

УДК: 524.7—33

ФУНКЦИЯ СВЕТИМОСТИ СЕЙФЕРТОВСКИХ ГАЛАКТИК

В. П. РЕШЕТНИКОВ

Поступила 11 июня 1985

Принята к печати 20 сентября 1985

На основе выборки из 219 сейфертовских галактик (Sy G) в интервале абсолютных звездных величин $-18.5 > M_p > -24.5$ построена функция светимости (ФС) и определена полная пространственная плотность ($\sim 2 \cdot 10^{-4}$ Мпк $^{-3}$) Sy G. Показано, что сейфертовские галактики, входящие в обзор Маркаряна, составляют (20—30)% всех Sy G в этом диапазоне абсолютных величин. Галактики типа Sy 2 составляют не менее половины всех Sy G. Показано, что яркое крыло ФС оптических выборок галактик поля, Sy G и квазаров образуют непрерывную ФС, соответствующую показателю $n \approx 3.7$ в зависимости пространственной плотности от фотографической светимости ($\varphi \sim L_p^{-n}$). При $M_p > -22.5$ наблюдаемая ФС Sy G хорошо приближается функцией Шехтера.

1. *Введение.* В последние годы заметно увеличилось число известных сейфертовских галактик (Sy G) — в работе [1], например, содержатся сведения о 554 Sy G и сходных с ними объектах. Это позволяет на более обширном наблюдательном материале пересмотреть предыдущие определения функции светимости (ФС), выполненные, например, в работах Нотти и Рихтера [2], Хукры и Сарджента [3], Аракеяна [4], Дибая и Романова [5], Тербижа [6] и Мерса и Вилсона [7].

Важной особенностью всех указанных работ является то, что ФС Sy G строилась в них по выборкам галактик, полностью (либо почти полностью) принадлежащих обзору Маркаряна. Тем самым определялась ФС не галактик Сейферта в классическом понимании (галактики с широкими эмиссионными линиями), а их подмножества — сейфертовских галактик с заметным ультрафиолетовым избытком (Sy M). Наблюдения последних лет существенно увеличили число ярких сейфертовских галактик, не принадлежащих обзору Маркаряна (Sy), в связи с чем стала актуальной задача найти и сравнить ФС Sy, Sy M и всей совокупности сейфертовских галактик — Sy G.

Второй важный вопрос, рассматриваемый в настоящей статье, — определение относительной доли сейфертовских галактик второго типа (Sy 2).

Недавно Василевски [8], исследовав в избранной области неба практически полную выборку галактик с эмиссионными линиями, пришел к выводу, что число Sy 2 должно превышать число Sy 1, в то время как во всех работах, где оценивалась доля Sy 2 среди всех Sy G (см., например, [6, 9]), она получалась меньше 0.5.

2. *Выборка галактик.* а) *Общее описание.* В основу нашей выборки был положен список Sy G, приведенный Теребижем в [6]. Область выборки определяется условиями:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \alpha = 3^{\text{h}}0 - 5^{\text{h}}5, & -15^{\circ} \leq \delta \leq 10^{\circ}, \\ \alpha = 6^{\text{h}}0 - 18^{\text{h}}0, & \delta \geq 0^{\circ}, \\ \alpha = 20^{\text{h}}5 - 3^{\text{h}}0, & \delta \geq -15^{\circ} \end{array} \right.$$

и $|b''| \geq 20^{\circ}$.

Телесный угол области $\Omega = 4.62$ ср. $\approx 15\,000$ кв. град. К 121 объекту исходной выборки добавлено 98 новых. (Основные источники сведений о галактиках [8, 10—18].) Результирующая выборка содержит 219 объектов (~ 1 галактика на 70 кв. град.), из которых Sy 1 — 121, Sy 2 — 67, а для остальных классификация либо отсутствует, либо они относятся к промежуточным подклассам. 127 галактик входят в списки объектов Маркаряна (58%). Для 124 галактик использованы оценки видимой величины, приведенные в [19], для 68 — оценки из обзора Маркаряна и второго Бюраканского спектрального обзора [18], а для 16 имеющиеся величины в фильтре B пересчитаны согласно [20] в систему каталога Цвикки. Средняя видимая величина Sy G выборки, исправленная за поглощение в Галактике ($A_p = 0.24 \text{ csc } |b|$), составляет $14^{\text{m}}5$, среднее красное смещение — 0.045.

б) *Поправки к видимым величинам.* Помимо уже упоминавшейся поправки за поглощение света в Галактике в видимые величины Sy G были внесены еще две: 1) K -поправка, 2) поправка за внутреннее поглощение в галактиках.

Внесение K -поправки связано с тем, что 34 объекта выборки (около 15%) имеют значительные красные смещения ($z \geq 0.07$), и отсутствие поправки может исказить вид ФС. K -поправка в соответствии с [21] находилась по формуле $\Delta m_K = K_B \cdot z$, где $K_B = 3$. Это значение согласно [22] можно принять в качестве среднего по всем морфологическим типам спиральных галактик, каковыми в большинстве своем являются Sy G [23]. Точность оценок видимых величин выборки невысока и поэтому K -поправка вносилась лишь для объектов с $z \geq 0.07$, т. е. тогда, когда $\Delta m_K > 0.2$.

Необходимость учета поправки за внутреннее поглощение при построении ФС уже не раз обсуждалась (см., например, [21, 24, 25]). По-видимому, наиболее разумная точка зрения по этому вопросу изложена Краан-Кортвегом в [25]: вопрос о внесении поправки зависит от цели, для которой будет использоваться ФС. Если, например, нужен интегральный оптический фон от галактик, то требуется неисправленная, «видимая» ФС. Если же необходимо найти физически значимое отношение \mathfrak{M}/L , то поправка должна быть учтена. Поэтому в настоящей работе ФС сейфертовских галактик строилась как с учетом, так и без учета этой поправки.

Поправка за внутреннее поглощение бралась в виде $A_p = 1.35 \cdot \lg a/b$ [26]. Сведения о видимых отношениях осей галактик взяты из [27, 28], для части SyG использованы размеры, приведенные в списках объектов Маркаряна и второго Бюраканского спектрального обзора.

3. *Метод расчета функции светимости.* Для нахождения ФС использован метод Неймана и Скотт [29], усовершенствованный Теребижем и подробно изложенный в [6]. Этот метод при условии, что включение галактики в выборку — случайное событие с вероятностью, определяемой ее видимой величиной (т. е. селекция зависит только от m , но не от M), позволяет определить ФС по неполной выборке объектов. Процедура расчета функции светимости по Нейману и Скотт заключается в следующем: проверяется предположение о независимости селекции от M (прямой проверкой этого является отсутствие корреляции между видимыми и абсолютными величинами галактик выборки), а затем после выбора аналитических приближений для распределений галактик выборки отдельно по m и M и задания вида функции селекции (она определяет вероятность включения в выборку галактики с видимой величиной m) находится ФС.

Теребиж предложил использовать не аналитические приближения, а реальные дискретные распределения галактик по m и M , что более удобно на практике. Функция селекции определяется им следующим образом. Считается, что до видимой величины $m_1 \leq m_*$ (m_* — предельная величина выборки) известны все объекты, а в промежутке $[m_1, m_*]$ $p(m)$ пропорциональна реально наблюдаемому числу объектов, т. е.

$$p(m) = \begin{cases} 1 & , \quad m \leq m_1, \\ n(m)/n(m_1) \cdot \text{dex}[0.6(m - m_1)], & m_1 \leq m \leq m_*, \end{cases}$$

где $n(m) = dN(m)/dm$. Это позволяет в явном виде выписать формулы для независимого нахождения нормированной функции светимости $\psi(M)$ и полной пространственной плотности ζ_0 (формулы (4) и (8) в [6]). Результирующая ФС (число объектов в единице объема,

светимость которых заключена в промежутке $\left[M - \frac{1}{2} \Delta M, M + \frac{1}{2} \Delta M \right]$, определяется затем как их произведение: $\varphi(M) = \rho_0 \cdot \psi(M)$ (Мпк⁻³ · вел⁻¹).

Достоинством изложенного метода является независимое нахождение $\psi(M)$ и ρ_0 . Это важно потому, что эти величины содержат ошибки разной природы и определяются с разной точностью. Нормированная ФС зависит только от распределения галактик по M , и ее ошибки определяются случайными ошибками нахождения абсолютных величин галактик. Полная пространственная плотность зависит от наблюдаемого распределения галактик по m , искаженного наблюдательной селекцией, и поэтому может содержать систематическую ошибку, связанную с неточным учетом этой селекции.

4. *Результаты и обсуждение.* а) *Нормированная функция светимости.* При определении абсолютных величин нами принималось значение постоянной Хаббла $H = 75$ км/с Мпк. К этому же значению были пересчитаны все использованные в настоящей работе результаты других авторов.

Результаты определения $\psi(M_p)$ представлены в табл. 1, где ψ_* означает величину, исправленную за внутреннее поглощение; N_i — число галактик в интервале $\left[M_p - \frac{1}{2}, M_p + \frac{1}{2} \right]$; σ — стандартное отклонение, найденное через величину $\sigma_{N_i} = \sqrt{N_i(1 - N_i/N)}$ (N — полное число объектов в выборке).

На рис. 1 изображена нормированная ФС для разных подвыборок: для SyM и Sy , имеющих оценки видимой величины по каталогу Цвикки (отмечены на рис. буквами Zw); для SyM и Sy с оценками величин из других источников; для всех SyG (первый столбец табл. 1); указаны также результаты Теребижа [6] и Мерса и Вилсона [7] (все — без учета внутреннего поглощения). Видно, что результаты [6] и [7] очень близки к полученным в настоящей работе по всей совокупности сейфертовских галактик*.

В целом при $M_p \leq -19$ ФС SyG возрастает. Последующее падение, отмеченное Мерсом и Вилсоном, связано, возможно, с неполнотой обзора Маркаряна для сейфертовских галактик низкой светимости (как видно из рис. 1, это падение обусловлено в основном SyM).

* Таким образом включение в выборку объектов с большими красными смещениями, которые отсутствовали в выборках работ [6] и [7], не оказало заметного влияния на вид функции светимости.

Таблица 1

НОРМИРОВАННАЯ ФУНКЦИЯ СВЕТИМОСТИ СЕЙФЕРТОВСКИХ ГАЛАКТИК

M_p \ Sy G	Sy						Sy 1						Sy 2					
	$\lg \psi$	σ	N_i	$\lg \psi_s$	σ	N_i	$\lg \psi$	σ	N_i	$\lg \psi_s$	σ	N_i	$\lg \psi$	σ	N_i	$\lg \psi_s$	σ	N_i
-18.5	-0.47	0.14	9	-0.62	0.19	5	-0.39	0.21	4	-0.45	0.24	3	-0.51	0.21	4	-0.70	0.30	2
-19.0	-0.29	0.10	18	-0.33	0.12	13	-0.31	0.17	6	-0.33	0.19	5	-0.22	0.12	11	-0.27	0.15	7
-19.5	-0.45	0.07	29	-0.43	0.09	20	-0.50	0.11	13	-0.54	0.15	8	-0.42	0.12	11	-0.37	0.14	8
-20.0	-0.48	0.05	52	-0.49	0.06	37	-0.50	0.09	18	-0.53	0.11	14	-0.58	0.08	21	-0.60	0.11	12
-20.5	-0.62	0.04	69	-0.55	0.05	57	-0.77	0.08	23	-0.65	0.08	21	-0.57	0.05	33	-0.54	0.07	24
-21.0	-0.88	0.04	76	-0.76	0.04	70	-0.78	0.05	45	-0.74	0.06	37	-0.97	0.07	23	-0.76	0.06	25
-21.5	-1.21	0.04	68	-1.03	0.04	70	-0.98	0.05	49	-0.90	0.05	44	-1.57	0.10	14	-1.24	0.08	17
-22.0	-1.67	0.06	44	-1.44	0.05	47	-1.48	0.07	29	-1.27	0.06	32	-1.99	0.13	9	-1.73	0.12	11
-22.5	-2.30	0.09	19	-2.05	0.03	23	-2.13	0.12	12	-1.87	0.10	16	-2.97	0.30	2	-2.46	0.21	4
-23.0	-2.92	0.12	12	-2.58	0.11	15	-2.63	0.12	11	-2.43	0.12	11				-3.28	0.30	2
-23.5	-3.15	0.13	11	-3.06	0.14	9	-2.79	0.13	10	-2.74	0.15	8						
-24.0	-3.96	0.21	4	-3.82	0.21	4	-3.72	0.24	3	-3.65	0.24	3						
-24.5	-4.85	0.43	1	-4.25	0.30	2	-4.49	0.43	1	-3.92	0.30	2						

На рис. 1 хорошо заметна «ступенька» на ФС в районе $M_p \simeq -23$. Величина этого отклонения от предшествующего плавного падения $\psi(M_p)$ превышает ошибки определения ФС, однако более убедительным доводом в пользу его реальности является то, что это отклонение прослеживается по двум разным подвыборкам (Sy и SyM), в которых есть галактики с $M_p < -23$.

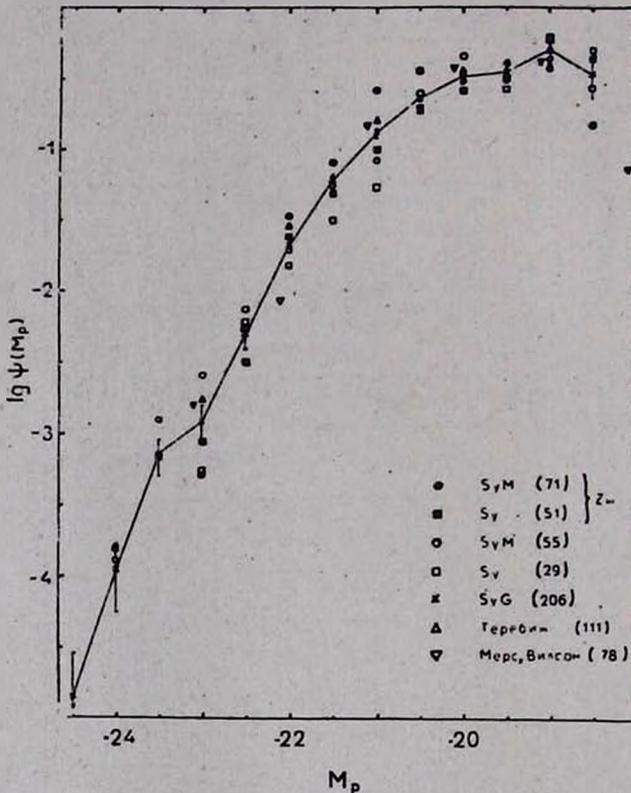


Рис. 1. Нормированная ФС для разных выборок сейфертовских галактик. В скобках указан объем выборки.

Табл. 1 наглядно демонстрирует влияние внутреннего поглощения на вид функции светимости: при $M_p \leq -23$ число Sy G без его учета заметно недооценивается (в 2 раза для $M_p = -23$). Примечательно, что учет внутреннего поглощения несколько сгладил флуктуации ФС (см. рис. 2). Ранее подобный эффект отмечался Краан-Кортвегом для галактик скопления в Деве [25].

К-поправка заметного влияния на вид ФС не оказала. Единственное, что дал ее учет — продление ФС до $M_p = -24.5$.

б) *Полная пространственная плотность.* Результаты определения полной пространственной плотности сейфертовских галактик представлены в табл. 2, где в первой строке — значение пространственной плотности ρ_0 (Мпк^{-3}) для $M_p \leq -18.5$, во второй — стандартная ошибка, найденная по разбросу ρ_0 при изменении m_1 — параметра функции селекции (см. раздел 3) и в третьей — число галактик, использованных для определения ρ_0 .

Таблица 2

	Sy M	Sy	Sy 1	Sy 2	Sy G
ρ_0	$4.0 \cdot 10^{-5}$	$1.6 \cdot 10^{-4}$	$9.0 \cdot 10^{-5}$	$1.1 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-4}$
σ	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$0.4 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$0.2 \cdot 10^{-4}$	$0.4 \cdot 10^{-4}$
N	126	80	112	64	206

Табл. 2 показывает, что рассмотрение всей совокупности сейфертовских галактик как объединения двух непересекающихся подмножеств (Sy M и Sy, Sy 1 и Sy 2) дает величину полной пространственной плотности, согласующуюся с найденной по всей выборке. Это служит хорошим контролем полученного значения ρ_0 ($\sim 2 \cdot 10^{-4} \text{ Мпк}^{-3}$), а также косвенно подтверждает соотношения между различными подвыборками Sy G, следующие из табл. 2.

Сравнивая пространственную плотность галактик, принадлежащих обзору Маркаряна, с полной пространственной плотностью всех сейфертовских галактик, можно сделать вывод, что при $M_p \leq -18.5$ Sy M (галактики с заметным ультрафиолетовым избытком) составляют около 1/5 Sy G (1/3, если взять результат Мерса и Вилсона [7]). Этот вывод не является абсолютно неожиданным — различие пространственных плотностей Sy M и классических галактик Сейферта видно еще у Нотни и Рихтера [2], позднее это отмечал Аракелян [4], однако небольшой объем наблюдательного материала заставлял предполагать, что это различие связано, по-видимому, с локальной концентрацией Sy G в направлении скопления в Деве. В настоящей выборке распределение галактик по небесной сфере существенно более равномерное, и тем самым подтверждается различие пространственных плотностей Sy M и Sy.

Относительная доля сейфертовских галактик второго типа в диапазоне абсолютных величин $[-18.5, -22.5]$ составляет около 55%. Не исключено, что пространственная плотность Sy 2 все еще занижена и эту оценку надо, вероятно, считать лишь нижней границей.

В заключение следует отметить, что, как показывают ошибки в табл. 2, пространственная плотность Sy G определяется еще не вполне уверенно и

можно лишь сказать, что она известна с погрешностью, не превышающей 50%.

в) *Функция светимости.* Итоговая ФС сейфертовских галактик $\varphi(M_p)$, $\text{Мпк}^{-3} \text{ вел}^{-1}$, получается из табл. 1 сложением с $\lg \rho_0$ ($\lg \varphi(M_p) = \lg \rho_0 + \lg \psi(M_p)$). Результаты ее определения для Sy G, Sy 1 и Sy 2 изображены на рис. 2.

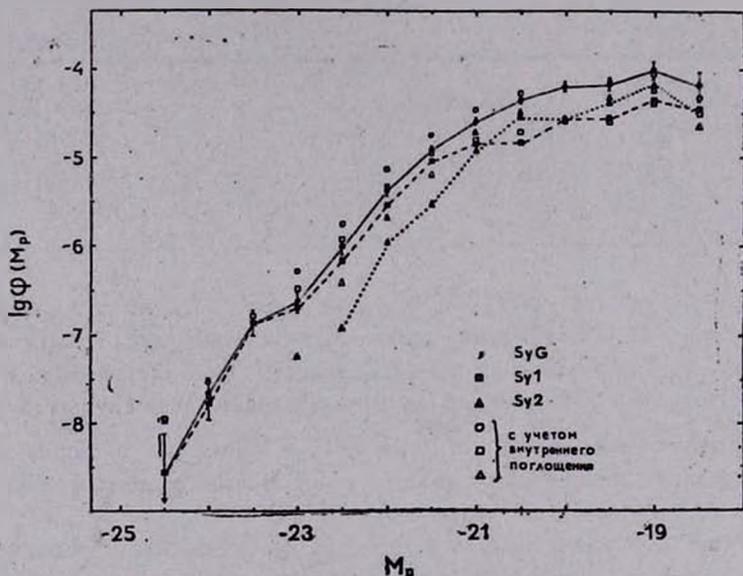


Рис. 2. Функция светимости сейфертовских галактик.

Как видно из этого рисунка, при $M_p > -21$ преобладают Sy 2 и лишь при $M_p < -21$ число Sy 1 начинает существенно превышать число Sy 2. Яркое крыло ФС Sy G целиком определяется Sy 1.

5. *Аналитическое приближение ФС.* а) *Функция Шехтера.* Шехтером [30] предложена аналитическая аппроксимация ФС галактик поля и скоплений в виде:

$$\Phi(L) dL = \Phi^* (L/L^*)^\alpha \cdot \exp(-L/L^*) d(L/L^*),$$

где Φ^* , L^* и α — параметры. В абсолютных величинах это выражение принимает вид [21]:

$$\varphi(M) dM = \frac{2}{5} \ln 10 \cdot \varphi^* \left[\text{dex } \frac{2}{5} (M^* - M) \right]^\beta \times \\ \times \exp \left[-\text{dex } \frac{2}{5} (M^* - M) \right] dM,$$

где φ^* ($\text{Мпк}^{-3} \text{ вел}^{-1}$) — нормировочный множитель; M^* — характеристическая абсолютная звездная величина, определяющая точку перехода ФС с яркого крыла, где функция Шехтера — двойная экспонента, в слабое; $\beta (= \alpha + 1)$ определяет форму слабого крыла. Согласно [25] при $\beta < 0$ ($\alpha < -1.0$) функция Шехтера монотонно возрастает, при $\beta > 0$ ($\alpha > -1.0$) — имеет максимум.

Хорошая точность приближения наблюдаемых ФС и удобные аналитические свойства функции Шехтера обусловили ее широкое применение при построении ФС галактик поля и скоплений (см., например [21, 25]).

б) *Результат приближения.* Как видно из рис. 2, в целом форма функции светимости Sy G не описывается функцией Шехтера. Однако, если условно разбить ФС на два участка (до и после $M_p \approx -23$), то при $M_p > -23$ ее форма близка к описываемой функцией Шехтера. Для простоты приближалась не сама ФС, а ее логарифм, т. е. искался минимум

$$U = \sum_i \frac{(\lg \varphi_i^n - \lg \varphi_i)^2}{\lg \varphi_i},$$

где φ_i^n — приближенное значение ФС. Результат приближения представлен в табл. 3, где в первом столбце — диапазон приближения, во втором и третьем — параметры функции Шехтера M_p^* и β и в четвертом — значение U . Для каждого диапазона во второй строке указано приближение ФС, исправленной за внутреннее поглощение (в первой — не исправленной). Нормировочный множитель для данных табл. 3 $\varphi^* = (10 \pm 1) \cdot 10^{-5}$.

Таблица 3
ПРИБЛИЖЕНИЕ ФС СЕЙФЕРТОВСКИХ
ГАЛАКТИК ФУНКЦИЕЙ ШЕХТЕРА

Диапазон	M_p^*	β	U
[-18.5, -23.0]	-20.95	-0.02	0.035
	-21.10	+0.07	0.030
[-18.5, -22.5]	-20.83	-0.02	0.014
	-20.99	+0.07	0.020
[-19.0, -23.0]	-20.97	-0.09	0.028
	-21.13	-0.05	0.017
[-19.0, -22.5]	-20.86	-0.12	0.006
	-21.03	-0.07	0.004

Табл. 3 показывает, что в диапазоне $-18.5 > M_p > -23$ функция Шехтера хорошо приближает наблюдаемую ФС сейфертовских галактик (см. рис. 3). Заметим также, что φ_s приближается в среднем точнее. Па-

параметр β близок к значению, принимаемому для ФС галактик поля, M_p^* примерно на величину ярче [21].

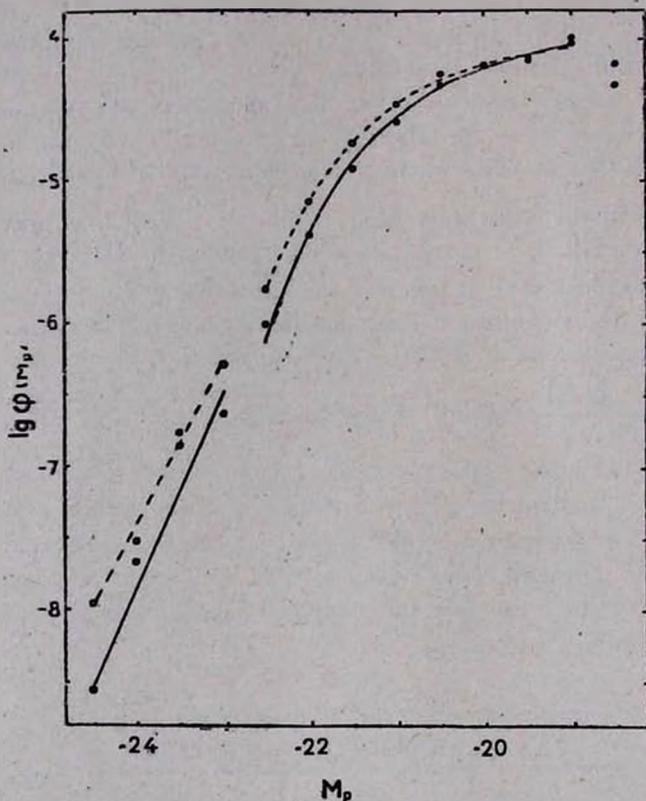


Рис. 3. Аналитическое приближение ФС сейфертовских галактик.

При $M_p \leq -23$ логарифмическая ФС Sy G приближенно может быть представлена линейным законом (метод наименьших квадратов): $\lg \varphi(M_p) \approx 1.37 \cdot M_p + 25.05$. Итоговое приближение функции светимости сейфертовских галактик в диапазоне абсолютных величин $[-18.5, -24.5]$ записывается в виде:

$$\lg \varphi(M_p) = \begin{cases} -0.036 + 0.4 \beta (M_p^* - M_p) - 0.434 \cdot \text{dex}[0.4 (M_p^* - M_p)] + \lg \varphi^*, & M_p \geq -22.5, \\ A \cdot M_p + B, & M_p \leq -23, \end{cases} \quad (1)$$

где $\beta = -0.12$, $M_p^* = -20.86$, $\varphi^* = 9.5 \cdot 10^{-5}$, $A = 1.37 \pm 0.26$, $B = 25.05$.

Результирующее приближение ФС Sy G изображено на рис. 3 (сплошная линия). Пунктиром на этом рисунке показано приближение ФС, исправленной за внутреннее поглощение. Ее параметры функции Шехтера взяты из последней строки табл. 3, $A = 1.16 \pm 0.07$, $B = 20.46$.

ФС Sy 1 и Sy 2 из-за большего разброса точек приближаются менее надежно. Единственное, что стоит отметить, сравнивая параметры их приближения с ФС галактик разных морфологических классов (например, по Краан-Кортвегу [25]), — ФС сейфертовских галактик первого типа близка, по-видимому, к ФС галактик S0/E, S0, а ФС Sy 2 — к галактикам более поздних морфологических классов, что не противоречит современным представлениям о морфологии сейфертовских галактик [23, 31].

6. Сравнение ФС Sy G с ФС других объектов. а) Галактики поля. На рис. 4 изображены ФС Sy G (по (1)) и ФС галактик поля по Фелтену [21]. Сравнение показывает, что при $M_p \leq -22$ большинство галактик является сейфертовскими. В интервале абсолютных звездных величин $[-18.5, -22.5]$ Sy G составляют (1.5—2.0)% галактик поля. Используя (1), находим пространственную плотность светимости Sy G в полосе B, $L \simeq (4.5 \pm 0.5) \cdot 10^8 L_{\odot}/\text{Мпк}^3$, что составляет (3—4)% от соответствующего значения для галактик поля по [21].

б) Квазары. На рис. 4 изображена локальная ($z = 0$) функция светимости оптической выборки квазаров по Шмидту и Грину [32] (модель НН 1, $q_0 = 0.1$). Видно, что при $M_p < -23$ ФС Sy G и квазаров, по-видимому, переходят друг в друга (расхождение линейного участка ФС Sy G и ФС квазаров находится в пределах ошибок определения параметров A и B приближения (1)). В диапазоне абсолютных величин $[-20, -23]$ квазары составляют (2—3)% сейфертовских галактик, (0.1—0.2)% галактик поля.

Рассматривая ядра Sy G как «мини-квазары», т. е. объекты той же природы, но меньшей светимости, следует ожидать, что их ФС будут непрерывно переходить друг в друга. Точками на рис. 4 показана ФС ядер Sy 1, построенная методом наименьших квадратов по данным Верона (табл. 1 в [33]) и пересчитанная из полосы V в B согласно принятому в [33] среднему показателю цвета для ядер Sy 1 $B-V = +0.2$. Несмотря на близость наклонов, ФС квазаров и ядер Sy 1 заметно отличаются (примерно в 10 раз). Это различие, по-видимому, нельзя объяснить ошибками определения функций светимости. Так, согласно [32] слабый конец ФС оптической выборки квазаров практически не меняется для разных космологических моделей и очень близок к найденному ранее Брачези и др. [34]. Вероятным объяснением этого расхождения является установленное в разделе 4б соотношение между Sy M и Sy G: т. к. ФС ядер Sy 1 найдена Вероном по выборке галактик из списков Маркаряна, следовательно

но, если Sy 1 из списков Маркаряна составляют $\sim 1/5$ часть Sy 1 всех сейфертовских галактик, то для сравнения с ФС квазаров ФС ядер Sy 1 на рис. 4 должна быть поднята на $\lg 5 \approx 0.7$, что практически ликвидирует расхождение между ними. Это является еще одним аргументом в пользу заметного различия пространственных плотностей Sy M и Sy G.

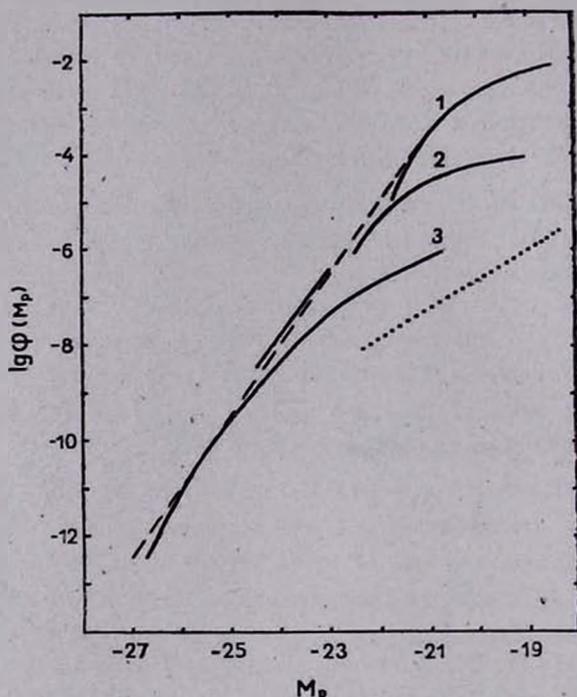


Рис. 4. Функция светимости галактик поля (1), сейфертовских галактик (2) и квазаров (3). Точки — ФС ядер Sy 1.

Представляет интерес, что, как следует из рис. 4, в диапазоне $[-21, -27]$ яркие крылья ФС оптических выборок галактик поля, Sy G и квазаров образуют непрерывную линейную логарифмическую ФС: $\lg \varphi (M_p) \approx 1.47 \cdot M_p + 27.34$ (изображена на рис. 4 пунктиром). Для зависимости $\varphi \sim L_p^{-n}$ это соответствует $n \approx 3.7$.

7. *Заключение.* В настоящей работе показано, что исследовавшиеся ранее сейфертовские галактики с заметным ультрафиолетовым избытком составляют меньшую часть всей совокупности Sy G — класса объектов с широкими эмиссионными линиями. Это может быть связано с тем, что ультрафиолетовый избыток меняется у Sy G в широких пределах и в обзор Маркаряна попали галактики лишь с наиболее сильным. Из этого следует, что пространственная плотность сейфертовских галактик, определен-

ная по аналогичному обзору, но с большей предельной величиной, например, по второму Бюраканскому спектральному обзору, будет выше, чем у Sy M. Еще одна возможная причина — наличие преимущественной ориентации у Sy M [27, 35]: значительная доля галактик, имеющих большой наклон к лучу зрения (что также уменьшает вследствие внутреннего поглощения УФ-избыток), остается неотожествленной как сейфертовские.

Sy 2 составляют не менее половины всех Sy G в диапазоне абсолютных величин $[-18.5, -22.5]$. Интересно отметить, что по мере роста наблюдательного материала доля Sy 2 систематически растет: 0.20 [36], 0.22 [9], ≥ 0.25 [6], 0.28 [37], 0.45 [7], 0.55 (настоящая работа) и этот рост, по-видимому, еще не закончен.

В разделе 5 показано, что при $M_p \geq -22.5$ ФС Sy G хорошо приближается функцией Шехтера с параметром β , близким к значению, принимаемому для галактик поля, и параметром M_p^* примерно на величину ярче. При $M_p < -22.5$ ФС все больше отклоняется от функции Шехтера и сближается с ФС оптической выборки квазаров, что, вероятно, обусловлено усилением вклада активного ядра в общую светимость сейфертовской галактики.

В заключение следует отметить, что в настоящее время актуальной стала задача построения ФС Sy G на основе представительной и полной выборки галактик, имеющих точные фотоэлектрические оценки блеска.

Автор благодарен В. А. Гаген-Торну за полезное обсуждение.

Ленинградский государственный
университет

THE LUMINOSITY FUNCTION OF SEYFERT GALAXIES

V. P. RESHETNIKOV

The luminosity function (LF) of Seyfert galaxies (SyG) in the range $-18.5 \geq M_p \geq -24.5$ has been determined from the sample of 219 galaxies and the total space density ($\sim 2 \cdot 10^{-4} \text{ Mpc}^{-3}$) has been found. The survey of Markarian SyG is only (20—30)% of all SyG in this range of absolute magnitudes. The Sy 2 galaxies are not less than a half of all the SyG. The LFs bright wings of the optical samples of field galaxies, SyG and quasars form the continuous LF with the parameter $n \approx 3.7$ in relation between the space density and the photographic luminosity ($\varphi \sim L_p^{-n}$). Schechter's function was found to be a good approximation of the observational LF of SyG for $M_p \geq -22.5$.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. P. Veron-Cetty, P. Veron, Sci. Rept. Eur. Southern. Observ., No. 1, 1984.
2. P. Notni, G. M. Richter, Astron. Nachr., 294, 95, 1972.
3. J. Huchra, W. L. W. Sargent, Astrophys. J., 186, 433, 1974.
4. М. А. Аракелян, Астрон. ж., 51, 730, 1974.
5. Э. А. Дубай, А. М. Романов, Астрон. ж., 57, 438, 1980.
6. В. Ю. Терещиж, Астрофизика, 16, 45, 1980.
7. E. J. Meurs, A. S. Wilson, Astron. and Astrophys., 136, 205, 1984.
8. A. J. Wasilewski, Astrophys. J., 272, 68, 1983.
9. А. М. Романов, Астрон. циркуляр, № 1127, 5, 1980.
10. J. P. Huchra, W. F. Wyatt, M. Davis, Astron. J., 87, 1628, 1982.
11. T. D. Kinman, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 202, 53, 1983.
12. D. E. Osterbrock, Astrophys. J., 249, 462, 1931.
13. D. E. Osterbrock, O. Dahari, Astrophys. J., 273, 478, 1983.
14. C. W. McAlary, R. A. McLaren, R. J. McGonagal, Astrophys. J., Suppl. Ser., 52, 341, 1983.
15. Б. Е. Маркарян, Дж. А. Степанян, В. А. Липовецкий, Астрон. циркуляр, № 1125, 4, 1980.
16. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, Дж. А. Степанян, Астрон. циркуляр, № 1134, 6, 1980.
17. Б. Е. Маркарян, Дж. А. Степанян, Астрон. циркуляр, № 1233, 1, 1982.
18. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, Дж. А. Степанян, Астрофизика, 18, 29, 1983. 20, 213, 1984.
19. F. Zwicky, E. Herzog, P. Wild, M. Karpowicz, C. T. Kowal, Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies, Vol. 1—6, 1961—1968.
20. G. D. Bothun, R. A. Schommer, Astrophys. J., 235, L23, 1982.
21. J. E. Felten, Astron. J., 82, 861, 1977.
22. W. Pence, Astrophys. J., 203, 39, 1975.
23. T. F. Adams, Astrophys. J. Suppl. Ser., 33, 19, 1977.
24. G. A. Tamman, R. Kraan, The Large Scale Structure of the Universe, Sump. No. 79 of IAU, Eds. M. S. Longair, J. Einasto, 1978. (Русск. пер. Крупномасштабная структура Вселенной, Мир, М., 1981, стр. 84).
25. R. C. Kraan-Kortsweg, Astron. and Astrophys., 104, 280, 1981.
26. J. Heidmann, N. Heidmann, G. de Vaucouleurs, Mem. Roy. Astron. Soc., 75, 85, 1972.
27. W. C. Keel, Astron. J., 85, 198, 1980.
28. В. Л. Афанасьев, Письма в Астрон. ж., 7, 390, 1981.
29. J. Neuman, E. L. Scott, Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data, Sump. No. 63 of IAU, Ed. M. S. Longair, 1974. (Русск. пер. Космология. Теория и наблюдения, Мир, М., 1978, стр. 173).
30. P. Schechter, Astrophys. J., 203, 297, 1976.
31. S. M. Stmkin, H. J. Su, M. P. Schwarz, Astrophys. J., 237, 404, 1980.
32. M. Schmidt, R. F. Green, Astrophys. J., 269, 352, 1983.
33. P. Veron, Astron. and Astrophys., 78, 46, 1979.
34. A. Braccasi, V. Zittelli, F. Bonoli, L. Formiggioni, Astron. and Astrophys., 85, 80, 1980.
35. В. Т. Дорошенко, В. Ю. Терещиж, Астрофизика, 16, 393, 1980.
36. D. W. Weedman, Ann. Rev. Astron. and Astrophys., 15, 69, 1977.
37. R. W. Goodrich, D. E. Osterbrock, Astrophys. J., 269, 416, 1983.