_{9-3} - T_{6-1}$ increased to value $20 - 40^\circ K$ and ratio I_{9-3}/I_{6-1} increased also (fig. 9). Similar anomalous phenomena were also observed at some nights in October of each year. It is suggested that seasonal variations of I_{rot} and T_{rot} and their anomalous variations during great geomagnetic disturbances are consequence of powerful vibrational motions of the upper atmosphere followed by vertical displacements of emission layers.

January, 1962.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фишкова Л. М., Маркова Г. В., Некоторые результаты электрофотометрических наблюдений эмиссий OH , OH и непрерывного фона в свечении ночного неба. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс., 1959, № 24, 161—173.
2. Фишкова Л. М., Маркова Г. В., Некоторые результаты электрофотометрических и спектральных наблюдений свечения ночного неба в Абастумани. Сборник статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба», Серия МГГ, Изд-во АН СССР, 1960, № 2—3, 49—56.
3. Фишкова Л. М., Маркова Г. В., Электрофотометрические наблюдения низкоширотного полярного сияния 11—12 февраля 1958 г. в Абастумани. Астрон. цирк. АН СССР, 1958, № 191.
4. Фишкова Л. М., Сезонные и годовые колебания интенсивности свечения ночного неба. Сборник статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба», Серия МГГ, Изд-во АН СССР, 1962, № 9.
5. Фишкова Л. М., Маркова Г. В., Эмиссия OH по наблюдениям в Абастумани. Сборник статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба», Серия МГГ, Изд-во АН СССР, 1961, № 6, 17—20.
6. Герасимов Н. Г., Яковлева А. В., Комплект светосильных спектрографов с дифракционными решетками. Приборы и техника эксперимента, 1956, № 1, 83—86.
7. Мулярчик Т. М., Петрова К. И., Очувствление фотоматериалов путем предварительной подсветки. Астрон. ж., 1957, № 1.
8. Roach F. E., Manual for observations of the airglow during the IGY. National Bureau of Standards, № 5006, 1956, 1—33.
9. Schoenberg E., Theoretische Photometrie. Handb. der APh., 2, 1929, 202.
10. Герцберг Г., Строение и спектры двухатомных молекул. Изд-во ИЛ, 1949.
11. Шефов Н. Н., Об определении вращательной температуры полос OH . Сборник статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба», Серия МГГ, Изд-во АН СССР, 1961, № 5, 5—9.
12. Тарасова Т. М., Прямые измерения светимости ночного неба. Астрон. цирк., АН СССР, 1961, № 222.
13. Mepherson D. M., Vallance Jones A., A study of the latitude dependence of OH rotational temperatures for Canadian stations. J. Atm. and Terr. Phys., 17, 1960, 308.
14. Wallace L., Note on airglow temperature determinations from OH spectra. J. Geophys. Res., 65, № 3, 1960, 921—923.
15. Herman R. S., Hornbeck G. A., Vibration—rotation bands of OH . APh. J., 118, № 2, 1953, 214—227.
16. Meinel A. B., OH emission bands in the spectrum of the night sky., II. APh. J., 1950, 112, № 1, 120—130.
17. Сушинский М. М., Молекулярный анализ методом комбинационного рассеяния света. Труды физического ин-та АН СССР, 1950, 5, 185—260.
18. Яриш В. И., Эмиссия OH по наблюдениям в Якутске. Сборник статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба», Серия МГГ, Изд-во АН СССР, 1961, № 5, 10—17.

19. Wallace L., Seasonal variation and interpretation of the OH rotational temperature of the airglow. *J. Atm. and Terr. Phys.*, 20, № 2—3, 1961, 85—93.
20. Шефов Н. Н., Ярин В. И., О зависимости вращательной температуры OH от широты. Сборник статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба», Серия МГГ, Изд-во АН СССР, 1961, № 5, 25—28.
21. Kvifte G., Auroral and nightglow observations at AS, Norway. *J. Atm. and Terr. Phys.*, 16, № 2/3, 1959, 252—258.
22. Шефов Н. Н., Эмиссия OH по наблюдениям в Звенигороде. Сборник статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба», Серия МГГ, Изд-во АН СССР, 1961, № 5, 18—24.
23. Красовский В. И., О природе излучения OH в верхней атмосфере. Сборник статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба», Серия МГГ, Изд-во АН СССР, 1961, № 5, 29—31.
24. Красовский В. И., Происхождение гидроксильной системы в излучении ночного неба. *Успехи физ. наук*, 1957, 63, 673 — 691.
25. Bates D. R., Nicolet M., The photochemistry of atmospheric water vapor. *J. Geophys. Res.*, 55, N 3, 1950, 301—327.
26. Красовский В. И., Некоторые результаты исследований полярных сияний и свечения ночного неба во время МГГ и МГС. *Успехи физ. наук*, 1961, 75, в. 3, 501—525.
27. Шефов Н. Н., О населенности колебательных уровней молекул гидроксила. Сборник статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба», Серия МГГ, Изд-во АН СССР, 1961, № 6, 21—27.

ВАРИАЦИИ ИНТЕНСИВНОСТИ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭМИССИИ $\lambda 6562 \text{ \AA}$ *HI* СВЕЧЕНИЯ НОЧНОГО НЕБА

Л. М. ФИШКОВА

До сравнительно недавнего времени излучение атомарного водорода наблюдалось только в свечении полярных сияний: в спектрах полярных сияний во многих случаях присутствуют широкие линии H_{α} , H_{β} атомарного водорода, происхождение которых связано с вторжением в полярные области земной атмосферы мощных протонных корпускулярных потоков. Ширина этих линий достигает нескольких десятков \AA и определяется большой скоростью протонов. В спектре свечения ночного неба никаких следов линий *HI* не замечалось. Однако в 1957 г. В. С. Прокудиной на Звенигородской станции института физики атмосферы АН СССР в спектре свечения ночного неба была обнаружена узкая линия $\lambda 6562 \text{ \AA}$, которая была отождествлена как линия H_{α} Бальмеровской серии атомарного водорода [1]. Ее ширина не превышала ширину инструментального контура ($\sim 2 \text{ \AA}$), и ее появление в спектре не было связано с какими-либо геомагнитными возмущениями. Линия $\lambda 6562 \text{ \AA}$ *HI* расположена в спектре свечения ночного неба между линиями $P_2(6-1)$ *OH* ($\lambda 6554 \text{ \AA}$) и $P_3(6-1)$ *OH* ($\lambda 6569 \text{ \AA}$), поэтому обнаружить ее можно лишь при помощи спектрографа с достаточной для этого разрешающей способностью, каким и явился использованный В. С. Прокудиной отечественный светосильный спектрограф СП—48. В последующие годы во время МГГ и МГС, благодаря применению таких же или аналогичных спектрографов узкая линия H_{α} была обнаружена в спектре свечения ночного неба во время наблюдений на ряде других станций: Г. В. Марковой и Л. М. Фишковой в Абастумани [2], Р. Х. Гайнуллиной и З. В. Карягиной в Алма-Ате [3], В. И. Яриным в Якутске [4], Дюфэ в От Прованс [5], Квайфтом в Норвегии [6]. По оценке указанных авторов интенсивность линии H_{α} в спектре ночного неба оказалась гораздо меньшей, чем в спектре сияний, не более 5—20 разев. Узкий профиль линии H_{α} в спектре ночного неба и отсутствие зависимости ее интенсивности от геомагнитной активности свидетельствовали о том, что ее происхождение в спектрах ночного неба отличалось от происхождения широкой H_{α} в спектрах полярных сияний.

Для выяснения механизма возникновения H_α в свечении ночного неба необходимо прежде всего знать вариации её интенсивности как во времени, так и по небесному своду, а также по сравнению с вариациями других эмиссий ночного неба; также важным фактором в этом явлении должно быть влияние на измеряемую интенсивность H_α той части галактической составляющей свечения ночного неба, которая сама излучает в H_α . Однако для того чтобы ответить на эти вопросы, упомянутых выше наблюдений [2, 3, 4, 5, 6] совершенно недостаточно. Необходимы были длительные систематические наблюдения.

В Абастуманской астрофизической обсерватории АН Груз. ССР ($\varphi = 41^\circ 45' N$, $\lambda = 42^\circ 45' E$) наблюдения эмиссии $6562 \text{ \AA} H I$ в спектре свечения ночного неба проводятся регулярно с января 1958 года. За период 1958—1961 г. получено 115 спектров ночного неба с эмиссией H_α . На основе этого материала изучены сезонные и голичные вариации абсолютной интенсивности линии H_α в спектре свечения ночного неба, получены некоторые данные о пространственном распределении эмиссии H_α и влияния галактической составляющей на наблюдаемую интенсивность H_α ; проведено сравнение вариаций интенсивности H_α с вариациями интенсивности других эмиссий ночного неба. Предварительные результаты этих наблюдений за 1958—1959 годы были опубликованы ранее [7, 8].

Съемка спектров производилась при помощи светосильного спектрографа СП—48. Метод наблюдений и обработки аналогичен методу, который использовался при изучении полос OH в области спектра $6000\text{--}7000 \text{ \AA}$ и описан в предыдущей статье данного выпуска [9]. Абсолютная интенсивность линии H_α определялась путем сравнения её с интенсивностью линии $\lambda 6300 \text{ \AA} [OI]$, абсолютная интенсивность которой была известна из электрофотометрических наблюдений [9]. Измерение интенсивности линии H_α , ввиду её малой величины, представляет большие трудности и осуществлялось с точностью 15—30%.

В течение каждой ночи спектры фотографировались в направлении $Z = 67^\circ N$. В течение ряда ночей одновременно производилась съемка спектров и в других, специально выбранных направлениях, для чего в 1959 г. щель спектрографа делилась пополам призмой прямого угла, а с июля 1961 г. использовался второй спектрограф СП—48.

В таблице 1 приводится абсолютная интенсивность линии $H_\alpha 6562 \text{ \AA}$ в спектре свечения ночного неба, выраженная в рэлях, за период с января 1958 г. по ноябрь 1961 г., по наблюдениям в Абастумани в направлении $Z = 67^\circ N$. Построенные на основании таблицы 1 сезонные вариации интенсивности H_α изображены на рис. 1. Каждая точка на графике есть средняя интенсивность I_{H_α} за период, включающий ряд соседних ночей.

Из таблицы 1 и рис. 1 видно, что интенсивность линии H_α достигает максимальной величины летом в июне-июле-августе каждого года и минимума зимой; добавочный максимум имеется в марте (треугольники на рис. 1). На рис. 2 приводится усредненная за четыре года кривая сезонных вариаций I_{H_α} .

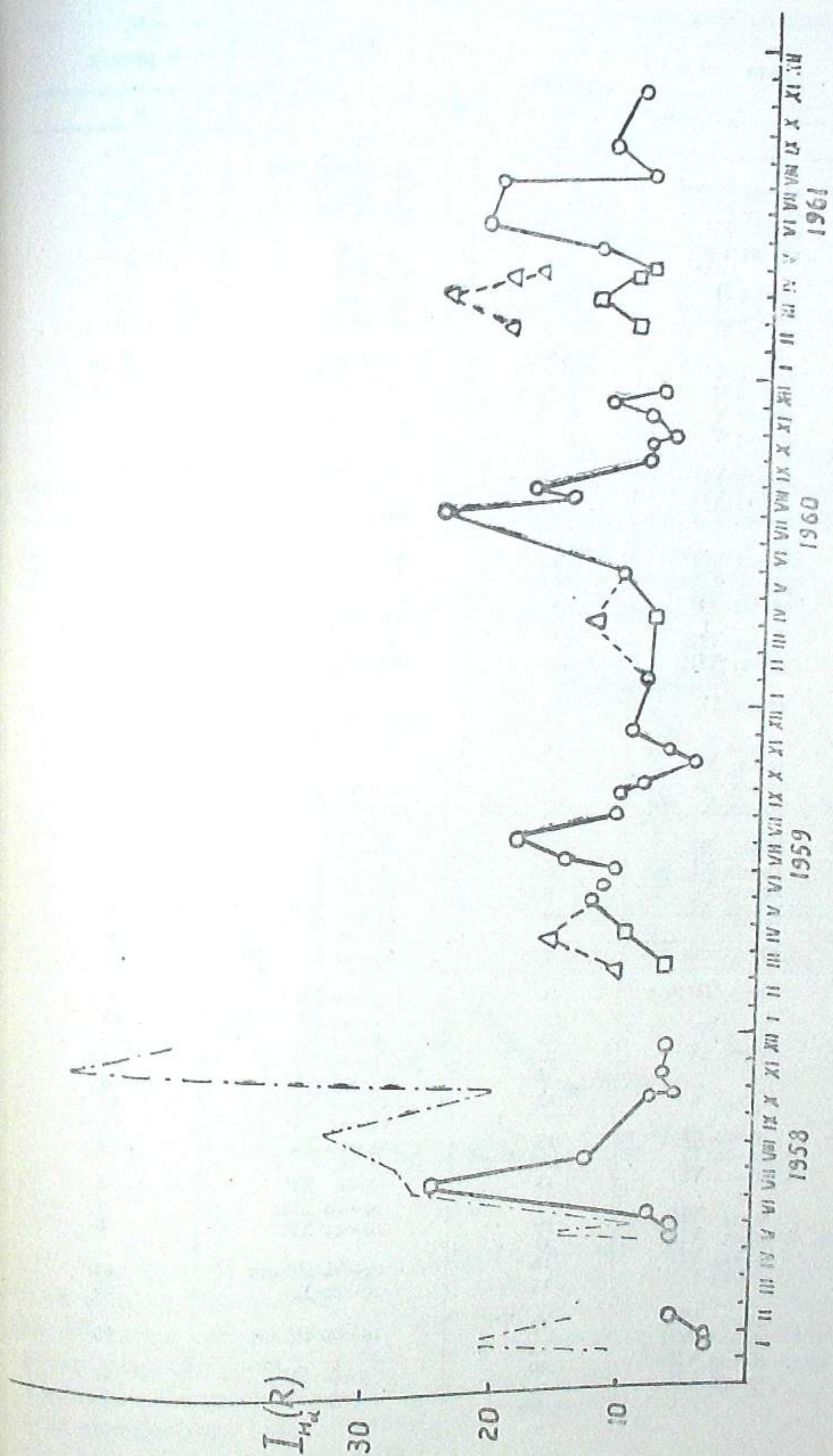


Рис. 1

Таблица 1

Дата	$I_{H\alpha}$ в рэлях	Дата		$I_{H\alpha}$ в рэлях	
		1	2	1	2
13-14 I 1958	3	25-26 IX 1959	2	16-17 IV 1961	16
18-19 I	2	27-28 IX	15	17-18 IV	21
23-24 I	5	28-29 IX	18	11-12 V	13
24-25 I	2	4-5 X	9	12-13 V	13
13-14 II	2	29-30 X	7	16-17 V	13
18-19 II	8	30-31 X	3	17-18 V	34
19-20 II	7	31-I XI	4	7-8 VI	23
13-14 V	4	1-2 XII	8	8-9 VI	22
17-18 V	7	2-3 XII	12	8-9 VII	22
18-19 V	6	27-28 I 1960	9	14-15 VII	19
22-23 V	5	2-3 IV	13	16-17 VII 1961	20
13-14 VI	9	24-25 V	11	17-18 VII	24
14-15 VI	6	22-23 VII	24	8-9 VIII	13
22-23 VI	4	31 VII-I VIII	25	9-10 VIII	9
14-15 VII	3	14-15 VIII	18	13-14 VIII	6
15-16 VII	26	16-17 VIII	12	5-6 IX	12
16-17 VII	25	26-27 VIII	11	6-7 IX	16
9-10 VIII	17	31 VIII-I IX	25	9-10 IX	9
10-11 VIII	10	21-22 IX	8	6-7 XI	8
17-18 IX	8	22-23 IX	9	7-8 XI	13
11-12 X	8	11-12 X	9		
12-13 X	3	12-13 X	11		
14-15 X	5	13-14 X	9		
18-19 X	8	15-16 X	5		
12-13 XI	6	16-17 X	10		
13-14 XI	6	18-19 X	10		
14-15 XI	6	21-22 X	8		
15-16 XI	10	24-25 X	9		
10-11-12 XII	7	25-26 X	5		
8-9 III 1959	11	9-10 XI	6		
2-3 IV	23	11-12 XI	10		
9-10 IV	10	12-13 XI	12		
30-31 V	13	14-15 XI	11		
9-10 VI	13	15-16 XI	4		
11-12 VI	11	17-18 XI	10		
13-14 VI	11	24-25 XI	13		
1-2 VII	10	25-26 XI	12		
2-3 VII	11	8-9 XII	8		
12-13 VII	16	9-10 XII	7		
13-14 VII	13	10-11 XII	8		
2-3 VIII	19	11-12 II 1961	13		
27-28 VIII	13	19-20 II	28		
28-29 VIII	10	19-20 III	25		
29-30 VIII	11	7-8 IV	21		
		8-9 IV	18		

Продолжение таблицы 1

1	2	1	2
16-17 IV 1961	16	16-17 VII 1961	20
17-18 IV	21	17-18 VII	24
11-12 V	13	8-9 VIII	13
12-13 V	13	9-10 VIII	9
16-17 V	13	13-14 VIII	6
17-18 V	34	5-6 IX	12
7-8 VI	23	6-7 IX	16
8-9 VI	22	9-10 IX	9
8-9 VII	22	6-7 XI	8
14-15 VII	19	7-8 XI	13

Сезонные вариации интенсивности $H\alpha$ не совпадают с сезонными вариациями интенсивностей других эмиссий ночного неба [10]. Для сравнения на рис. 1 штрихпунктиром изображены полученные одновременно вариации интенсивности линии $P_2(6-1) OH$, которая находится в спектре рядом с линией $H\alpha$ и сравнима с ней по интенсивности: $P_2(6-1)$ имеет характерный для гидроксильного излучения максимум в ноябре.

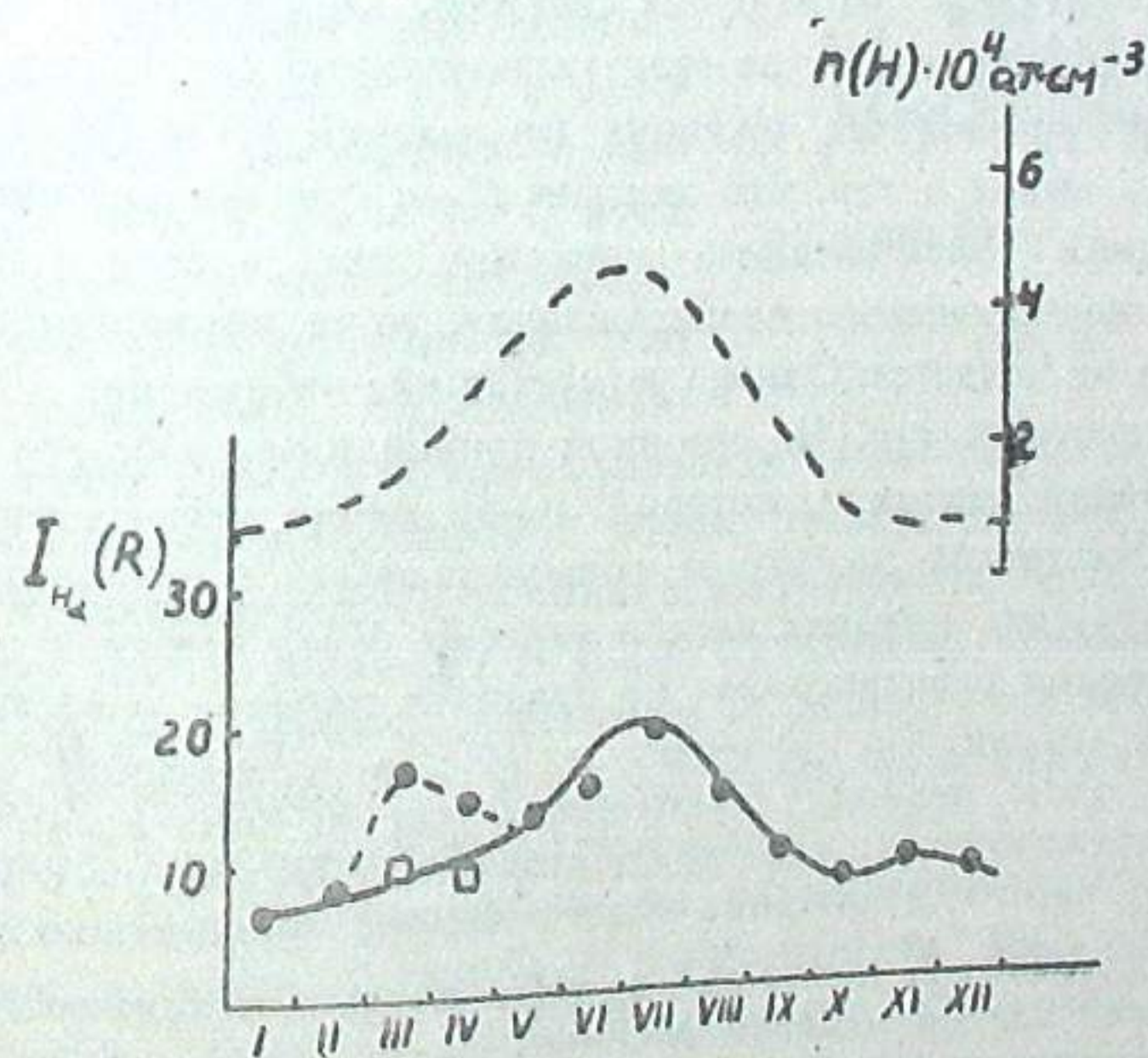


Рис. 2

Так как на наблюдаемую интенсивность линии $H\alpha$ в спектре ночного неба в значительной степени может накладываться галактическая составляющая свечения ночного неба, излучающая в $H\alpha$, то естественно могла возникнуть мысль о том, что последней может быть объяснен максимум на сезонной кривой $H\alpha$. С целью проверки этого обстоятельства определялись экваториальные и галактические координаты центра

поля зрения спектрографа (размеры поля 12.1×9.7 кв. град.) для начала и конца экспозиции и по атласу Бечвара (Atlas Coeli 1950.0, Praha 1958) прослежены области, проходившие через поле зрения за время экспозиции. Оказалось, что влиянием галактической составляющей можно объяснить лишь усиление H_α в марте-апреле: в это время в направлении $Z=67^\circ N$ через поле спектрографа проходят области, прилегающие к Млечному Пути в созвездиях Цефея и Кассиопея (α от 23^h до 2^h и δ от 65° до 77° ; $b=9^\circ-10^\circ$), в которых имеется ряд галактических объектов, излучающих в H_α , и по-видимому, проходит край области III Галактики. Этот результат совпадает с наблюдениями М. Дюфа и Ж. Дюфа [11]. Они получили несколько спектров ночного неба с эмиссией H_α в обсерватории От Прованс, находящейся на той же широте, что и Абастумани ($\varphi=42^\circ 43' N$), спектрограф также направлялся на север $Z=75^\circ N$ и время наблюдений—февраль-март-апрель. По данным Дюфа в марте также наблюдается значительное усиление H_α , связанное с прохождением через поле зрения указанных выше областей неба. Как на спектрах, полученных Дюфа, так и на абастуманских спектрах критерием наложения галактической составляющей на наблюдаемую H_α можно считать появление в спектре ночного неба одновременно с усилением H_α линии $\lambda 6583 \text{ \AA}$ дублета III , характерного для спектров диффузных газовых туманностей. Эта линия появляется на всех тех спектрах, для которых можно заподозрить усиление линии H_α за счет галактической составляющей. Дюфа на основании упомянутых весенних наблюдений в От Прованс поторопился сделать вывод о том, что эмиссия H_α в спектре свечения ночного неба в основном галактического происхождения, а если и имеется H_α земного или межпланетного происхождения, то ее интенсивность невелика и заметно не меняется. Однако четырехлетние наблюдения в Абастумани показали, что это не так. На сезонной кривой интенсивности H_α имеется второй, основной максимум, который, по-видимому, объясняется другими причинами. На летних спектрах за июль-июль-август с интенсивной H_α не удалось обнаружить никаких следов эмиссии III . Также в этот период через поле зрения спектрографа не проходят никакие известные объекты, которые могли бы излучать в H_α ; в направлении наблюдения $Z=67^\circ N$ в этот период галактическая широта была $b > 30^\circ$. На рис. 3 приводятся спектрограммы участка спектра около H_α для 7—8 III 1961 г., когда имело место наложение галактической составляющей и хорошо видна линия $\lambda 6583 \text{ \AA}$, и для 22—23 VII, когда интенсивность H_α велика, но никаких следов эмиссии III нет.

В отдельные ночи имеют место аномальные изменения интенсивности линии H_α . Например, аномально низкая для этого времени I_{H_α} 14—15 VII 1958 г. резкое усиление I_{H_α} 17—18 V, 1961 г. и т. п.

Для того, чтобы судить о годичных вариациях интенсивности H_α данных еще совершенно недостаточно. Однако, можно заметить, что I_{H_α} мало изменилась за четыре года наблюдений. Ежегодно максимальная интенсивность колеблется в пределах 20—25 рэлеев, а минимальная зимой—около 5—7 рэлеев. Во всяком случае с падением солнечной активности от 1958 к 1961 году средняя I_{H_α} существенно не изменилась. Некоторое умень-

шение максимальной I_{H_α} в июле 1959 года возможно объясняется недостаточным числом наблюдений.

Наблюдаемые в Абастумани величины I_{H_α} (таблица 1) хорошо совпадают с данными других авторов. Например, по наблюдениям Р. Х. Гайнуллиной и З. В. Карягиной [3] средняя интенсивность линии H_α в спектре свечения ночного неба в Алма-Ате ($\varphi=43^\circ 20' N$) за период 12—24 I 1958 года составляла в направлении $Z=70^\circ N$ 4.5 рэлея, что очень хорошо совпадает со средней $I_{H_\alpha} = 4$ рэлея за этот же период по наблюдениям в Абастумани в том же направлении. Также по наблюдениям в Звенигороде ($\varphi=55^\circ 48' N$) I_{H_α} меняется в тех же пределах, что и в Абастумани [12].

Для изучения распределения интенсивности эмиссии H_α свечения ночного неба по небесному своду в течение ряда ночей производилось фотографирование спектров ночного неба одновременно в двух направлениях. В 1959 году в течение девяти ночей щель спектрографа делилась пополам призмой прямого угла и одновременно снимались два спектра—в направлениях $Z=70^\circ N$ и $Z=20^\circ S$. С июля 1961 года наблюдения велись одновременно на двух спектрографах СИ-48, один из которых по-прежнему был постоянно направлен в точку $Z=67^\circ N$, а второй направлялся либо в полюс ($Z=48^\circ N$), либо на юг в сторону антисолнечной точки. Во всех случаях измерялось отношение интенсивностей в указанных направлениях I_{Z_1}/I_{Z_2} для линии H_α (I_{H_α}) и для линии $P_2(6-1) OH(6-1)$. Результаты приводятся в таблице 2, где указаны зенитные расстояния и азимут точки наблюдения и соответствующие величины θ_{H_α} и θ_{OH} . Отдельно выделены случаи, когда θ_{H_α} искажалось галактической составляющей.

Прежде всего рассмотрим отношение интенсивности линии H_α , измеренной в направлении $Z=67^\circ N$, к интенсивности H_α , измеренной в полярной области ($Z=48^\circ N$). Это отношение для всех ночей, указанных в таблице 2, оставалось примерно постоянным. В июле, когда наблюдался максимум интенсивности эмиссии H_α в направлении $67^\circ N$, в направлении полюс H_α также была интенсивной и затем до января уменьшалась параллельно с ее уменьшением в направлении $67^\circ N$. Так как в полярной области неба звездная составляющая в течение года не меняется, то неизменность отношения интенсивности H_α для $67^\circ N$ к интенсивности H_α в Полюсе и повторение в направлении на Полюс сезонного хода I_{H_α} с максимумом летом служит доказательством того, что летний максимум интенсивности эмиссии H_α в свечении ночного неба не является результа-

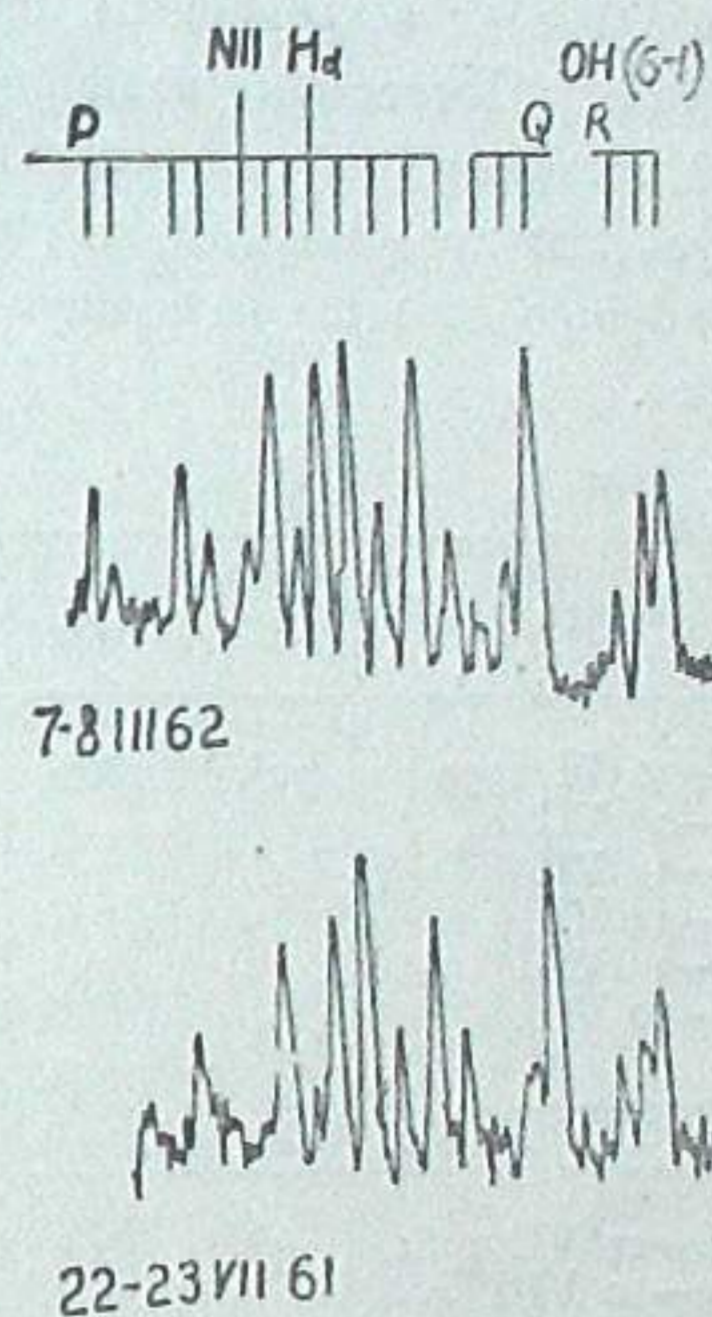


Рис. 3

том наложения галактической составляющей. Средняя величина отношения I_{67}/I_{48} равна $1,40 \pm 0,1$. Результаты одновременных наблюдений в данном направлении и в полярной области можно воспользоваться для учета влияния галактической составляющей на наблюдаемую интенсивность H_{α} . Например, весной отношение $r_{H_{\alpha}}$ увеличивается благодаря прохождению в направлении $67^{\circ}N$ через поле зрения спектрографа увянутых выше объектов, излучающих в H_{α} (см. 12—13 I 1962 и 5—6 III 1962 в таблице 2), превышение против средней величины $r_{H_{\alpha}}$ в 1,7 раза. Последняя величина была использована для учета галактической составляющей во время весенних наблюдений в направлении $67^{\circ}N$. Результаты представлены на рис. 1 и рис. 2 (квадраты): полученные точки хорошо ложатся на кривую сезонного хода, мартовский максимум исчезает.

Таблица 2

Дата	Z_1	A_1	Z_2	A_2	$r_{H_{\alpha}}$	r_{OH}
9—10 VI 1959	70°	180°	20°	0°	1,95	2,32
1—2 VII					1,52	1,77
2—3 VII					1,59	2,76
13—14 VII					1,69	1,9
2—3 VIII					1,92	2,14
29—30 VIII					1,48	3,19
среднее					$1,73 \pm 0,14$	$2,3 \pm 0,3$
16—17 VII 1961	67°	180°	48°	180°	1,44	1,43
9—10 VIII					1,24	2,2
13—14 VIII					1,54	2,1
5—6 IX					1,43	2,0
6—7 IX					1,41	1,27
6—7 XI					1,35	1,90
7—8 XI					1,53	1,70
6—7 I 1962					1,42	1,60
среднее					$1,40 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,3$
8—9 VII 1961	67°	180°	67°	315°	2,0	1,04
14—15 VII	67°	180°	67°	315°	1,9	1,13
17—18 VII	67°	180°	67°	315°	1,6	0,85
8—9 VIII	67°	180°	антисолн. точка		2,5	1,04
			$Z=56^{\circ}-68^{\circ}$			
9—10 IX	67	180	антисолн. точка		2,7	1,80
			$Z=62^{\circ}-47^{\circ}$			
9—10 XI	67	180	67°	0°	2,1	0,95
30—31 X 1959	70°	180°	20°	0°	0,70	2,14
2—3 XII	70°	180°	20°	0°	0,90	2,40
28—29 III 1960	70°	180°	20°	0°	2,80	2,10
12—13 I 1962	67°	180°	48°	180°	2,33	—
5—6 III	67°	180°	48°	180°	2,40	1,92

Наблюдаемое отношение интенсивности H_{α} в направлении $70^{\circ}N$ и интенсивности в направлении $20^{\circ}S$ в среднем равно $1,73 \pm 0,14$. Служит

28—29 III 1960, когда в поле зрения проходил край Млечного Пути в созвездии Цефея и Кассиопеи, дает $r_{H_{\alpha}} = 2,8$ — величину, также в 1,7 раза большую не искаженного влиянием галактической составляющей отношения $r_{H_{\alpha}}$ для $70^{\circ}N$ и $20^{\circ}S$. Для 30—31 X 1959 и 2—3 XII 1959 $r_{H_{\alpha}}$ была меньше 1, ибо в эти ночи через поле зрения в направлении $20^{\circ}S$ проходила область созвездия Тельца.

Следует отметить, что поправочный коэффициент ($\sim 1,7$) для учета галактической составляющей пока весьма приблизителен и требует уточнения на большем наблюдательном материале, в частности необходимо определить зависимость поправочного коэффициента от времени прохождения излучающих в H_{α} объектов через поле зрения в течение экспозиции.

Наблюдения в антисолнечном направлении показали, что распределение интенсивности H_{α} по небесному своду симметрично относительно антисолнечной точки: по мере приближения к антисолнечному направлению интенсивность H_{α} уменьшается и в антисолнечной точке она минимальна. Из таблицы 2 видно, что отношение интенсивности H_{α} для $67^{\circ}N$ к интенсивности для $Z=67^{\circ}$, но в противоположную сторону, на юг или на юго-восток (начало экспозиции в антисолнечной точке), равно $1,7-2,2$, а 8—9 VIII и 9—10 IX 1961, когда второй спектрограф гидрировался по антисолнечной точке, это отношение составляло $2,7-2,9$. При этом галактическая широта обеих точек наблюдения составляла $b=40^{\circ}-45^{\circ}$ для $Z=67^{\circ}N$ и $b=39^{\circ}-58^{\circ}$ для антисолнечной точки, т. е. влияние галактической составляющей на измеренное отношение $r_{H_{\alpha}}$ вряд ли имело место.

В таблице 2 также приводятся величины r_{OH} отношения интенсивностей в указанных направлениях для линии $P_2(6-1)OH$. Они отличаются от аналогичных отношений для H_{α} . Величины r_{OH} соответствуют известному для свечения верхней атмосферы распределению — увеличению интенсивности от зенита к горизонту, в среднем мало зависящему от азимута, — и хорошо согласуются с имеющимися данными о высоте свечения атмосферного гидроксила 75—90 км [13]. Большой разброс значений для r_{OH} , по-видимому, объясняется тем, что пространственное распределение гидроксильного излучения не всегда бывает однородно, иногда в течение ночи наблюдается перемещение светящихся областей по небесному своду («кочковатость» свечения).

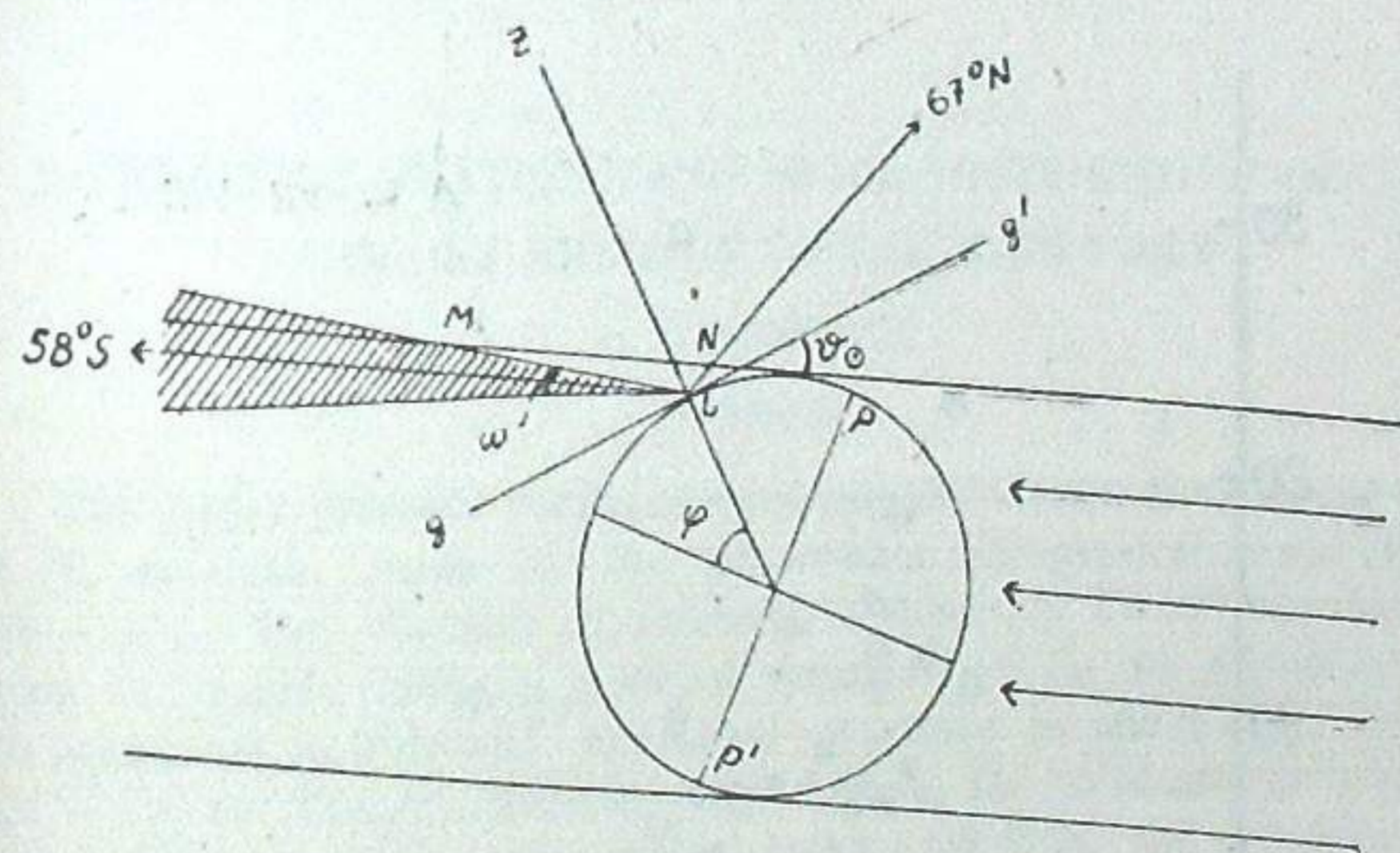
Ранее уже указывалось, [9], что обрабатывались только те спектры, которые были получены в совершенно ясные ночи с хорошей прозрачностью и последняя учитывалась при измерении отношений $r_{H_{\alpha}}$ и r_{OH} .

На основании результатов четырехлетних наблюдений в Абастумани вариаций интенсивности эмиссии $\lambda 6562 \text{ \AA} HI$ в спектре свечения ночного неба можно сделать следующие выводы. Вариации интенсивности линии H_{α} отличаются от вариаций интенсивности основных эмиссий ночного неба. В то время как интенсивность эмиссий $5577 \text{ \AA} OH$, $5893 \text{ \AA} Na$, OH максимальна в осенне-зимнее время и минимальна летом, интенсивность линии H_{α} максимальна летом в июле и минимальна зимой. Также имеется раз-

личие и в пространственном распределении: наблюдается заметная симметрия интенсивности H_α относительно антисолнечной точки — минимум в направлении на последнюю. Такой характер вариаций интенсивности линии H_α — зависимость их от положения точки наблюдения относительно тени Земли, свидетельствует о том, что излучение Солнца ответственно за появление H_α в спектре ночного неба.

В 1958 г. И. С. Шкловским [15] была высказана гипотеза о том, что эмиссия H_α в спектре свечения ночного неба появляется в результате резонансного рассеяния солнечного излучения серии Лаймана межпланетным нейтральным водородом или водородом геокороны. Измерения ультрафиолетового излучения ночного неба, выполненные с ракет, показали, что ночное небо излучает интенсивную эмиссию L_α [14]. Это излучение начинает обнаруживаться при подъеме выше 80 км, растет до 120 км и затем остается приблизительно постоянным, меняясь очень медленно; в последнее время установлено, что интенсивность L_α , измеренная с высоты 1000 км, составляет $\sim 80\%$ от интенсивности, измеренной с высоты 300 км [16]. С высоты 120 км поток L_α от всей полусферы составлял $\sim 10^{-2}$ эрг/см² стеррад. Кроме излучения сверху, зарегистрировано излучение со стороны Земли, отраженное атмосферой Земли на высоте 80—120 км, причем альбедо составляло $\sim 0,42$. Изофоты L_α распределялись симметрично относительно антисолнечной точки, в которой интенсивность минимальна. Такой характер пространственного распределения эмиссии L_α ночного неба позволил предположить, что она возникает в результате резонансного рассеяния L_α излучения Солнца в нейтральном водородном облаке, окружающем Землю или распределенном каким-то образом в межпланетном пространстве. И. С. Шкловский [15] показал, что если одновременно рассеиваются и солнечные L_α кванты, то в результате каскадных переходов может испускаться линия H_α 6562 Å Бальмеровской серии H_I . Расчеты показывают [15], что её интенсивность будет того же порядка, что и наблюдаемая интенсивность линии H_α в спектре свечения ночного неба. Чемберлейн и Брандт [17] предположили, что рассеяние солнечных Лайман-квантов происходит в межпланетном водородном облаке, но тогда трудно объяснить столь высокое альбедо земной атмосферы, о котором упоминалось выше. Джонсон и др. [18, 19] считают, что рассеяние происходит в геокороне — газовом облаке, окружающем Землю вплоть до расстояния 22000 км, которое с 2000 км в основном должно состоять из водорода. Существование геокороны доказано опытами по измерению концентрации ионов в околоземном и межпланетном пространстве, поставленными на советских космических ракетах [20]. Также оно доказано ракетными измерениями профиля солнечной L_α : в центре профиля обнаружено узкое ядро, свидетельствующее о наличии водородной геокороны, содержащей от уровня слоя E около $3 \cdot 10^{12}$ атомов водорода в столбе сечением в 1 см² [16]. Джонсон [18] рассчитал распределение плотности нейтрального водорода в геокороне и получил для полного содержания H величину, несколько большую, но того же порядка: $\sim 7 \cdot 10^{12}$ атомов/см² столба.

Результаты наблюдений вариаций интенсивности линии H_α в спектре свечения ночного неба, изложенные в данной статье, удовлетворительно согласуются с гипотезой возбуждения H_α ночного неба в результате рассеяния Лаймановского излучения Солнца в нейтральном водородном геокороне. Действительно, сезонный ход интенсивности H_α с максимумом летом, по-видимому, является следствием сезонных изменений высоты тени Земли ночью над наблюдателем. Для широты Абастумани и направления, в котором велись наблюдения ($Z=67^\circ N$), была подсчитана высота H границы земной тени, которую в полночь пересекает луч зрения, входя в область, освещенную Солнцем. Летом $H \sim 300-500$ км, а зимой около 1700 км. В то же время, например, согласно Джонсону [18] плотность водорода в геокороне меняется от $4 \cdot 10^4$ ат/см³ около 300 км до 10^4 ат/см³ около 1700 км. По данным Джонсона была построена кривая концентрации водорода в геокороне на высоте границы тени, пересекаемой лучом зрения в направлении $Z=67^\circ N$ в течение года (пунктирная кривая на рис. 2). Сезонный ход I_{H_α} параллелен кривой. Обе кривые имеют близкие амплитуды.



Полночь 8-9 VIII 61 $\theta_0 = -32^\circ$ $LN = 450$ км $LM = 2200$ км

Рис. 4

Распределение интенсивности H_α по небесному своду совпадает с изофотами диффузного излучения L_α ночного неба [14] — та же симметрия относительно антисолнечной точки с минимумом интенсивности в последней. По-видимому, измеренная с поверхности Земли интенсивность H_α должна складываться из двух частей: интенсивности H_α , возбужденной в геокороне в результате рассеяния солнечных L_α квантов на нейтральных атомах геокороны и из интенсивности H_α , возбужденной в водородных атомах земной атмосферы на высоте 80—120 км в результате вторичного рассеяния L_α квантов на нейтральных атомах водорода верхней ат-

мосферы. Как уже упоминалось выше, ракетные данные о диффузном излучении L_2 ночного неба дают величину альbedo земной атмосферы $\sim 0,42$. Тогда можно предположить, что вторая часть интенсивности H_2 составляет около $1/3$ всей измеренной интенсивности H_2 . Учитывая это обстоятельство, получим из величин измеренных отношений интенсивности H_2 в направлениях $70^\circ N$ и $20^\circ S$, $67^\circ N$ и $48^\circ N$ (см. таблицу 2) геокорональную часть этих отношений: она составляет $I_{70N}/I_{20S} \sim 1,35$ и $I_{67N}/I_{48N} \sim 1,2$. Величина этих отношений, характеризующих пространственное распределение H_2 , совпадает с аналогичными отношениями для диффузного излучения L_2 ночного неба, которые можно получить из изофот L_2 , измеренных с ракет.

На рис. 4 показано расположение земной тени 8—9 VIII 1961 г., когда производились одновременные наблюдения эмиссии H_2 в направлении $Z=67^\circ N$ и в антисолнечной точке (см. таблицу 2). В направлении $67^\circ N$, в котором луч зрения в полночь пересекает границу тени на высоте 460 км, в основном измерялась эмиссия H_2 , возбужденная в результате первичного рассеяния солнечных L_2 квантов в геокороне.

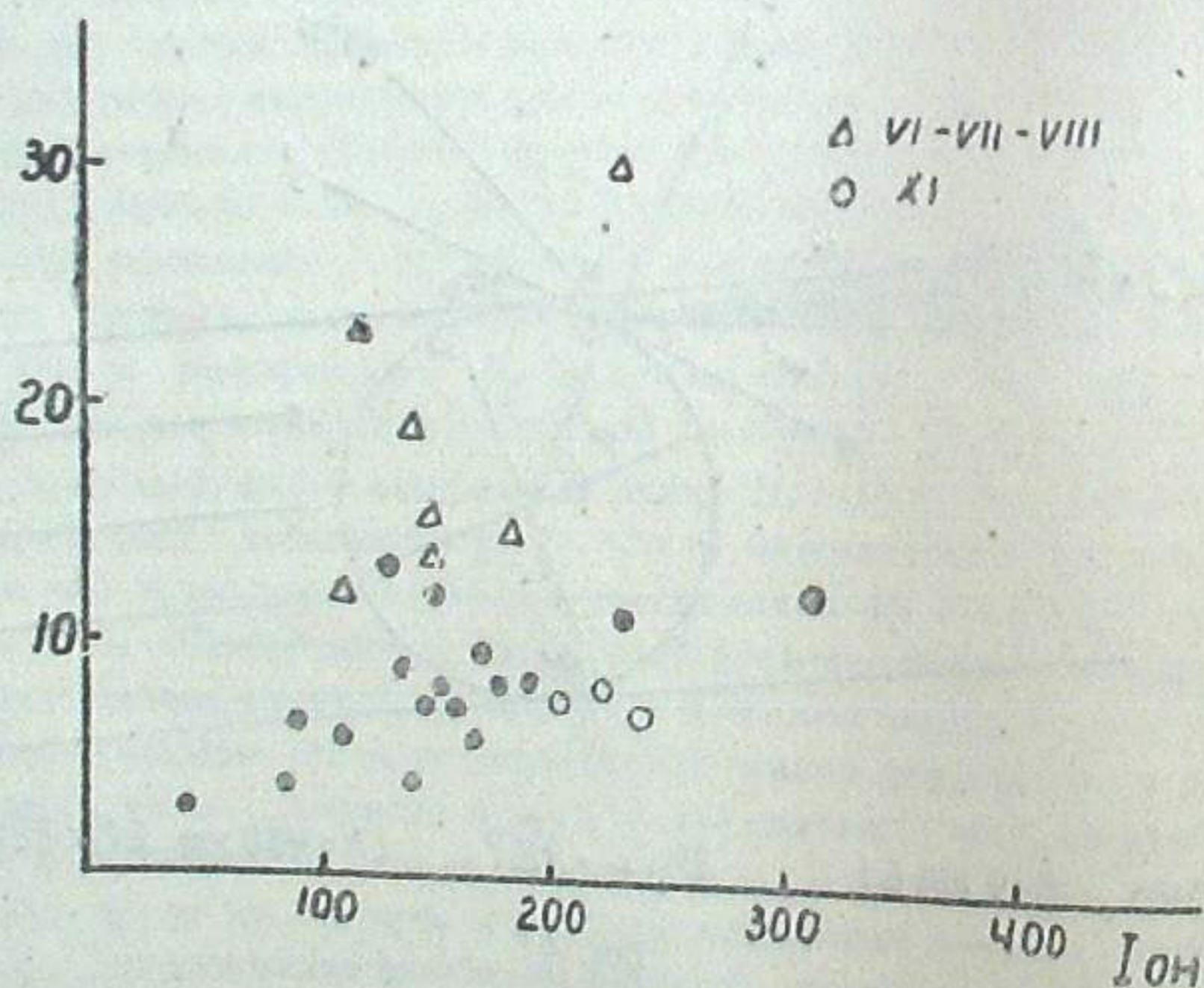


Рис. 5

В антисолнечном направлении, ввиду того, что угол зрения спектрографа составлял $\sim 12^\circ$, около 0,24 части поля зрения входило в область первичного рассеяния на высоте 2200 км, остальная часть эмиссии H_2 в этом направлении относится к излучению в области тени. Отношение наблюдаемой интенсивности H_2 в антисолнечном направлении к интенсивности H_2 в направлении $Z=67^\circ N$ составляет 0,1—0,2. Объяснить такую большую величину этого отношения только тем, что наблюдаемая эмиссия H_2 в антисолнечном направлении относится

к возбуждению в результате вторичного рассеяния Лаймановского излучения в геокороне в области земной тени, пока затруднительно.

По поводу водорода верхней атмосферы на высоте 80—120 км следует заметить, что, по-видимому, одним из его проявлений можно считать наблюдающуюся как в Абастумани, так и на других станциях, заметную корреляцию интенсивности H_2 с интенсивностью гидроксильного излучения [21]. Гидроксильное излучение должно зависеть от концентрации атомарного водорода на указанных высотах. Корреляция I_{H_2} с I_{OH} хороша видна, если исключить точки, относящиеся к периоду максимума I_{H_2} (лето) и максимума I_{OH} (ноябрь), так как сезонные максимумы I_{H_2} и I_{OH} объясняются совершенно разными причинами (см. рис. 5).

Изложенную здесь интерпретацию наблюдаемых вариаций эмиссии H_2 ночного неба следует считать предварительной. Для окончательных, количественных выводов необходимо дальнейшее накопление наблюдательных данных о распределении интенсивности H_2 по небесному своду и влиянию галактической составляющей.*

Апрель, 1962.

INTENSITY VARIATIONS AND SPACE DISTRIBUTION OF THE $\lambda 6562 \text{ \AA}$ $H\text{I}$ EMISSION IN THE NIGHT SKY

L. M. FISHKOVA

(Summary)

The paper presents results of spectrographic observations of the night sky H_2 emission, made at the Abastumani astrophysical observatory in 1958—1961. The absolute H_2 intensity in direction $Z=67^\circ$ was measured during 115 nights (table 1). Seasonal variations of I_{H_2} in direction $67^\circ N$ with maximum in July and additional maximum in March were obtained (fig. 1 and 2). The H_2 intensity ratio I_{21}/I_{22} for $70^\circ N$ and $20^\circ S$ ($1,73 \pm 0,14$), $67^\circ N$ and $48^\circ N$ (polar region) ($1,4 \pm 0,1$), $67^\circ N$ and antisolar point ($2,6 \pm 0,1$) was measured (table 2). Seasonal H_2 variations at polar region are characterized by only one maximum in July. It is shown that H_2 ma-

* Примечание автора в корректуре. Средние величины абсолютных интенсивностей эмиссии H_2 (сплошная кривая на рис. 2) были использованы для оценки содержания излучающих атомов водорода $N(H)$ в геокороне. Наблюдаемой максимальной интенсивности H_2 в июле соответствует $N(H) \sim 3 \cdot 10^{13}$ атомов/см²сек в вертикальном столбе над уровнем 260 км. Определение распределения плотности $n(H)$ показано, что в диапазоне от 260 до 2600 км она меняется от $2,3 \cdot 10^4$ см⁻³ до $0,6 \cdot 10^4$ см⁻³ соответственно (при этом температура геокороны в указанном интервале высот принималась равной 1500°K). Полученные $N(H)$ и $n(H)$ для геокороны меньше тех, которые приводятся Джонсоном [18], но ближе к ракетным определениям $N(H)$ по профилю ядра солнечной L_2 [16]. Учет возможного излучения H_2 на высотах 80—120 км в результате диффузного отражения лаймановского излучения водородом верхней атмосферы приведет к уменьшению приведенных выше величин $N(H)$ и $n(H) \sim$ в 1,5 раза.

ximum in March is the result of galactic H_{α} contamination: in these spectra $N II 6583\text{\AA}$ line simultaneously with increasing H_{α} was observed (fig. 3). The galactic part of H_{α} emission may be measured from simultaneous observations at the given direction and polar region. The results of observations may be explained as resonant scattering of solar Lyman radiation by neutral hydrogen in geocorona and upper atmosphere. Then seasonal H_{α} variations with maximum in summer may be connected with seasonal variations of terrestrial shadow altitude in the given direction. The seasonal H_{α} curve was compared with Johnson's data of hydrogen concentration in geocorona above the shadow boundary (fig. 2). From observations 8—9 VIII 1961 (fig. 4) in antisolar direction the ratio $I_1/I_2 \sim 0,1-0,2$ for secondary and primary scattering of solar Lyman radiation was obtained. Some correlation of $I_{H_{\alpha}}$ with OH bands intensity was observed (fig. 5).

April, 1962.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокудина В. С., О наблюдении линии $\lambda 6562\text{\AA}$ в спектре ночного неба. Сб. статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба». Изд-во АН СССР, 1959, № 1, 43.
2. Фишкова Л. М., Маркова Г. В., О линии H_{α} в спектре свечения ночного неба. АЦ, 1958, № 196.
3. Гайнуллина Р. Х., Карягина Э. В., Исследование спектра ночного неба в области длин волн 6200—6600 \AA . Известия Астрофиз. инст. АН Казах. ССР, 1960, X.
4. Ярин В. И., О спектроскопических наблюдениях за излучением ночного неба и полярных сияний в Якутске. Сб. статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба». Изд-во АН СССР, 1960, № 2—3, 73.
5. Dufay M., Dufay J., Spectre de la luminescence nocturne dans la region de la raie H_{α} . C. R., 1960, 250, № 25, 4191.
6. Kvifte G., Auroral and nightglow observations at \AA s, Norway., Journ. Atm. and Terr. Phys., 1959, 16, № 3—4, 252.
7. Фишкова Л. М., Маркова Г. В., О вариациях интенсивности линии H_{α} в спектре свечения ночного неба. АЦ, 1960, № 208, 14.
8. Фишкова Л. М., Маркова Г. В., О вариациях интенсивности линии 6562\AA в спектре свечения ночного неба. ДАН СССР, 1960, 134, № 4, 799.
9. Фишкова Л. М., Вращательная температура гидроксильного излучения верхней атмосферы. Бюлл. Абастум. астрофиз. obs., (наст. выпуск).
10. Фишкова Л. М., Годичные и сезонные вариации интенсивности свечения ночного неба. Сб. статей «Полярные сияния и свечения ночного неба». Изд-во АН СССР, 1962, № 9.
11. Dufay J., Dufay M., Nguyen Huu-Doan, Sur les variations d'intensité des raies H_{α} et $[N II] 6583\text{\AA}$ dans le spectre du ciel nocturne. C. R., 1961, 253, № 7.
12. Шефов Н. Н., Интенсивности некоторых эмиссий сумеречного и ночного неба. Сб. статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследова-

- дования полярных сияний и свечения ночного неба». Изд-во АН СССР, 1959, № 1, 25.
13. Тарасова Т. М., Прямые измерения светимости ночного неба. АЦ, 1961, № 222.
 14. Kupperian J. E., Byram E. T., Chubb T. A., Friedman H., Far Ultraviolet Radiation in the Night Sky., Planet. Space Sci., 1959, 1, № 1.
 15. Shklovsky J. S., On the Hydrogen Emission in the Night Sky. Planet. Space Sci., 1959, 1, № 1, 7.
 16. Friedman H., Lyman α -radiation. Ann. geophys., 1961, 17, № 2, 245.
 17. Brandt J. C., Chamberlain J. W., Interplanetary gas. I. Hydrogen radiation in the Night Sky, Astrophys. J., 1959, 130, № 2, 670.
 18. Johnson F. S., Fish R. A., The Telluric Hydrogen Corona, Astrophys. J., 1960, 131, 502.
 19. Brandt J. C., On the role of secondary scattering in the L_2 problem., Planet. Space Sci., 1962, 9, 67—71.
 20. Грингауз К. И., Курт В. Г., Мороз В. И., Шкловский И. С., Ионизованный газ и быстрые электроны в окрестности Земли и в межпланетном пространстве. Искусственные спутники Земли, 1961, № 6, 108.
 21. Фишкова Л. М., Маркова Г. В., Эмиссия OH по наблюдениям в Абастумани. Сб. статей «Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба». Изд-во АН СССР, 1961, № 6, 17—20.

О ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА СУМЕРЕЧНОГО НЕБА

Т. Г. МЕГРЕЛИШВИЛИ

В одной из ранних работ [1], касаясь вопроса расхождения сумеречных данных с ракетными данными, мы указывали на ряд возможных причин, обуславливающих это различие, и среди них — на присутствие в атмосфере Земли аэрозольных частиц, меняющих рассеивающую способность отдельных слоев земной атмосферы. На присутствие в атмосфере аэрозольного слоя указывала, основываясь на сумеречных наблюдениях, Н. М. Штауде, которая считала, что крупные частицы — преимущественно метеорного происхождения [2]. Атмосфера Земли, содержащая, кроме механической смеси газов, аэрозоли разной величины, претерпевает пульсацию, поднимается или опускается с изменением температуры, меняется в связи с турбулентными или конвекционными потоками и приходит к слоистому, неоднородному строению. При неоднородном строении атмосферы ее оптические свойства на разных высотах бывают различны. Оптические неоднородности атмосферы, как на это не раз указывалось в литературе [3, 4], целесообразно исследовать при помощи поляризационных наблюдений сумеречного света.

С 1946 по 1952 г. в Абастуманской обсерватории проводились электрополяриметрические наблюдения сумеречного неба в желтых лучах в зените. Цель данной статьи — изложить часть фактического материала, полученного за этот период, указать на те результаты, которые вытекают непосредственно из наблюдений, и высказать некоторые предположения, которые, впрочем, отчасти упоминались до нас и другими авторами [5, 6, 7, 8, 9]. Следует отметить, что исследование сумеречных кривых зависимости $\log I$ от z_0 показало, что они претерпевают сильные изменения ото дня ко дню, которые отчасти могут быть вызваны присутствием в атмосфере аэрозолей, так как содержание последних наиболее изменчиво как в количественном, так и в качественном отношении.

При поляризованном рассеянном свете в сумерках степень поляризации, кроме зависимости от положения Солнца, зависит также и от физического состояния атмосферы, от рассеивающей способности атмосферы.

На рис. 1, 2, 3, 4 и в таблице 1 приведены среднемесячные и среднесезонные значения степени поляризации в зависимости от зенитного расстояния Солнца для 1948, 1949, 1950, 1951 гг. Рассмотрение кривых показывает, что почти всегда наблюдается минимум степени поляризации, указывающий, по-видимому, на наличие на соответствующих высотах слоя, состоящего из более крупных частиц, чем молекулы, т. е.

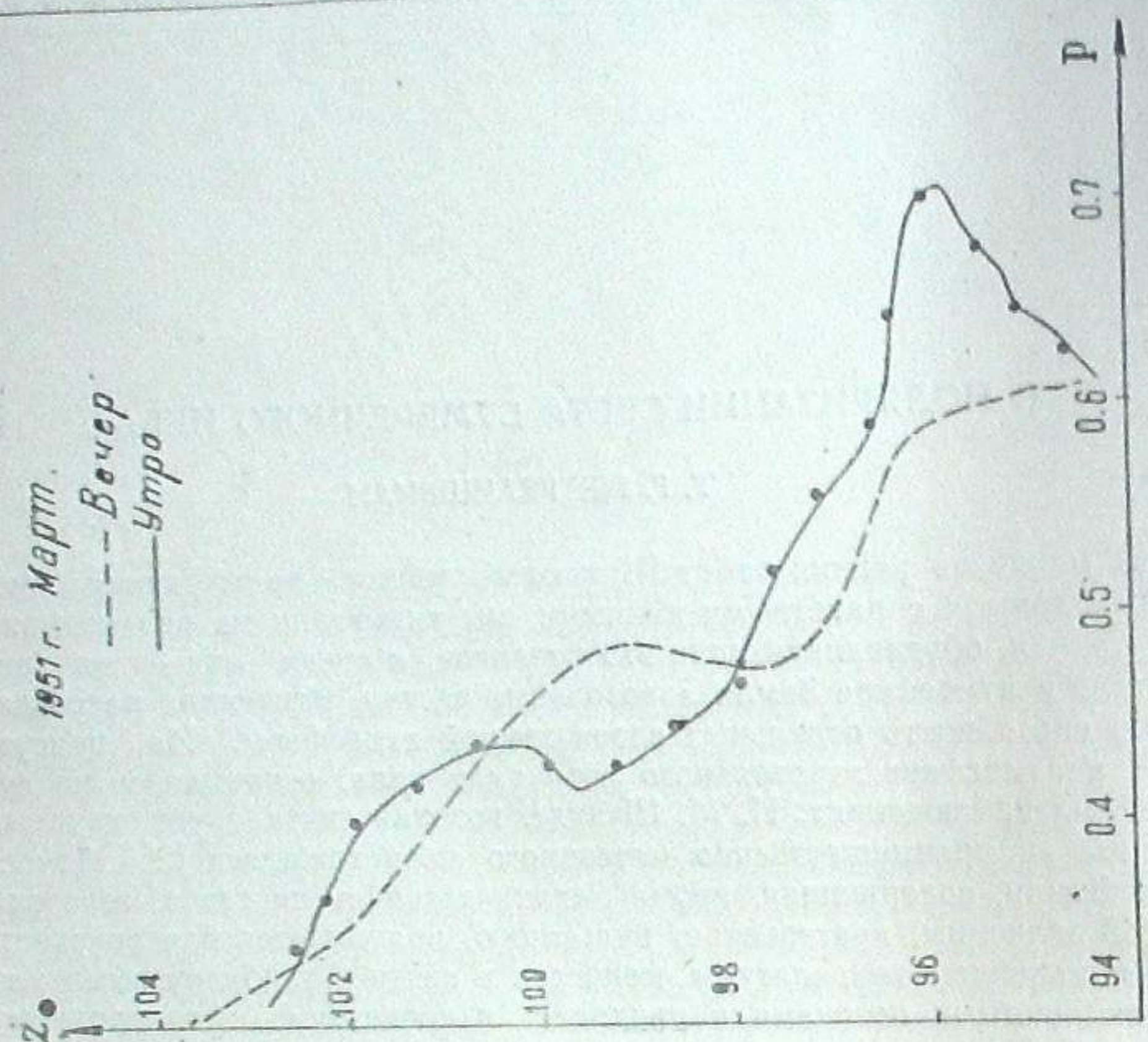


Рис. 2

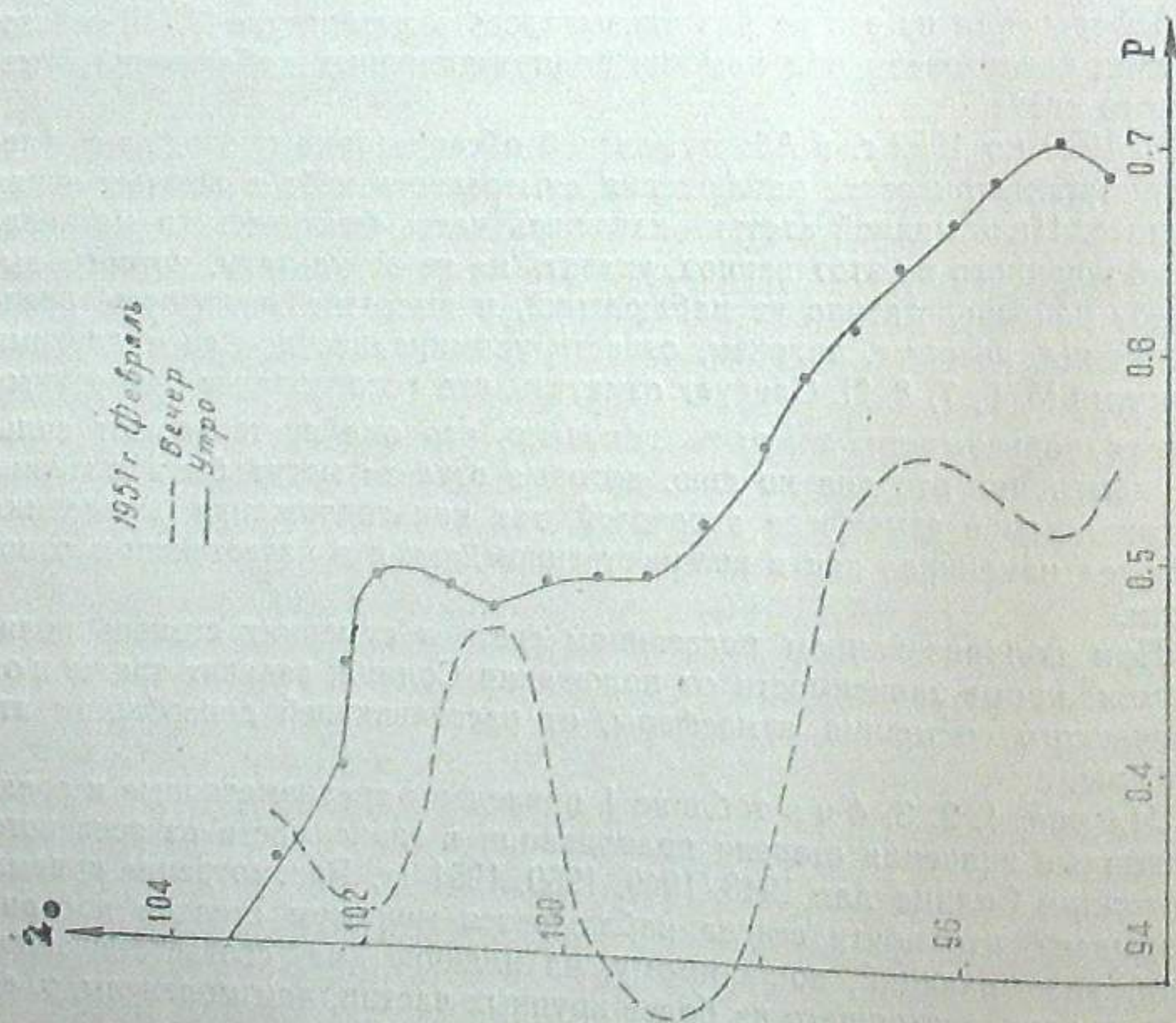


Рис. 1.

аэрозольного слоя [10, 11, 12, 13]. В литературе указывалось, что низкая прозрачность сильно снижает степень поляризации [4]. По этому поводу приведем рис. 5, на котором представлен, с одной стороны, сезонный ход изменения степени поляризации по среднемесячным дан-

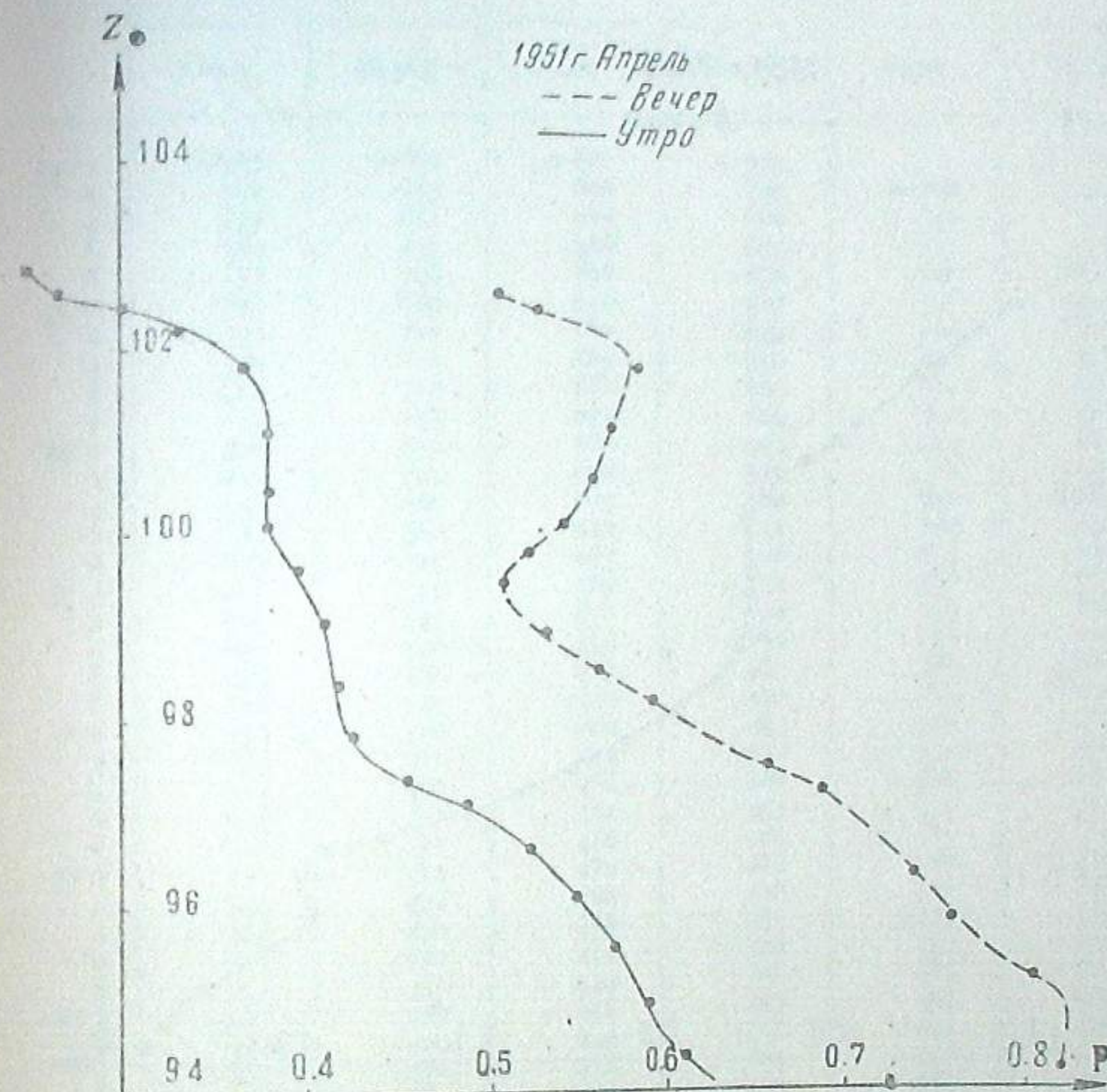


Рис. 3.

ными, а с другой — среднемесячные значения прозрачности по актинометрическим наблюдениям. Ход этих кривых разный, хотя минимум прозрачности в июле и августе соответствует уменьшению степени поляризации. Зависимость от прозрачности атмосферы выявляется при рассмотрении отдельных наблюдений: при низкой прозрачности кривая сдвигается параллельно самой себе в сторону меньших значений степени поляризации. Но в ходе самой сезонной кривой степени поляризации не было замечено изменений, связанных с вариациями прозрачности.

Деполяризация (т. е. минимум поляризации) может быть вызвана также вторичным рассеянием. Однако действие вторичного рассеяния монотонно уменьшается с высотой, поэтому наличие экстремумов на кривых степени поляризации вторичным рассеянием объяснено быть не может.

Ход степени поляризации до $z_0 = 96^\circ$ мало меняется и значение ее, на основании теоретических соображений, никогда не бывает 100%.

Начиная примерно с $z_{\odot} = 98^{\circ}$ степень поляризации быстро уменьшается, наблюдается явно выраженный минимум около $z_{\odot} = 98^{\circ},5$ — 100° , а затем снова наблюдается быстрое уменьшение примерно с та-

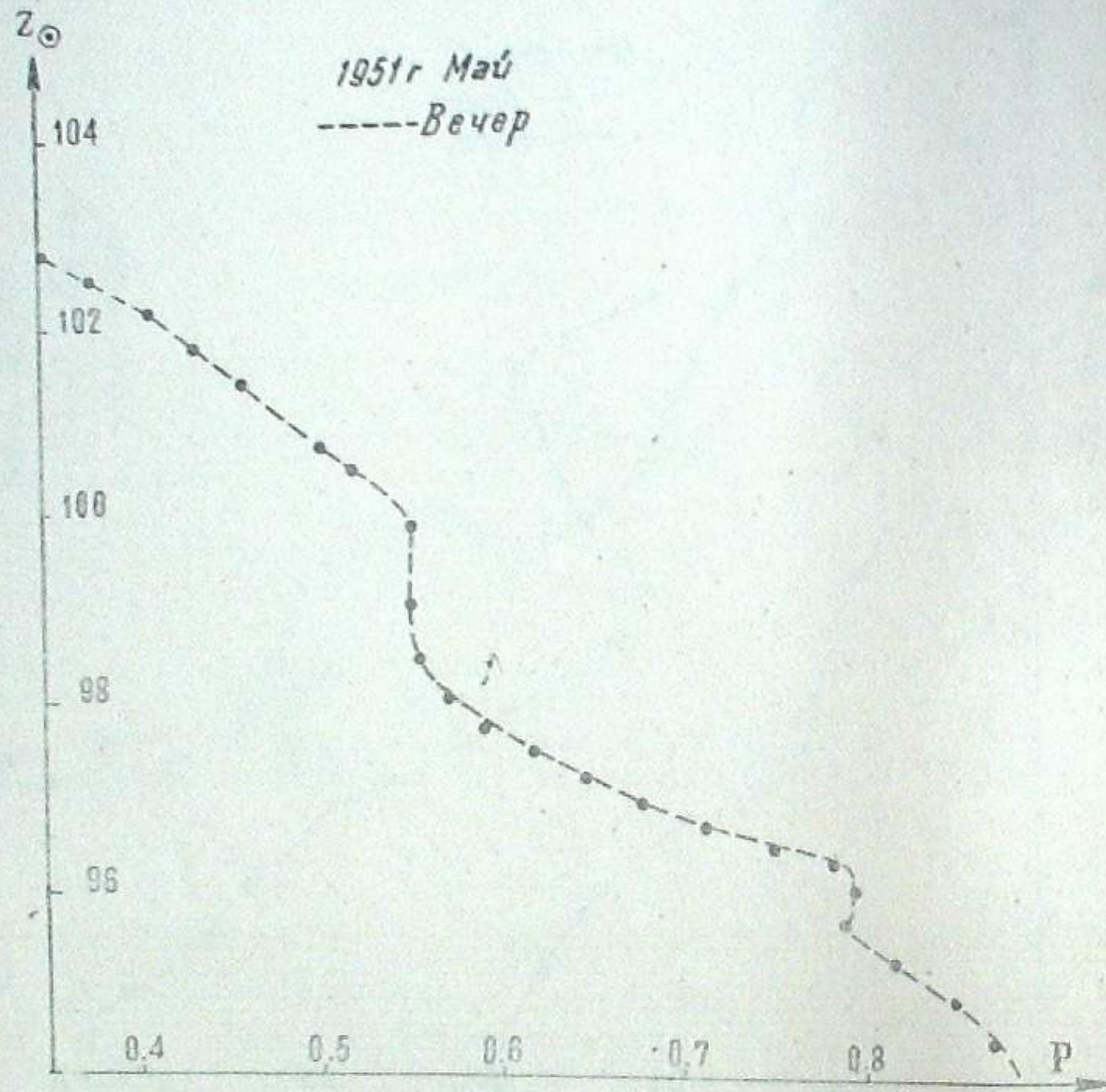


Рис. 4.

кой же скоростью, что и до $z_{\odot} = 98^{\circ}$. Небезынтересно учесть влияние ночной составляющей степени поляризации. Возможно, что кривая степени поляризации искажается после 101° влиянием свечения ночного неба. В связи с учетом фона ночного неба следует отметить изменение показателя цвета с зенитным расстоянием ($I_{3790} - I_{5270}$). Учет фона ночного неба показывает, что наблюдавшееся после $99^{\circ} - 100^{\circ}$ покраснение вызвано влиянием свечения ночного неба (см. рис. 6), на котором черные точки — изменение показателя цвета без учета фона ночного неба, кружки — с учетом фона.

Нам кажется, что существующий на определенной высоте пылевой слой можно обнаружить также по изменению показателя цвета. В случае наличия пылевого слоя на кривой показателя цвета должен наблюдаться минимум. В этом отношении интересно рассмотреть рис. 7, на котором видно, что на кривых показателя цвета очень часто наблюдается минимум около $z_{\odot} = 97^{\circ}$, причем иногда минимум смещается в сторону увеличения z_{\odot} .

Таблица 1

1 9 4 8 г о д						
	В е с н а		Л е т о		О с е н ь	
	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер
94 0	0.783	0.670	0.695	0.635		0.735
2	784	675	692	632	0.760	725
4	779	685	695	604	740	714
6	780	695	700	602	730	709
8	778	700	696	628	720	718
95 0	777	700	690	617	720	718
2	774	705	689	614	720	716
4	770	705	686	670	720	694
6	764	710	680	604	715	691
8	753	675	673	600	710	688
96 0	736	650	667	589	710	680
2	722	625	650	576	710	671
4	703	600	635	560	700	664
6	684	580	619	542	628	654
8	664	570	667	528	615	644
97 0	646	555	589	514	591	635
2	629	545	570	504	590	628
4	609	530	555	482	590	615
6	597	525	528	482	588	605
8	590	515	510	470	578	573
98 0	579	510	506	452	565	579
2	572	500	494	450	554	572
4	557	490	487	440	535	568
6	558	470	482	434	537	565
8	548	450	478	424	522	562
99 0	540	435	472	414	509	550
2	544	425	468	412	500	542
4	522	420	458	404	491	538
6	515	420	452	408	490	532
8	504	415	454	404	485	529
100 0	480	410	457	417	492	526
2	488	400	459	411	495	530
4	483	390	456	404	494	533
6	477	385	451	402	485	533
8	467	380	444	403	471	530
100 1	461	380	433	402	465	518
2	457	380	430	355	459	506
4	455		424	344	448	502
6	454		419	334	436	498
8	455		416	318	412	504
102 0	468		425	292	396	502
2	450		406	340	389	472
4	420		431		368	438
6	365		418		382	426
8	355		413		365	390
103 0	340		370		350	310
2	310		355		335	290
4	280				315	270
6					260	
8					215	
104 0					180	
2					160	
4					145	

(Продолжение)

1 9 4 9 г о д

	Весна		Лето		Осень	
	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер
94 0	0.815	0.652		0.681	0.570	0.885
2	815	655		681	502	850
4	810	665		689	558	835
6	805	674		689	621	745
8	798	681		638	664	746
95 0	798	692		671	672	697
2	798	692		670	685	689
4	792	695		672	681	683
6	785	675		675	666	675
8	772	671	0.710	681	667	681
96 0	760	660	710	670	663	660
2	730	638	710	666	652	653
4	705	612	720	666	639	640
6	695	594	720	636	619	632
8	625	582	695	617	605	623
97 0	620	572	688	598	579	612
2	532	566	642	583	558	603
4	538	509	632	572	563	597
6	515	542	614	559	562	562
8	498	542	604	547	554	556
98 0	482	515	589	537	548	580
2	472	496	575	522	509	551
4	466	472	560	511	536	516
6	452	465	540	500	528	503
8	445	457	528	492	523	505
99 0	440	462	512	494	524	506
2	435	454	520	496	527	509
4	439	445	525	500	535	510
6	435	430	525	503	542	506
8	425	407	522	504	544	495
100 0	402	408	519	507	543	491
2	392	408	511	507	540	487
4	390	410	496	508	533	482
6	382	352	482	504	517	478
8	390	266	474	504	499	477
101 0	390	304	462	492	480	474
2	385	332	464	485	460	478
4	382	356	474	479	453	480
6	378	371	480	473	455	484
8	328	362	470	466	460	456
102 0	325	401	450	465	490	431
2	320	395	425	453	404	404
4	360	388	399	451	377	377
6	398	305	370	346	356	356
8	315	290	355	433	342	342
103 0	270		341	408	330	330
2	248		328	370	332	332
4	295		295	322	282	282
6	295		272	315	289	289
8	290		238	273	310	310
104 0	303		222	285	290	290
2	308					

(Продолжение)

1 9 5 0 г о д

	Весна		Лето		Осень		Зима	
	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер
94 0			0.716	0.705	0.640	0.761		0.650
2			716	708	635	735		655
4			721	732	630	727		717
6			728	806	635	714		702
8	0.728		714	798	682	707	0.840	677
95 0	672		704	758	665	704	835	650
2	677		694	786	656	699	820	638
4	672		688	782	653	692	805	632
6	662		681	778	655	595	790	623
8	643		675	778	643	592	778	613
96 0	603		660	776	640	592	782	620
2	553		632	778	639	590	765	610
4	463		603	772	625	586	755	594
6	463		583	754	616	580	740	582
8	470		588	734	603	568	725	561
97 0	472		582	650	584	555	712	574
2	468		572	656	561	547	683	535
4	465		565	652	549	554	658	525
6	462		559	634	509	550	630	511
8	463		551	632	513	587	618	506
98 0	458		548	629	502	524	605	492
2	452		541	627	491	515	595	461
4	448		538	626	488	505	585	449
6	438		530	618	488	495	580	450
8	442		517	606	484	482	572	451
99 0	447		494	590	486	472	565	452
2	438		504	582	480	461	552	450
4	432		498	583	476	453	548	448
6	433		502	578	479	446	545	450
8	448		497	581	482	442	558	448
100 0	457		499	582	493	443	558	443
2	447		495	578	497	447	555	439
4	425		494	560	505	452	548	441
6	410		490	564	501	456	542	438
8	395		490	577	502	458	545	434
101 0	383		485	595	479	460	540	431
2	382		489	604	463	460	550	426
4	377		485	620	492	451	552	412
6	377		478	635	433	444	565	396
8	383		447	666	425	434	565	380
102 0	387		416	692	420	400	528	362
2	382		380	670	400	397	505	349
4	373		339	617	397	374	482	346
6	358		325	571	385	358	475	325
8	355		299	512	370	339	470	320
103 0	355		270	493	350	324	460	287
2	353		266	472	325	305	445	280
4	345		257	433	299	302	415	258
6	348		252	430	285	286	400	238
8	200		242	397	256	279	390	225
104 0	210		221	290	256	205	185	205
2	240		205	290	240	185		
4	285		199			160		
6			199			140		

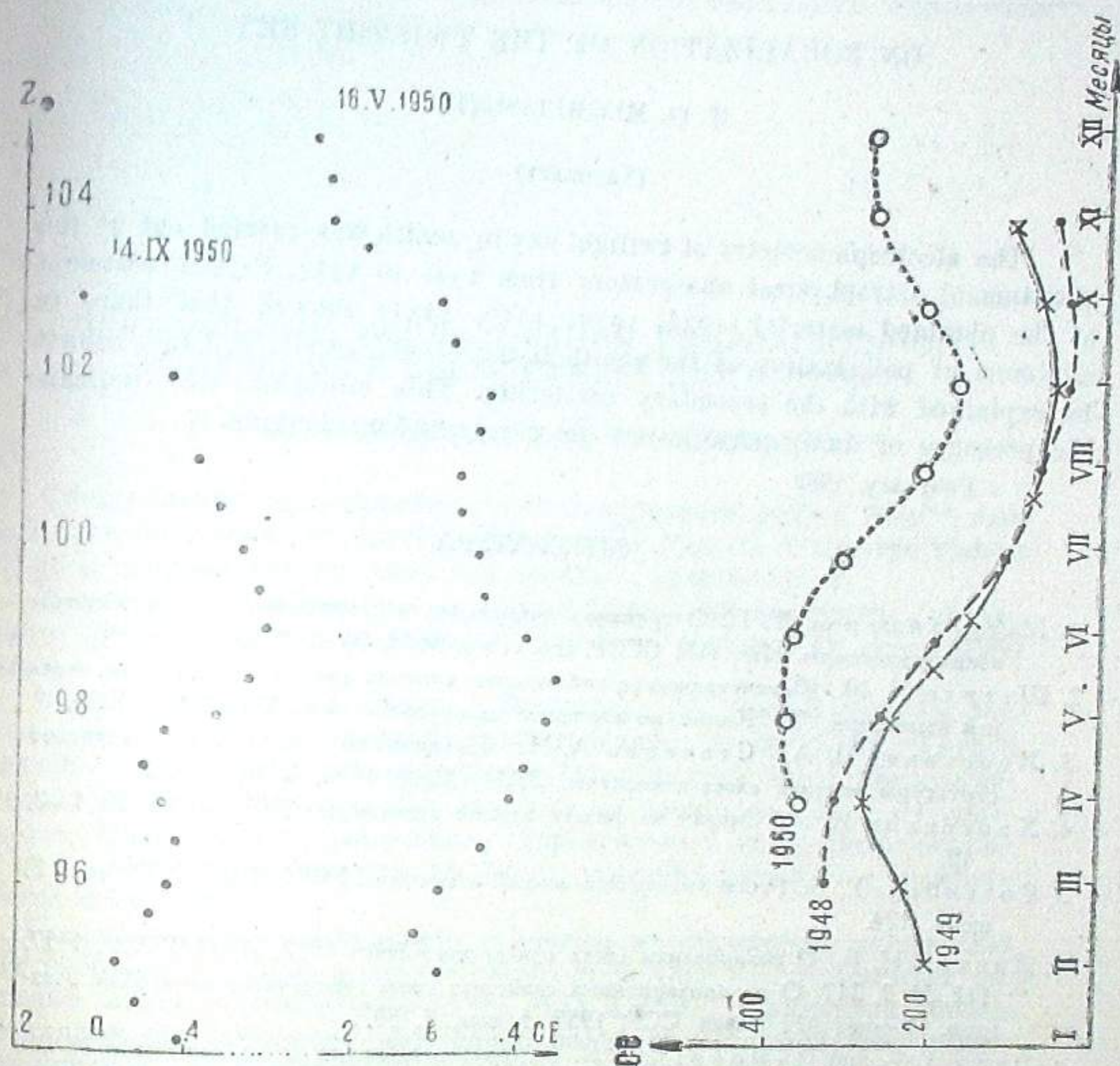
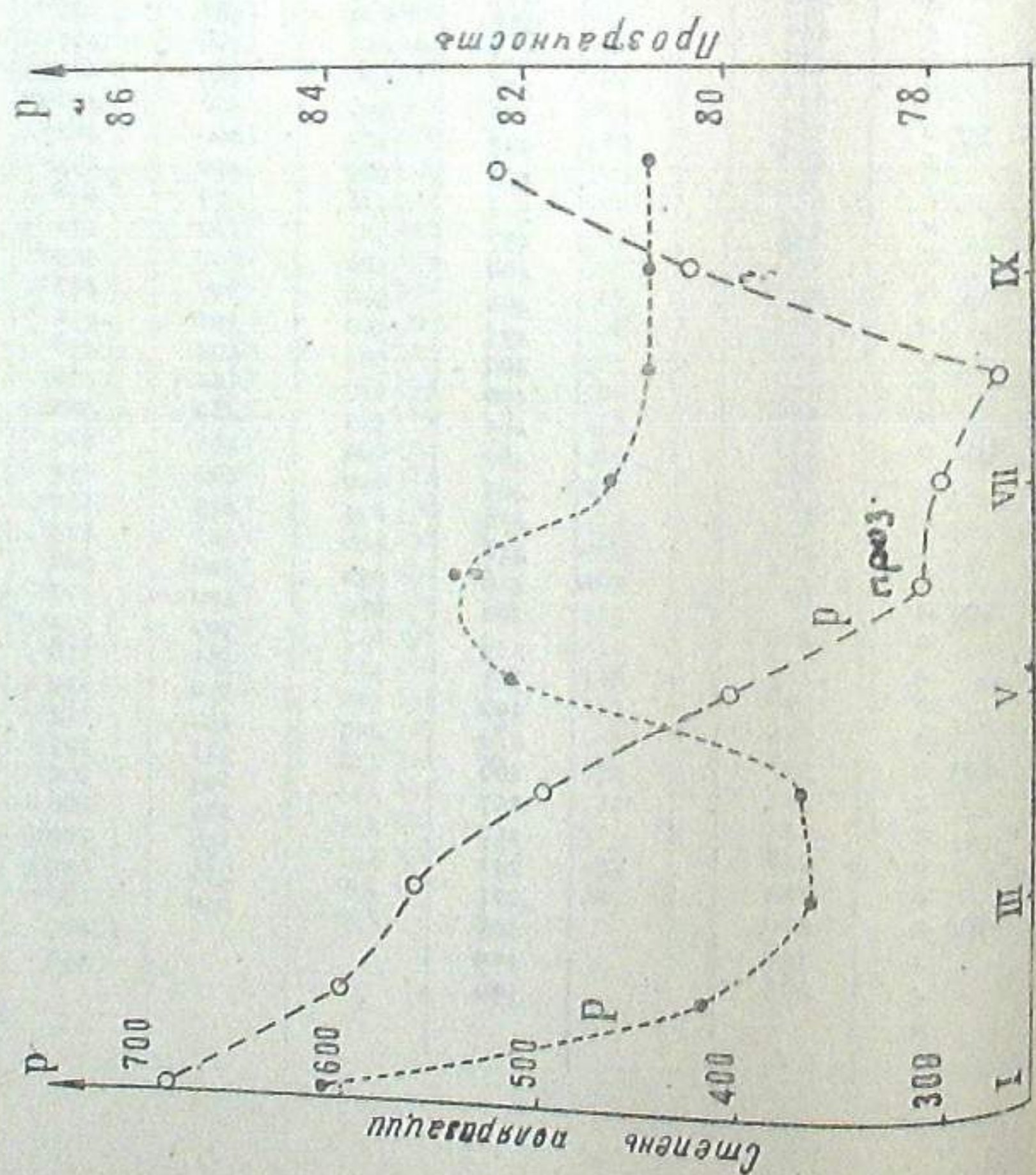
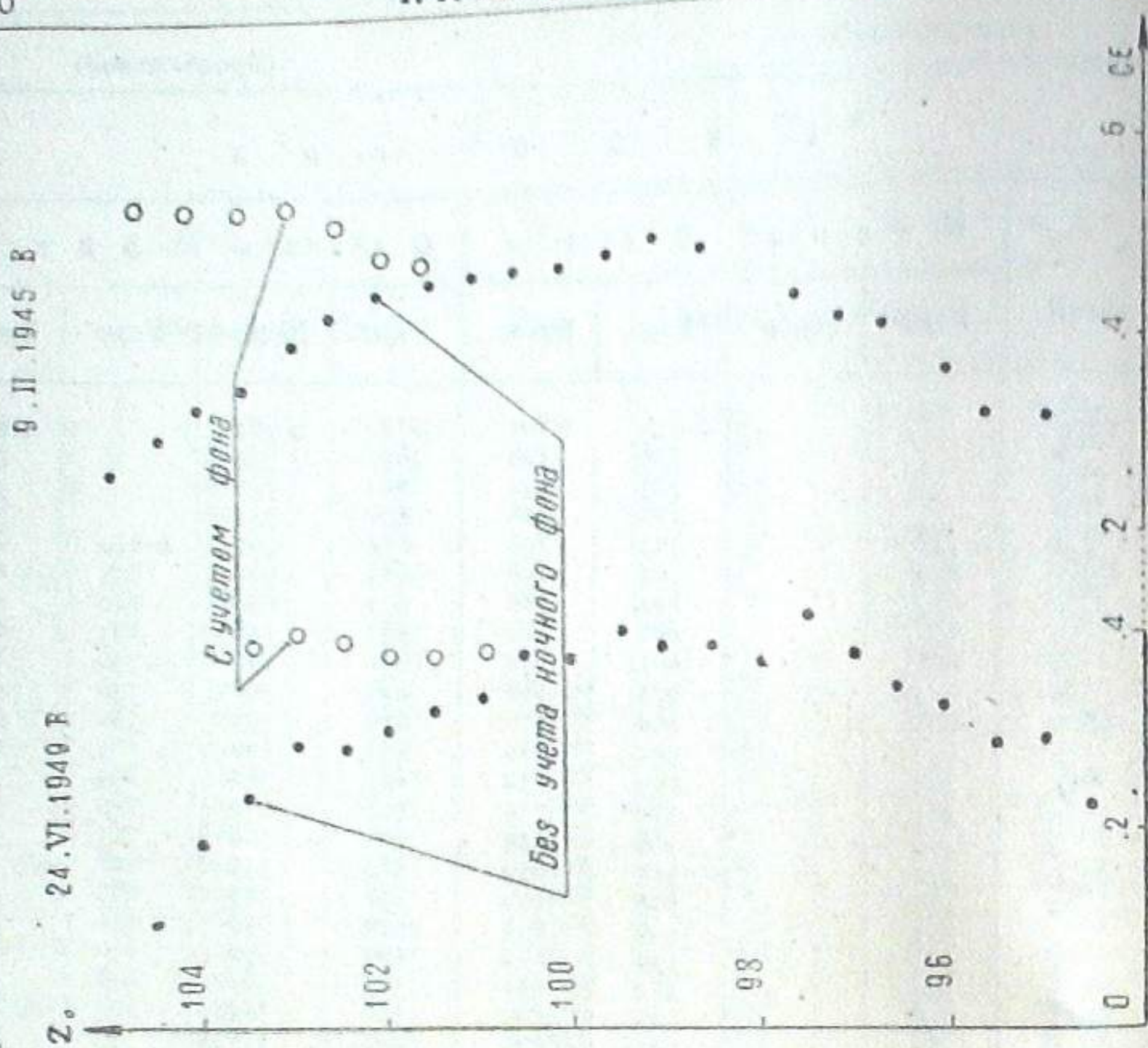


Рис. 7

Рис. 8

В литературе неоднократно указывалось, что наблюдавшееся в сумерках изменение показателя цвета может быть вызвано поглощением лучей в слое озона. В пользу этого соображения говорит тот факт, что сезонный ход показателя цвета имеет тот же вид, что и сезонный ход общего содержания озона (рис. 8) [14, 15].

Февраль, 1962.

ON POLARIZATION OF THE TWILIGHT SKY

T. G. MEGRELISHVILI

(Summary)

The electrophotometry of twilight sky in zenith was carried out at the Abastumani astrophysical observatory from 1946 to 1954. Partial treatment of the obtained material (1948, 1949, 1950, 1951) showed that there is minimum of polarization at the zenith distances 98, 99, 100 and this cannot be explained with the secondary scattering. This minimum may indicate the presence of dusty particles at the corresponding heights.

February, 1962.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мегрелишвили Т. Г., О границах применимости сумеречного метода исследования атмосферы. Изв. АН СССР, сер. геоф., 1958, № 8, 977.
2. Штауде Н. М., Фотометрические наблюдения сумерек как метод изучения верхней атмосферы. Тр. Комис. по изучению стратосферы при АН СССР, 1936, 1.
3. Хвостиков И. А., Севченко А. Н., Поляриметрический метод изучения структуры верхних слоев атмосферы. ДАН СССР, 1936, 4, № 8, 112.
4. Хвостиков И. А., Очерки по физике земной атмосферы. УФН, 1938, № 1—2, 19.
5. Розенберг Г. В., Рассеяние света в земной атмосфере. УФН, 1960, XXI, вып. 2, июнь, 174.
6. Дивари Н. Б., О поляризации света сумеречного неба, 1957, ДАН СССР, 1957, 112, № 2, 217; О поляризационных свойствах света сумеречного неба. Изв. Астроф. Инстит. АН Казах. ССР, 1957, 5, вып. 7, 89.
7. Dave J. V. and Ramanathan K. R., On the intensity and polarisation of the light from the sky during twilight. Proc. Indian Acad. Sci., 1956, A 43, № 2, 67—78.
8. Стамов Д. Г., Поляризация неба и мутность атмосферы. Автореф. дисс. канд. физ.-мат. и., 1953, Морской гидрофиз. ин-т АН СССР.
9. Стамов Д. Г., Исследование поляризации небесного света в зените при малых высотах Солнца как метод зондирования земной атмосферы. Изв. АН СССР, 1936, № 4, 145.
10. Линк Ф., Атмосферная пыль в земной атмосфере. Бюлл. астроном. ин-титов Чехословакии, 1953, № 6, 158.
11. Швестка Зд., Проблема слоя метеорной пыли в земной атмосфере. Бюлл. астроном. ин-тов Чехословакии, 1954, № 5, 92.
12. Vasseur G., Observations des discontinuités crepusculaires, C. R. Acad. Sci., 1951, 232, № 4, 342.
13. Bigg E. K., Detection of atmospheric dust and temperature inversions by twilight scattering, Nature, 1956, №4498, 77.
14. Дивари Н. Б., Об изменении цвета сумеречного неба. ДАН СССР, 1958, 122, № 5, 795.
15. Hulburt O. E., Explanation of the brightness and color of the Sky, particularly the twilight. J. Opt. Soc. Am., 1953, 43, № 2, 113.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОКСИЛЬНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СВЕТЕ СУМЕРЕЧНОГО НЕБА

Т. Г. МЕГРЕЛИШВИЛИ, Т. И. ТОРОШЕЛИДЗЕ

Спектральные исследования света сумеречного неба в Абастуманской обсерватории были начаты в конце 1957 года [1] со спектрографом СП-48 в направлении на север при зенитном расстоянии 67°.

Цель настоящей статьи сообщить фактический материал, касающийся наблюдений гидроксильного излучения в сумерках летом 1960 года.

В работах Митры [2], Эльви и Фарнсфорт [3], Чемберлейна [4], Робле [5] встречаются указания на существование в спектрах сумерек отдельных линий гидроксильных полос. Поэтому нам представилось целесообразным исследовать этот вопрос и на нашем большом материале, тем более, что отдельные линии гидроксильных полос, появляющиеся на наших спектрограммах, не были замечены раньше в спектрах сумеречного света.

Полученные нами результаты основаны на обработке около 200 спектрограмм. На спектрах сумеречного неба нами были замечены отдельные линии гидроксильных полос (6,1) и (9,3). Применение более чувствительной фотопленки позволило получить большинство линий указанных полос (таблица 1) в период максимума гидроксильного свечения (ноябрь, декабрь, январь).

Эти полосы получаются в спектре сумеречного неба главным образом при угле погружения Солнца 8,8°—16°, а также, часто, отдельные линии этих полос получаются при угле погружения Солнца 7°—9°. На рис. 1 дается спектр сумеречного неба для углов солнечного погружения 9°—16° и соответствующая микроспектрограмма с отдельными линиями полос (6,1) и (9,3).

Для получения сезонного хода интенсивности гидроксильных полос в спектре сумерек использовалась линия $\lambda 6330 \text{ \AA}$ Р₃ полосы (9,3), которая на спектрограммах почти всегда получается при угле погружения Солнца 9°—16°. Сезонный ход интенсивности указанной линии за период с июля 1960 по июль 1961 гг. дан на рис. 2. Наблюдается сезонный ход с максимумом в ноябре-январе и небольшим вторичным максимумом в июне-июле.

В период максимального свечения гидроксильного излучения, когда на сумеречных спектрах появилось большинство линий указанных полос, имелась возможность определить отношение полных интенсивностей этих двух полос (9,3) и (6,1), за период ноябрь-январь. Величина этого отношения меняется от 0,51 до 1,00, при среднем значении 0,77.

Выполнена приблизительная оценка интенсивности этих полос в рэляях путем сравнения с интенсивностью излучения ночного неба. Зная

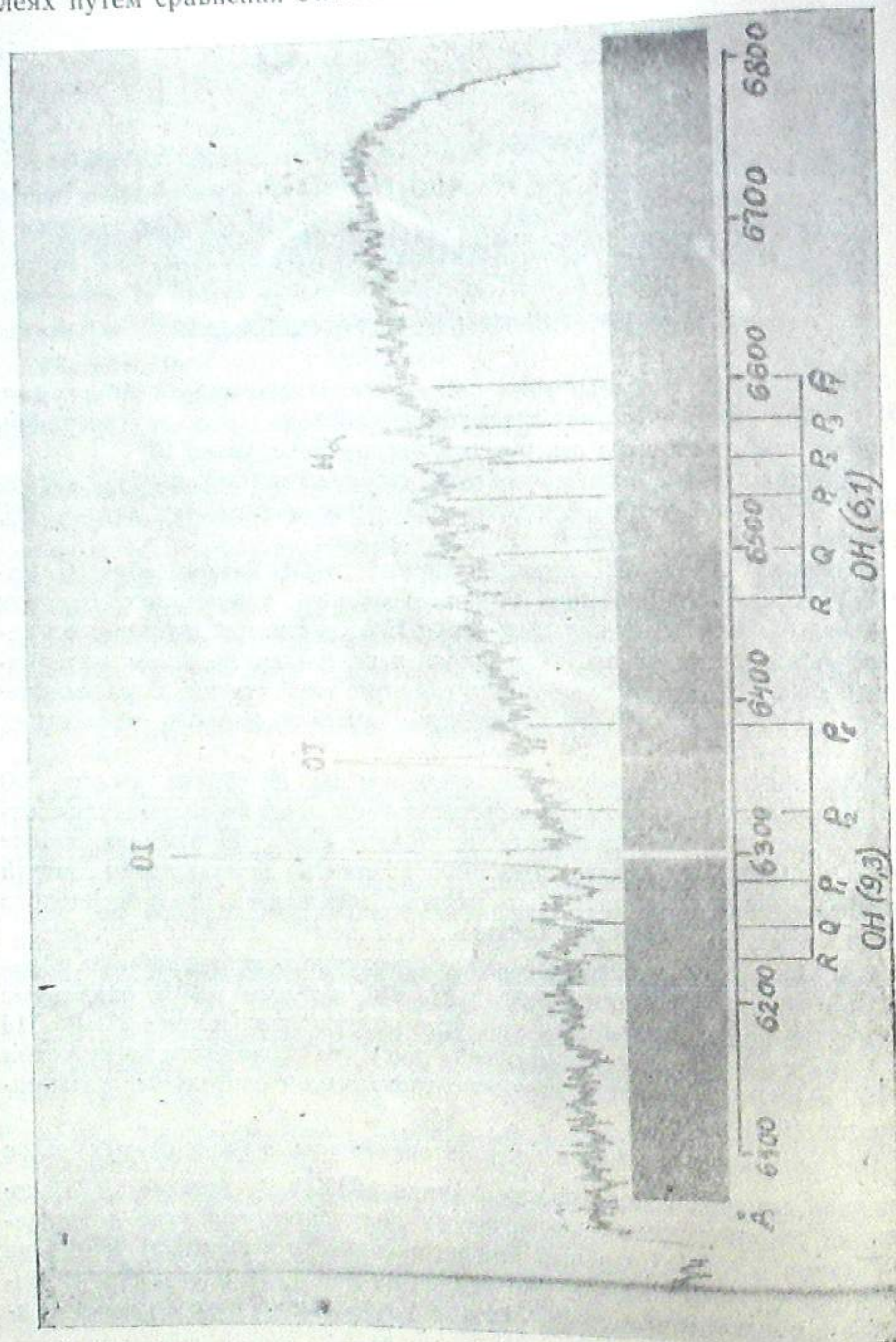


Рис. 1

в относительных единицах, во сколько раз меняется интенсивность красной линии $\lambda 6300[O I]$ (в определенные моменты) при переходе от ночи к сумеркам, а также какую долю составляет интенсивность гидроксильной полосы по отношению к интенсивности красной линии (ин-

Таблица 1

№	Измеренное знач. длины волны в Å	Полоса	Ветвь	Истинное знач. длины волны в Å
1	5869	8.2	R	5868
2	6237	9.3	R	6237
3	6260	9.3	Q	6259
4	6286,5	9.3	P ₁	6288
5	6328	9.3	P ₃	6330
6	6348	9.3	P ₄	6348
7	6375,7	9.3	P ₅	6379
8	6386	9.3	P ₅	6385
9	6467	6.1	R	6465
10	6499	6.1	Q	6498
11	6522	6.1	P ₁	6522
12	6538	6.1	P ₁	6532
13	6543	6.1	P ₂	6543
14	6553	6.1	P ₂	6553
15	6580	6.1	P ₃	6578
16	6603	6.1	P ₄	6595

тенсивность красной линии в свечении ночного неба определялась в рэляях), без труда можно определить в рэляях интенсивность указанных полос. Оказалось, что за период с 21.XI по 8.XII интенсивность полосы (9.3) в среднем менялась от 79 до 200 рэлеев, а полосы (6.1) от 90 до 300 рэлеев.

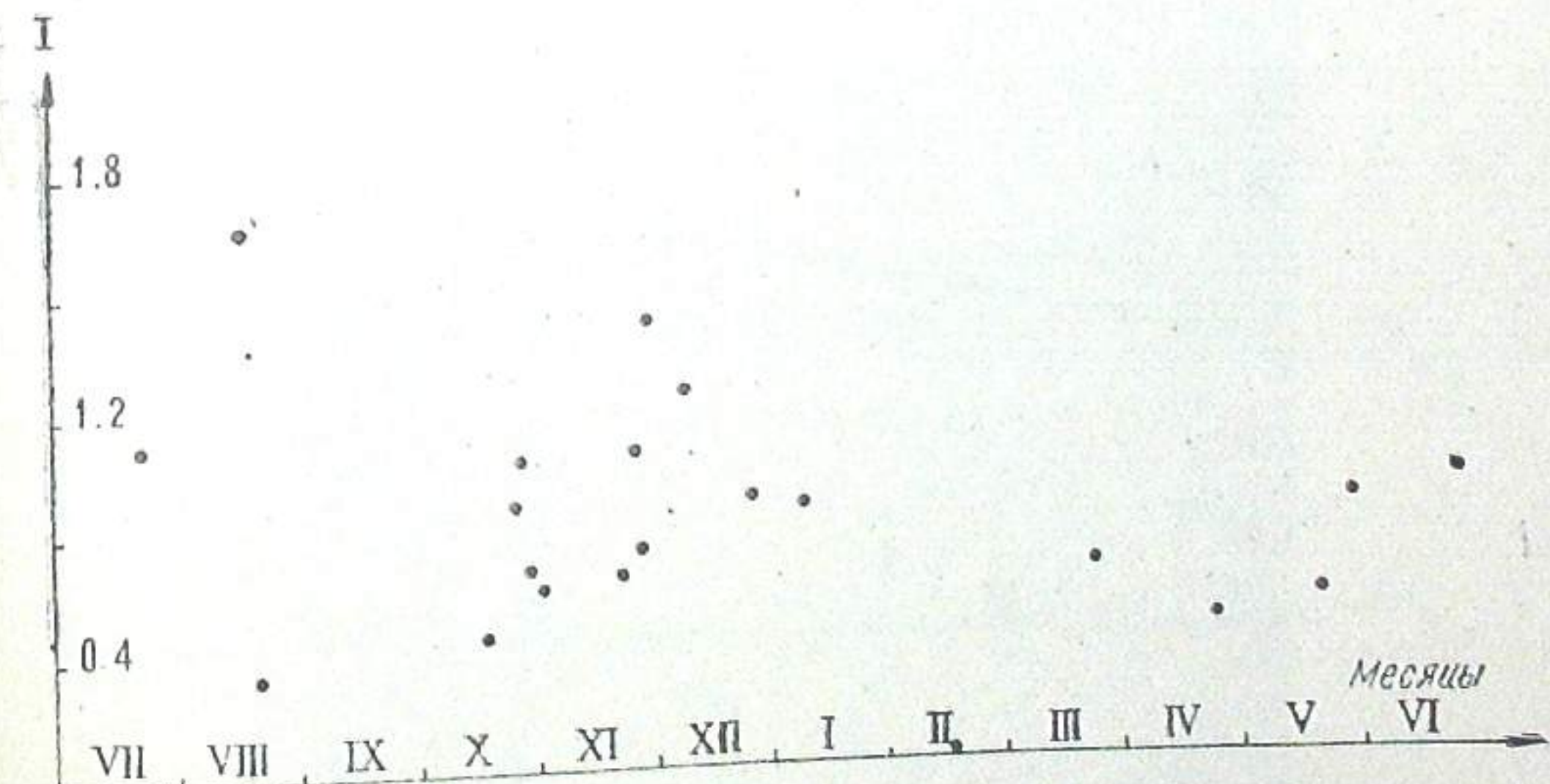


Рис. 2

С июля 1961 года спектры сумеречного неба фотографировались одновременно на двух спектрографах. При этом на одном из них исследуемая спектральная область была незначительно смещена в сторону больших длин волн. На спектрах от 15.VII были получены R и Q ветви гидроксильной полосы (7.2) (рис. 3). Оценка интенсивностей этих линий в рэляях показала, что она меняется приблизительно от 50 до 200 рэлеев.

Большое количество сумеречных спектрограмм с имеющимися на них гидроксильными эмиссиями, позволило нам выделить из них не-

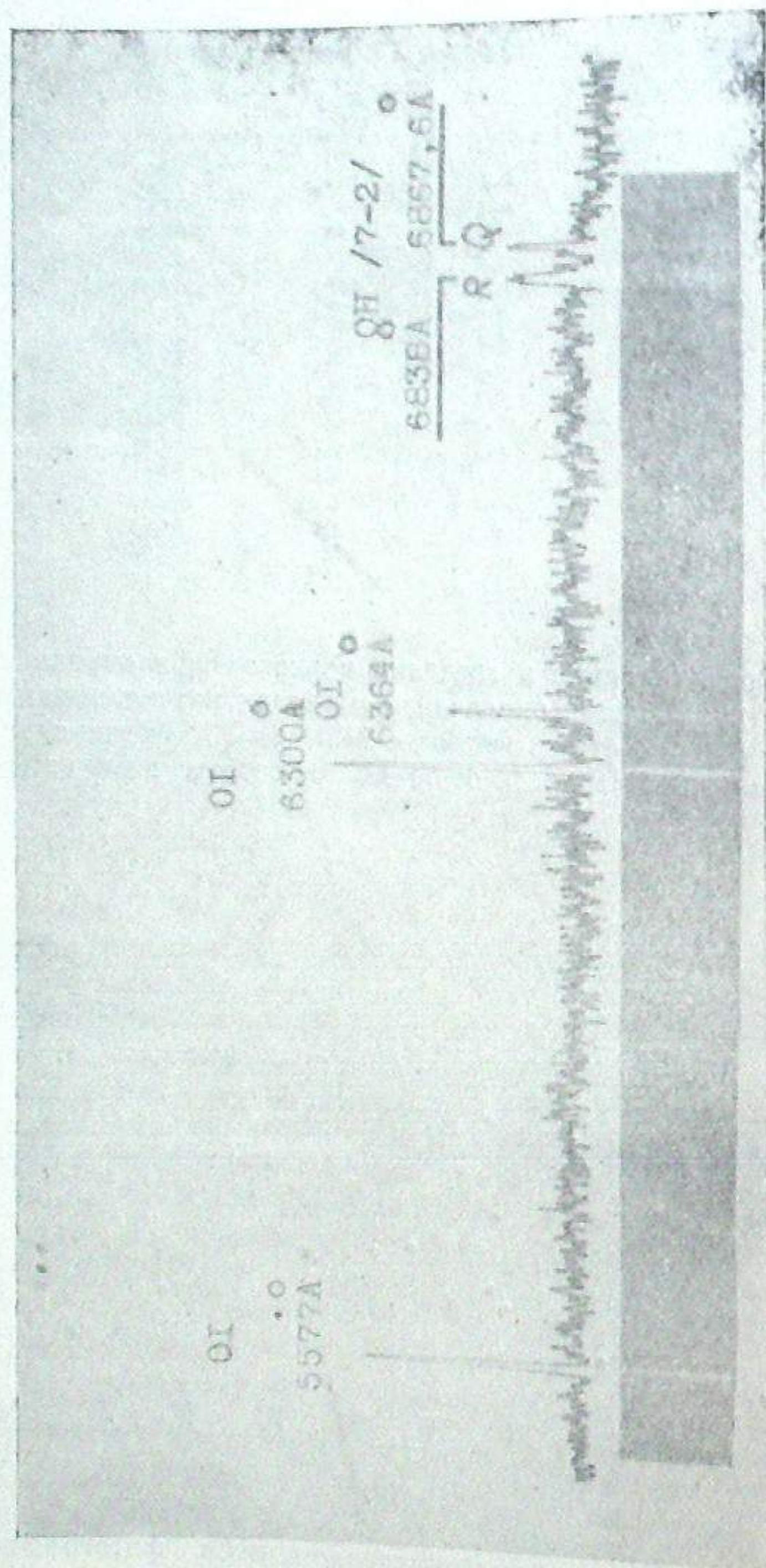


Рис. 3

сколько спектрограмм, на которых обнаруживается хорошо разрешенная *P* ветвь полосы (6.1), и определить по распределению интенсивности в этой ветви вращательную температуру *OH*. Здесь же отметим, что это — предварительные результаты, которые требуют дальнейших уточнений и большего наблюдательного материала.

Мы исходили из хорошо известного метода определения вращательной температуры по полосам *OH* свечения ночного неба [6], [7].

Ниже приводится таблица, в которой приведены результаты определения температуры для шести сумеречных наблюдений.

Таблица 2

1	2	3	4
21. IX. 60. Утро	99°—109°	450	449
24. IX. 60. Веч.	98—107	360	381
25. IX. 60. Утро	99—109	380	420
25. IX. 60. Веч.	98—107	350	370
8. XII. 60. Веч.	98—108	400	365
11. I. 61. Веч.	98—107	375	370

Обозначения столбцов таблицы 2 следующие: в первом столбце даны даты наблюдения, во втором — зенитные расстояния Солнца, в третьем — значения температур, полученные из наклона прямой $y = \operatorname{tg} \varphi \cdot x + \operatorname{const.}$, в четвертом столбце даны значения температуры, полученные из наклона прямой, проведенной для каждой пары точек.

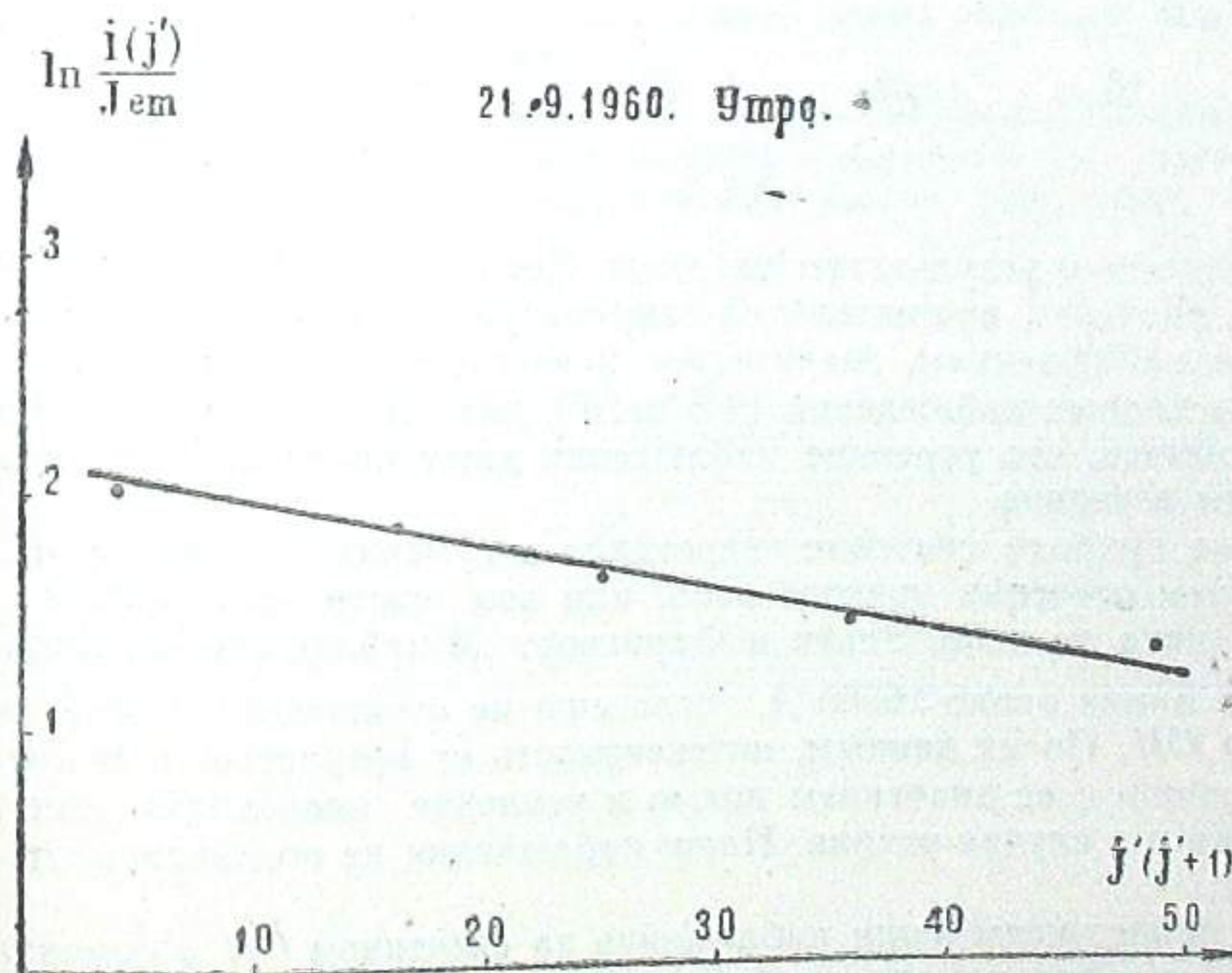


Рис. 4

Фотометрическая обработка спектрограмм проводилась на микрофотометре МФ-4 обычным методом фотографической фотометрии. Следует отметить, что наличие большого фона затрудняет обработку микрофотограмм и вносит значительный разброс точек, по которым строится прямая зависимости $y = \ln \frac{i(j')}{Jem}$, $x = j'(j'+1)$. Для иллюстрации приводим графики этой зависимости по наблюдениям 21.IX.1960 г. (наибольшая точность в определении T (рис. 4), когда точки хорошо

ложаться на прямую, и 25.IX.1960 г. (наименьшая точность), когда имеется разброс точек (рис. 5).

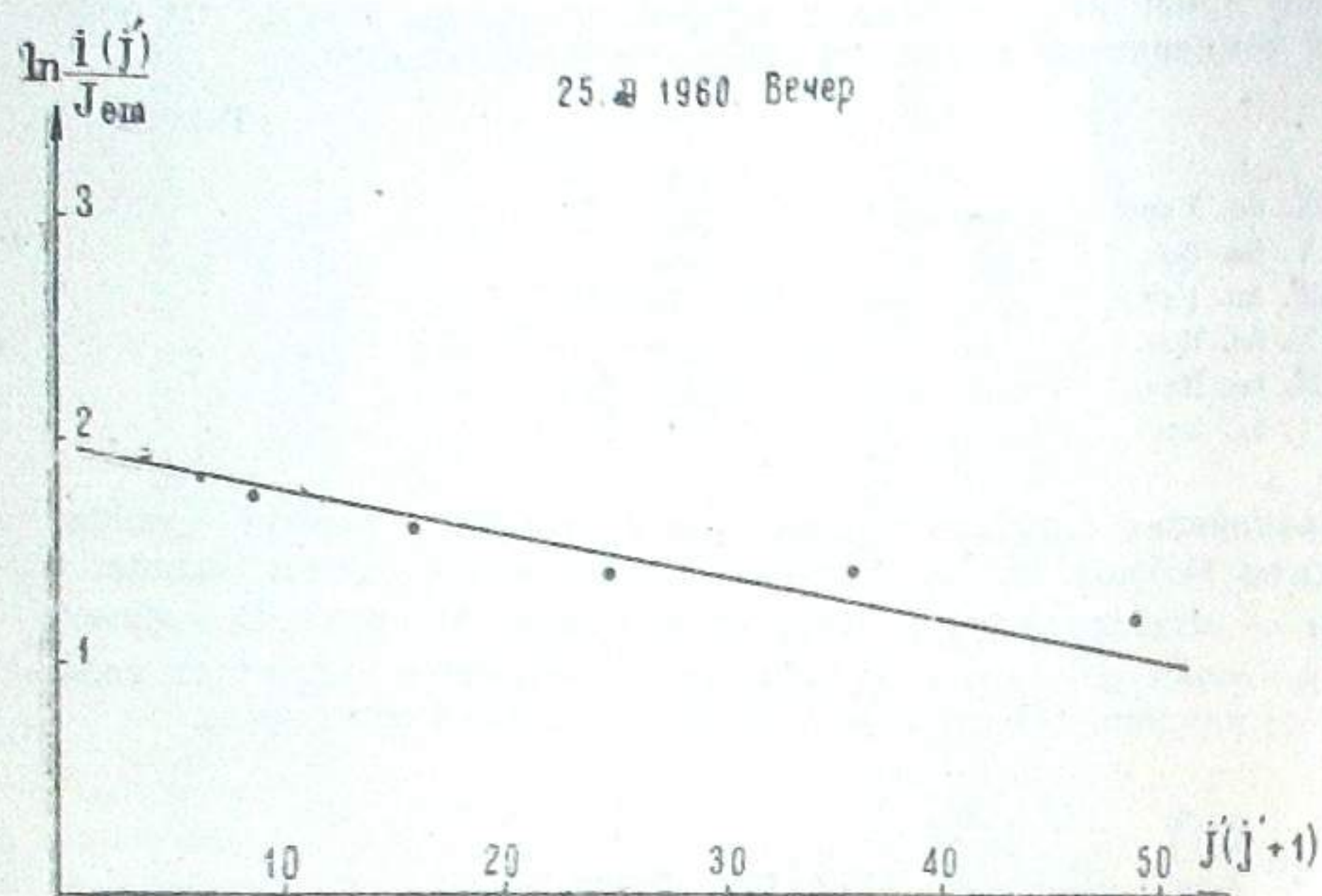


Рис. 5

Обратимся к результатам таблицы. Хотя ошибка в определении T большая, значения вращательной температуры T , определенной по сумеречным наблюдениям, значительно превосходят значения T , определенной из ночных наблюдений ($246^\circ \pm 16^\circ$) для Абастумани [8]. Интересно отметить, что утренние наблюдения дают более высокие значения T , чем вечерние.

Какова природа свечения гидроксила в сумерках: является ли она наложением свечения ночного неба, или это чисто сумеречный эффект, — пока не ясно. Эльви и Фарнсворт [3] наблюдали усиление в сумерках линии около 26560 \AA , тогда еще не отождествленной с полосой (9,3) OH . По их данным, интенсивность ее возрастает в 8—10 раз по сравнению с ее значением ночью и усиление происходит так же резко, как и в случае натрия. Наши наблюдения не подтверждают этого факта.

Мы продолжаем наши наблюдения за свечением OH в сумерках и надеемся что они помогут выяснить природу этого явления.

Февраль. 1962.

SPECTRAL INVESTIGATION OF OH EMISSION IN THE TWILIGHT SKY

T. G. MEGRELISHVILI, T. I. TOROSHELIDZE

(Summary)

The spectral investigations of twilight sky have been carried out at the Abastumani astrophysical observatory from 1957. Bands OH systematically appeared in twilight spectra. Partial photometric treatment of the

obtained material shows the changes of intensity of OH bands dependent on the zenith distances, seasonal variations and also the well known method of temperature determination is used in order to define rotation temperature by means of OH bands during twilight.

February, 1962.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мегрелишвили Т. Г., Хвостиков И. А., Новые полосы в спектре сумеречного неба, АЦ, 1958, 197.
2. Митра С. К., Верхняя атмосфера, изд. ИЛ, 1955, 493.
3. Elvey C. T., Farnsworth A. N., Spectrophotometric observations of the light of the night sky. *Aph. J.* 1947, 96, 451.
4. Chamberlain J. W., *Ann. Geophys.*, 1958, 14, 2, 198.
5. Robley R., L'émission crépusculaire et nocturne des raies $6300-6364 \text{ \AA}$ de, OH dans la haute atmosphere. *Ann. geoph.* 1960, 16, №3. 335.
6. Прокудина В. С., Определение вращательной температуры гидроксила в верхней атмосфере. *Изв. АН СССР*, 1959 г. серия геоф., № 4, 629.
7. Федорова И. Н., Гидроксильное излучение верхней атмосферы. *Изв. АН СССР*, 1959, серия геофиз., № 6, 836.
8. Фишкова Л. М., Маркова Г. В., Эмиссия OH по наблюдениям в Абастумани. Сборник: Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечения ночного неба, 1961, № 6, серия МГГ, 17.

ОЗОНОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В АБАСТУМАНИ

Ш. М. ЧХАИДЗЕ

Несмотря на то, что атмосферный озон имеет важное значение для изучения общих свойств и строения земной атмосферы, до начала Международного геофизического года у нас в СССР не существовало сети озонометрических станций, которые занимались бы регулярными наблюдениями по единой программе. Инициатором озонометрических исследований в СССР явилась группа научных работников физического института Ленинградского государственного университета, под руководством проф. С. Ф. Родионова, которая вела важные исследования как теоретического характера, так и по методике наблюдений и конструированию озонометрических приборов [1, 2, 3, 4]. Однако исследования и наблюдения носили эпизодический характер, отсутствовала единая программа регулярных наблюдений. Впоследствии эти работы послужили основой подготовке к наблюдениям по программе МГГ. С самого начала МГГ на территории СССР под руководством Главной геофизической обсерватории (ГГО) начали работать несколько озонометрических станций.

На Абастуманской астрофизической обсерватории озонометрические наблюдения, в комплексе с работами по исследованию верхних слоев атмосферы, были начаты еще в 1953 году, но они не носили систематического характера. С июля 1957 года, т. е. с началом МГГ, наши наблюдения были включены в программу всесоюзной сети озонометрических станций и с этого периода у нас ведутся регулярные наблюдения.

Наблюдательным прибором служит озонометр фотоэлектрический трехканальный ОФЭТ-3, изготовленный экспериментально-производственными мастерскими Научно-исследовательского физического института Ленинградского государственного университета. Озонометр вначале был прокалиброван в ГГО путем сравнения со спектрофотометром Добсона. В дальнейшем контроль калибровки систематически осуществляется на месте сличением с инспекторским озонометром системы ГГО, который, в свою очередь, периодически сличается со спектрофотометром Добсона в ГГО.

Принцип действия озонометра ОФЭТ-3 основан на измерении ослабления прямой ультрафиолетовой радиации Солнца в двух узких участках спектра, один из которых расположен в полосе поглощения озона, а другой — вне или на краю этой полосы. Для выделения этих

участков спектра используются светофильтры. Кривые пропускания наших светофильтров даются на рис. 1.

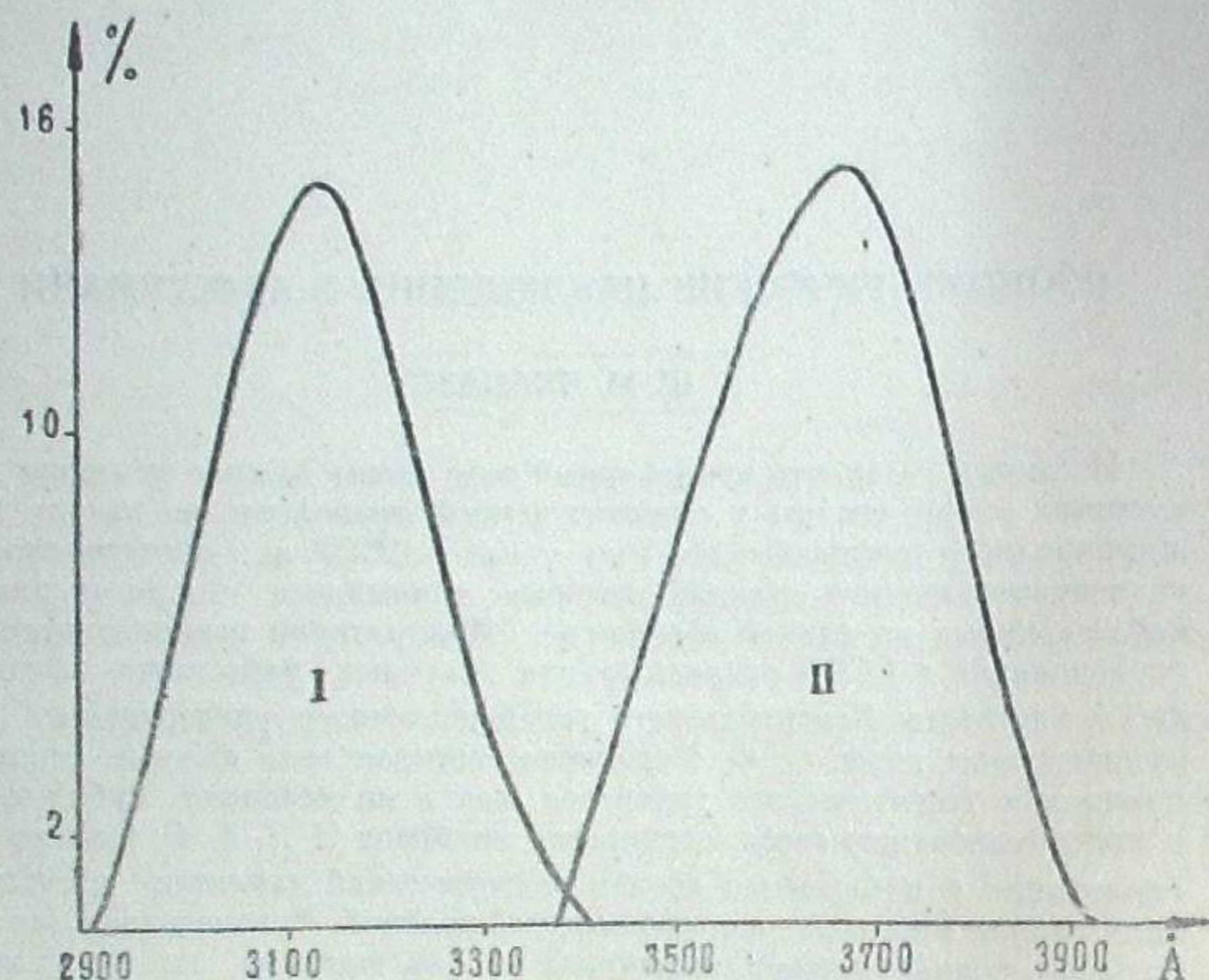


Рис. 1

На основе начальной калибровки и последующих сличений для определения общего содержания озона при помощи нашего озонметра получена следующая рабочая формула:

$$x = \frac{-0.450 - \frac{\lg J'}{\lg J''}}{0.376\mu} - 0.285,$$

где J' и J'' — интенсивности прямой солнечной радиации для двух участков спектра, измеренные в 1-ом и во 2-ом фильтре, μ — масса атмосферы озонного слоя (вычисляется по зенитным расстояниям Солнца), а x — эквивалентная толщина слоя озона в сантиметрах.

В таблице 1 даются средние дневные величины общего содержания озона в сантиметрах за период с июля 1957 по июнь 1960 г.

Здесь же следует отметить, что согласно письму международной комиссии по озону от 5 июля 1957 года, на всех озонметрических станциях, участвовавших в МГГ, с 1 июля 1957 года введены новые коэффициенты поглощения озона, полученные по данным исследований Вигру [5]. Было выяснено, что коэффициенты поглощения озона, которые использовались раньше для измерений в ультрафиолетовой части спектра, завышены. В результате перехода к новым коэффициентам величины общего количества озона оказались в среднем на 36% больше тех, что получались при использовании старых коэффициентов. Это обстоятельство следует учитывать при сравнении старых и новых данных по озону.

Общее содержание атмосферного озона —
среднее за день в экв. см

Таблица 1

Месяц, число	1 9 5 7 г о д					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0.302	0.299	0.255	0.258	—	0.287
2	—	0.296	0.269	0.259	—	0.295
3	0.300	0.299	—	0.273	—	0.304
4	0.310	—	0.259	0.274	—	—
5	0.323	0.295	0.240	—	—	—
6	0.315	—	—	—	—	—
7	0.308	—	0.254	—	—	—
8	0.314	0.294	0.253	0.288	—	0.306
9	0.324	0.298	0.247	0.289	0.279	0.304
10	0.308	0.300	0.244	—	0.261	—
11	0.310	0.304	0.249	0.301	—	—
12	—	0.312	—	0.294	—	—
13	0.312	0.298	0.229	0.282	—	—
14	0.314	0.315	0.258	0.276	—	0.270
15	—	0.314	0.257	0.276	—	—
16	0.302	0.310	0.267	—	—	—
17	0.306	0.315	0.280	—	—	—
18	0.300	0.314	—	0.271	—	—
19	0.307	0.315	0.278	0.255	0.296	—
20	0.303	0.316	0.271	0.253	—	—
21	0.302	0.310	0.260	0.249	—	—
22	—	0.287	—	—	—	0.305
23	0.287	0.308	—	—	0.287	—
24	0.281	—	0.260	0.247	0.289	—
25	—	0.310	0.287	0.272	—	—
26	—	0.276	0.257	—	—	0.306
27	—	—	0.264	—	—	—
28	—	—	0.261	0.283	—	—
29	0.287	0.298	—	0.266	0.269	0.282
30	0.284	0.307	0.251	0.270	—	0.290
31	0.276	—	—	0.275	—	—

Месяц, число	1 9 5 8 г о д				
	II	III	IV	V	VI
1	0.276	—	—	0.336	—
2	—	—	—	0.330	—
3	0.311	—	—	—	—
4	—	—	—	0.308	—
5	—	—	0.332	0.353	—
6	—	0.422	—	0.313	0.331
7	—	0.388	0.382	—	—
8	—	—	—	0.342	0.330
9	—	—	—	—	—
10	0.303	—	—	—	—
11	—	0.322	—	—	—
12	—	0.334	—	0.381	0.322
13	—	0.343	0.358	—	0.369
14	0.310	0.318	—	—	0.293
15	0.283	0.329	0.381	0.356	—
16	—	—	—	—	0.315
17	—	0.330	—	—	0.300
18	—	0.346	—	—	0.230
19	0.310	0.373	—	—	—
20	—	0.352	—	—	—
21	—	—	—	—	—
22	—	—	—	0.364	0.248
					0.268
					0.330
					0.380

Ш. М. Чхандзе

Месяц, число	1 9 5 8 г о д					
	I	II	III	IV	V	VI
23	0.326	—	—	—	0.284	0.322
24	0.338	—	—	—	—	0.270
25	0.336	—	0.370	0.337	—	0.286
26	—	0.368	—	—	—	0.322
27	0.345	—	0.329	—	—	0.279
28	—	0.343	—	—	—	0.271
29	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—
31	—	—	374	—	—	—

Месяц, число	1 9 5 8 г о д					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	—	—	0.277	0.274	0.292	—
2	—	—	—	0.262	0.288	—
3	—	0.341	—	0.263	0.294	—
4	—	0.288	0.286	0.276	—	—
5	0.295	0.276	—	0.279	—	0.307
6	0.286	—	—	—	—	—
7	—	—	0.252	0.290	—	—
8	—	—	—	0.262	0.279	—
9	—	0.293	—	—	0.294	—
10	—	0.288	—	—	—	0.323
11	—	0.285	—	0.266	0.260	0.319
12	—	0.277	0.258	0.258	0.246	—
13	0.311	0.272	0.258	0.258	0.244	—
14	0.304	—	—	0.258	0.262	—
15	0.286	—	0.255	0.242	0.275	0.320
16	0.284	—	—	0.262	0.276	0.305
17	0.270	—	—	—	—	—
18	—	—	—	0.233	—	—
19	0.284	—	—	0.240	—	0.292
20	—	0.272	—	0.231	—	0.278
21	0.304	—	—	—	—	0.293
22	—	0.286	—	0.226	0.255	0.289
23	0.273	0.284	0.275	0.248	—	0.289
24	—	0.274	0.255	—	—	0.281
25	0.281	—	—	—	—	0.279
26	0.291	0.299	—	0.248	0.276	—
27	—	0.296	0.253	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—
29	0.291	0.296	—	—	0.312	—
30	—	0.280	—	0.303	—	—
31	0.263	0.275	—	0.287	—	—

Месяц, число	1 9 5 9 г о д					
	I	II	III	IV	V	VI
1	—	—	—	—	—	—
2	0.288	—	—	0.380	0.327	—
3	—	—	—	—	0.336	—
4	—	—	—	—	0.326	—
5	0.293	—	—	—	0.321	—
6	—	—	—	0.444	0.318	0.312
7	—	—	—	—	—	—
8	—	—	0.346	0.452	—	—
9	0.308	—	—	0.395	—	—
10	0.294	—	—	0.372	—	0.329
11	0.289	—	—	0.363	—	—

(продолжение)

Месяц, число	1 9 5 9 г о д					
	I	II	III	IV	V	VI
12	—	—	—	—	—	0.280
13	0.296	0.416	—	0.340	0.334	0.294
14	—	0.404	—	—	—	0.264
15	—	—	—	—	—	0.259
16	0.327	—	—	—	0.346	0.268
17	—	—	—	0.354	0.331	—
18	—	—	—	0.356	—	0.301
19	—	—	—	0.319	—	0.343
20	—	—	0.369	0.342	—	0.289
21	0.338	—	0.365	0.342	0.390	0.313
22	0.334	—	—	0.344	—	—
23	0.310	—	—	—	0.383	—
24	—	—	0.371	0.374	—	—
25	—	—	0.342	—	0.340	—
26	—	—	0.352	0.398	—	—
27	—	—	—	0.352	0.253	—
28	0.326	—	—	—	0.294	—
29	—	—	0.339	0.350	—	—
30	—	—	—	0.355	0.305	—
31	—	—	—	—	—	—

Месяц, число	1 9 5 9 г о д					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0.303	—	0.328	—	—	0.288
2	0.236	0.322	—	—	—	—
3	0.275	0.240	—	—	—	—
4	0.259	0.292	0.291	—	—	—
5	0.263	0.301	0.282	0.319	—	—
6	—	—	—	—	—	—
7	—	—	0.272	—	0.274	—
8	—	—	—	0.286	—	—
9	—	—	—	0.275	—	—
10	—	0.249	—	—	0.254	—
11	—	—	—	—	—	—
12	0.288	0.311	—	—	—	—
13	0.283	0.355	—	—	—	—
14	0.268	0.309	—	—	—	0.287
15	0.284	0.320	—	0.353	—	—
16	0.302	—	—	0.302	—	—
17	0.309	0.343	0.290	0.304	—	—
18	0.302	—	0.342	0.322	—	0.312
19	0.299	—	0.356	0.310	—	—
20	—	0.305	—	—	—	—
21	0.311	—	—	0.309	—	—
22	0.308	—	—	0.308	—	—
23	0.269	—	—	0.284	—	—
24	0.275	—	0.272	—	—	—
25	—	—	0.265	—	—	—
26	0.282	0.323	0.274	0.250	—	0.288
27	0.331	0.301	—	—	—	0.296
28	0.343	0.311	0.279	0.275	—	0.289
29	—	0.309	0.308	—	—	—
30	0.328	—	—	0.247	0.298	0.291
31	—	0.302	—	0.242	—	—

Месяц, число	1 9 6 0 г о д					
	I	II	III	IV	V	VI
1	0.326	—	0.374	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	0.328	—
4	0.311	0.366	—	—	—	—
5	0.295	—	—	—	—	—
6	0.301	0.357	—	—	—	0.317
7	—	—	—	—	0.282	0.300
8	0.302	—	—	—	—	0.339
9	—	0.384	—	—	—	0.386
10	0.300	0.363	—	—	—	0.408
11	0.263	0.348	—	—	—	0.296
12	0.275	—	—	—	—	0.290
13	0.276	0.322	0.385	0.369	—	0.243
14	—	0.375	0.345	0.316	0.317	0.241
15	0.266	0.369	0.345	0.346	—	0.270
16	—	—	0.359	0.347	—	—
17	—	—	0.347	—	0.333	—
18	—	—	0.320	—	—	—
19	—	—	—	—	0.337	—
20	—	—	—	—	0.296	—
21	0.298	—	—	—	0.305	—
22	—	—	—	0.325	0.257	—
23	—	—	—	—	0.279	0.256
24	—	0.319	—	—	0.306	—
25	—	—	—	—	0.295	—
26	0.355	—	0.346	0.285	—	—
27	0.320	—	0.312	—	—	—
28	0.307	—	0.307	0.324	0.266	—
29	—	—	0.291	0.337	—	0.279
30	—	—	—	0.277	—	—
31	—	—	—	—	0.321	—

Так как метод определения общего содержания озона, используемый нами, основан на наблюдениях прямой солнечной радиации в разных участках спектра, число дней наблюдений связано с условиями погоды. В Абастумани, в среднем, в году 150—160 полностью ясных солнечных дней. За три года, с июля 1957 г. по июнь 1960 г. число дней с озонметрическими наблюдениями составляет 461. Эти дни с озонметрическими наблюдениями довольно равномерно распределены по сезонам, что и дает возможность судить о годовом ходе общего содержания озона в атмосфере для Абастумани. Годовой ход общего содержания озона в атмосфере, выведенный на основе упомянутого трехлетнего наблюдательного материала, дается на рис. 2.

Как видно из этого графика, высокими значениями озона в годовом ходе характеризуются февраль, март и апрель, а низкими значениями — сентябрь, октябрь и ноябрь. Среднемесячные значения содержания озона в эти месяцы максимума и минимума настолько близки друг к другу, что трудно отдать предпочтение какому-либо месяцу. Особое внимание в годовом ходе обращает на себя август месяц, в течение которого наблюдается некоторое нарушение хода. А именно, на фоне общего спада от весны к осени в августе замечается некоторое увеличение содержания озона. Такой же эффект наблюдается и в некоторых других пунктах как в Советском Союзе [6], так и в зарубежных странах [7], что и наводит на мысль о существовании вторичного, второстепенного максимума, приходящегося на летние месяцы. Для

примера на рис. 2 приведены данные для Ленинграда, Москвы и Владивостока. Такой же второстепенный максимум для Ленинграда получается в августе, для Москвы — в июне-июле; но для Владивостока этот эффект отсутствует. Можно предположить, что это явление адвективного характера и возможно связано с усиливающейся летом меридиональной составляющей общей циркуляции атмосферы.

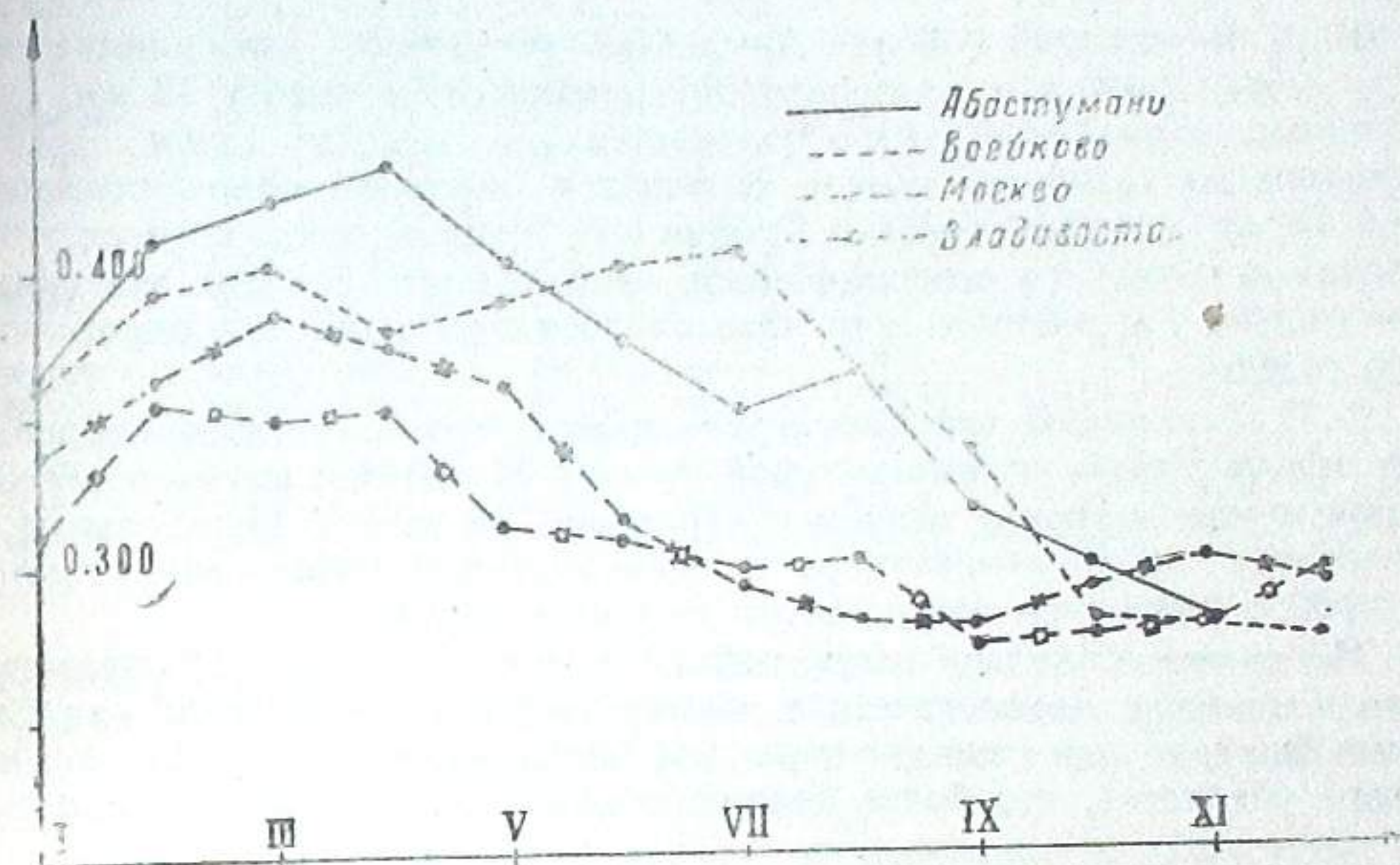


Рис. 2

Известно, что содержание озона в атмосфере имеет широтное распределение: количество его увеличивается с увеличением широты. Широтный эффект содержания озона виден и на нашем графике (рис. 2). Данные озона Ленинграда и Москвы лежат выше, чем данные Владивостока и Абастумани.

Среднее годовое количество озона

Пункты	Широта	Количество озона в эквив. см.
Ленинград	59°57'	0.367
Москва	55 56	0.365
Владивосток	43 16	0.322
Абастумани	41 45	0.308

С метеорологической точки зрения интерес представляет не только общий вид годового хода или широтное распределение, но и связь непериодических колебаний содержания озона с отдельными метеорологическими элементами в свободной атмосфере. Такие исследования велись многими авторами, которые получали довольно хорошую корреляцию между содержанием озона и отдельными метеорологическими элементами.

Сопоставление вариаций содержания озона в атмосфере с данными аэрологических исследований позволило установить существование довольно четкой корреляции между содержанием озона и высотой тропоплаузы над Оксфордом [8]. Такая же связь между озоном и высотой

тропопаузы выявлялась и в других географических районах. Например, из наблюдений Юхансена [9] в Норвегии, среднее значение коэффициента корреляции между озоном и высотой тропопаузы $r = -0.54$, а для Оксфорда $r = -0.56$. Кроме того, Юхансен, сопоставляя вариации озона с изменением температуры на высотах 6 и 12 км, получил значения коэффициентов корреляции для высоты 6 км -0.56 , а для высоты 12 км $+0.56$.

Ш. А. Безверхний [10] для Алма-Аты установил, что наилучшая связь между озоном и температурой приходится на высоту 13 км. Коэффициент корреляции у него получается для высоты 13 км $+0.88$. Примерно на такой же высоте получается высокая корреляционная связь озона с температурой в Японии [11]. Однако, почти во всех этих работах встречаются оговорки вроде «в отдельных случаях эта связь значительно нарушается» или «это справедливо лишь для определенного сезона».

Г. П. Гущин [12] для Ленинграда нашел, что наилучшая корреляция между озоном и температурой $r_t = -0.78$ имеется на высоте 9 км в апреле-мае, и между озоном и давлением на высоте 15 км, также в апреле-мае. Он же отмечает, что осенью корреляционная связь с температурой и давлением почти совсем не наблюдается.

Мы также проделали такую работу на основе нашего наблюдательного материала. Аэрологические данные взяты из наблюдений над Сухуми. Вначале для сопоставления мы брали данные над Тбилиси, но вскоре убедились, что более целесообразно брать сухумские данные.

Таблица 2
Коэффициенты корреляции между содержанием озона и температурой в свободной атмосфере

		4 км	6 км	8 км	10 км	12 км	14 км	16 км
Июль	1957	-0.50	-0.51	-0.50	-0.61	-0.44	+0.17	+0.22
	1958	+0.03	+0.19	-0.15	-0.01	-0.21	-0.15	+0.18
август	1960	-0.49	-0.34	-0.16	-0.24	-0.16	-0.08	-0.06
	1957	-0.41	-0.25	-0.21	-0.22	-0.54	+0.21	+0.18
сентябрь	1957	-0.53	-0.55	-0.38	-0.25	-0.05	+0.38	+0.34
октябрь	1957	-0.57	-0.45	-0.50	-0.65	+0.02	+0.21	+0.20
ноябрь	1957	-0.61	-0.67	-0.60	-0.34	-0.71	-0.87	-0.90
	1958	-0.65	-0.58	-0.70	-0.35	+0.29	+0.51	+0.51
декабрь	1958	-0.18	-0.32	-0.25	+0.02	+0.08	+0.47	+0.51
	1960	-0.26	-0.22	-0.44	-0.50	-0.32	-0.15	-0.30
январь	1958	-0.65	-0.59	-0.67	-0.47	-0.31	-0.14	-0.36
	1958	-0.33	-0.29	-0.25	-0.02	+0.21	+0.11	+0.35
февраль	1960	-0.91	-0.81	-0.80	-0.13	-0.13	+0.46	+0.12
	1958	-0.76	-0.73	-0.70	-0.83	-0.54	-0.72	-0.83
м а р т	1958	-0.54	-0.61	-0.57	-0.50	+0.30	+0.22	+0.28
	1958	-0.75	-0.74	-0.70	-0.62	-0.60	+0.05	+0.20

Коэффициенты корреляции между содержанием озона и температурой на разных высотах, вычисленные за 16 месяцев, даются в таблице 2, а между озоном и давлением — в таблице 3.

Анализ результатов вычисления коэффициентов корреляции между озоном и температурой (табл. 2) дает очень пеструю картину; если в течение некоторых месяцев для некоторых высот получается тесная корреляция, например, март 1960 г. от 4-х до 8 км и декабрь 1957 г.

Таблица 3
Коэффициенты корреляции между содержанием озона и давлением в свободной атмосфере

		4 км	6 км	8 км	10 км	12 км	14 км	16 км
Июль	1957	-0.30	-0.54	-0.44	-0.52	-0.56	-0.52	-0.50
	1957	+0.19	+0.22	+0.14	+0.19	+0.06	+0.10	-0.12
август	1960	-0.09	-0.22	-0.24	-0.35	-0.32	-0.22	-0.25
	1957	-0.43	-0.37	-0.42	-0.33	-0.40	-0.42	-0.34
сентябрь	1957	-0.59	-0.57	-0.57	-0.55	-0.52	-0.40	-0.31
октябрь	1957	-0.35	-0.38	-0.46	-0.54	-0.21	-0.47	-0.32
ноябрь	1957	-0.52	-0.62	-0.65	-0.63	-0.61	-0.54	-0.52
	1958	-0.79	-0.78	-0.74	-0.75	-0.77	-0.80	-0.52
декабрь	1958	+0.34	+0.34	+0.20	+0.24	+0.25	-0.69	+0.45
	1960	-0.14	-0.07	-0.29	-0.28	-0.40	-0.67	-0.53
январь	1958	-0.75	-0.71	-0.74	-0.75	-0.76	-0.78	-0.68
	1958	-0.17	-0.26	-0.32	-0.24	-0.19	-0.34	-0.19
февраль	1960	-0.06	-0.82	-0.86	-0.84	-0.69	-0.64	-0.66
	1958	-0.78	-0.88	-0.81	-0.78	-0.68	-0.84	-0.90
м а р т	1958	-0.43	-0.46	-0.47	-0.46	-0.48	-0.53	-0.55
	1958	-0.34	-0.52	-0.55	-0.58	-0.42	-0.57	-0.50

на высоте 14—16 км, то в другие годы эти же месяцы ведут себя совершенно по иному. Единственное что, более или менее уверенно намечается из этого анализа, это то, что около тропопаузы коэффициенты корреляции меняют знак с минуса на плюс.

Почти то же самое можно сказать на основании анализа корреляции между озоном и давлением (табл. 3), но с той лишь разницей, что знак коэффициентов корреляции в этом случае в тропопаузе не меняется.

Не входя в подробности возможного объяснения столь значительных разногласий в наших результатах о корреляционной связи между содержанием озона и некоторыми метеорологическими элементами, хочется отметить одно обстоятельство, которое, как нам кажется, является некоторым недостатком в определении этой корреляционной связи. Это — нерегулярность озонометрических наблюдений, связанная с условиями погоды, что придает материалам сопоставления некоторый селективный характер и не может не влиять на результаты.

Декабрь, 1961.

OSONOMETRIC OBSERVATIONS AT ABASTUMANI

SH. M. CHKHAIDZE

(Summary)

The results of ozonometric observations at the Abastumani astrophysical observatory from July 1957 to June (included) 1960 are given in the form of a mean diary (table I). On the basis of these three-year observational material the annual variations of total content of ozone in the atmosphere are obtained (fig. 2). The maximum is in February-March-April and the minimum is in September-October-November. The existence of secondary maximum in August is probable.

For 16 months the coefficient of correlation between ozone and temperature as well as between ozone and pressure for altitude from 4 km to 16 km are calculated (tables 2,3). These tables show that there is no close or systematic correlation either with temperature or with pressure. December, 1961.

ЛИТЕРАТУРА

1. Родионов С. Ф., Павлова Е. Н. и Ступников Н. Н., Измерение коротковолнового конца солнечного спектра методом счетчика света. Труды Эльбрусской экспедиции 1934 и 1935 гг. Изд. АН СССР, 1936.
2. Родионов С. Ф., Ошеревич А. А. и Рдулатовская Е. В., Спектрофотометр с вторично электронным множителем для озонметрических измерений. Доклады АН СССР, 1949, 64, № 5.
3. Родионов С. Ф., Ошеревич А. А. и Рдулатовская Е. В., О простом приборе для озонметрических исследований. Доклады АН СССР, 1949, 66, № 3.
4. Родионов С. Ф., Прозрачность атмосферы в ультрафиолетовой области спектра. Изв. АН СССР, сер. географ. и геофиз., 14, № 4, 1950.
5. Vigroux E. Contribution a l'etude experimentale de l'absorption de l'ozone. Annales de physique 1953, 8.
6. Кузнецов Г. И., О некоторых связях между общей циркуляцией и озоном атмосферы. Изв. АН СССР, сер. геофиз. 1961, № 3.
7. Гуди Р. М., Физика стратосферы. Гидромет. изд., 1958.
8. Meetham A. R. The correlation of the amount of ozone with other characteristics of the atmosphere. Quart. J. Roy Meteorol. Soc. 1937, 63, № 271.
9. Johansen H. Variations in the total amount of ozone over Tromsø and their correlations with other meteorological elements. Geophys. Publ. Oslo, 1955, 19, № 5.
10. Безверхний Ш. А., Озонметрические данные по Алма-Ате в сопоставлении с некоторыми метеорологическими факторами. Труды Казахск. НИГМИ. 1955, Вып. 5.
11. Miyake, Y., Kawamura K. Studies on the atmospheric ozone at Tokyo. Papers meteorol. and geophys. 1954, 5, № 2.
12. Гушин Г. П., Предварительные результаты измерений общего содержания атмосферного озона во время МГГ в СССР. Труды ГГО, 1960, вып. 105.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Фотометрия хромосферных вспышек. Т. С. Размадзе	3
The photometry of chromospheric flares. T. S. Razmadze. (Summary)	27
2. Кривые развития хромосферных вспышек. Т. С. Размадзе, А. С. Цховребадзе	29
The chromospheric flare curves. T. S. Razmadze, A. S. Tskhovrebadze. (Summary)	45
3. Статистическое исследование радиовсплесков Солнца на частоте 209 МГц. Ш. С. Макандарашвили	47
The statistical investigation of Solar 209 Mc/s radioflares. Sh. S. Makandarashvili. (Summary)	50
4. Наблюдения радиоизлучения Солнца на волне 1.44 м. [А. Н. Алимбарашвили, Ш. С. Макандарашвили, Э. И. Парсаданова	51
The observations of 1.44 m Solar radio-emission. [A. N. Alimbarashvili, Sh. S. Makandarashvili, E. I. Parsadanova. (Summary)	54
5. Вращательная температура гидроксильного излучения верхней атмосферы Л. М. Фишкова	55
OH rotational temperature of the atmosphere. L. M. Fishkova. (Summary).	74
6. Вариации интенсивности и пространственное распределение эмиссии λ 6562 Å $^{\circ}HI$ свечения ночного неба. Л. М. Фишкова	77
Intensity variations and space distribution of the λ 6562 Å $^{\circ}HI$ emission in the night sky. L. M. Fishkova. (Summary)	89
7. О поляризации света сумеречного неба. Т. Г. Мегрелишвили	93
On polarization of the twilight sky. T. G. Megrelishvili. (Summary)	102
8. Спектральные исследования гидроксильного излучения в свете сумеречного неба. Т. Г. Мегрелишвили, Т. И. Торшелидзе	103
Spectral investigation of OH emission in the twilight sky. T. G. Megrelishvili, T. I. Toroshelidze. (Summary)	108
9. Озонметрические наблюдения в Абастумани. [Ш. М. Чхандзе]	111
Ozonometric observations at Abastumani. [Sh. M. Chkaidze]. (Summary)	119

დაახვეჭდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
სარედ.-საგამომც. საბჭოს დადგენილებით

*

პ/მგ. რედაქტორი ე. ხარაძე
გამომცემლობის რედაქტორი დ. ბაქრაძე
ტექნიკური რ. ჯაფარიძე
კორექტორი რ. ფარესიშვილი

გადაეცა წარმოებას 20.11.1962; ანაწილების ზომა 7×12 ; ხელმოწერილია დასახვეჭდად 6.2.1963
ქალაქის ზომა $70 \times 108^{1/16}$; ქალაქის ფურცელი 4,12; საბეჭდი ფურცელი 11,3;
საავტორო ფურცელი 8,95; საადრინცხო-საგამომცემლო ფურცელი 9,18;
შეკვეთა 1325; უე 03609; ტირაჟი 600
ფასი 71 კაბ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა
თბილისი, გ. ტაბიძის ქ., № 3/5

3360 71 ж3.

121/11