

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 7

НОЯБРЬ, 1971

ВЫПУСК 4

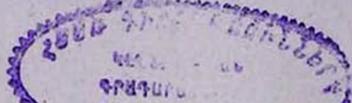
МОРФОЛОГИЯ НЕКОТОРЫХ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА

А. Т. КАЛЛОГЛЯН

Поступила 17 июня 1971

На снимках, полученных с двухметровым телескопом Таугенбургской обсерватории проведено морфологическое исследование ряда галактик Маркаряна с ультрафиолетовым континуумом. По сравнению с другими хаббловскими типами наиболее часто встречаются галактики с перемычкой. Вид спектра по Б. Е. Маркаряну, зависит от морфологического типа галактики. В случае галактик с перемычкой и компактных объектов спектры чаще относятся к типу s (звездообразные), или к типу d (диффузные).

Спектральные особенности галактик Маркаряна с ультрафиолетовым континуумом [1] уже достаточно хорошо известны. Из опубликованных до сих пор списков, содержащих примерно 300 объектов, для 75% получены и изучены щелевые спектрограммы [2—6], причем спектры подавляющего большинства исследованных объектов содержат эмиссионные линии. Примечательно, что среди галактик Маркаряна уже обнаружено около 30 новых объектов сейфертовского типа. По имеющимся данным некоторые из этих галактик, в отличие от галактик из оригинального списка Сейферта, не являются спиральными. Вместе с этим, разделение Б. Е. Маркаряном обнаруженных им галактик по виду спектра на звездообразные (тип s) и диффузные (тип d) показывает необходимость морфологического исследования этих галактик на снимках с соответствующим этой цели масштабом. Морфология большинства галактик Маркаряна пока основана на изучении их изображений на картах Паломарского атласа. Однако малый масштаб этих карт и, в основном, передержанные изображения многих галактик Маркаряна затрудняют их достаточно уверенное морфологическое исследование. До настоящего времени только для некоторых галактик снимки с большим масштабом получены Д. В. Видманом и Э. Е. Хачикяном



на крупных телескопах США [2] и автором этой статьи на двухметровом телескопе Шемахинской обсерватории [7]. Настоящее исследование основано на снимках, полученных нами в шмидтовском фокусе двухметрового универсального телескопа Таутенбургской обсерватории Центрального института астрофизики Германской АН в Берлине. Масштаб телескопа — 51.3 на мм.

1. *Наблюдения и результаты.* Для наблюдений были выбраны в основном галактики, в которых просматриваются структурные детали. Всего наблюдалось 30 галактик. Для 7 из них, а именно, для № 7, 8, 10, 11, 12, 13 и 82 снимки получены в цветах U, B, R и I с целью последующего фотометрического исследования. В лучах U и B использовались пластинки ZU-2 со светофильтрами UG-2 и GG-13 соответственно. Снимки в красных лучах ($\lambda_{эфф} = 6380 \text{ \AA}$) получены на пластинках Кодак 103а-Е через светофильтр RG1. Инфракрасные снимки сделаны на пластинках Кодак IN через светофильтр RG2 ($\lambda_{эфф} = 7800\text{-}7900 \text{ \AA}$). Остальные галактики наблюдались в системе В.

Ниже мы приводим описание наблюдаемых галактик, часть которых иллюстрируется на рисунке.

Маркарян 7. Состоит из двух расходящихся полос, причем каждая из них в свою очередь состоит из отдельных сгущений. В ультрафиолете сгущения более звездоподобные, чем в других лучах. В красных лучах ярким является южное сгущение в w-полоске. В инфракрасных лучах слабо видно только это сгущение, а весь остальной комплекс представляет собой объект приблизительно равномерной поверхностной яркости. Ультрафиолетовый избыток и эмиссия должны быть обусловлены двумя северными сгущениями. Маркарян 7 может быть отнесена к иррегулярным галактикам I типа.

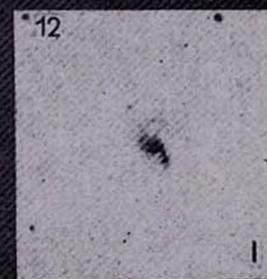
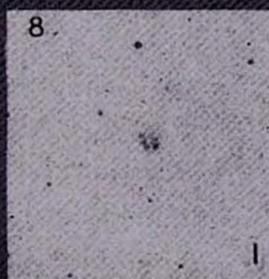
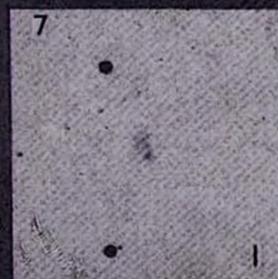
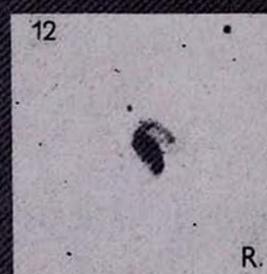
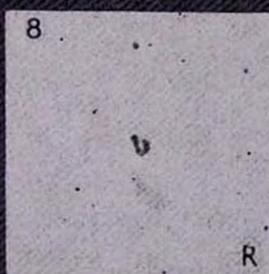
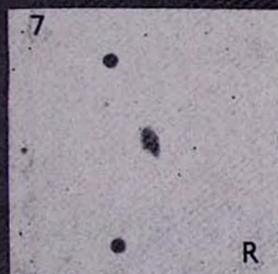
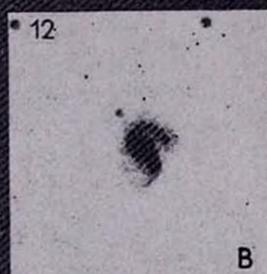
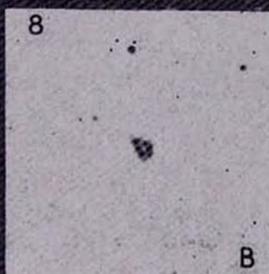
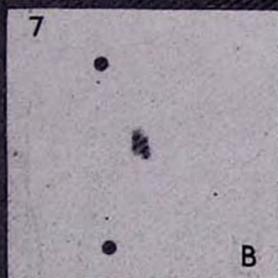
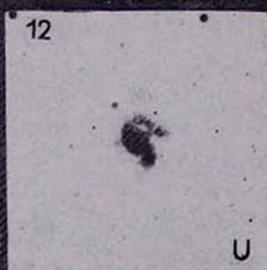
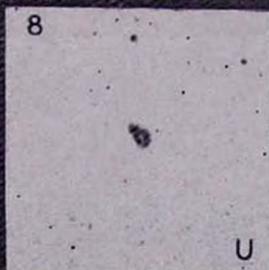
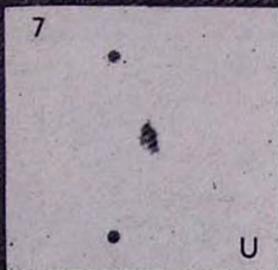
Маркарян 8. По структуре очень похожа на Маркарян 7. Однако, в отличие от последней, сгущения более или менее четко видны во всех лучах, вплоть до инфракрасных. Ультрафиолетовый избыток и эмиссия галактики должны быть в основном обусловлены северо-восточным сгущением, которое заметно ослаблено в инфракрасных лучах. Согласно [2], обе полосы показывают практически совпадающие красные смещения. Этот объект скорее представляет собой единую галактику и может быть классифицирован как иррегулярная галактика I типа.

Маркарян 10. В работе [2] авторы относят эту сейфертовскую галактику к типу Sb. По нашим снимкам она скорее принадлежит к

СНИМКИ ГАЛАКТИК МАРКАРЯНА

(В левом верхнем углу отмечены номера галактик, в правом нижнем углу — цветовые системы)

N



N

13

U

26

B

98

B

13

B

39 38

B

104

B

13

R

73

B

107

B

13

I

90

B

10

V

S

типу SBb. Перемычка особенно хорошо видна в желтых и красных лучах, что обычно имеет место для классических галактик с перемычкой. Широкую перемычку, имеющую структуру, можно видеть также на снимке, полученном с 5-метровым телескопом [2]. Во всех пяти лучах ядро галактики строго звездобразное (в визуальных лучах снимки галактики ранее были получены Ф. Бёрнгеном).

Маркарян 11. Галактика типа S0. В ультрафиолетовых лучах наблюдается маленькое звездобразное ядро. Внешняя оболочка красного цвета. В инфракрасных лучах ядро все еще яркое, но несколько продолговатое.

Маркарян 12. Спиральная галактика типа Sc. Имеет звездоподобное ядро и яркое сгущение в южной спиральной ветви. Последнее ярче ядра в U-лучах и слабее него в R-лучах. В инфракрасных лучах сгущения почти не видно, а ядро маленькое, звездобразное. Указанное сгущение является классическим примером сверхассоциации. Интересно, что за сверхассоциацией спиральная ветвь заметно слабеет. Другой, заслуживающей внимания деталью галактики является перемычка, связывающая ядро галактики со слабым, но опять-таки голубым сгущением, находящимся в конце северной ветви. Как видим, хотя Маркарян 12 принадлежит к типу Sc, но обладает структурными пекулярностями.

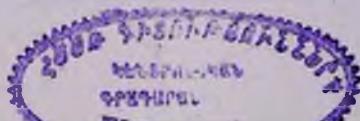
Маркарян 13. Пекулярная галактика с перемычкой типа SBb. К типу пересеченных галактик отнес ее и Ж. де Вокулёр [8]. Имеет звездоподобное ядро, которое особенно ярко в лучах U и B. В красных лучах поверхностная яркость ядерной области невелика. В инфракрасном излучении она заметно ослаблена, но намечается сложная структура. Для правильного описания последней необходимо получить снимок более крупного масштаба.

Маркарян 26. Спиральная галактика типа Sc с маленьким звездобразным ядром.

Маркарян 28. Сфероидальная конденсированная галактика.

Маркарян 30. Галактика низкой поверхностной яркости без какой-либо структуры. Ядро очень слабое.

Маркарян 31. Пекулярная галактика с перемычкой типа SBb и ярким звездобразным ядром.



Маркарян 38. Пекулярная галактика, составляющая физическую пару с № 39.

Маркарян 39. Спиральная галактика с перемычкой, по-видимому, типа SBb.

Маркарян 40. Очень компактный, почти не отличающийся от звезд объект, расположенный на краю галактики-полоски. Ядро или центральное сгущение последней звездopodobное, но немного слабее самого объекта, который, по всей вероятности, связан с галактикой-полоской, поскольку на Паломарских картах, симметрично с ним и на том же расстоянии от центрального сгущения, на другом конце галактики-полоски находится другое, правда, значительно более слабое сгущение.

Маркарян 41. Пекулярная галактика с ярким ядром и широким веерообразным хвостом.

Маркарян 73. Конденсированная сфероидальная галактика с яркими отростками на севере и на юге.

Маркарян 76. Галактика со звездообразным ядром, окруженным слабой оболочкой.

Маркарян 78. Спиральная галактика. По довольно удлиненной центральной части она может быть классифицирована как спираль с перемычкой. Согласно [4], принадлежит к числу сейфертовских, а по данным [6] она не показывает признаков этого типа галактик.

Маркарян 80. Изображение объекта совершенно не отличается от звезд. По У. Сардженту, возможно, галактическая звезда [9].

Маркарян 82. В синих и красных лучах сильно конденсированный объект. В ультрафиолетовых и инфракрасных лучах поверхностная яркость несколько меньше.

Маркарян 89. Галактика высокой поверхностной яркости с отдельными сгущениями. По-видимому, иррегулярная галактика I типа.

Маркарян 90. Пекулярная спираль с перемычкой типа SBb, имеет яркое звездopodobное ядро и кольцеобразную структуру.

Маркарян 91. Галактика со звездообразным, сильно конденсированным ядром. Имеет оболочку.

Маркарян 94. Слабоконденсированное сгущение на периферии галактики типа SBc без ядра. Находится на продолжении направления перемычки. По-видимому, сверхассоциация.

Маркарян 95. Слабоконденсированная сферическая галактика.

Маркарян 98. Пекулярная галактика высокой поверхностной яркости. Имеет исходящую из ядра тонкую струю, направленную по большой оси к северу. Западная от большой оси половина галактики имеет более низкую поверхностную яркость, чем восточная.

Маркарян 104. Тесно-двойная галактика. Главная компонента довольно конденсированная, вторая компонента значительно слабее.

Маркарян 105. Спиральная галактика типа Sc. Согласно [3, 4] принадлежит к типу сейфертовских.

Маркарян 106. Совершенно не отличается от звезд. Согласно [3] принадлежит к типу сейфертовских, а по виду спектра напоминает квазизвездный объект Тонантцинтла 256.

Маркарян 107. Галактика с перемычкой типа SBa и большой центральной частью.

Маркарян 114. Спиральная галактика с перемычкой типа SB(r)b с ярким звездообразным ядром.

2. *Обсуждение.* Из описания галактик в предыдущем разделе видно, что галактики Маркаряна часто показывают структурные особенности. Даже в тех случаях, когда галактики принадлежат тому или другому хаббловскому типу, почти всегда наблюдается некоторая пекулярность. Эта особенность галактик с ультрафиолетовым континуумом еще более подчеркивается, если включить в рассмотрение и те объекты, снимки которых получены с более крупным масштабом [2, 7]. Получается как бы своеобразная корреляция между наличием ультрафиолетового избытка и морфологией галактик, хотя сами галактики принадлежат к разным морфологическим типам.

Как было отмечено выше, для наблюдений нами были выбраны в основном галактики, в которых можно было бы выявить структурные детали. По этой причине, наша выборка не позволяет оценивать относительное число компактных объектов среди галактик Маркаряна. Однако оценка относительного числа галактик, имеющих ту или иную морфологическую структуру (хаббловского типа или пекулярную), может оказаться более реальной. Для этого мы исключили из рассмотрения объекты, являющиеся на наших снимках компактными.

и включили в нашу выборку галактики из [2, 7], типы которых определены на снимках с большим масштабом. В результате общее число галактик, имеющих хаббловский тип или пекулярную структуру, оказалось равным 26. Распределение их по морфологическим типам дается во втором столбце табл. 1. В третьем столбце приведено процентное содержание галактик разных типов.

Таблица 1

Морфологический тип	По 26 галактикам				По 65 галактикам			
	n	%	n_{s+sd}	n_{d+ds}	N	%	N_{s+sd}	N_{d+ds}
Irr	4	15.4	1	3	7	10.8	2	5
SO	1	4.0	1	0	6	9.2	4	2
S	4	15.4	2	2	9	13.8	5	4
SB	10	38.4	6	4	24	37.0	16	8
Пекулярные	7	26.8	3	4	19	29.2	7	12
Компактные							6	3

Как видно из данных табл. 1, почти 40% рассматриваемых объектов являются галактиками с перемычкой. Следующий по распространенности тип — пекулярный. Интересно, что нормальные спиральные галактики встречаются значительно реже, чем галактики с перемычкой. Для проверки полученных результатов мы произвели совместное рассмотрение галактик, классифицированных на наших снимках, и галактик, типы которых уверенно определены другими авторами и приведены в списках Б. Е. Маркаряна [1]. При этом опять были исключены компактные объекты, а также те галактики, которые, согласно Б. Е. Маркаряну, имеют эллиптическую форму. Последний тип галактик был исключен потому, что среди них могут быть не только эллиптические галактики, но и галактики других типов, определение которых затруднительно из-за передержанных изображений на Паломарских картах. После такого отбора число галактик с уверенно определенными типами оказалось равным 65. Их распределение по типам приведено в шестом столбце табл. 1. В седьмом столбце дается процентное содержание галактик разных типов. Сравнение данных, приведенных в третьем и седьмом столбцах, показывает хорошее согласие. Преобладание галактик с перемычкой среди галактик Маркаряна, имеющих хаббловские типы, по-видимому, не является неожиданным. Как известно, пекулярные ядра, в том числе ядра, состоящие из горячих пятен, чаще всего встречаются именно в галактиках с перемычкой. С другой стороны, ультрафио-

летний избыток галактик Маркаряна обычно обусловлен излучением их ядер. Сопоставление этих двух признаков делает вполне естественным относительное преобладание галактик с перемычкой, относительно других хаббловских типов. Ранее, на основании других аргументов, мы отмечали более активное состояние ядер галактик с перемычкой по сравнению с ядрами нормальных спиральных галактик [11]. Это различие, по-видимому, является следствием крупномасштабных нестационарных процессов, приведших, как полагает В. А. Амбарцумян, к выбросу вещества перемычек из первоначальных ядер галактик [12].

Сравним вид спектров по Б. Е. Маркаряну с морфологическими типами галактик. Для этого объединим *s*- и *sd*-спектры в одну группу, а *d*- и *ds*-спектры — в другую. При этом имеет смысл рассмотрение и тех объектов, которые являются компактными на снимках с крупным масштабом. Их всего 9. Сравнение вида спектров с морфологическими типами галактик произведено для обеих указанных выше выборок. Результаты соответственно приведены в 4-м, 5-м, 8-м и 9-м столбцах табл. 1. Как мы видим, имеется определенное превышение звездоподобных спектров над диффузными в случае компактных галактик и галактик с перемычкой. Для неправильных и пекулярных галактик имеет место обратное, а в нормальных спиралах оба типа спектров встречаются, по-видимому, одинаково часто. О галактиках типа *S0* трудно сказать что-нибудь определенное. Таким образом, мы приходим к выводу, что вид спектров зависит от морфологического типа галактик. Согласно Б. Е. Маркаряну, ширина спектров обоих типов целиком обуславливается размерами ядра или объекта, если последний является компактным. При этом, по характеру распределения энергии в спектрах и по соотношению показателей цвета $U-B$ и $B-V$ делается допущение, что у ядер со звездоподобными спектрами имеется дополнительное коротковолновое излучение незвездного происхождения. Заслуживает внимания то обстоятельство, что подобные ядра довольно часто встречаются в галактиках с перемычкой.

В заключение отметим, что относительное количество компактных объектов среди галактик Маркаряна, по-видимому, очень высоко. В самом деле, несмотря на произведенный при наблюдениях отбор галактик, около четверти всех наблюдаемых в крупном масштабе объектов является компактными или сфероидальными. В действительности их количество должно быть значительно больше.

Автор выражает глубокую благодарность руководству Центрального института астрофизики Германской АН в Берлине за предоставление возможности наблюдать на двухметровом универсальном теле-

скопе. В настоящей статье использован ряд снимков, полученных с целью дальнейшего фотометрического исследования совместно с д-ром Ф. Бёрнгеном, которому автор признателен за содействие в наблюдениях. Автор выразит благодарность академику В. А. Амбарцумяну и академику АН АрмССР Б. Е. Маркарян за критические замечания.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

MORPHOLOGY OF SOME MARKARIAN GALAXIES

A. T. KALLOGHLIAN

A morphological study of 30 Markarian galaxies on the plates obtained with the 2-meter telescope of the Tautenburg observatory has been carried out. Among Hubble types (besides ellipticals) the barred spirals are relatively frequent. The relative frequency of „starlike“ and diffuse spectra (according to Markarian) depends on the morphological types of galaxies. For barred spirals and compact objects the percentage of s-type (starlike) spectra is relatively higher.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 3, 55, 1967; 5, 443, 581, 1969; 5.
2. Д. В. Видман, Э. Е. Хачикян, *Астрофизика*, 4, 587, 1968; 5, 113, 1969.
3. М. А. Аракелян, Э. А. Дибай, В. Ф. Есипов, *Астрофизика*, 6, 39, 1970.
4. М. А. Аракелян, Э. А. Дибай, В. Ф. Есипов, Б. Е. Маркарян, *Астрофизика*, 6, 357, 1970.
5. W. L. W. Sargent, *Ap. J.*, 159, 765, 1970.
6. M.-H. J. Ulrich, *Ap. J.*, 163, 441, 1971.
7. А. Т. Каллоглян, *Астрофизика*, 4, 475, 1968.
8. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, *Reference Catalogue of Bright Galaxies*, 1964.
9. W. L. W. Sargent, in press.
10. А. Т. Каллоглян, *Астрофизика*, 7, 227, 1971.
11. V. A. Ambartsumian, *The Structure and Evolution of Galaxies*, Interscience Publishers, London—New York—Sydney, 1965, p. 1.