

УДК 524.74-85

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЯРКОСТЕЙ И ЦВЕТОВ БАЛДЖА ГАЛАКТИКИ M81

Р. Г. Гетов\*, Ц. Б. Георгиев\*

Представлены В, V и В-V-профили, карты и фотометрические диаграммы галактики M81 (в рамках 4'×7') по пластинкам 6-м и 2-м телескопов. Выявлены заметное покраснение северо-западной области изображения, образование типа внутреннего кольца и образование типа мини-бара.

B, V and B-V profiles, maps and photometric diagrams of the M81 galaxy central region (in the frame of 4'×7') by the 6-m and 2-m telescope plates are presented. A remarkable reddening of the north-west parts of the image, inner ring-type structure and mini-bar type formation are found out.

**ВВЕДЕНИЕ.** Спиральная галактика M81 типа Sb по Сэндиджу (1961) и SA(s)ab по Вокулерам (1964) была предметом многих исследований и часто использовалась в качестве тест-объекта для моделей спиральных структур галактик. Ее общая фотометрическая структура изучалась в работах Маркаряна и др. (1962), Симкин (1967), Хегнера и др. (1971), Брандта и др. (1972) и других авторов, однако детальная фотометрия в системе UVV пока не проводилась. В настоящей работе мы рассматриваем некоторые предварительные результаты в этом направлении, полученные по пластинкам двух телескопов.

**НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ И ЕГО ОБРАБОТКА.** Использовались пары пластинок в В и V-лучах 6-м телескопа (на эмульсиях Kodak IIa-O и IIa-D, с экспозициями 10 и 20 мин, отсняты И. Караченцевым) и 2-м телескопа НРБ (на эмульсиях ORWO ZU21 и Kodak 103aD, с экспозициями в 60 и 50 мин, отсняты Г. Ивановым и Ц. Георгиевым). Сканирование проводилось на микроденситометре Джойс Лебл Роженской обсерватории (НРБ) с шагами 0.82" и 0.65" и круглыми диафрагмами с диаметрами 1.3" и 0.8". Цифровые изображения, с размерами соответственно 300 × 510 (4.1'×7') и 370 × 510 (4.1'×5.7'), обрабатывались на мини-ЭВМ с графическими станциями ROBOTRON в САО АН СССР. Использовались Роженский (Георгиев, 1990) и Бабельсбергский (Рихтер и Лоренц, 1989) пакеты программ.

Позиционные углы и масштабы изображений определялись по экваториальным и ортогональным координатам звезд поля с помощью машинной версии Смитсоновского каталога (Бонев, 1988). Масштабы телескопов оказались соответственно

\* Секция астрономии Национальной астрономической обсерватории Болгарской Академии Наук

8.21"/мм и 12.96"/мм, а позиционные углы изображений -  $-36.5^\circ$  и  $-27.6^\circ$ . Масштаб данных Брандта и др. (1972) пришлось перевычислить - он оказался 7.28"/мм. Позиционный угол галактики M81 на уровне  $V = (22.0 \pm 0.1)^m/\square$ , определенный на базе наилучшего (в смысле метода наименьших квадратов) эллипса по пластинке БТА с помощью соответствующей программы для ПЭВМ Голева и Бонева (1988), составляет  $-30^\circ \pm 0.8^\circ$ .

Калибровка пластинок проводилась по фотоэлектрическим измерениям Симкин (1967), Швейцера (1976) и Брандта и др. (1972). Для этого была создана специальная программа, которая вычисляла средние значения оцифрованных фотографических изображений внутри заданных круглых площадок, имитируя электрофотометрические измерения. Оказалось, что данные вышеупомянутых источников хорошо согласуются между собой, поэтому все они были использованы вместе для построения калибровок. На рис.1 приведены примеры калибровочных зависимостей, которые мы получили со среднеквадратическими ошибками  $(0.10-0.15)^m/\square$ .

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** На рис. 2 приведены распределения яркостей и цветов балджа галактики M81 вдоль его осей. Разрезы построены по откалиброванным цифровым изображениям 6-м и 2-м телескопов. Эффективный диаметр соответствующей программно обеспеченной круглой диафрагмы составляет  $\approx 3''$ , а позиционный угол разреза вдоль большой оси  $\approx -33^\circ$ .

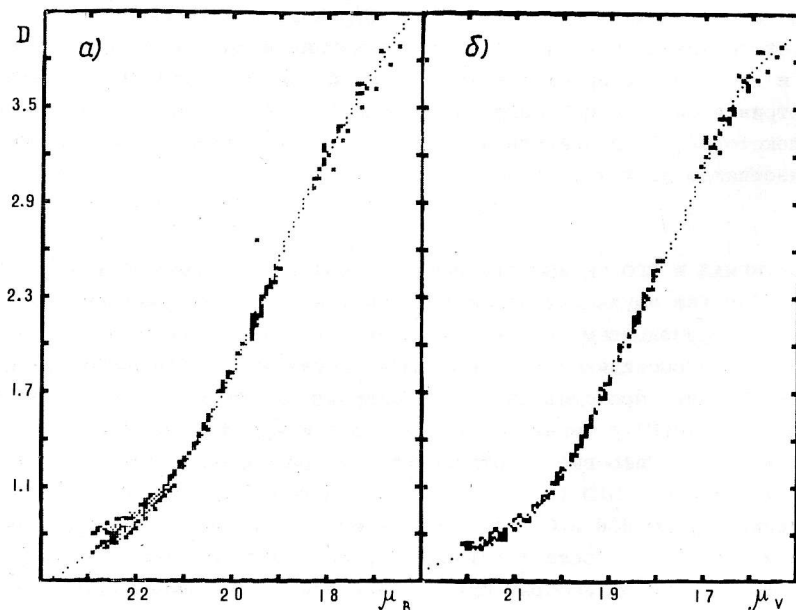


Рис. 1 Калибровочные зависимости для пластинок БТА в системах В (а) и V (б), аппроксимированные с помощью полиномов  $\mu=f(D)$  седьмой степени.

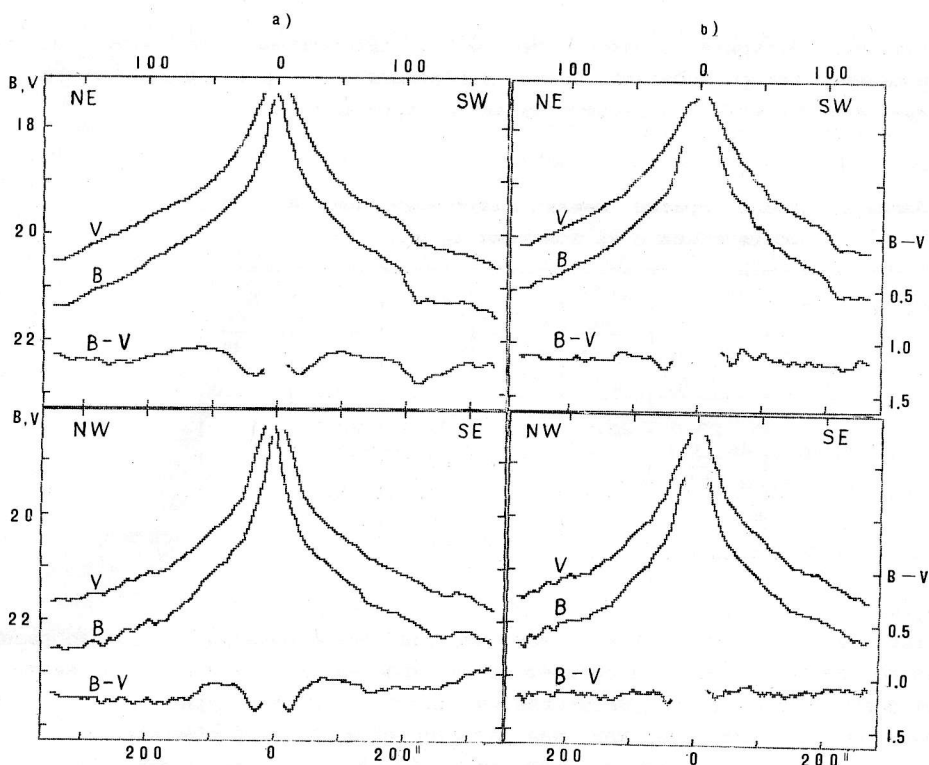
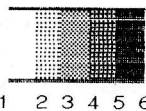


Рис. 2. Фотометрические разрезы вдоль малой (верхние диаграммы) и большой (нижние диаграммы) оси галактики М81 по пластинкам 6-м (а) и 2-м (б) телескопов.

На рис. 4 и 5 представлены полутоновые карты распределения яркостей и цветов балджа галактики М81, которые позволяют выявить более полно фотометрические особенности центральной части этой галактики. Значения изофотных уровней в соответствии с рис.3 приведены в табл. I.

Рис.3. Шкала полутонов, которые используются на рис. 4, 5 и 6. Значения нумерованных здесь границ между полутонами приведены в табл. I.



На рис. 2а видно, что юго-западная часть изображения на расстоянии 40"-120" от центра в среднем слабее и краснее соответствующей ей северо-восточной части. Нарушение плавного хода яркостей наиболее заметно на расстоянии 60"-70" от центра, где наблюдается самое красное образование изображения с показателем цвета  $B - V \approx 1.3^m$ . Оно соответствует внутренней из пылевых полос, которые хорошо заметны на фотографиях М81 в этой, более близкой, части ее диска. Покраснение юго-западной части изображения вызывается

поглощающей материей в плоскости M81. Аналогичным способом выявлено покраснение северо-западной части изображения на расстоянии  $70''-210''$  от центра, которое нельзя объяснить эффектами проекции.

Таблица 1. Уровни границ между полутонами рис. 4, 5 и 6 в соответствии с их номерами на рис. 3

номер границы:	1	2	3	4	5	6	
номер рисунка							
4а, 5а	23.0	22.8	22.6	22.4	22.2	22.0	...
4б, 5б	22.0	21.8	21.6	21.4	21.2	21.0	...
4в, 5в	-	0.7	0.9	1.1	1.3	-	
6а, 6б	-	-	1	8	64	512	

Рис. 4 и 5 свидетельствуют о том, что вся северо-западная часть изображения заметно слабее в В-лучах и соответственно краснее в В-V-цвете. По-видимому, этот факт согласуется с существованием пылевого кольца Арпа (1965), самые южные области которого как раз проецируются на рассматриваемую часть изображения M81. В работе Швейцера (1976) показано, что такая же крупномасштабная асимметрия распределения цвета имеет место и для внешних областей галактики M81.

На рис. 4в, 5в можно выделить область повышенного покраснения в форме эллиптического кольца с размерами  $\approx 120'' \times 170''$  и позиционным углом большой оси  $-20^\circ$ , а внутри его - более голубую область с размерами  $60'' \times 100''$ . Примерно такое же распределение цвета выявлено и в работе Швейцера (1976), а Брандт и др. (1972), к сожалению, не опубликовали карту распределения цвета. Структуру такого типа можно "выявить" еще в результате подходящей комбинации ошибок калибровки. Поэтому мы рассмотрели также распределения показателя цвета U-B по тауенбургским пластинкам (на обработке которых здесь не останавливаемся). Оказалось, что наблюдается примерно то же самое. По-видимому, выявленное таким образом более голубое образование входит в класс внутренних колец, более заметный представитель которого - кольцо в галактике NGC 7531 (Бута, 1984).

Рис. 5 и 4 свидетельствуют о том, что в центральной части балджа M81 наблюдается эллиптическое образование повышенного покраснения с размерами  $30'' \times 60''$  и позиционным углом  $\approx -45^\circ$ , напоминающее мини-бар. На изображениях, полученных на 2-м телескопе, оно выявляется хуже из-за передержки ядерной области галактики. Существование мини-баров в центральных областях близких спиральных галактик обнаружено в работе Заритски и Лоу (1986). В настоящей работе выявлено аналогичное образование, однако его позиционный угол мало отличается от позиционного угла M81. Поэтому на базе только этой настоящей работы существование мини-бара в M81 утверждать нельзя. Отметим, что распределение радиояркости типа мини-бара с позиционным углом  $\approx 35^\circ$  (Баш и Кауфман, 1986)

является, скорее всего, результатом случайной комбинации дискретных радиоисточников.

На рис. 2, 4 и 5 видно, что центральная часть мини-бара становится голубее, однако на расстояниях меньше  $10''$  от центра калибровка ненадежна. В общем, рис. 2, 4 и 5 свидетельствуют о том, что фотометрические ошибки остаются в рамках  $\pm 0.1^m$ .

Более полное и наглядное представление об изменении цвета в зависимости от расстояния от центра дает фотометрическая диаграмма цвет-величина, построенная на базе данных поверхностной фотометрии. На рис. 6 приведены фотометрические диаграммы для M81, построенные по пластинкам двух телескопов, как в работе Георгиева (1988) для M31. Как видно, они заметно различаются между собой, что легко объяснить. На пластинках 2-м телескопа центр M31 передержан, поэтому на соответствующей диаграмме практически нет значений поверхностной яркости  $\mu_V < 18^m$ . На тех же пластинках применялся более мелкий шаг сканирования и рассматривалась более ограниченная часть изображения возле центра. Поэтому на рис. 5б по сравнению с рис. 5а отсутствуют самые голубые области с  $\mu_V \approx 21.5^m$  (начало проявления спиральной структуры) и самые красные области с  $\mu_V \approx 20.5^m$  (проявление полос поглощения). Наконец, фотометрические шумы в случае пластинок 2-м телескопа существенно больше, что хорошо видно по уширению диаграммы в области  $\mu_V = 18-20^m$ .

**ВЫВОДЫ.** Приведенные здесь профили, карты и фотометрические диаграммы центральной части галактики M81 свидетельствуют о ее довольно интересной структуре и указывают на необходимость проведения детальной многоцветной фотометрии с привлечением ПЭС-наблюдений. Авторы выражают благодарность руководству САО за предоставленную возможность для работы, а также Г. Р. Иванову, И. Д. Караченцеву, Ю. Н. Ефремову, Н. А. Тихонову и А. И. Копылову за ценные рекомендации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Арп (Arp H.): 1965, Science, 148, P. 363.  
Баш и Кауфман (Bash F.N. and Kaufman M.): 1986, Astrophys. J., 310, P. 621.  
Бонев Т.: 1988, частное сообщение.  
Брандт и др. (Brandt J. C., Kalinowski J. K. and Roosen R. G.): 1972, Astrophys. J. Suppl. Ser., 24, P. 421.  
Бута (Buta R. J.): 1984, Dissertation, The University of Texas Publication in Astronomy, No. 23.  
Вокулер и Вокулер (de Vaucouleurs G. and de Vaucouleurs A.): 1964, Reference Catalogue of Bright Galaxies.  
Георгиев П.Б.: 1988, Письма в астроном. ж. 14, P. 806.  
Георгиев П.Б.: 1990, Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 30 (в печати).  
Голев В. и Бонев Т.: 1988, частное сообщение.  
Заритски и Лоу (Zaritsky D. and Lo K.Y.): 1986, Astrophys. J., 303, P. 66  
Маркарян Б.Е., Оганесян Э.Я., Аракелян С.Н.: 1962, Сообщ. Бюракан. обсерв.,

30, с. 3.

Рихтер Г.М. и Лоренц Х.: 1989, частное сообщение.

Симкин (Simkin S.): 1967, Astron. J., 72, P. 1032.

Сэндидж (Sandage A.): 1961, The Hubble Atlas of Galaxies.

Хегнер и др., (Hoegner W., Kadla Z., Richter N., Strugatskaya A.): 1971, Астрофизика, 7, с.403.

Швейцер (Schweizer F.): 1976, Astrophys. J. Suppl. Ser., 31, P.313.;

Поступила в редакцию  
5 декабря 1989 г.

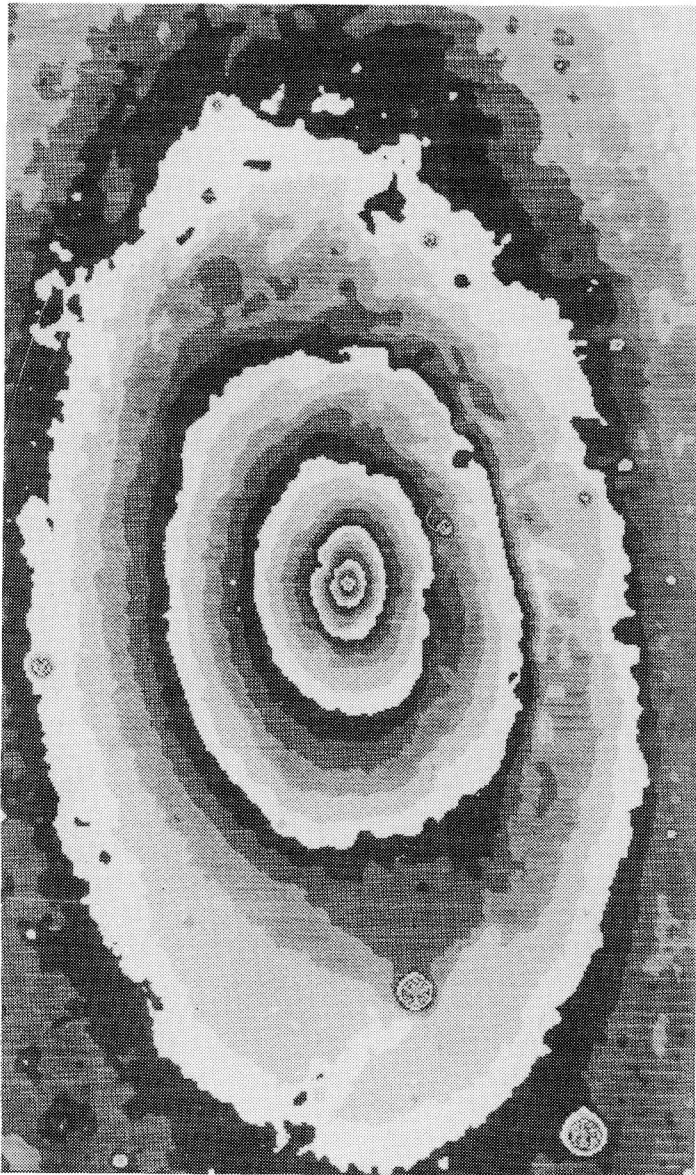


Рис. 4а. Полутоновые карты центральной части галактики М81 в системах В (а), V (б) и В-V (в) по пластинкам 6-м телескопа. Шкала изофот приведена в табл. I.

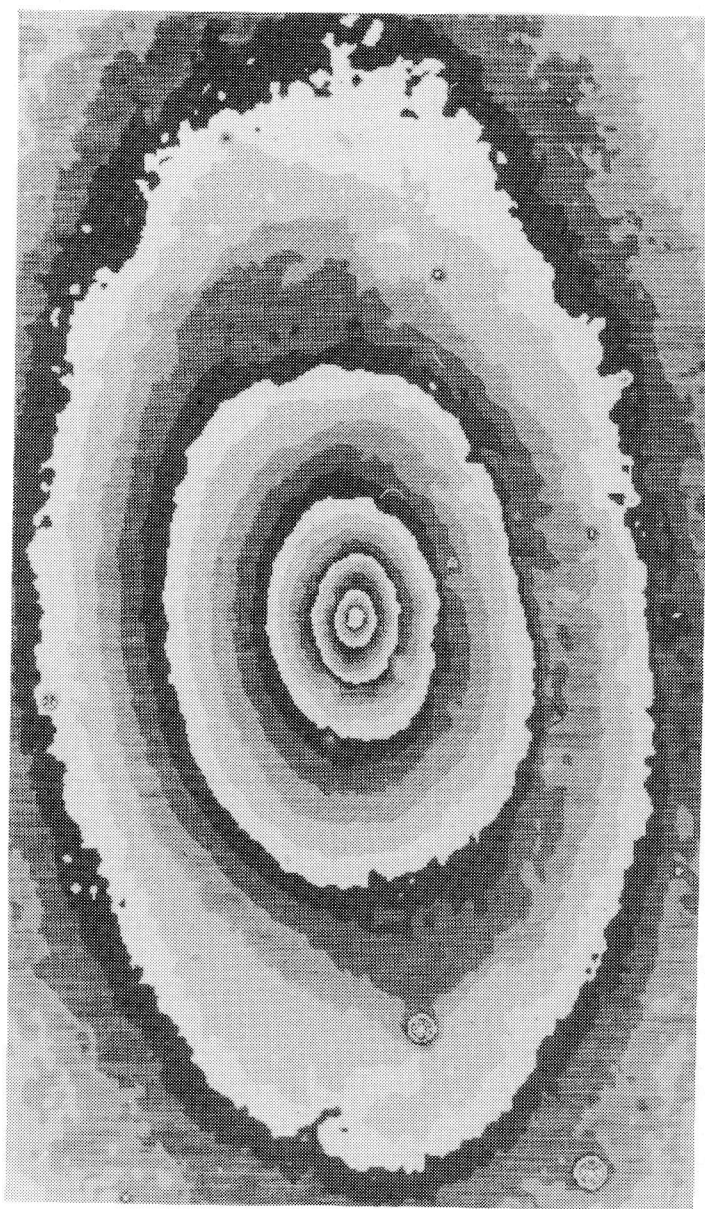


Рис. 46.





Рис. 4в.

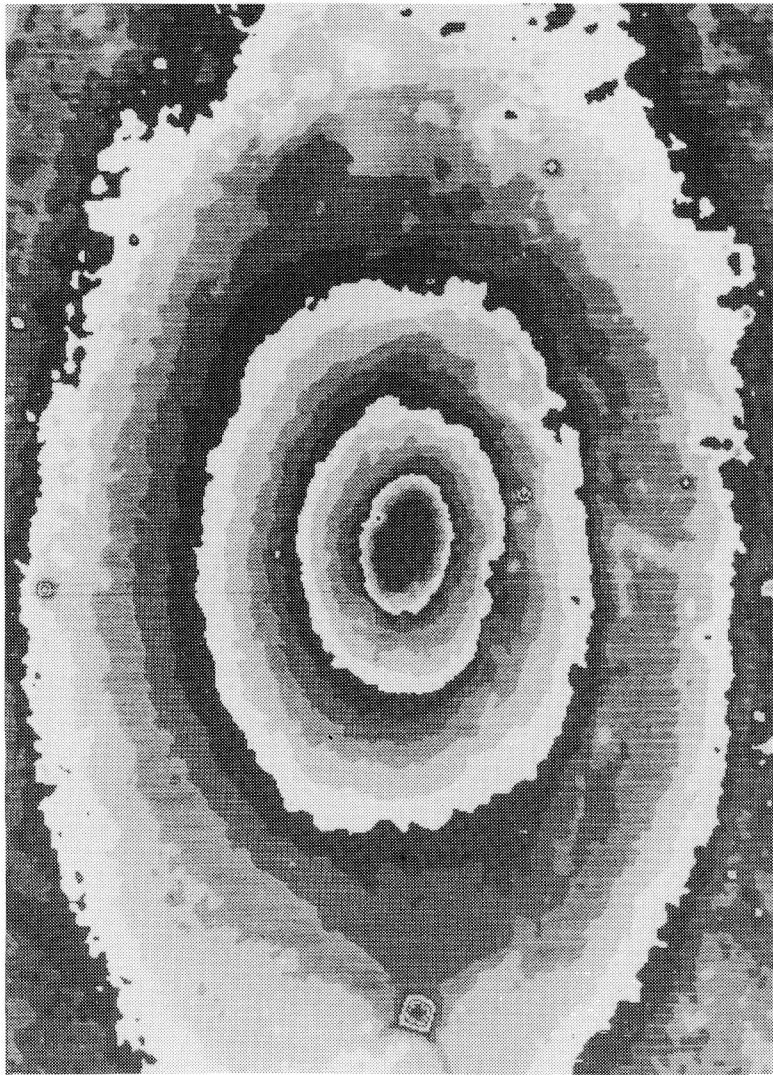


Рис. 5а. Полутоновые карты центральной части галактики М81 в системах В (а), V (б) и (В-V) (в) по пластинкам 2-м телескопа. Шкала изофот приведена в табл. I.

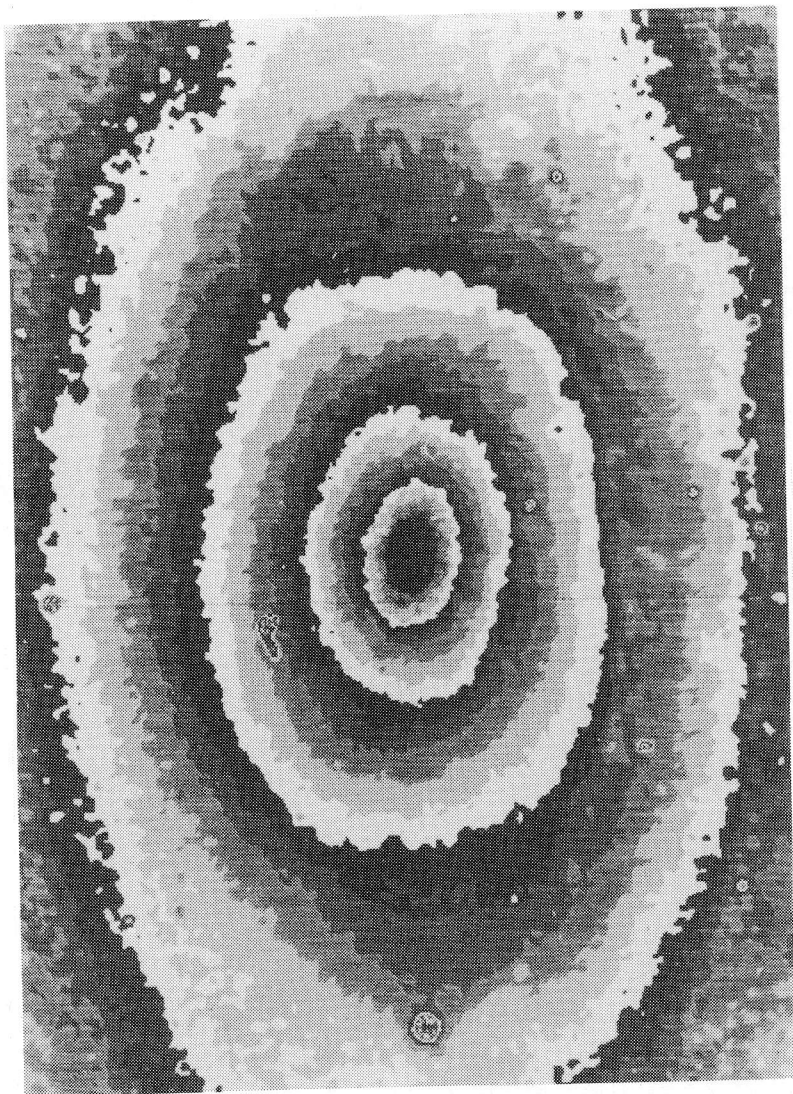


Рис. 56.

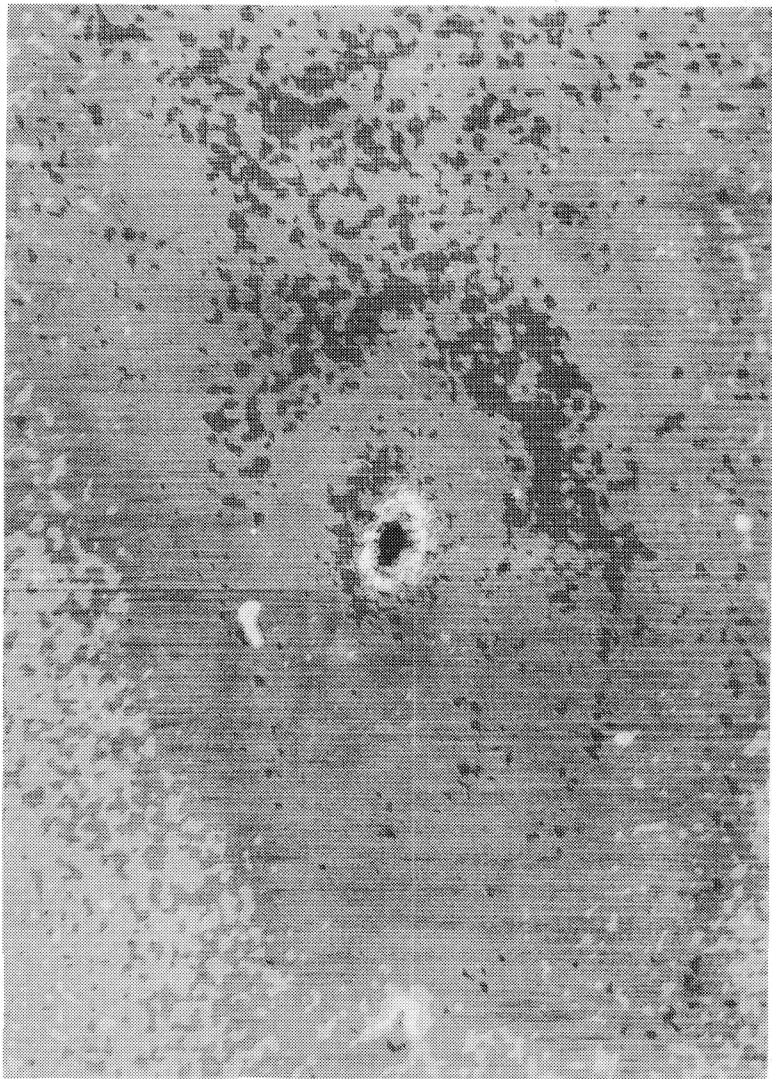


Рис. 5в.

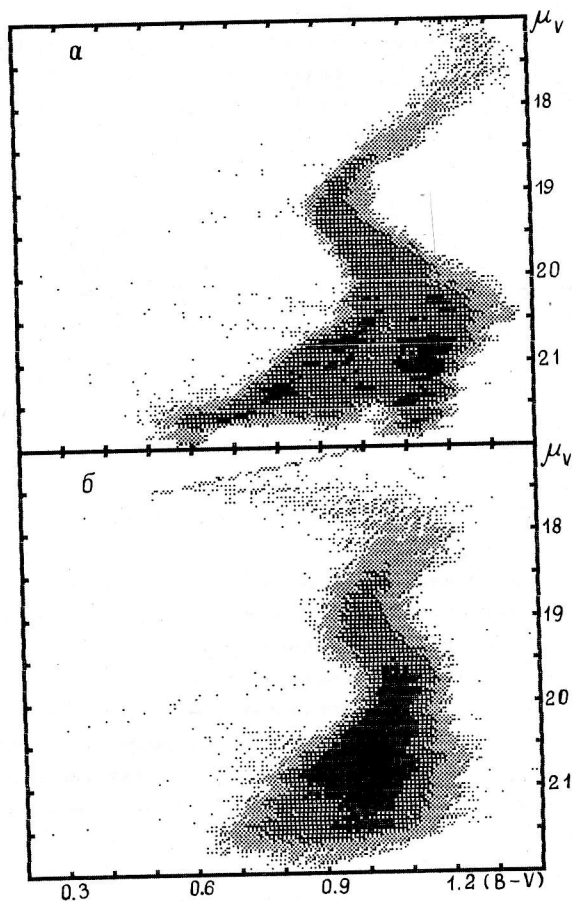


Рис. 6. Фотометрические диаграммы изображения центральной части галактики M81 по пластинкам 6-м (а) и 2-м (б) телескопов. Уровни изолиний одинаковых населенностей диаграмм приведены в табл. I. Размеры элементарных ячеек диаграмм составляют  $\Delta V = 0.05^m$  и  $\Delta(B-V) = 0.01^m$ .