

УДК: 524.7

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЯРКОСТИ  
В ГАЛАКТИКАХ СЕЙФЕРТА.

## I. ВЫБОРКА. РЕЗУЛЬТАТЫ СКАНИРОВАНИЯ

В. Л. АФАНАСЬЕВ, В. Т. ДОРОШЕНКО, В. Ю. ТЕРЕБИЖ

Поступила 3 декабря 1985

Составлена выборка 45 спиральных галактик с расстоянием менее 100 Мпк ( $H_0 = 75$  км/с Мпк), включающая 19 сейфертовских объектов. Для 14 галактик представлены результаты измерений распределения поверхностной яркости в полосе  $B$  вдоль больших осей, полученные путем сканирования малой апертурой с использованием техники счета фотонов. Вычислены характерные параметры: поверхностная яркость и ее градиент на расстоянии 1 кпк от центра.

1. *Введение.* Морфологические исследования сейфертовских галактик показали, что подавляющее большинство этих объектов принадлежит к классу спиральных систем. Это обстоятельство было отмечено еще Сейфертом [1] и подтверждено в дальнейшем Адамсом [2], Хекманом [3], Симкин и др. [4]. Лишь сейфертовские галактики в скоплениях имеют обычно пекулярные морфологические характеристики (Аракелян и Теребиж [5]).

Если предположить, что все спиральные галактики в случайный период своей эволюции проходят сейфертовскую стадию, то известное значение относительной численности галактик Сейферта приводит к оценке продолжительности этой стадии  $\sim 10^8$  лет. С другой стороны, неоднократно отмечалось, что спиральная структура сейфертовских галактик зачастую недостаточно развита, малоконтрастна; в сейфертовских галактиках нередко наблюдаются кольцевые образования. Не исключено, что эти особенности являются в конечном счете следствием необычного распределения массы в галактиках, содержащих активное ядро, и тогда следует увеличить оценку продолжительности сейфертовской стадии соответственно уменьшению доли потенциально активных галактик. Разумеется, обнаружение всякой особенности сейфертовских галактик имело бы значение и непосредственно для выяснения причин образования активных ядер.

Количественные указания на возможное отличие сейфертовских галактик от нормальных спиралей получили Засов и Лютый [6] на основе данных мультиапертурной фотометрии с круговыми диафрагмами. Они нашли, что градиент яркости на расстоянии  $r$  порядка нескольких кпк от центра для активных галактик в среднем существенно больше, чем для неактивных. Аракелян [24] обратил внимание на то, что градиент поверхностной яркости коррелирует с другими формами проявления активности. Более высокое пространственное разрешение, чем в работе [6], было достигнуто Афанасьевым и др. [7], применившими метод сканирования длинной узкой щелью. Результаты [7] можно интерпретировать таким образом, что звездная плотность сферической составляющей сейфертовских галактик в области  $r \lesssim 3$  кпк (балдж) в среднем выше, чем соответствующая величина для нормальных спиральных систем.

Необходимо отметить, что ни мультиапертурная фотометрия с круглыми диафрагмами, усредняющая наблюдаемое распределение яркости по значениям позиционного угла и дающая низкое пространственное разрешение, ни сканирование длинной щелью, приводящее к одномерному распределению яркости, не дают возможности однозначно восстановить распределение поверхностной яркости вдоль радиуса в галактиках. Метод, обеспечивающий требуемое пространственное разрешение, независимость от угла наклона галактики к лучу зрения и значительный динамический диапазон, может быть основан, в частности, на сканировании галактик малой апертурой вдоль больших осей и фотоэлектрической регистрации потока. Такие наблюдения 14 сейфертовских и нормальных галактик были проведены нами в 1983—85 гг. при помощи сканирующего фотометра, разработанного одним из авторов [8], на 125-см рефлекторе ЗТЭ Крымской лаборатории ГАИШ и 260-см рефлекторе ЗТШ Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. С тем же прибором была выполнена мультиапертурная фотометрия ряда галактик, дополненная затем аналогичными наблюдениями наиболее ярких объектов на 60-см дейсовском телескопе Крымской лаборатории ГАИШ с фотометром Лютого [9]. Измерения с диафрагмами выполнены для 10 галактик; поскольку при наблюдениях 7 галактик использовались оба метода, общее число галактик, для которых получены новые наблюдательные данные, равно 17 (из них 9 относятся к классу сейфертовских).

На основании указанных наблюдений и соответствующих данных других авторов образована выборка галактик, включающая 45 объектов, в том числе 19 сейфертовских галактик. В I части настоящей работы даны описание выборки и наших наблюдений со сканирующим фотометром. Во II части приводятся результаты мультиапертурной фотометрии и сопоставление ее со сканами; здесь же сравниваются некоторые характеристики сейфертовских и нормальных галактик. Наконец, в III части дано более

полное обсуждение наблюдательных данных с точки зрения стандартных моделей распределения яркости в галактиках.

Общий вывод настоящей работы можно резюмировать следующим образом. Фотометрические характеристики центральных областей нормальных и сейфертовских галактик на расстоянии  $\sim 1$  кпк от центра, где доминирует сферическая составляющая, не различаются значимо между собой. Этот результат согласуется с «короткой» шкалой продолжительности сейфертовской стадии  $T_{sy} \sim 10^8$  лет.

2. *Выборка галактик.* Для уменьшения влияния эффектов селекции мы руководствовались при составлении выборки галактик следующими требованиями.

А) Расстояния галактик не должны превосходить 100 Мпк. При этом крайнем значении масштаб  $s = 0.48$  кпк/сек. дуги, и при хороших изображениях еще можно выполнять измерения вблизи ядра. Однако большинство объектов выборки находятся значительно ближе 100 Мпк — среднее расстояние до них равно 29.9 Мпк.

В) Нормальные галактики должны относиться к ранним подклассам спиральных систем. Принадлежность галактик Сейферта к указанному типу обсуждалась во Введении. Для контроля распределения по подклассам мы отобрали среди известных в настоящее время более 200 сейфертовских галактик 106 таких объектов с надежной морфологической классификацией, и 79% из них были отнесены к типам S0, Sa и Sb.

С) Среди нормальных спиральных галактик предпочтение отдавалось системам, наблюдаемым плашмя или с малым углом наклона нормали к лучу зрения. Для сейфертовских галактик анизотропия наблюдаемого распределения углов наклона (вызванная условиями обнаружения активного ядра) была выявлена в [10, 11].

Рассматриваемая в данной работе выборка галактик представлена в табл. 1, где указаны также: морфологический тип по классификации де Вокулёра (в основном, согласно каталогу RC 2 [12]); хаббловский параметр наклона к лучу зрения  $l = 10(1 - b/a)$  согласно каталогу Нилсона [13] или нашим оценкам (последние отмечены буквой «а»); лучевая скорость  $V_0$ , приведенная к центру Галактики, а также соответствующий источник данных; расстояние галактики  $D$  в Мпк и поглощение  $A_B$  в полосе  $B$ . Расстояния преимущественно определялись по лучевым скоростям при параметре Хаббла  $H_0 = 75$  км/с Мпк; в отдельных случаях использовались данные [14] (отмечены буквой «b») и [15] (отмечены «с»). Величина  $A_B$  заимствована из [12] за исключением поглощения для объектов Mkp 917 и Mkp 1040, для которых было принято  $A_B = 0.24 \operatorname{cosec} |b''|$ .

Таблица 1

Галактика	Морфологический тип	$I$	$V_0$ (км/с)	Ист. $V_0$	$D$ (Мпк)	$AB$ (зв. вел.)
1	2	3	4	5	6	7

## Нормальные галактики

224	SAB	6	— 61	[12]	0.69	0.41
488	SA(r)b	3	2992	"	30.6	0.22
1097	SB(s)b	3a	1227	"	16.4	0.21
1433	SB(r)a	1a	802	"	10.7	0.23
1515	SAB(s)bc	5a	884	"	11.8	0.27
2146	SBa	2a	1028	"	13.7	0.51
2344	SAB(rs)c	1	1001	"	15.4b	0.42
2681	SAa	1	760	"	15.7b	0.27
2841	SA(r)b	6	700	"	15.7b	0.25
3368	SAB(rs)ab	3—4	773	"	9.8b	0.19
4303	SAB(rs)bc	1	1483	"	19.8	0.20
4378	(R)SA(s)a pec.	1	2427	"	32.4	0.20
4394	(R)SB(r)b	1	717	"	9.6	0.19
4450	SA(s)b	3	1990	"	26.5	0.19
4501	SA(rs)b	5—6	1989	"	26.5	0.19
4579	SAB(rs)b	2	1411	[15]	18.8	0.19
4698	SAB(rs)b	5	864	[12]	11.5	0.20
4699	SAB(rs)b	1—2a	1359	"	18.1	0.23
5364	SA(rs)bc	2—3	1349	"	18.0	0.23
6217	SAB(s)bc	1	1586	4	21.1	0.40
6340	SA(s)a	1	2146	"	28.6	0.39
6744	SAB(r)bc	3—4a	519	"	4.2c	0.58
6954	SAab	1	4221	"	56.3	0.56
7217	(R)SB(s)c	2	1227	"	16.4	0.54
7479	SB(s)c	2	2604	"	34.7	0.28
7552	(R')SB(s)ab	1a	1636	"	21.8	0.25

## Сейфертовские галактики

1068	(R)SA(rs)b	1—2	1094	[12]	14.6	0.28
1566	SAB(s)bc	1a	1178	"	15.7	0.28
3227	SAB(rs)a pec.	5	1005	[13]	13.4	0.19
3516	(R')SB(s)0/a	2	2701	[12]	36.0	0.31
3783	SB(r)a	2a	2770	"	36.9	0.44
4051	SBc	2	709	[13]	9.4	0.20

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7
4151	(R')SAB(rs)b	1	1002	[12]	13.4	0.19
5548	(R')SA(r)0/a	1	4990	[13]	66.5	0.22
6764	SB(s)b	4a	2665	[21]	35.4	0.57
6814	SAB(rs)bc	1a	1578	[12]	21.0	0.88
7469	(R')SAB(rs)a	3	5102	"	58.0	0.27
IC 4329A	SA 0/a pec.	6-7a	4640	"	61.9	0.36
Мкп 3	SB(s)0	1a	4219	"	56.2	0.52
6	SAB 0/a	3a	5536	[22]	73.8	0.46
348	SA(s)a	1a	4399	[12]	58.6	0.31
573	SAB0	2a	5183	"	69.1	0.23
620	SO <sub>a</sub>	2a	2066	"	27.5	0.46
917	SAa	2a	7260	[23]	96.8	0.35a
1040	SABc	5-6a	4920	[23]	65.6	0.32a

a — оценки АДТ; b — расстояние до галактики взято из [14]; c — расстояние взято из работы [15].

Большинство из перечисленных в табл. 1 галактик ранее наблюдались фотозлектрически. В тех случаях, когда наблюдательные данные отсутствовали, либо были скудны, либо, наконец, имели низкое пространственное разрешение, нами были проведены соответствующие фотозлектрические наблюдения в полосе В, а для NGC 5548 — и в полосе V. В последующих разделах данной статьи представлены результаты наших наблюдений 14 галактик со сканирующим фотометром и общая сводка значений характерных параметров.

Оптические, радио- и рентгеновские наблюдения последних лет обнаружили во многих нормальных спиральных галактиках очаги звездообразования и активные области вблизи ядер, качественно иногда напоминающие образования, наблюдаемые в галактиках Сейферта. В частности, в спектрах 11 из 26 отобранных нами в выборку галактик (NGC 488, 1097, 2841, 3368, 4303, 4450, 4501, 4579, 7217, 7479 и 7552) наблюдаются эмиссионные линии водорода, кислорода, азота и серы в нескольких стадиях ионизации. Источником ионизации газа в галактиках NGC 1097 и 7552 является излучение горячих звезд [25]; в других, — NGC 4501, 4579, 2841 и 4450, — не исключена возможность ионизации газа сильно дилутированным ядерным нетепловым источником [26]. По относительным интенсивностям эмиссионных линий ряд галактик (NGC 4303, 4579) относят к типу галактик с ядерными эмиссионными областями низкой ионизации — LINER [15]. Ядра со вспышками звездообразования имеют более голубой цвет [28].

Рентгеновская светимость спиральных галактик  $\sim 10^{38}$ — $10^{40}$  эрг/с складывается обычно из компонента, обусловленного звездным населением диска (M 31), и ядерного компонента, связанного, возможно, со слабой активностью типа сейфертовской. Рентгеновское излучение зарегистрировано у следующих галактик нашего списка: NGC 4303, 4579, 6744 и 7552 и 4698 [27, 30, 15].

Таким образом, в отнесении какой-либо галактики к классу «нормальных» обычно содержится известная степень неопределенности, и мы условимся называть «нормальными» те галактики, которые не классифицировались в качестве сейфертовских (не обнаружен яркий центральный источник с широкими линиями в спектре).

Несмотря на то, что при составлении выборки мы придерживались условий А—С, в ряде отношений уравнивающих действие селекции для нормальных и сейфертовских галактик, дифференциальное влияние селекции не устранено полностью. Этого эффекта следует ожидать прежде всего ввиду различия средних расстояний рассматриваемых двух групп галактик: из табл. 1 следует, что  $\langle D \rangle = (20.2 \pm 2.2)$  Мпк для 25 нормальных галактик (исключена M 31) и  $\langle D \rangle = (44.2 \pm 6.0)$  Мпк — для 19 сейфертовских галактик. Это обстоятельство следует иметь в виду при сравнении наблюдаемых характеристик объектов; в случае необходимости мы будем далее формировать из перечисленных в табл. 1 галактик более однородные выборки меньшего объема.

3. *Результаты сканирования.* Фотометрические разрезы со сканирующим фотометром проводились в двух диаметрально противоположных направлениях от центра каждой галактики преимущественно круговыми апертурами диаметром 3."8 (ЗТШ) и 8."8 (ЗТЭ); в периферийных областях иногда использовалась апертура 23."0. Позиционные углы большой оси приняты согласно Нилсону [13]. Вдоль каждого направления производилось 10—20 записей, длина скана в каждом направлении — 4.'85, дискретность отсчетов соответствует шагу 1."75.

Время сканирования полного поля (для объектов небольших угловых размеров длина скана надлежащим образом уменьшена) составляет несколько менее 5 мин.

В табл. 2 приведены необходимые сведения о времени и условиях наблюдений со сканирующим фотометром; в ней последовательно даны: номер скана, наименование галактики, дата и всемирное время наблюдений, использовавшаяся апертура, позиционный угол сканирования. Фигурные скобки означают усреднение сканов за две даты. Два скана галактики NGC 5548 выполнены в полосе V.

Обработка сканов включала учет фона неба, атмосферной прозрачности и фотометрическую привязку к стандартным звездам. Последние из-

мерялись с апертурой 23."0; при неважном качестве изображений может возникнуть систематическая ошибка (сдвиг), связанная с использованием различных апертур при измерениях звезд и галактик. Как правило, наши наблюдения выполнялись при изображениях, не превосходящих 3"—4".

Таблица 2

№	NGC	Дата	UT	A"	PA
1	488	24.09.84	23 13 <sup>m</sup>	8.8	195°
2	"	"	23 21	"	15
3	1068	25.09.84	01 43	8.8	70
4	3227	02.04.84	20 05	8.8	155
5	"	03.04.84	21 45	"	335
6	3516	23.10.84	20 49	8.8	235
7	"	"	23 10	3.8; 8.8	55
8	4051	29.05.84	21 34	8.8; 23.0	315
9	"	{ 31.03.84 02.04.84	—	8.8	135
10	"	03.04.84	23 06	"	230
11	4151	{ 02.04.84 03.04.84	—	8.8; 23.0	130
12	"	{ 04.04.84 30.05.84	—	"	310
13	5548	10.06.83	20 54	4.4	110
14	"	"	23 15	"	290
15	"	"	21 15*	"	110
16	"	"	23 25*	"	290
17	6340	{ 21.09.84 24.09.84	—	3.8; 8.8	90
18	6764	08.06.83	23 34	6.9	50
19	"	31.05.84	23 33	8.8; 23.0	92
20	6814	25.08.84	20 29	8.8	319
21	6954	20.09.84	20 36	8.8	170
22	"	21.09.84	19 25	"	350
23	7217	{ 21.09.84 23.09.84	—	8.8	95
24	"	{ 21.09.84 23.09.84	—	"	275
25	"	21.09.84	21 04	"	355
26	7469	07.11.83	18 23	4.4	125
27	"	"	19 28	"	305
28	7479	23.09.84	22 17	8.8	205

\* — наблюдения выполнены в полосе V.

Специальные наблюдения показали, что при худших изображениях необходима поправка, достигающая 6%. Точки скана, отстоящие от центра галактики на расстоянии  $r < A/2$ , отбрасывались при обработке.

Внутренняя точность (среднеквадратическая ошибка) фотометрии при сканировании составила:  $0^m.02$  при  $\mu = 18^m/\square''$ ,  $0^m.04$  при  $\mu = (19-20)^m/\square''$ ,  $0^m.10$  при  $\mu = (20-22)^m/\square''$  и  $0^m.20$  при  $\mu = (22-24)^m/\square''$ .

Численные данные о распределении поверхностной яркости в 14 галактиках приведены в табл. 3, содержащей расстояние от центра галактики в угловых секундах, номер скана согласно табл. 2 и поверхностную яркость  $\mu$  в полосе  $B$ , выраженную в звездных величинах с квадратной секунды дуги. Значения  $\mu$  не исправлены за поглощение в Галактике.

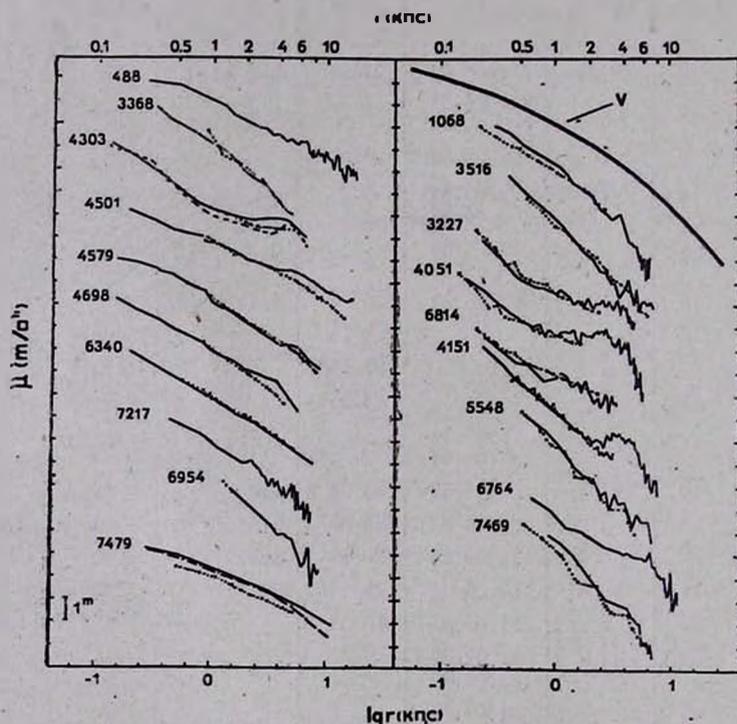


Рис. 1. Распределения яркости в нормальных и сейфертовских галактиках вдоль большой (сплошная линия) и малой оси (длинный пунктир). Данные мультиапертурной фотометрии обозначены коротким пунктиром. Штрих-пунктир — данные [20] для NGC 7479. Сплошной жирной линией указано распределение яркости в сферической системе согласно модели де Воулёра.

На рис. 1 распределения яркости в ряде нормальных и сейфертовских галактик, в том числе галактик, включенных в табл. 2 и 3, представлены в графическом виде с произвольным смещением вдоль оси  $\mu$ .

Таблица 3

ПОВЕРХНОСТНАЯ ЯРКОСТЬ  $\mu(r)$  (ЗВ. ВЕЛ./□") В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАССТОЯНИЯ  $r$  (С. ДУГИ) ДЛЯ ГАЛАКТИК ИЗ ТАБЛИЦЫ 2

$r''/N$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.75							17.63			
3.50						18.70	18.61			
5.25	19.57	19.70	17.24	19.31	19.85	19.48	19.36	20.25	19.17	19.84
7.00	19.93	20.11	17.84	19.94	20.71	19.84	20.02	20.47	19.73	20.41
8.76	20.18	20.39	18.14	20.47	21.00	20.80	20.69	20.74	20.36	20.84
10.51	20.52	20.62	18.35	20.78	21.15	21.18	21.09	20.92	20.73	21.04
12.26	20.66	20.83	18.58	21.11	21.18	21.45	21.32	21.12	20.98	21.28
14.01	20.81	20.98	18.76	21.10	21.29	22.01	21.93	20.99	21.27	21.37
15.76	20.95	21.34	18.96	21.20	21.47	22.19	21.99	21.04	21.26	21.29
17.51	21.03	21.26	19.25	21.51	21.27	22.24	22.50	21.29	21.61	21.75
19.26	21.02	21.37	19.57	21.40	21.43	23.15	22.44	21.32	21.49	21.53
21.01	21.19	21.54	19.72	21.57	21.60	23.05	23.10	21.63	21.67	21.74
22.76	21.40	21.64	19.84	21.85	21.90	23.15	22.74	21.49	21.66	21.78
24.51	21.34	21.72	20.05	21.59	21.76	23.55	22.28	21.43	21.62	21.64
26.26	21.34	21.94	20.09	21.73	21.82	22.72	22.59	21.65	21.71	21.61
28.02	21.54	21.77	20.18	21.58	21.97	24.74	23.36	21.69	21.76	21.65
29.77	21.62	21.82	20.50	21.70	21.59	—	22.72	21.69	21.83	21.64
31.52	21.58	22.32	20.51	21.76	21.89	23.00	23.69	21.74	21.77	21.59
33.27	21.51	21.85	20.73	21.58	22.09	23.68	23.24	21.51	21.92	21.92
35.02	21.60	21.92	20.84	21.77	21.81	23.64	23.31	21.76	21.80	22.10
36.77	21.74	22.12	20.80	21.86	21.91	25.18	23.45	21.71	21.66	21.66
38.52	21.75	22.32	20.91	21.95	21.87	23.00	23.26	21.67	21.60	21.72
40.27	21.62	21.96	21.03	21.88	21.64	24.05	23.40	21.68	21.59	21.82
42.02	21.63	22.03	21.15	21.91	21.97	25.38	23.60	21.77	21.66	21.79
43.78	21.62	22.10	21.03	21.90	21.98	23.34	22.99	21.75	21.65	21.78
45.53	21.71	22.00	21.04	21.73	21.75	24.19	22.60	21.75	21.64	21.85
47.28	22.04	22.24	21.02	22.07	21.94	24.05	23.14	21.66	21.69	21.68
49.03	22.17	22.11	20.90	22.17	22.02			21.53	21.54	21.68
50.78	21.99	22.30	21.18	22.20	22.10			21.60	21.51	21.54
52.53	22.31	22.19	21.30	22.30	21.93			21.59	21.50	21.74
54.28	22.31	22.57	21.45	22.14	21.64			21.58	21.47	21.68
56.03	21.99	22.48	21.94	22.32	21.83			21.56	21.58	21.58
57.78	22.08	22.50	22.16	22.00	22.44			21.51	21.53	21.80
59.53	22.38	22.43	22.18	22.09	22.02			21.62	21.77	21.57
61.28	22.17	22.85	22.15	22.30	21.85			21.68	21.75	21.69
63.04	22.10	22.59	22.33	22.53	22.16			21.23	21.96	21.76

Таблица 3 (продолжение)

$r^*/N$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
64.79	22.72	22.64	22.31	22.34	21.98			21.47	22.23	21.92
66.54	21.92	23.14	22.31	22.36	22.40			21.58	22.20	21.86
68.29	22.12	22.30	22.28	22.25	22.70			21.84	22.38	22.24
70.04	22.40	22.86	22.46	22.10	22.29			21.44	22.07	22.08
71.79			22.54	22.64	22.97			21.83	22.11	22.25
73.54			23.26	22.43	22.40			22.01	22.09	22.32
75.29			22.70	22.71	23.12			21.74	21.81	22.28
77.04			23.59	23.00	21.84			22.18	22.18	22.02
78.80			22.84	22.70	22.61			21.71	22.05	21.78
80.55			23.40	22.77	22.78			21.98	22.17	22.56
82.30			23.14	24.55	22.86			21.77	22.13	22.28
84.05			24.09	23.10	22.69			21.83	22.09	22.55
85.80			22.80	24.20	22.77			22.05	22.02	22.16
87.55			23.64	22.78	22.45			22.17	22.18	21.98
89.30			23.91	22.94	22.76			22.06	22.59	22.31
91.05				23.28	22.64			21.96	22.24	22.42
92.80				23.50	24.39			22.29	22.73	22.02
94.55				23.36	22.34			22.18	22.60	22.35
96.30				23.99	22.21			22.06	23.11	22.10

$r^*/N$	11	12	17	19	20	21	22	23	24	25
1.75			18.77							
3.50			19.48	20.48						
5.25	18.74	19.08	20.02	21.05	21.04	20.10	20.17	19.53	19.44	19.42
7.00	19.39	19.78	20.30	21.76	21.48	20.60	20.75	19.84	19.72	19.71
8.76	20.04	20.13	20.54	21.79	21.52	21.05	21.24	20.06	20.13	19.87
10.51	20.23	20.41	20.84	21.98	21.91	21.43	21.58	20.26	20.36	20.22
12.26	20.62	20.76	21.02	22.23	22.29	21.71	21.52	20.52	20.62	20.26
14.01	20.96	21.03	21.27	22.46	22.22	22.18	22.34	20.73	20.78	20.62
15.76	21.20	21.24	21.82	22.62	22.15	22.11	22.65	20.93	20.80	20.70
17.51	21.43	21.49	21.31	22.72	21.85	22.29	22.08	21.07	21.06	20.73
19.26	21.61	21.59	21.93	22.74	22.04	22.36	22.72	21.19	21.12	20.91
21.01	21.80	21.70	21.89	22.81	22.48	22.88	23.17	21.30	21.31	20.83
22.76	21.93	22.06	22.14	22.90	22.48	23.54	22.49	21.43	21.44	21.03
24.51	21.86	21.94	21.61	22.86	22.27	23.34	22.67	21.48	21.36	21.30
26.26	22.03	21.98	22.18	23.01	22.75	22.66	22.99	21.43	21.62	21.14



Таблица 3 (окончание)

$r^*/N$	13	14	15	16	18	26	27	$r^*/N$	28
2.54	18.48	18.77	17.94	18.05	20.82	18.12	18.20	7.00	20.44
3.38	19.17	19.28	18.67	18.77	21.19	18.46	18.54	8.76	20.74
4.22	19.98	20.13	19.10	19.28	21.64	18.90	18.99	10.51	20.79
5.07	20.42	20.45	19.39	19.65	21.75	19.47	19.40	12.26	20.85
5.92	20.64	20.96	19.98	20.00	21.96	19.94	19.97	14.01	21.26
6.76	20.78	20.93	20.33	20.29	22.07	20.35	20.17	15.76	21.24
7.60	21.33	21.23	20.14	20.27	22.02	20.65	20.56	17.51	21.94
8.45	21.12	21.30	20.29	20.48	22.18	20.84	20.93	19.26	22.17
9.30	21.98	21.20	20.25	20.39	22.38	20.96	21.00	21.01	22.17
10.14	21.21	21.83	20.45	20.82	22.10	21.00	21.38	22.76	22.14
10.98	21.78	21.72	20.98	20.67	22.28	21.08	21.01	24.51	22.35
11.83	21.70	21.87	20.70	20.88	22.19	21.11	21.67	26.26	22.35
12.68	21.64	21.50	20.86	20.91	22.03	21.24	21.30	28.02	22.19
13.52	22.18	21.73	21.50	21.04	22.68	21.55	21.25	29.77	23.68
14.36	22.83	21.99	20.96	20.97	22.06	21.62	21.55	31.52	22.35
15.21	24.22	22.97	21.08	20.93	22.01	21.80	21.78	33.27	22.51
16.06	22.11	22.74	21.27	21.23	22.31	21.80	21.84	35.02	22.54
16.90	22.42	22.20	21.20	21.36	22.20	22.77	21.76	36.77	22.74
17.74	22.55	21.93	21.58	21.71	22.32	22.74	22.42	38.52	22.82
18.59	22.55	24.14	21.18	21.51	22.34	22.63	22.45	40.27	22.66
19.44	22.55	22.25	21.36	21.46	22.33	23.22	23.12	42.02	22.80
20.28	22.50	23.03	21.95	21.73	22.35	22.63	22.85		
21.12	22.53	23.43	21.54	21.98	22.36	23.31	22.77		
21.97	23.06	—	22.34	21.52	22.37	22.28	23.04		
22.82	22.75	23.77	22.53	22.27	22.38	23.39	22.81		
23.66	23.77	—	21.34	21.73	22.51	23.31	22.99		
24.50	22.83	22.64	22.38	21.78	22.73	23.52	23.06		
25.35	23.00	22.78	21.76	21.78	22.85	23.04	23.18		
26.20	22.62	22.53	21.84	21.49	22.60	—	23.04		
27.04	23.77	23.58	23.10	22.45	24.04	25.20	23.76		
27.88	22.53	22.81	21.76	21.90	22.55	24.74	23.82		
28.73	23.53	23.13	22.14	21.29	24.43	23.39	23.99		
29.58	23.00	23.34	21.24	22.35	23.45	22.52	24.18		
30.42	23.28	23.64	22.01	22.10					

4. *Характерные параметры.* Для анализа распределений поверхностной яркости в галактиках целесообразно ввести некоторые характерные параметры, скажем, значение поверхностной яркости и ее градиент в определенной точке. Сферический компонент спиральных галактик наиболее отчетливо проявляется в их внешних областях, а также на расстояниях от центра  $r \approx 1$  кпк, где наблюдаемое распределение яркости не искажено влиянием спиральных ветвей и — для сейфертовских галактик — яркого центрального источника.

Рассмотрение рис. 1 свидетельствует, что распределение поверхностной яркости как в нормальных, так и в сейфертовских галактиках в области  $r \approx 1$  кпк достаточно хорошо может быть представлено прямолинейной зависимостью для переменных  $\mu - \lg r$ . Поскольку  $\mu(r)$  связана с яркостью  $f(r)$ , выраженной в эрг/с см<sup>2</sup>, соотношением  $\mu(r) = -2.5 \lg f(r) + \text{const}$  (значение постоянной для полосы  $B$  равно примерно 16.15), это означает, что  $f(r)$  изменяется в области  $r \approx 1$  кпк по степенному закону  $f(r) \propto r^{-n}$ . Определим в соответствии с этими параметры

$$\left\{ \begin{aligned} \mu_1 &= \mu(r) \Big|_{r=1 \text{ кпк}}, \end{aligned} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{aligned} n_1 &= \frac{1}{2.5} \frac{d\mu(r)}{d \lg r} \Big|_{r=1 \text{ кпк}}. \end{aligned} \right. \quad (2)$$

На практике (исправленное за поглощение света в Галактике, внутреннее поглощение в каждом объекте и красное смещение) значение поверхностной яркости  $\mu_1^{(0)}$  и градиент  $n_1$ , можно найти по наблюдаемому распределению яркости  $\mu - \lg r$  методом наименьших квадратов, выделив некоторую конечную область  $\Delta \lg r$  вблизи точки  $\lg r$  (кпк) = 0. Результаты таких вычислений вместе с необходимыми ссылками (АДТ означает настоящую работу) приведены в табл. 4. В ней указаны также интервал расстояний от ядра и позиционный угол сканирования. Среднеквадратические ошибки значений параметров  $\mu_1^{(0)}$  и  $n_1$  в среднем равны:  $\sigma[\mu_1^{(0)}] \approx 0^m 01/\square''$ ,  $\sigma[n_1] \approx 0.01$ . Возможное наличие систематической ошибки можно установить путем сравнения наших измерений с данными других авторов. Такое сравнение будет представлено в части II настоящей работы как для сканов, так и для мультиапертурных наблюдений.

Авторы признательны дирекции Крымской астрофизической обсерватории за предоставление возможности провести наблюдения на 260-см рефлекторе им. Г. А. Шайна, а также благодарны Л. М. Кривошеиной за помощь в обработке наблюдательных данных.

Таблица 4

Галактика NGC	Источник фотометр.	РА	$\Delta \lg r$ (кпк)	$\mu_1^{(0)}$	$n_1$
1	2	3	4	5	6

## Нормальные галактики

224	16	47°, 227°	-0.2, +0.4	19.86	1.23
"	17	осреднение	-0.2, +0.6	19.75	1.11
488	АДТ	195	-0.1, +0.6	19.60	1.04
"	"	15	-0.1, +0.6	19.78	1.17
"	18	15, 195	-0.2, +0.6	19.68	1.13
2344	19	0, 180	0.0, +0.6	21.62	1.36
"	"	90, 270	"	21.59	1.67
2841	"	147, 327	-0.2, +0.6	19.35	1.17
3368	18	5, 185	-0.2, +0.6	20.17	1.67
4303	19	0, 180	-0.3, +0.4	20.21	0.74
"	"	90, 270	-0.2, +0.6	20.43	0.82
4378	"	0, 180	-0.2, +0.6	20.13	1.47
"	"	90, 270	-0.3, +0.5	20.32	1.59
4394	"	0, 180	-0.1, +0.6	21.83	1.30
"	"	90, 270	-0.1, +0.6	22.12	1.24
4450	"	175, 355	-0.2, +0.6	19.65	1.08
4501	"	140, 320	-0.2, +0.6	19.37	0.88
4579	"	95, 275	-0.2, +0.6	19.74	1.33
4698	"	170, 350	-0.3, +0.3	20.89	1.22
6340	"	0, 180	-0.2, +0.6	20.31	1.12
"	"	90, 270	-0.1, +0.6	20.16	1.26
"	АДТ	270	-0.1, +0.6	19.93	1.23
6954	"	170	+0.1, +0.6	18.59	1.81
"	"	350	+0.1, +0.6	18.57	1.97
7217	"	95	-0.2, +0.6	19.93	1.24
"	"	275	"	19.92	1.31
"	"	355	"	19.94	1.42
7473	"	205	0.0, +0.4	19.91	0.92
"	18	25, 205	-0.2, +0.6	20.15	0.82
"	20	осреднение	"	20.19	0.77

Таблица 4 (окончание)

1	2	3	4	5	6
Сейфертовские галактики					
1068	АДТ	70	-0.3, +0.2	18.58	1.60
3227	АДТ	155	-0.3, +0.2	20.88	1.22
"	"	335	-0.3, +0.3	21.13	0.84
3516	"	55	-0.2, +0.5	19.26	2.19
"	"	235	-0.2, +0.5	19.32	2.18
"	18	55, 235	-0.2, +0.6	19.56	2.00
4051	АДТ	135	-0.2, +0.2	21.31	0.58
"	"	315	"	21.13	0.71
"	"	335	"	21.34	0.48
4151	"	130	-0.2, +0.4	20.80	1.57
"	"	310	-0.2, +0.3	20.87	1.64
5548	"	290	-0.1, +0.6	18.81	1.94
"	"	110	-0.1, +0.6	19.00	1.82
6764	"	50	-0.3, +0.2	21.08	0.94
"	"	92	-0.1, +0.6	20.54	1.11
6814	"	319	-0.3, +0.6	20.77	0.86
7469	"	125	-0.1, +0.6	17.99	1.96
"	"	305	"	17.95	2.13
"	18	125, 305	"	18.31	1.66

Специальная астрофизическая  
обсерватория АН СССР

Крымская лаборатория  
государственного астрономического  
института им. П. К. Штернберга

## SURFACE BRIGHTNESS DISTRIBUTIONS IN SEYFERT GALAXIES. I. THE SAMPLE. RESULTS OF SCANNING

V. L. AFANAS'EV, V. T. DOROSHENKO, V. YU. TEREZHIZH

The sample of 45 spiral galaxies including 19 Seyfert objects is formed within the distances less than 100 Mpc ( $H_0 = 75$  km/s Mpc). Small aperture measurements in B with scanning photoelectric photometer were made to obtain the surface brightness distributions along major axes in 14 galaxies. The characteristic parameters such as the surface brightness and its gradient at the distance of 1 kpc from the center of galaxies are calculated.

## ЛИТЕРАТУРА

1. K. Seyfert, *Astrophys. J.*, 97, 28, 1943.
2. T. F. Adams, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 33, 19, 1977.
3. T. M. Heckman, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 90, 241, 1978.
4. S. M. Stoktn, H. J. Su, M. P. Schwarz, *Astrophys. J.*, 237, 404, 1980.
5. М. А. Аракелян, В. Ю. Терехиж, *Письма в Астрон. ж.*, 8, 139, 1982.
6. А. В. Засов, В. М. Лютый, *Астрон. ж.*, 50, 253, 1973.
7. В. Л. Афанасьев, А. А. Пимонов, В. Ю. Терехиж, *Письма в Астрон. ж.*, 8, 579, 1982.
8. В. Ю. Терехиж, *Астрон. циркуляр*, № 1188, 3, 1981.
9. В. М. Лютый, *Сообщ. ГАИШ*, № 172, 30, 1971.
10. В. Т. Дорошенко, В. Ю. Терехиж, *Астрофизика*, 18, 393, 1980.
11. W. C. Keel, *Astron. J.*, 85, 198, 1980.
12. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, Jr., *Second Reference Catalogue of Bright Galaxies*, Texas Univ. Press, Austin-London, 1976.
13. P. Nilson, *Uppsala General Catalogue of Galaxies*, Uppsala 1973.
14. T. Boroson, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 46, 177, 1981.
15. J. P. Huchra, W. F. Wyatt, M. Davis, *Astron. J.*, 87, 1628, 1982.
16. J. G. Hoessel, J. Melnick, *Astron. and Astrophys.*, 84, 317, 1980.
17. G. de Vaucouleurs, *Astrophys. J.*, 128, 465, 1958.
18. S. M. Kent, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 56, 105, 1984.
19. B. C. Whitmore, R. P. Kirshner, *Astron. J.*, 87, 501, 1982.
20. S. Okamura, *Publ. Astron. Soc. Jap.*, 30, 91, 1978.
21. V. C. Rubin, N. Thonnard, W. K. Ford, *Astrophys. J.*, 199, 31, 1975.
22. C. W. Mac Alary, R. A. McLaren, R. J. Mac Gonetel, R. J. Masa, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 52, 341, 1983.
23. D. E. Osterbrock, O. Dahari, *Astrophys. J.*, 273, 478, 1983.
24. М. А. Аракелян, *Астрофизика*, 8, 624, 1972.
25. D. Allott, J. P. Saryan, *Astron. and Astrophys.*, 33, 331, 1974.
26. W. C. Keel, *Astrophys. J.*, 269, 466, 1983.
27. W. Forman, G. Jones, W. Tucker, *Astrophys. J.*, 293, 102, 1985.
28. R. B. Larson, B. M. Tinsley, *Astrophys. J.*, 219, 46, 1978.
29. G. Fabbiano, *Center for Astrophysics*, pr., No. 2056, 1984.
30. G. Fabbiano, G. Trincherti, A. Macdonald, *Center for Astrophysics*, pr., No. 1993, 1984.