

4. Van Rhijn P. Distribution in space of the K-giants near the Sun. Relation of the space densities of the A-stars and the K-giants to the spiral arms. Publ. Kapteyn astr. lab. Groningen. 1955, № 7.
5. Харадзе Е. К. Каталог показателей цвета 14000 звезд и исследование поглощения света в Галактике на основе цветовых избытков звезд. Бюлл. Абастум. астрофиз. обс. 1952, 12.
6. Mc Cuskey. Aph. J. 1956, 123, № 3, 126.
7. Пареняго П. П. Курс звездной астрономии. 1954.
8. Пареняго П. П. О межзвездном поглощении света. Астрон. журн. 1945, 27, 3.
9. Uiam S. and Van Neumann J. Bull. Am. Math. Soc. 1947, 53, 1120.
10. Coldberger M. L. Phys. Rev. 1948, 74, 1269.
11. Bernardini G., Booth G. T. and Lindenbaum S. L. Phys. Rev. 1952, 88, 1017.
12. Blaauw A., Morgan W. W. Expanding motions in the Lacerta aggregata. Aph. J. 1953, 117, 2, 256—263.
13. Ross F. E., Calvert M. R. Atlas of the Milky Way. 1934.
14. Palomar observatory Sky Atlas. Pasadena. 1954.
15. Wilson R. E. General Catalogue of stellar Radial Velocities. Chicago 1953.
16. General Catalogue of trigonometric stellar parallaxes. New Haven. 1952.
17. Bergerdorfer Eigenbewegungs Lexikon (EBL). 1936.
18. Aitken R. G. New General Catalogue of double stars. 1932, I, II.
19. Кладзе Р. И. Опыт определения лучевых скоростей звезд с помощью объективной призмы, установленной перед 70-см менисковым телескопом. Бюлл. Абаст. астрофиз. обс. 1959, 24, 35.
20. Харадзе Е. К. и Бартая Р. А. К исследованию спектральных характеристик звезд в областях эмиссионных туманностей и звездных скоплений. Сообщ. АН Груз. ССР. 1958, 21, 1, 29.
21. Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. Краткий курс математической статистики для технических приложений. 1959.
22. Маркарян Б. Е. ДАН Арм. ССР. 1952, 15, II.
23. Morgan W. W., Whitford A. E. and Code A. D. Aph. J. 1953, 118, 318.
24. Мирзоян Л. В. Изв. Арм. ССР, серия физ.-мат. 1958, 9, № 5.
25. Бусленко Н. П., Голенко Д. И. и др. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло), М., 1962.
26. Горонджадзе А. Ф. О влиянии дискретной структуры поглощающего слоя на случайных ошибок изменений при исследовании космического поглощения по цветовым избыткам звезд. Сообщения АН Груз. ССР, 1958, 20, № 2, 161—166.

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ К ГАЛАКТИКАМ МОДЕЛИ НОРМАЛЬНОЙ ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ СПИРАЛИ

Р. М. ДЗИГВАШВИЛИ и Т. М. БОРЧХАДЗЕ

1. Спиральная структура, при всем ее разнообразии, является характерной особенностью галактик. Последние различаются внешней формой спиральных рукавов, их числом и характером строения. Встречаются спирали резко локализованные и, наряду с ними, с «размытой» структурой. Многообразие наблюдаемых спиральных структур, несомненно, является отображением различных фаз эволюции галактик и, поэтому, их изучение очень важно.

Хорошо известны исследования Денвера [1] форм спиральных рукавов. Вычисляя характеристический угол μ (угол между радиус-вектором и касательной в данной точке спирали) для, примерно, 100 систем, он определил его средние значения и дисперсии для различных типов галактик по Хаббловской классификации — Sa, Sb, Sc. За последние четверть века интерес к изучению формы и структуры галактик значительно повысился. Наблюдения выявляют все большее число внешних туманностей, не имеющих, ввиду сложной и разнообразной структуры (см. напр. [2]), в рамках классического Хаббловского определения спиральных галактик. Естественно, что в таких условиях понадобилось пересмотреть взгляды и на структурное строение нашей Галактики, в определении вида которой не последнюю роль играют сравнения и аналогии с внешними галактиками.

Ясно, что по-возможности детальное исследование различных характеристик спиральных рукавов галактик поможет исследователям разобраться в сложном вопросе структурных особенностей нашей Галактики.

2. Изучение спиральной структуры Галактики связано с определенными затруднениями. Оптические данные имеются только для объектов в окрестностях Солнца. Точность определения расстояний мала и, ввиду больших случайных ошибок, выделение спиральных рукавов затруднено. Кроме того, полученные данные неоднородны, расстояния определялись различными авторами и методами и отягощены систематическими ошибками.

В последние годы Бэкер [3], на основе трехцветной фотометрии, оценил расстояния до галактических скоплений. Его измерения сравнительно точны и, главное, однородны. По распределению молодых скоплений Бэкер смог достаточно надежно выявить в окрестностях Солнца три

спиральных рукава. Спиральную структуру выявляют также и эмиссионные В звезды и некоторые другие молодые объекты, хотя и менее точно. Значительные результаты получены радионаблюдениями на волне 21 см, позволяющими изучать распределение нейтрального водорода на больших расстояниях от Солнца.

В последнее время высказываются предположения в пользу много-рукавной модели Галактики ([4], [5], [6] и др.), причем авторы, опираясь на оптические и радионаблюдения, приходят к выводу о существовании 10—15 спиральных рукавов в Галактике. Хотя высказываемые сообщения и заслуживают внимания, тем не менее, вопрос о количестве и строении рукавов Галактики пока еще далеко не ясен. С уверенностью можно говорить пока только о трех рукавах в окрестностях Солнца и заключить, что Галактику характеризует спиральная структура. Что касается ширины рукавов или известного параметра — характеристического угла μ для них, они недостаточно уверенно определены.

3. Нами были подобраны по каталогу Шепли-Эймс 6 многорукавных галактик (NGC 1232, 5247, 3938, 3184, 4303, 4321) с хорошо прослеживаемой спиральной структурой и осью вращения, совпадающей с лучом зрения, т. е. без искажения эффектом проекции на небесную сферу; критерием этого совпадения служила общая круговая форма галактики. (Фото 1). Приведенные фотографии галактик являются репродукциями с голубых карт Паломарского Атласа, полученными с различными выдержками и увеличениями. Снимок каждой галактики сопровождается вторым таким же снимком, на котором, однако, нами вычерчены рукава спирали. При этом римскими цифрами занумерованы рукава, а арабскими — их отдельные отрезки. Для каждого из этих отрезков определялся нами характеристический угол μ . После этого вычислялось среднее μ для каждого рукава. Исходя из допущения, что малый отрезок рукава хорошо представляется формулой логарифмической спирали, мы вели вычисления по формуле:

$$R = R_0 e^{k\varphi}, \quad (1)$$

где $k = \text{ctg} \mu$, φ — полярный угол, R_0 — расстояние начала отдельного отрезка от центра галактики.

Логарифмируя (1), получим:

$$\lg R = \lg R_0 + k\varphi \lg e.$$

Для любого отрезка рукава можем измерить соответствующее каждому φ расстояние R и по способу наименьших квадратов определить μ с достаточной точностью ($\pm 1.5^\circ$).

Измеренные нами таким образом характеристические углы представлены в табл. 1, анализ которой показывает заметное изменение характеристического угла вдоль спиральных рукавов в довольно большом диапазоне — средние квадратические отклонения от 4° до 20° . Что касается отклонения μ для отдельных ветвей от среднего μ всей галактики, то они характеризуются сравнительно меньшими величинами.

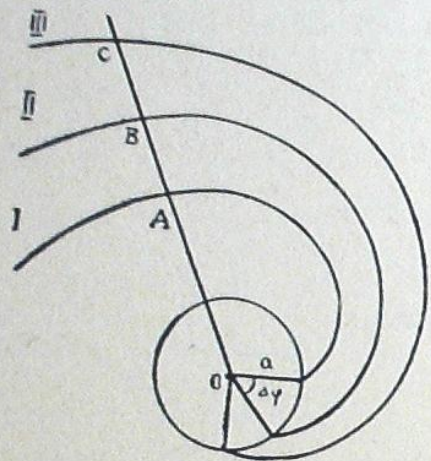


Рис. 1.

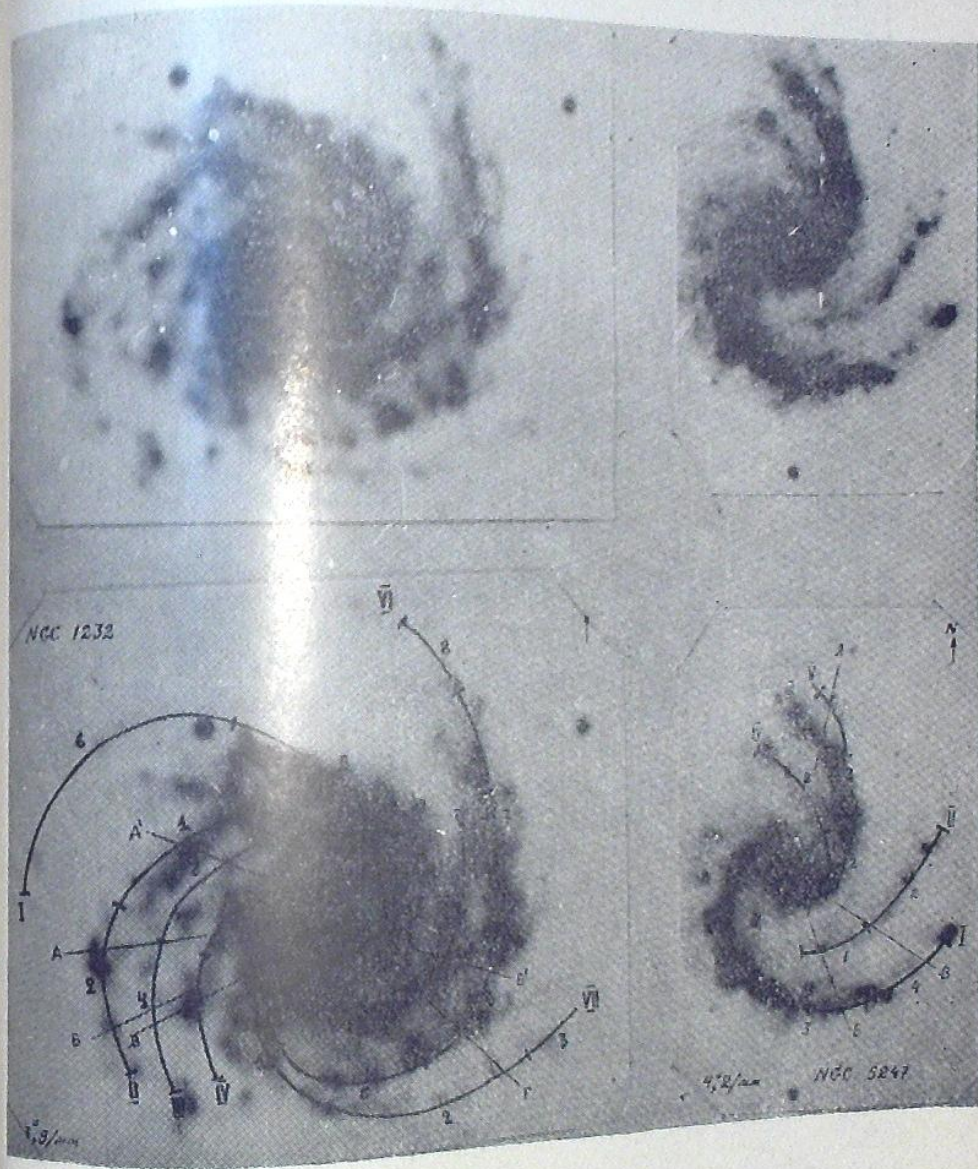


Фото 2

Заметные колебания характеристического угла вдоль спиральных рукавов, наряду с внешними неоднородностями строения рукавов, поставили перед нами вопрос о правомочности применения модели нормальной логарифмической спирали к определению числа рукавов нашей Галактики. С этой целью в рассматриваемых галактиках мы определили число спиральных рукавов на основе двух различных методов, применяемых обычно в таких случаях и исходящих из модели нормальной логарифмической спирали.

Первый метод. Допускаем, что имеется нормальная симметричная структура, т. е. галактика имеет n спиралей, описывающихся уравнением:

$$R = ce^{\mu ctg\mu} \quad (2)$$

где c — параметр, характеризующий масштаб и форму спиральных рукавов (рис. 1). Расстояние OB обозначим через R_0 , а AB и BC соответственно — $r-1$ и $r+1$. Тогда, исходя из формулы (2) для вышеприведенной модели получаем выражение:

$$\frac{ctg\mu}{n} = \frac{\lg(R_0 + r_{+1}) - \lg(R_0 - r_{-1})}{2\pi lge}$$

Таблица 1

1	2	3								4	5	6	7	
		1	2	3	4	5	6	7	8					
1232	I	90	76	66	71	62	63			71	10	68		
	II	58	71							64				
	III	52	67	75	64					65				
	IV	67	59							63	9	68	6	
	V	89	70	77	69					76	9			
	VI	55	83	76	61	80	89	68	89	75	13			
	VII	52	73	58						61	11			
5247	I	61	65	68	75					67	6			
	II	74	59						66					
	III	61	60	54					58	4	64	4		
	IV	78	48						63					
4321	I	86	78	64						76	11			
	II	61	75	74					70	8	74	2.9		
	III	77	76						76					
	IV	81	87	70	61				75	12				
4303	I	46	86	72	58					65	17	68	3.6	
	II	52	84	79	64				70	14				
3938	I	49	71	90						70	20			
	II	53	69	75					66	12				
	III	74	90	75	75				78	8	70	9.5		
	IV	79	84	74					79	5				
	V	53	60						56					
3184	I	59	62	78	68					67	8			
	II	78	76	66	64					71	7	70	2.4	
	III	62	70	82	72					71	8			

1—номера по NGC; 2—номера рукавов; 3—номера отрезков; 4—среднее μ для каждого рукава; 5—ср. квадр. отклонения по отдельным рукавам; 6—ср. μ каждой галактики; 7—ср. квадратические отклонения отдельных рукавов от ср. μ всей галактики.

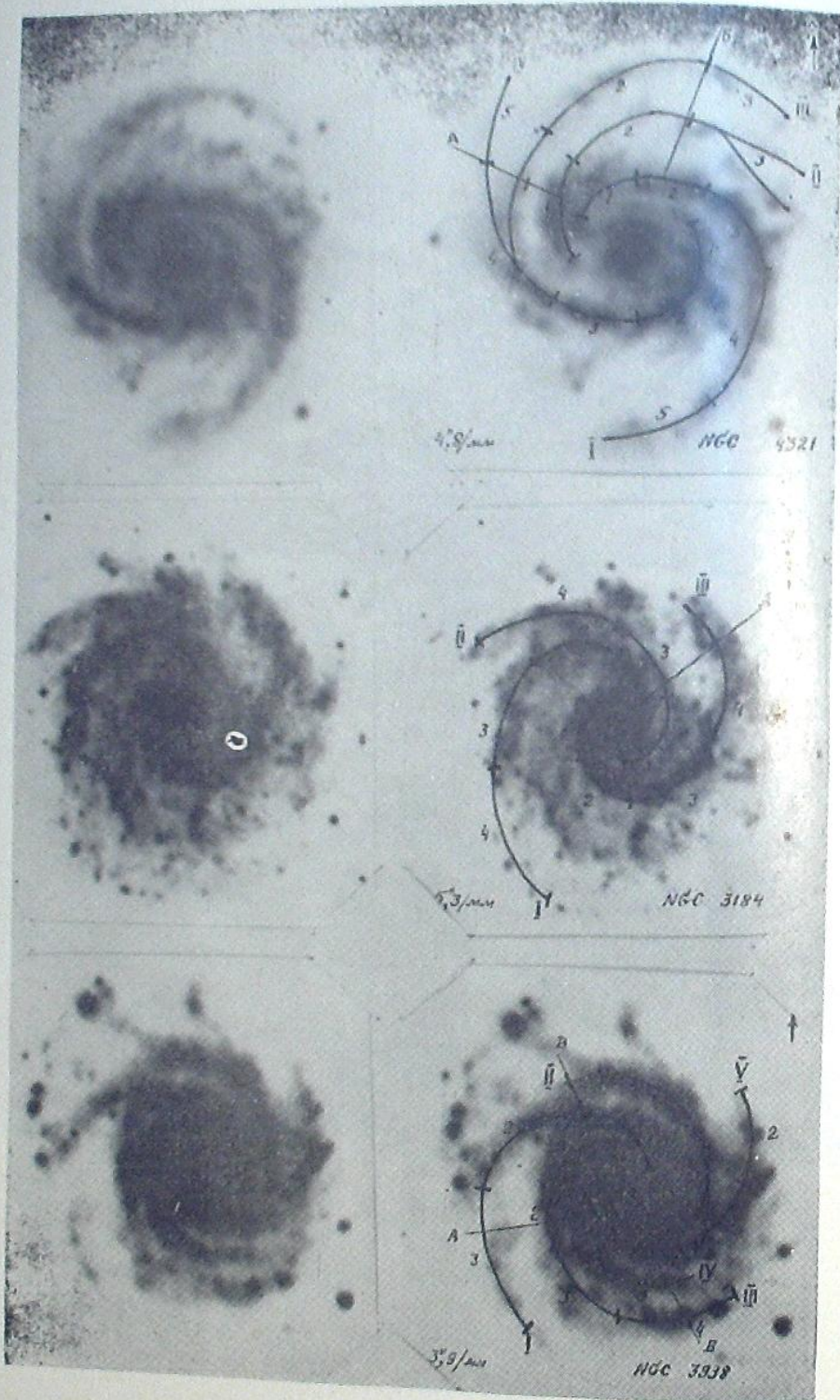


Фото I

По нему мы можем определить число рукавов n , если известны $ctg\mu$ и соответствующие расстояния.

Второй метод. Модель галактики такова как и в случае применения первого метода. Отдельные спирали описываются уравнением.

$$R = ae^{ctg\mu (180 - \theta + p\Delta\varphi)},$$

где θ — галактоцентрический угол, а p — номер рукава ($p=0,1,\dots,n$). Логарифмируя, получаем:

$$\lg R = \lg a + x(180 - \theta) + py,$$

где $x = ctg\mu \text{ mod}$, и $y = x\Delta\varphi$.

Вычисление по способу наименьших квадратов даст значения a , x , y , и, следовательно, $\Delta\varphi$, затем по формуле $n = \frac{2\pi}{\Delta\varphi}$ получаем число рукавов в галактике.

Мы старались приблизить условия определения числа рукавов во внешних галактиках к таковым в нашей, т. е. выбирали на трех последовательных спиралях участки, приблизительно равные по длине наблюдаемым в нашей Галактике отрезкам рукавов (в окрестностях Солнца). Затем определяли число рукавов первым методом для всех галактик и вторым — для NGC 1232. Значение μ мы брали как среднее для трех промеряемых отрезков.

В табл. 2 сличаются результаты различных вычислений. В первом столбце даны номера NGC, во втором — направления, вдоль которых мы выбирали по три отрезка рукавов (указаны также на фотографиях галактик), в третьем — вычисленные по первому методу количества рукавов. В четвертом и пятом столбцах даны направления и количества рукавов, вычисленные по второму методу.

Таблица 2

NCC	Метод первый		Метод второй		NCC	Метод первый	
	напр.	кол. рук.	напр.	кол. рук.		напр.	кол. рук.
1232	A	4	A'	9	3938	A	0
	B	6	B'	3		B	2
	B	4				B	4
	Г	1					
5247	A	9			3184	A	2
	B	2				A	4
	B	2					
					4321	B	2

Из таблицы видно, что в случае одной и той же галактики, в зависимости от местоположения наблюдателя, для вышеприведенной симметричной логарифмической модели получаем различные результаты. Так, для NGC 5247 по направлению A число рукавов равно 9, а по B — 2. То же самое и в других галактиках.

Вышесказанное позволяет заключить, что логарифмическую модель трудно считать пригодной для решения задач динамики и, в частности, для оценки количества спиральных рукавов. Возможно, что наша Галактика действительно является многорукавной, но совпадение вычисленного таким способом количества рукавов с вышеприведенной моделью случайно и не способно дать дополнительную информацию. Здесь необходимо отметить, что вышеуказанные методы довольно чувствительны к значению μ . Если учесть, что направления на центр Галактики по данным различных авторов меняются от $l=320^\circ$ до $l=330^\circ$, то и это обстоятельство в свою очередь может внести чувствительные ошибки при определении числа рукавов.

И, наконец, хотелось бы обратить внимание на следующее обстоятельство. Мы упоминали о наблюдаемых в окрестностях Солнца трех рукавах. Маловероятно, чтобы это было результатом трехкратного оборота вокруг центра Галактики одного и того же рукава. Это обстоятельство действительно может служить аргументом в пользу многорукавной Галактики, если только это не три конечных разветвления одного и того же рукава, с примером чего мы встречаемся, в частности, в случае NGC 5247, где рукав разветвлен.

Сентябрь, 1967.

ნორმალური ლოგარითმული სპირალის მოდელის
გალაქტიკებისათვის გამოყენების საკითხისათვის

რ. ძიგვაშვილი და თ. ბორჩხაძე

(რეზიუმე)

განსაზღვრულია მახასიათებელი კუთხვები 6 მრავალშტოიანი სპირალური გალაქტიკებისათვის (NGC 1232, 5247, 3938, 3184, 4303, 4321). აღმოჩნდა, რომ μ -ს მნიშვნელობა ცალკეული შტოს გასწვრივ იცვლება საკმაოდ დიდ ინტერვალში — საშუალო კვადრატული გადახრა აღწევს 4-დან 20° -მდე. ცალკეული შტოების საშუალო μ -ს გადახრა მთელი გალაქტიკის საშუალო μ -საგან შედარებით მცირეა და მათი მნიშვნელობები მოცემულია 1 ცხრილის მეშვეობით სვეტში.

განხილულია ნორმალური ლოგარითმული სპირალის გამოყენების საკითხი ჩვენი გალაქტიკის შტოების რიცხვის განსაზღვრავად. ამ მოდელის გამოყენების საფუძველზე, განსაზღვრული იქნა შტოების რიცხვი ზემოთ ჩამოთვლილი გალაქტიკებისათვის და შემდეგ — შედარებული მათში რეალურად არსებული შტოების რიცხვთან. აღმოჩნდა, რომ ხსენებული მოდელი უვარგისია ამ მიზნებისათვის და შტოების მისი გამოყენების საფუძველზე მიღებული რიცხვი არაა სარწმუნო.

ON THE QUESTION OF APPLICATION TO THE GALAXIES OF THE NORMAL LOGARITHMIC SPIRAL MODEL

R. M. DZIGVASHVILI and T. M. BORCHKHADZE

(Summary)

The characteristic angles μ for spirals of 6 multiarm galaxies (NGC 1232, 5247, 4303, 4321, 3938, 3184) were determined. They were found variable along spiral arms in rather large interval—the mean square deviations range from 4° to 20° . The deviations of the mean μ of each arm from a mean μ of the whole galaxy are comparatively small (their values are given in the 7-th column of Table 1).

The question of application of the normal logarithmic spiral model to the estimation of the number of arms in our Galaxy is considered. On the basis of this model the numbers of spiral arms for galaxies mentioned above were determined and compared with real numbers. It is shown that the normal logarithmic spiral model is undue for such purposes and the number of spiral arms thus obtained is not reliable.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Danver C. Ann. obs. Lund. 1942, 10.
2. Воронцов-Вельяминов Б. А. и др. Морфологический каталог галактики, чч. I, II, III, IV.
3. Becker W. Z. Astrophys. 1963, 57, 117.
4. Richter G. M. Mitt. Hertz. Inst. Berlin, 1964.
5. Псковский Ю. П. Астрон. Ж. 1965, 42, 1184.
6. Павловская Е. Д., Шаров А. С. Астрон. Ж. 1966, 43, 40.

О НАБЛЮДЕНИИ ПРОТОННОЙ ВСПЫШКИ 2 СЕНТЯБРЯ 1966 г. В АБАСТУМАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Ц. С. ХЕЦУРИАНИ и А. С. ЦХОВРЕБАДЗЕ

По Международной программе изучения протонных вспышек в Абастуманской обсерватории с 1.VI. по 30.X. 1966 года велся расширенный патруль вспышек на хромосферном телескопе с помощью интерференционно-поляризационного фильтра и кинокамеры. 2-го сентября наблюдения начались в 4 ч. 04 м. (время здесь и везде в дальнейшем — всемирное). С начала наблюдений, на солнечном диске по яркости выделялся один флоккул, который имел форму \sim и пересекал большую группу пятен с координатами $\varphi = +23^\circ$ и $L = 183^\circ$. На фото 1 представлен отпечаток активной области от кадра, снятого в линии $H\alpha$ в 5 ч. 26 м., до начала вспышки.

В 4 ч. 30 м. начинается незначительное поярчение той части флоккула, которая располагалась на западе от группы пятен; другие изменения в активной области до 5 ч. 28 м. не наблюдались.

Чтобы облегчить описание развития вспышки, активная область на рис. 1 представлена в виде эскиза, где заштрихованная площадь изображает флоккул, а зачерненная — вспышку. Точки вспышки, данные на эскизе, не соответствуют какому-нибудь одному кадру, а нанесены по многим кадрам, так как они не все светятся одновременно. Выбранные, более выделяющиеся части вспышки на эскизе перенумерованы, после чего эти точки измерены на пленке. Точки 1, 2 расположены на западе от группы пятен, 3—8 — располагаются над группой пятен, точки 9—14 соответствуют восточной части вспышки.

В 5 ч. 28 м. в западной части флоккула выделилась одна точка (1 на рис. 1), яркость которой еще в 5 ч. 40 м. была чуть больше, чем средняя яркость всего флоккула. В 5 ч. 46 м. начинается поярчение той части флоккула, которая расположена над пятнами, в 5 ч. 48 м. вспыхивает точка в северо-восточной части от группы пятен (10 на рис. 1), так что на волоконец флоккула светятся четыре яркие точки (1, 3, 9, 10). В 5 ч. 49 м. светятся уже 6 точек, среди них 10-ая точка самая яркая. В 5 ч. 53 м. начинают разгораться 2, 6, 11 и 12 точки, так что флоккул перекрыт уже светящимися точками, как видно на фото 2, которое представляет собой отпечаток от кадра, снятого в 5 ч. 53 м. В 5 ч. 55 м. вспыхивает много точек (4, 5, 7, 8, 13), растут площадь и интенсивность точек вспышки.