

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 17

ФЕВРАЛЬ, 1981

ВЫПУСК 1

УДК 524.7—77

ПОЛЯРИЗАЦИОННОЕ И ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕКУЛЯРНОЙ ГАЛАКТИКИ NGC 3718

В. А. ГАГЕН-ТОРН, И. И. ПОПОВ, В. А. ЯКОВЛЕВА

Поступила 7 апреля 1980

Принята к печати 4 августа 1980

Приводятся результаты поляризационных и фотометрических наблюдений пекулярной линзовидной галактики NGC 3718. В районе темной полосы найдена заметная поляризация излучения. Покраснение в полосе составляет около $1^m 0$. Найденная поляризация аналогична межзвездной поляризации в нашей Галактике.

1. *Введение.* В Астрономической обсерватории Ленинградского университета с середины 60-х годов ведется работа по поляризационному исследованию галактик. Результаты этой работы показывают (см. [1], где дается обзор ранних наблюдений, и [2], где приведены данные о пекулярной галактике NGC 2685), что поляризационные наблюдения дают важную информацию о пылевой составляющей и магнитных полях в галактиках. В частности, большой интерес представляют поляризационные исследования пекулярных галактик. Настоящая статья посвящена изучению одной из таких галактик — NGC 3718 (Arp 214).

Эта галактика классифицирована в Атласе Хаббла [3] как $S0_{pec}$. Пекулярность ее состоит в наличии искривленной темной полосы, пересекающей основное тело галактики в непосредственной близости от ядра, и двух слабосветящихся протяженных образований, напоминающих спиральные ветви. Арп [4] классифицирует ее как SBb, отмечая, что пылевая полоса «выходит из ядра». Лучевая скорость $+1128$ км/с. Галактика имеет большой угловой размер ($4' \times 2'$ без учета слабых ветвей), но поверхностная яркость ее мала, и до последнего времени она почти не исследовалась.

NGC 3718 была включена в нашу программу поляризационных наблюдений в начале 1977 г. и наблюдалась в феврале 1977 г. и марте 1978 г. Поскольку в ходе этих наблюдений наличие поляризации было установлено (см. ниже), для более обоснованной интерпретации решено было провести фотометрические наблюдения, которые и были выполнены в 1978—79 гг. Таким образом, работа растянулась на несколько лет. За это время в печати появилась работа Эльвиус [5], в которой также имеются сведения о поляризации излучения NGC 3718.

2. *Поляризационные наблюдения и их результаты.* Поляризационные наблюдения были выполнены на 48-см телескопе АЗТ-14 Бюраканской станции АО ЛГУ с электрополяриметром АФМ-6 [6], использующим ФЭУ-79 с мультищелочным катодом. Наблюдения велись без фильтра ($i_{\text{эфф.}} = 0.53$ мкм), с круглыми диафрагмами размером 18.9 (d1), 26.7 (d3), 53.4 (d4). Методика наблюдений и обработки описана в наших предыдущих работах (см., например, [7]). Схема расположения измеренных областей дается на рис. 1. Результаты наблюдений приводятся в табл. 1: в первом столбце—номер области и угловое расстояние ее центра от яркой звезды к северу от галактики (зв. № 1); во втором—использованная диафрагма; в третьем—дата наблюдений; в четвертом и пятом—параметры поляризации и их ошибки, найденные из внутренней сходимости отдельных серий (серия включает одно определение относительных параметров Стокса, которое занимает 8—10 минут); в следующем столбце дается число серий и, наконец, в последнем столбце—отношение потока от измеренной области галактики к потоку от фона неба.

Для нескольких площадок наблюдения были выполнены в разные сезоны. Согласие между результатами этих наблюдений, как видно, вполне удовлетворительное. Найденные средние значения также приведены в табл. 1.

3. *Результаты фотометрических наблюдений.* Детальному фотометрическому изучению NGC 3718 будет посвящена специальная работа. Здесь мы дадим лишь отдельные результаты, необходимые для интерпретации поляризационных наблюдений. Наблюдательный материал был получен в прямом фокусе 2.6-м телескопа Бюраканской астрофизической обсерватории (прямые *UBV*-снимки) и на телескопе АЗТ-14 с той же аппаратурой, которая использовалась при проведении поляризационных наблюдений, дополненной фильтрами, осуществляющими систему *UBV* (наблюдения в отдельных площадках для стандартизации фотографических данных). Фотозлектрические наблюдения велись дифференциальным методом относительно звезд № 2 и 3 (см. рис. 1), величины и цвета которых, приведенные в табл. 2, были определены нами дифференциальным сравне-

нием со звездой BD + 47° 1888 с известными *UBV*-величинами [8]. При обработке использовались средние значения коэффициента прозрачности для Бюракана, однако поскольку наблюдения велись вблизи зенита, это не могло внести ощутимой ошибки. Наша инструментальная система близка к стандартной, поэтому поправки за систему не превышали 0^m01-0^m02 .

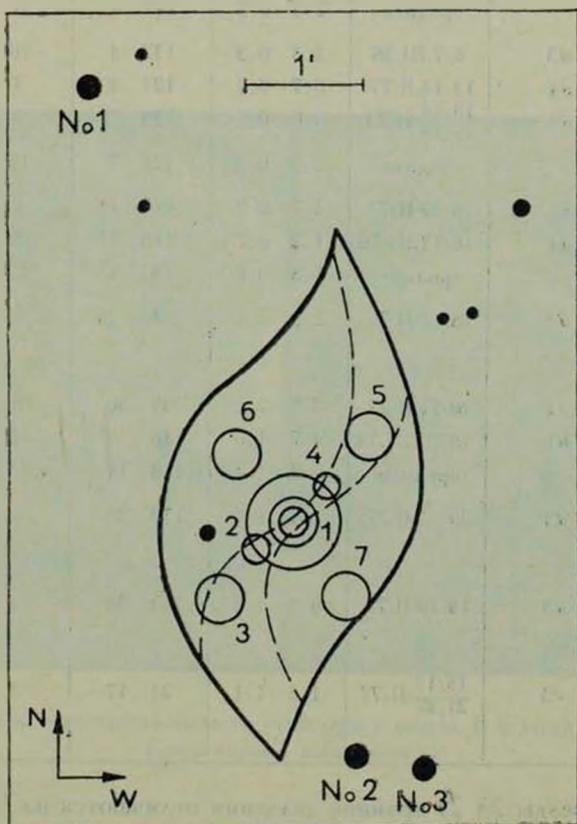


Рис. 1. Схема измеренных областей галактики.

Результаты фотоэлектрических наблюдений четырех площадок галактики даны в 3—6 строках табл. 2. В первом столбце даются номера площадок (центры их совпадают с центрами площадок, для которых измерялась поляризация) и их диаметры. Относительно точности приводимых в табл. 2 данных нужно заметить следующее. Для звезд № 2 и № 3 независимые определения, выполненные в разные ночи, дали результаты, отличающиеся не более, чем на 0^m03 в полосах *B* и *V*. В полосе *U* в худшем

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Область и ее координаты	Диафрагма	Дата наблюдений	$(\rho \pm \sigma_\rho)^\circ$	$(\theta_0 \pm \sigma_{\theta_0})^\circ$	N	$\frac{n_{об}}{n_\phi}$
Т. 1 $\Delta\alpha = 100''$ $\Delta\delta = 222''$	d1	13/14. II.77	2.3 \pm 0.5	146 \pm 6	4	1.8
	d1	10/11	2.2 0.3	139 4	4	2.3
		15/16 III.78	2.2 0.3	142 4	8	
	d3	6/7. III.78	2.3 0.3	132 4	10	1.8
	d4	13/14. II.77	0.7 0.2	127 9	3	1.0
	d4	13/14 17/18 II.78	0.8 0.2	125 7	9	1.0
	среднее		0.8 0.2	126 7	12	
Т. 2 $\Delta\alpha = 79''$ $\Delta\delta = 235''$	d1	16/17 II.77	1.7 0.9	142 16	6	0.9
	d1	16/17. III.78	1.2 0.7	118 17	5	0.5
	среднее		1.3 0.6	133 13	11	
Т. 3 $\Delta\alpha = 61'' \cdot 5$ $\Delta\delta = 257'' \cdot 5$	d3	16/17. II.77	2.3 2.1	70 26	6	0.3
Т. 4 $\Delta\alpha = 117''$ $\Delta\delta = 199'' \cdot 5$	d1	20/21. II.77	2.1 2.2	125 30	6	0.4
	d1	18/19. III.78	4.7 1.0	146 6	4	0.4
	среднее		2.9 1.4	138 14	10	
Т. 5 $\Delta\alpha = 139''$ $\Delta\delta = 178''$	d3	20/21. II.77	1.4 1.7	179 35	6	0.2
Т. 6 $\Delta\alpha = 72''$ $\Delta\delta = 185'' \cdot 5$	d3	18/19. II.77	0.9 1.2	167 38	4	0.45
Т. 7 $\Delta\alpha = 127''$ $\Delta\delta = 257'' \cdot 5$	d3	16/17 21/22 II.77	1.5 1.1	21 17	7	0.4

случае (для звезды № 2) крайние значения отличаются на $0^m 12$. Для более ярких областей галактики (т. 1) было выполнено по два определения блеска, для более слабых (т. 6 и 7) вдвое больше. Можно считать, что их величины и цвета определены с точностью $\pm 0^m 10$.

Из результатов фотографических наблюдений мы приведем здесь лишь следующие. 1. Результаты измерения двух пластинок на микрофотомере АМД Специальной астрофизической обсерватории (рис. 2). Здесь разными оттенками даны изоденсы центральной части галактики, показывающие различия в структуре ядерной области и темной полосы в цветах B и V . 2. Перпендикулярные темной полосе фотометрические и цветовые разрезы (в B и $B-V$), проходящие в $7''$ от ядра по обе его стороны



Рис. 2. Изоденсы центральной части галактики в цветах *B* (слева) и *V* (справа).
Север справа, запад внизу.

К ст. В. А. Гаген-Торна и др.

(рис. 3). Они получены в результате измерений негативов на микрофото-
метре прямых интенсивностей Главной астрономической обсерватории
АН СССР и стандартизации по фотоэлектрическим данным.

Таблица 2
РЕЗУЛЬТАТЫ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ
НАБЛЮДЕНИЙ

Объект	V	B-V	U-B
Зв. № 2	12 ^m 00	+0 ^m 59	+0 ^m 41
Зв. № 3	11.76	+0.95	+0.93
T. 1(53.4)	12.55	+1.09	+0.84
T. 1(26.7)	13.59	+1.30	—
T. 6(53.4)	13.47	+0.80	—
T. 7(53.4)	13.69	+0.95	—

4. Обсуждение результатов. Рассмотрение табл. 1 показывает, что в
центральной области галактики (область 1) поляризация определенно
имеется. Для всех трех диафрагм найдена степень поляризации, превы-

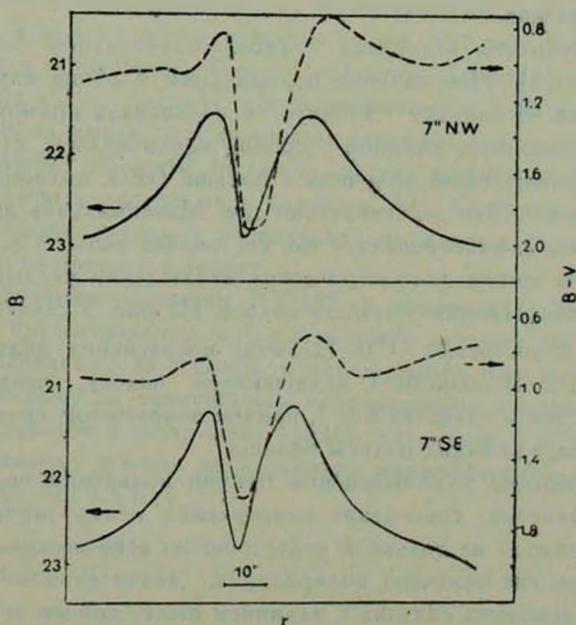


Рис. 3. Фотометрические и цветовые разрезы поперек полосы.

шающая $3z$. Направление поляризации во всех случаях в пределах ошибок совпадает и среднее его значение ($\theta_0 = 133^\circ$) очень близко к позиционному углу темной полосы. В областях 2 и 4, расположенных по обе стороны от ядра в пределах полосы, поляризация зафиксирована на уровне, несколько превышающем $2z$. Подтверждением ее реальности служит то, что ее направление в обоих случаях близко к направлению полосы и практически совпадает с направлением для области 1. Для остальных, более слабых областей наши данные недостаточно точны для того, чтобы можно было сделать сколько-нибудь определенное заключение.

Из результатов, полученных для области 1 с диафрагмами 53.4 и 26.7 можно, однако, заключить, что при удалении от центра поляризация исчезает. Действительно, для большой площадки степень поляризации примерно втрое меньше. Из данных табл. 2, с учетом того, что поляризация измерялась без фильтра, следует, что поток при поляризационных измерениях в $d4$ был больше, чем в $d3$, примерно в 3 раза ($\Delta V = +1^m04$, $\Delta B = +1^m25$, а значению $\Delta m = 1^m15$ соответствует отношение потоков ≈ 3). Следовательно поляризованный поток в диафрагмах $d3$ и $d4$ примерно одинаков, а значит излучение кольца неполяризовано. Правда в кольцо попадают участки полосы, так что поляризация, если она есть в областях 2 и 4, должна присутствовать, но вклад этих участков в поток от кольца мал.

Наши результаты находятся в удовлетворительном согласии с данными Эльвиус [5]. Направление поляризации в обоих случаях найдено одним и тем же. Поскольку Эльвиус использовала прямоугольную диафрагму, расположенную длинной стороной вдоль полосы, степень поляризации у нее должна была получиться больше (если поляризация связана с темной полосой). Это действительно так. Максимальное значение степени поляризации, зафиксированное ею, составляет около 6%.

Результаты наших фотометрических наблюдений указывают на наличие сильного покраснения в темной полосе. Из рис. 3 следует, что избытки цвета здесь достигают 1^m0 . Наличие покраснения подтверждается и данными табл. 2. В области 1, включающей полосу, показатель цвета $B-V$ больше, чем в областях 6 и 7, причем покраснение сильнее для меньшей диафрагмы, где вклад полосы больше.

Определяющими для выяснения причин появления поляризации являются два фактора: совпадение направления поляризации с направлением темной полосы не только в центре, но по всей полосе и существование в областях, где отмечена поляризация, значительного покраснения. Ясно, что поляризация связана с наличием пыли, причем ее появление, по всей вероятности, обусловлено тем же механизмом, что и появление меж-

звездной поляризации в нашей Галактике. В самом деле, если бы поляризация возникала при рассеянии, ее направление в области ядра совпадало бы с наблюдаемым, но уже недалеко от ядра в пределах полосы угол должен был бы повернуться на 90° , чего не наблюдается. Об этом говорят наши данные для областей 2 и 4 и высокая поляризация, найденная Эльвиус с прямоугольной диафрагмой. Сильное покраснение также наиболее естественно объясняется селективным поглощением излучения пылью.

Если предложенное объяснение появления поляризации верно, то необходимо наличие асимметричных частиц, определенным образом ориентированных. Для межзвездной пыли общепринятым сейчас является механизм ориентации Дейвиса—Гринстейна, требующий существования магнитного поля. Таким образом, поляризационные данные указывают на присутствие в пекулярной линзовидной галактике NGC 3718 крупномасштабного магнитного поля. Такой же вывод делает и Эльвиус [5].

В заключение отметим еще один интересный факт. Данные табл. 2 и рис. 3 указывают на наличие асимметрии в распределении цвета в галактике NGC 3718. Различия в структуре северо-восточной и юго-западной частей галактики в центральной области, свидетельствующие об асимметрии цвета, хорошо видны и на рис. 2. Цвет той половины галактики, где расположено ядро, более синий. Если считать, что в галактике имеется пылевой диск очень большого диаметра, то более красный цвет другой половины галактики, вероятно, можно объяснить тем, что свет галактики частично поглощается в периферийных его областях (плоскость диска несколько наклонена к лучу зрения). Изучение внешнего вида галактики наталкивает, однако, на мысль, что, возможно, здесь мы имеем дело с искривлением периферийных областей пылевого диска, подобно тому, как это имеет место у газовых дисков ряда галактик [9]. Отметим, что поиски искривления звездных дисков у нескольких спиральных галактик, видимых с ребра, пока не привели к успеху.

Авторы благодарны комиссии КТШТ и руководству Бюраканской обсерватории за предоставление наблюдательного времени на 2.6-м телескопе, А. С. Амирханяну за помощь в наблюдениях на этом телескопе, Ю. П. Коровяковскому за возможность использования аппаратуры САО для обработки негативов и построения изоденс галактики и В. Н. Карпинскому, предоставившему в наше распоряжение микрофотометр прямых интенсивностей ГАО АН СССР.

POLARIZATION AND PHOTOMETRIC INVESTIGATION OF
THE PECULIAR GALAXY NGC 3718

V. A. HAGEN-THORN, I. I. POPOV, V. A. YAKOVLEVA

The results of polarimetric and photometric observations of the peculiar lenticular galaxy NGC 3718 are given. Appreciable polarization is found in the dark band. Reddening in this region is about 1^m0 . The polarization is analogous to interstellar polarization in our Galaxy.

Примечание при корректуре: В связи с переопределением нуль-пунктов фотографических величин и цветов оцифровка шкал по оси ординат на рис. 3 должна быть изменена: на левой шкале значения следует уменьшить на 0^m6 , на правой — увеличить на 0^m1 .

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Гаген-Торн, *Астрофизика*, 10, 127, 1974.
2. В. А. Гаген-Торн, И. И. Попов, В. А. Яковлева, *Письма АЖ*, 5, 8, 1979.
3. A. Sandage, *The Hubble Atlas of Galaxies*, Carnegie Inst. of Washington, 1961.
4. H. Arp, *Ap. J.*, 185, 797, 1973.
5. A. Elvius *Astrophys. Space Sci.*, 55, 49, 1978.
6. В. А. Домбровский, В. А. Гаген-Торн, С. М. Гуткевич, Т. А. Полякова, М. А. Свечников, О. С. Шулов, *Труды АО ЛГУ*, 22, 83, 1965.
7. В. А. Гаген-Торн, Н. В. Вошинников, *Астрофизика*, 13, 569, 1977.
8. V. M. Blanco, S. Demers, G. G. Douglass, M. P. Fitzgerald, *Publ. U. S. Naval Obs.*, 2-nd Ser., 21, 1, 1968.
9. R. Sanctsi, *Astron. Astrophys.*, 53, 159, 1976.