

А. Т. Каллогян

О ПОВЕРХНОСТНОЙ ЯРКОСТИ ПЕРЕМЫЧЕК СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК

В изучении структурных особенностей перемычек спиральных галактик особую важность представляют данные об их поверхностных яркостях. Поскольку перемычки большинства галактик являются одного рода образованиями (сходство по внешнему виду, красный цвет большинства перемычек [1, 2, 3]), то можно ожидать, что средние значения поверхностных яркостей перемычек различных подтипов галактик подчиняются определенным закономерностям. В настоящей работе фотометрическим путем измерена средняя поверхностная яркость перемычек некоторых галактик и построена диаграмма зависимости видимых звездных величин галактик от угловых длин их перемычек.

§ 1. РЕЗУЛЬТАТЫ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

В ходе проведенных нами колориметрических работ [1, 2, 3] был собран наблюдательный материал для девяти галактик с перемычкой. Наблюдения велись, в основном, методом двухэтажной кассеты на 21—21" телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории. Снимки в фотографических лучах получались на пластинках „Кодак Оа—О“ и „Агфа астро платтен“ без светофильтра. Изображение каждой галактики было измерено на нескольких пластинках. Средняя квадратичная ошибка одного определения поверхностной яркости оказалась порядка $\pm 0^m.06$. Система фотографических звездных величин почти не отличается от международной.

В табл. 1 в первом столбце приведены номера исследованных галактик по каталогу NGC. Во втором столбце даются подтипы галактик, в третьем—для большинства галактик приведены их интегральные фотографические звездные величины по нашим измерениям. Последний столбец содержит среднефотометрические значения поверхностной яркости вдоль оси перемычек, взятых по всей длине оси, но без центральной части, где находится ядро галактики. Введена поправка за галактическое поглощение по формуле:

$$A_{pg} = 0.25 \operatorname{cosec} b \quad (1)$$

Подчеркиваем, что усреднялись поверхностные яркости, а не соответствующие звездные величины. В таблице 1, однако, приведены звездные величины, соответствующие этим поверхностным яркостям.

Таблица 1

NGC	Т и п	m_{pg}	$\frac{m_{pg}}{\square^{\circ}}$
672	SBc	11 ^m 63	20 ^m 92
936	SBa	11.45	21.04
1023	SBO	11.09	21.18
1073	SBc	—	20.96
3729	SB _p	—	20.61
4303	SBc	10.58	20.61
7479	SBb	12.03	20.91
7723	SBb	11.98	20.79
БМО		—	20.94 (21.06)
$\alpha_{1950} = 22^{\text{h}}37^{\text{m}}2$ $\delta_{1950} = +34^{\circ}0'9$	SB(b)	14.43	21.14

В таблицу включено также Большое Магелланово Облако, средняя поверхностная яркость перемычки которого была вычислена на основании изофот, построенных Г. Вокулёром в системе В [4]. Были использованы первые четыре изофоты, посредством которых перемычка выявляется довольно отчетливо. В скобках приводится результат усреднения, включающего и пятую изофоту. Галактическое поглощение учтено по формуле (1).

NGC 3729 является пекулярной галактикой с половинной перемычкой. Другая половина или имеет весьма низкую поверхностную яркость или же вообще отсутствует. Считая вторую возможность более вероятной, было определено среднее значение поверхностной яркости только видимой половины перемычки.

Как видно из табл. 1 средние значения поверхностных яркостей перемычек мало отличаются для разных галактик. Среднеарифметическое значение этих среднефотометрических величин равняется 20^m90 с кв. секунды дуги, с дисперсией $\pm 0^m2$. Поверхностная яркость для перемычки БМО почти точно совпадает с полученным средним значением.

Следует отметить, что градиент яркости вдоль длины перемычек является разным для разных галактик. Так, в перемычке галактики NGC 4303 распределение поверхностной яркости вдоль длины является более или менее равномерным, тогда как в перемычке NGC 1023 поверхностная яркость падает от значения 20^m5 около ядра до 24^m5 в периферийных частях. Несмотря на такие различия в градиенте яркости, среднее значение поверхностных яркостей вдоль оси перемычек является почти постоянной величиной для девяти исследованных галактик разных подтипов и для Большого Магелланова Облака.

§ 2. ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ЗВЕЗДНЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ ГАЛАКТИК И УГЛОВЫМИ ДЛИНАМИ ИХ ПЕРЕМЫЧЕК

Еще в 1926 году Хаббл изучил зависимость интегральных звездных величин галактик от их угловых диаметров [5]. Из-за скудности данных о звездных величинах галактик отдельных типов, Хаббл объединил несколько типов в одну группу. Дисперсия на диаграммах была довольно велика и для более точного определения коэффициента K в уравнении

$$m + K \lg d = C$$

он прибегал к приведению разных типов галактик к стандартному типу S_0 , представляющему точку перехода между

эллиптическими и спиральными галактиками. В настоящее время собран довольно обширный наблюдательный материал, и, следовательно, возможно построение аналогичных диаграмм для каждого типа галактик, в частности, для спиралей с перемычкой. При этом интересно в качестве одного из сравниваемых параметров взять угловую длину перемычки, вместо углового диаметра галактики. Угловые длины перемычек всех галактик типа SB из списка Петтита [6] и всех галактик того же типа в двух участках неба с координатами центра $\alpha = 12^{\text{h}} 24^{\text{m}}$, $\delta = +6^{\circ}$ и $\alpha = 12^{\text{h}} 24^{\text{m}}$, $\delta = +12^{\circ}$ были измерены на картах паломарского атласа. При этом исключались те галактики, изображения которых на картах передержаны и длины перемычек неопределенны. Такие галактики составляют очень незначительную часть всех рассмотренных объектов. Следует подчеркнуть, что перемычки были прослежены до тех пор, где начинаются спиральные рукава или, где имеется резкий градиент яркости.

В качестве другого параметра были использованы фотоэлектрические звездные величины галактик по Петтиту, а для галактик в двух вышеупомянутых областях—звездные величины из каталога Цвикки и сотрудников [7]. Однако звездные величины в этом каталоге систематически слабее данных Петтита. По общим в двух списках галактикам с перемычкой была определена поправка в $0^{\text{m}}5$. В случае подкласса SBO эта поправка близка к нулю, однако этот подкласс при вычислении поправки был исключен, так как ни одной такой галактики не оказалось в рассмотренных нами двух областях каталога [7].

На рис. 1 по оси абсцисс отложены логарифмы длин перемычек, а по оси ординат—интегральные звездные величины галактик в фотографических лучах с учетом галактического поглощения по формуле (1).

На рисунке представлены все четыре подтипа галактик от SBO до SBc. Общее количество использованных галактик 77. Прямая линия на диаграмме соответствует уравнению

$$m_{\text{pg}} + 5 \lg d_n = 21.0 \quad (2)$$

где d_n — длина перемычки в секундах дуга, а m_{PK} — интегральная звездная величина галактики. Как видно из рисунка, знаки на диаграмме, представляющие галактики разных под-типов, хорошо группируются вокруг этой прямой.

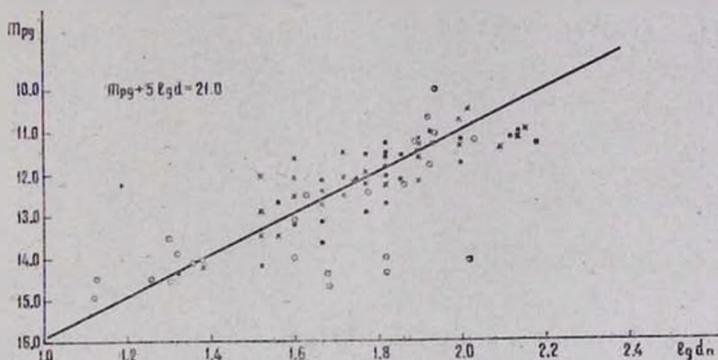


Рис. 1. Зависимость между интегральными величинами галактик и угловыми длинами их перемычек.

Քծ. 1. Կապակցութիւնը գալակտիկաների ինտեգրալ մեծութիւնների և նրանց ձողերի անկյունային երկարութիւնների միջև:

Необходимо подчеркнуть, что на рис. 1 отложены интегральные звездные величины галактик в целом, а не самих перемычек. На первый взгляд это искусственно увеличивает поверхностную яркость перемычек. Однако по нашим измерениям, в случае галактик, приведенных в § 1, перемычки без центральных частей в среднем на 1^m5 , т. е. в четыре раз слабее соответствующих галактик. С другой стороны, поверхность самих перемычек в среднем в четыре раза меньше, чем d_n^2 в формуле (2). Другими словами, вместо d_n^2 для общей поверхности перемычек мы должны взять $d_n \frac{d_n}{4}$, где $\frac{d_n}{4}$ есть ширина перемычек. Фактор $\frac{1}{4}$ был определен нами по измерениям на паломарских картах отношений ширины к длине перемычек для большого количества галактик. На рис. 2 по оси абсцисс отложены логарифмы поверхностей самих перемычек. Уравнение проведенной на диаграмме прямой, вокруг которой хорошо группируются галактик, и имеет вид:

$$m_{pg} + 2.5 \lg S_n = 19.5,$$

что подтверждает правильность определения коэффициента 4 для отношения длин к ширинам перемычек.

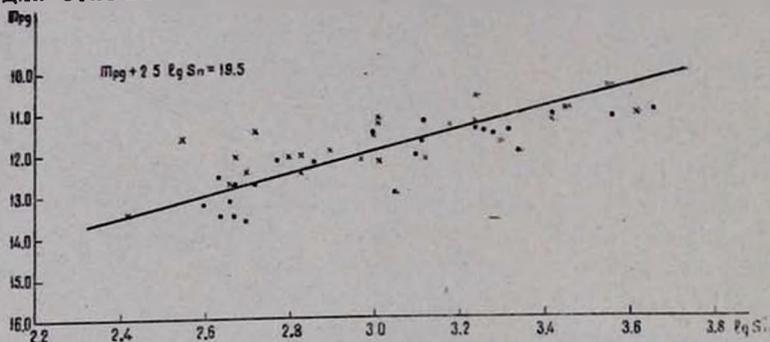


Рис. 2. Зависимость между интегральными величинами галактик и поверхностями перемычек.

ՔՁ. 2. Կապակցությունը գալակտիկաների ինտեգրալ մեծությունների և ձողերի մակերեսների միջև:

Таким образом, два фактора, действующие в противоположном направлении, в среднем полностью компенсируют друг друга. По этой причине постоянная в правой части уравнения (2) в статистическом смысле определяет поверхностную яркость самих перемычек. Для галактик, расположенных на прямой (2) поверхностная яркость равняется $21^m 0$ с кв. секунды дуги, т. е. на $0^m 1$ слабее, чем было получено в § 1, что и следовало ожидать из-за наличия градиента яркости в направлении перпендикулярном к оси перемычки.

На рис. 1 крестиками обозначены галактики подтипов SBb и SBc, а точками — галактики SB0 и SBa. Легко видеть, что галактики первых двух подтипов увеличивают дисперсию на диаграмме. Это может быть объяснено сложным характером спиральной структуры у этих объектов, что может привести к неточному значению звездных величин некоторых перемычек, определяемых по звездным величинам соответствующих галактик. Кружки на рис. 1 соответствуют галактикам из [7], подтипы которых неизвестны. Пять галактик имеют перемычки низкой поверхностной яркости и сильно отклоняются от полученной зависимости. Эти галактики

находятся в двух просмотренных областях каталога [7], где общее количество классифицированных нами галактик с перемычкой—24. По понятной причине список Петтита страдает избирательностью в том смысле, что в него включены только галактики с яркими перемычками.

На рис. 3 приведена аналогичная диаграмма, построенная для тех же галактик, с тем однако отличием, что вместо

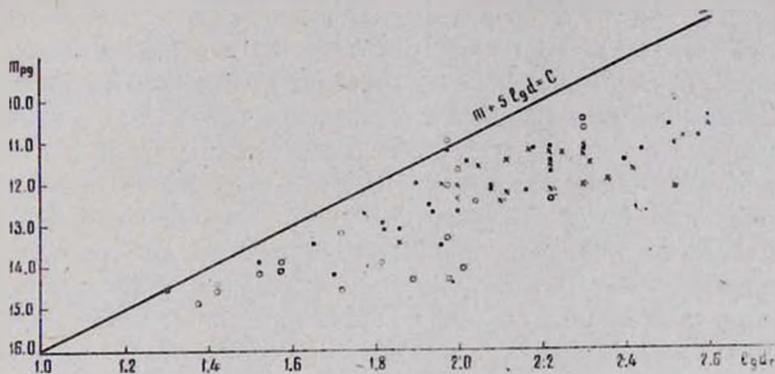


Рис. 3. Зависимость между интегральными величинами и диаметрами галактик с перемычкой.

ՓՃ. 3. Կապակցութիւն ձգրիկաձոր դաշակտիկաների ինտեգրու մեծութիւնների և տրամագծերի միջև:

длины перемычек по оси абсцисс отложены большие диаметры соответствующих галактик, измеренных нами на паломарских картах. Все обозначения те же, что и на рис. 1. Сплошная линия на рисунке соответствует прямой постоянной яркости. Как видно, знаки на диаграмме, представляющие галактики, не группируются вокруг этой прямой, а скорее всего группируются вокруг прямой с коэффициентом при $\lg d_r$ равным 3.5. Это значит, что поверхностная яркость исследованных галактик в целом не является постоянной величиной.

Таким образом, как непосредственные фотометрические измерения, так и статистическая зависимость между m_{pg} и $\lg d_r$ приводят к высокому значению и постоянству поверхностной яркости перемычек большинства спиральных галактик типа SB.

Однако обзор паломарских карт показывает, что наряду с галактиками с яркими перемычками существуют галактики, перемычки которых обладают очень низкой яркостью. Так, из 120 галактик типа SB, просмотренных нами, около 75% имеют яркую перемычку, а 25% — слабую перемычку. Это подтверждается наличием на рис. 1 пяти галактик со слабыми перемычками, составляющими свыше 20% от 24 галактик типа SB в просмотренных нами двух областях каталога [7]. По-видимому галактики со слабыми перемычками являются системами низкой светимости. Но перемычки галактик измеренных нами и использованных при построении диаграммы (m_{pg} , $lg d_n$) (кроме пяти галактик), входят по яркости в первую группу из отмеченных двух. Поэтому, полученный выше результат о постоянстве поверхностной яркости большинства перемычек относится к галактикам, перемычки которых обладают высокой яркостью и которые составляют примерно 75% от количества всех галактик типа SB. Однако очевидно, что оценка поверхностной яркости на паломарских картах является довольно грубой и полученный результат о процентном соотношении количества галактик с яркими и слабыми перемычками нуждается в проверке путем дальнейшего накопления непосредственных фотометрических данных.

Ա. Տ. ՔԱՆՈՂԱՅԱՆ

ՍՊԻՐԱԼԱԶԵՎ ԳԱՆՎԱՏՈՒԿԱՆՆԵՐԻ ՋՈՂԵՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹԱՅԻՆ
ՊԱՅՄԱՌՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ինը ձողիկավոր գալակտիկաների ձողերի մեր կողմից կատարված լուսաչափության արդյունքները ցույց են տալիս, որ նրանց մակերևութային պարթառությունը՝ միջինացրած առանցքի երկարությամբ, $\pm 0^m.2$ դիսպերսիայով հաստատուն է և հավասար $20^m.9$ մեկ քառ. ադեղնային վրկ-ից: Մագելլանի Մեծ Ամպի ձողի միջին մակերևութային պարթառությունը՝ հաշված ըստ Վոկուլորի [4] տվյալների, գրեթե համընկնում է այս արժեքի հետ:

Ստացված արդյունքը մեծ թվով ձողիկավոր գալակտիկաների պեպքում ստուգելու նպատակով կառուցվել է գիազրամ գալակտիկաների ինտեգրալ աստղային մեծութիւնների և ձողիքի անկումային երկարութիւնների միջև (գծ. 1): Ստացված կապն արտահայտվում է (2) ձևով, որն հաստատում է ձողիքի մեծ մասի միջին մակերևութային պայծառութիւն հաստատունութիւնը: Հաստատունի մեծութիւնը՝ $21^m 0$ մեկ քառ. աղիղնային վրկ-ից, $0^m 1$ -ով թույլ է վերոնշխյալ արժեքից, ինչպես որակապես պետք էր սպասել:

Պարզվում է, սակայն, որ բացի մեր կողմից ուսումնասիրված ձողիկավոր գալակտիկաներից գոյութիւն ունեն նաև գալակտիկաներ թույլ կամ շատ թույլ ձողիքով: Իրանք, հալանարար, ցածր լուսատուութիւն սխտեմներ են: Մեր կողմից նախկին քարտեզների վրա նրանք կազմում են բոլոր ձողիկավորների շուրջ 25% -ը:

A. T. KALLOGHLYAN

ON THE SURFACE BRIGHTNESS OF THE BARS OF SPIRAL GALAXIES

S u m m a r y

A direct photometric measurement of nine barred spirals of all subtypes leads to the approximate constancy of surface brightness of the bars averaged along their axes. The mean value is 20.9 mag. per sq. sec. of arc. The mean surface brightness of the bar of LMC calculated from de Vaucouleurs' data [4] is equal to this value.

The relation between the total apparent magnitudes of 77 SB spirals and the angular lengths of their bars gives the same result. But in this case the value obtained for the average surface brightness of the bars as a whole is somewhat fainter than the value obtained above. The reason is the presence of luminosity gradient in the direction perpendicular to the axes of the bars.

A rough estimate of surface brightnesses of the bars of 120 galaxies on the Palomar charts indicates that the constancy of mean brightnesses of the bars refers to the 75% of all barred spirals, while the remaining 25% has much fainter bars. Apparently these deviating galaxies are of low luminosity.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Т. Каллогян. ДАН АрмССР, **26**, 217, 1958.
2. А. Т. Каллогян. Сообщения Бюраканской обсерватории, **25**, 35, 1958.
3. А. Т. Каллогян, ДАН АрмССР, **33**, 205, 1961.
4. *G. de Vaucouleurs*, A. J. **62**, 69, 1957.
5. *E. Hubble*, Ap. J. **64**, 321, 1926.
6. *E. Pettit*, Ap. J. **120**, 413, 1954.
7. *F. Zwicky, E. Herzog and P. Wild*. Catalogue of galaxies and of clusters of galaxies, vol. 1, 1960.