

Б. Е. Маркарян

ИРРЕГУЛЯРНЫЕ ГАЛАКТИКИ ТИПА М82

§ 1. ИРРЕГУЛЯРНЫЕ ГАЛАКТИКИ С БОЛЬШИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЦВЕТА

В обычных иррегулярных галактиках типа Магеллановых Облаков, почти как правило, выделяются сгущения и узлы на сравнительно слабом и непрерывном фоне, образованном звездами умеренной и низкой светимости. Изучение показывает, что сгущения и узлы, наблюдаемые в иррегулярных, так же как и в спиральных галактиках, представляют собой О-ассоциации, т. е. образования, состоящие в основном из голубых гигантов и сверхгигантов (иногда с небольшой примесью белых и красных сверхгигантов), которые часто, но не всегда, бывают связаны со значительными диффузными туманностями.

Поэтому можно утверждать, что в обычных иррегулярных галактиках богато представлено молодое население I типа, чем, пожалуй, и следует объяснить их сравнительно ранний спектр (А—F) и небольшой показатель цвета— 0^m3 .

Иногда, однако, среди иррегулярных систем встречаются галактики с довольно большими показателями цвета. Шесть таких объектов с показателями цвета, находящимися в пределах 0^m7 — 1^m0 , имеется в каталоге яркостей и цветов галактик Холмберга [1]. Среди этих шести объектов два являются членами известной группы М81. Это галактики NGC 3034 (М8₂) и 3077, комбинированные спектры которых обладают признаками, характерными для спектрального класса А и раннего F. Таким образом, эти галактики обладают гораздо более красным цветом, чем следовало бы ожи-

дать по их спектрам, т. е. они показывают несогласие между цветом и спектром.

Но в этом отношении галактики NGC 3034 и 3077 не составляют исключения: подобное несогласие между цветом и спектром или между цветом и типом показывают и некоторые другие галактики.

Ниже в табл. 1 приведены данные для 11 галактик, которых можно отнести к типу M82. Эти галактики похожи на M82 по общей структуре и ряду других признаков. Они, за исключением NGC 3077, содержат много темной материи и имеют большие показатели цвета—более чем $+0.7$. В шестом, седьмом и восьмом столбцах табл. 1 приведены показатели цвета согласно [1], [2] и [3,4] соответственно, за исключением галактик NGC 3057, 4433 и 4691, нижние границы показателей цвета которых оценены на картах Паломарского атласа. По-видимому, все приведенные в табл. 1 галактики обладают спектральными признаками, характер-

Таблица 1

Список иррегулярных галактик типа M82

№	NGC	Галак. координаты		Спектр. тип	C1			m_{JK}	c_2	M_{JK}
		l	b		[1]	[2]	[3,4]			
1	520	108	-57	A-F	+0 ^m 81	+0 ^m 75	—	12.2	2177	-20.1
2	972	116	-27	F3	—	0.85	—	12.1	1664	-19.7
3	2978	102	+51	—	1.01	—	—	12.8	—	—
4	3034	108	+41	A5	0.81	0.85	+0 ^m 84	9.2	400	-18.0
5	3067	102	+54	F2	—	—	>0.7	12.5	1452	-18.8
6	3077	108	+42	A-F	0.68	0.78	0.76	10.6	-26	-16.5
7	4433	263	+54	—	—	—	>0.7	12.8	—	—
8	4691	272	+59	—	—	—	>0.7	11.9	—	—
9	4753	277	+61	—	—	0.96	—	10.7	1256	-20.4
10	5195	69	+68	A-F	0.98	0.77	0.75	10.5	650	-17.0
11	5373	310	+62	G0	0.86	1.05	—	11.2	1102	-19.6

ными для классов A и F. Во всяком случае из семи галактик, для которых спектральные типы определены Хью-

массоном [5] и Мейоллом [5,6], шесть отнесены к типам ранее F5 и только одна отнесена к типу G0.

Выполненная нами детальная колориметрия [3,4] показывает, что при удалении от центра к периферии галактики NGC 3034 и 5195 синеют, как это обычно наблюдается у подавляющего большинства галактик, а галактика NGC 3077, наоборот, краснеет. Судя по имеющимся в литературе данным, такое же аномальное распределение цвета можно заподозрить у галактик NGC 520 и 4691.

Следует отметить, что галактики типа M82 отличаются от обычных иррегулярных галактик не только по цвету, но и по ряду других признаков. В самом деле, как уже было отмечено, обычные иррегулярные галактики довольно богаты горячими звездами и O-ассоциациями. Галактики же типа M82 не содержат O-ассоциаций — в них не наблюдаются характерные узлы и сгущения.

Даже при допущении наличия в них большого внутреннего поглощения по крайней мере ярчайшие ассоциации должны были бы выделяться благодаря большому контрасту между поверхностными яркостями ассоциаций (сгущений и узлов) и окружающей их среды.

Отсутствие O-ассоциаций в галактиках типа M82 косвенно говорит об отсутствии в них заметного количества голубых гигантов и сверхгигантов вообще, так как хорошо известна тенденция скупивания и образования ассоциаций этих звезд. Отсутствие заметного количества горячих звезд высокой светимости в галактиках типа M82 для отдельных примеров подтверждается прямыми наблюдениями. Галактики NGC 3034, 3077 и 5195 находятся на сравнительно близких расстояниях, при которых звезды очень высокой светимости должны быть вполне доступны современным крупнейшим телескопам. Но на снимках этих галактик, полученных даже 200" телескопом, нет признаков, свидетельствующих о наличии в них голубых гигантов и сверхгигантов.

Другой чертой, отличающей класс объектов типа M82 от обычных иррегулярных, является наличие среди них галактик высокой светимости.

Абсолютные величины рассматриваемых галактик приведены в последнем столбце табл. 1. Они были вычислены по их радиальным скоростям [5,6] при значении коэффициента Хаббла $H = 75$ км/сек на мегапарсек. В случае близких галактик были использованы их модули расстояния.

Как видно из этих данных, абсолютные величины галактик типа M82 меньше -18^m (за исключением NGC 5077 и 5195, абсолютная величина которых $-16^m.5$ и $-17^m.0$), в то время как у обычных иррегулярных галактик абсолютная величина редко доходит до -18^m — -19^m ; обычно она колеблется в пределах -14^m и -17^m .

И, наконец, следует отметить, что обычные иррегулярные галактики содержат гораздо меньше темной материи, чем галактики типа M82. В последних темная материя часто сосредотачивается в центральных частях, в виде больших облаков создающих клочковатую структуру и большие флуктуации в распределении яркости. С другой стороны, большие флуктуации в распределении яркости у обычных иррегулярных галактик преимущественно проявляются в наличии сгущений и узлов.

Благодаря этому, пожалуй, можно по одной лишь структуре отличать галактики типа M82 от иррегулярных типа Магеллановых Облаков.

Таким образом, имеются достаточно серьезные основания для констатации существования *двух различных типов иррегулярных галактик*: типа Магеллановых Облаков и типа M82, которые отличаются друг от друга не только по цвету (на это различие впервые обратил внимание Холмберг [1]), но и по ряду других, указанных выше существенных признаков.

§ 2. НЕСОГЛАСИЕ МЕЖДУ ЦВЕТОМ И СПЕКТРОМ ГАЛАКТИК ТИПА M82

В предыдущем параграфе сделано заключение о существовании особого подтипа иррегулярных галактик (типа M82), которые, обладая довольно большими показателями цвета, вместе с тем показывают ранние спектраль-

ные признаки, характерные обычно для галактик, имеющих небольшие показатели цвета.

Таким образом, имеется явное несогласие между спектрами и цветами иррегулярных галактик типа M82, так как они являются более красными, чем следовало бы ожидать по их спектрам. Возникает вопрос, чем же вызвано это несогласие?

а) В качестве возможной причины, обуславливающей несогласие между цветами и спектрами иррегулярных галактик типа M82, можно выдвинуть предположение о возможности искусственного покраснения их излучения вследствие поглощения. Разумеется, речь здесь может идти о внутреннем поглощении, так как поглощение в пределах нашей Галактики для этих объектов должно быть незначительно из-за их больших галактических широт.

Такое предположение было выдвинуто со стороны Моргана и Мейолла [7] для объяснения несогласия между спектром и цветом M82, исходя из факта наличия в ней большого количества темной материи. Согласно Мейоллу [8], в пользу этого предположения говорит наблюдаемый крутой декремент Бальмеровских эмиссионных линий в спектре M82. Но следует отметить, что это относится к единственному имеющемуся в M82 образованию с сильной эмиссией, расположенному несколько западнее ее центра [9]. В окружении этого образования имеется темная материя, которая, возможно, и могла повлиять на декремент, но, очевидно, отсюда не следует, что все излучение галактики подвергнуто сильному влиянию поглощения.

По некоторым соображениям, приведенным в [9], нам показалось маловероятным объяснение несогласия между цветом и спектром M82 влиянием поглощения.

Теперь, когда можно считать установленным существование особого подкласса иррегулярных галактик типа M82, отличающихся от обычных иррегулярных галактик тем, что они не содержат звездных ассоциаций и заметного количества горячих звезд высокой светимости, указанное выше объяснение становится еще более маловероятным.

Правда, некоторое покраснение излучения галактик, содержащих темную материю, которой, в частности, богаты иррегулярные галактики и поздние спирали, безусловно должно иметь место, но для того, чтобы объяснить всю разницу между показателями цвета иррегулярных галактик типов Магеллановых Облаков и M82, надо допустить, что светимости последних ослаблены по крайней мере на 2^m — 3^m . Но в этом случае для многих галактик типа M82 получатся невероятно большие светимости, так как их светимости высоки и без учета поглощения (табл. 1).

Помимо этого, среди иррегулярных галактик типа M82 вообще могут быть объекты подобно галактике NGC 3077, не содержащие заметного количества темной материи, для которых указанное выше объяснение совершенно неприемлемо.

Есть еще одно обстоятельство, которое заставляет скептически относиться к объяснению несогласия между цветом и спектром иррегулярных галактик типа M82 влиянием поглощения. Дело в том, что обычные иррегулярные галактики и поздние спирали (типа Sc) мало отличаются друг от друга по природе населения. Галактики указанных типов исключительно богаты O-ассоциациями и вообще горячими звездами высокой светимости, так же как и газовыми и пылевыми туманностями.

Если галактики типа M82 представляли бы собой обычные иррегулярные галактики, а их большие показатели цвета были бы обусловлены внутренним поглощением, то, очевидно, аналогичных случаев можно было бы ожидать и среди галактик типа Sc.

Между тем, среди сравнительно ярких галактик типа Sc, количество которых превышает количество иррегулярных галактик почти на целый порядок, таких случаев не наблюдается.

Исходя из всего вышесказанного, мы приходим к выводу, что большие показатели цвета иррегулярных галактик типа M82 лишь частично могут быть обусловлены внутренним поглощением, в основном же они должны быть обусловлены природой населяющих их звезд. По-видимому,

в излучении иррегулярных галактик типа М82 решающую роль играет население II типа. При реальности этого вывода они должны быть родственными галактикам ранних морфологических типов, имеющим относительно ранние для своего типа спектральные признаки [10].

Следует отметить, что морфологические типы у многих из рассматриваемых здесь галактик недостаточно определенные. Например, галактики NGC 972, 3067, 4691 и 4753 Хаббл отнес к типам S0p, S0p и S0p, а Морган [11], Сандейдж [12] и Вакулер [13] относят к типу иррегулярных. Галактику NGC 3077 все относят к типу иррегулярных, но она обладает почти сфероидальной формой и заметным градиентом яркости вдоль радиуса и не содержит значительного количества темной материи. А NGC 5195 раньше относилась к типу Eр, видимо из-за ее сфероидальной формы и довольно яркого ядра, четко выделяющегося на малоэкспонированных снимках. Теперь же все ее относят к типу иррегулярных, по всей вероятности, из-за наличия в ней большого количества темной материи, вызывающей заметные нерегулярности в распределении ее яркости. Недостаточная определенность морфологических типов многих иррегулярных галактик типа М82 возникает из-за наличия у них структурных признаков, роднящих их с галактиками ранних морфологических типов.

Поэтому наш вывод о том, что основное излучение рассматриваемых галактик обуславливается населением II типа, становится еще более вероятным. Очевидно, при реальности такого вывода наблюдаемые у иррегулярных галактик типа М82 относительно ранние спектральные признаки должны иметь необычное, возможно незвездное происхождение.

б) Наличие нетеплового излучения в длинноволновом диапазоне у прототипа рассматриваемых галактик—М82 можно считать твердо установленным, ибо М82 является довольно мощным радиоисточником [14].

Недавнее исследование Сандейджа и Линдса [15] привело к заключению, что наблюдаемая на ее периферии система волокон (имеющих природу разреженной газовой

среды) расширяется со скоростью, доходящей до 1000 км/сек. Исходя из этого, они допускают возможность огромного взрыва в центральной части этой галактики. Согласно их расчетам взрыв произошел $1.5 \cdot 10^9$ лет тому назад, а масса наблюдаемого расширяющегося вещества равна $3.6 \cdot 10^6 M_{\odot}$. Указанные авторы находят, что слабое излучение волокон в континууме, так же как и в эмиссионных линиях, и заметная поляризация их света, выявленная Эльвиусом [16], являю говоря о реальной возможности существования синхротронного излучения в этой галактике.

С другой стороны, расчеты Г. А. Гурздяна [17] показывают, что наблюдаемые иногда у галактик нехарактерные для своего типа или цвета спектральные особенности, происхождение которых трудно объяснить обычным излучением, при известных предположениях возможно объяснить синхротронным излучением.

Вышеизложенное позволяет допустить наличие оптического синхротронного излучения в галактиках типа M82, чем, по-видимому, и можно объяснить их относительно ранние спектральные признаки, в частности присутствие Бальмеровской серии в поглощении. При этом следует отметить, что рассматриваемые галактики, имея много общего с M82, вместе с тем могут иногда многим отличаться от нее. Поэтому допущение наличия синхротронного излучения в оптическом диапазоне частот не обязывает к идентичному повторению в них всех процессов, происходящих в M82.

Следуя идеям В. А. Амбарцумяна [18, 19, 20] об активной роли ядер в эволюции галактик, можно высказать предположение, что иррегулярные галактики представляют собой ту стадию развития галактик, когда ядро, исчерпывая себя, прекращает свое существование как очаг, поддерживающий периодическое формирование новых образований в галактике.

Если иррегулярные галактики в самом деле представляют собой последнюю стадию развития галактик, то переход галактик в эту стадию может совершиться почти из любого морфологического типа постольку, поскольку среди

иррегулярных галактик имеются объекты как типа Магеллановых Облаков с богатым населением I типа, так и типа M82, состоящие в основном из населения II типа.

Բ. Ե. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ

M82-ի ՏԻՊԻ ԱՆԿԱՆՈՆ ԳԱՂԱԿՏԻԿԱՆԵՐ

Ա մ փ ո փ ու մ

Անկանոն գալակտիկաներ, որոնք M82-ի նման ունեն մեծ գուլնի ցուցիչներ և համեմատաբար վաղ սպեկտրալ հատկանիշներ, հանդիպում են ոչ հազվադեպ: 1 աղյուսակում բերված են որոշ տվյալներ 11 այդպիսի, համեմատաբար պայծառ գալակտիկաների համար: Այս գալակտիկաների գուլնների և սպեկտրների միջև եղած անհամապատասխանությունը հնարավոր չէ բացատրել կլանող նյութի աղդեցությունով:

Հետազոտությունը ցույց է տալիս, որ M82-ի տիպի գալակտիկաները տարբերվում են սովորական անկանոն գալակտիկաներից ոչ միայն իրենց գուլնով, այլև մի շարք այլ կարևոր առանձնահատկություններով, ինչպես, օրինակ, իրենց աստղային բնակչության բնույթով: Եղած տվյալների հետազոտությունը բերում է այն եզրակացության, որ M82-ի տիպի գալակտիկաների լուսատվությունը հիմնականում պայմանավորվում է 11 տիպի աստղային բնակչությամբ, այն դեպքում, երբ սովորական անկանոն գալակտիկաների լուսատվությունը հիմնականում պայմանավորվում է 1 տիպի բնակչությամբ:

Այսպիսով, լիակատար հիմք կա պնդելու, որ M82-ի տիպի օբյեկտները անկանոն գալակտիկաների մեջ կազմում են հատուկ ենթադաս:

Շատ հնարավոր է, որ այս գալակտիկաների վաղ սպեկտրալ հատկանիշները, որոնք պայմանավորում են նրանց գուլների և սպեկտրների միջև դիտվող անհամապատասխանությունը, ունեն ոչ աստղային ծագում: Օպտիկական սինխրոտրոն ճառագայթման գոյությունը M82-ի տիպի օբյեկտներում շատ հավանական է:

B. E. MARKARIAN

M82 TYPE IRREGULAR GALAXIES

Summary

The irregular galaxies with large colour indices and relatively early spectral characteristics similar to M82 are not so rare. In table I eleven such bright galaxies are listed.

It seems unlikely that the discrepancy between spectra and colours of these galaxies can be explained by the influence of absorbing matter.

The study shows that M82 type galaxies differ from usual irregular galaxies not only in colour but also in some other important features. Particularly they differ from usual irregular galaxies by the nature of stellar population. The examination of some data permits to conclude that the luminosities of M82 type galaxies are mainly caused by type II stellar population, whereas for the luminosities of usual irregular galaxies the type I stellar population is chiefly responsible.

To all appearances M82 type objects form special sub-type of irregular galaxies.

It is quite possible that early type spectral peculiarities of M82 type galaxies (which are at variance with colours) have nonstellar origin. The presence of optical synchrotron radiation in these galaxies is very probable.

ЛИТЕРАТУРА

1. E. Holmberg, *Medd. Lunds Astr. Obs., Ser. II*, № 136, 1958.
2. E. Prittl, *Ap. J.*, **120**, 413, 1954.
3. Б. Е. Маркарян, *Сообщения Бюраканской обсерватории*, **25**, 15, 1958.
4. Б. Е. Маркарян, Э. Я. Осанкян, С. Н. Аракелян, *Сообщения Бюраканской обсерватории*, **30**, 3, 1962.
5. M. L. Humason, N. U. Mayall and A. R. Sandage, *A. J.*, **81**, 97, 1956.
6. N. U. Mayall and A. de Vaucouleurs, *A. J.*, **87**, 363, 1962.
7. W. W. Morgan, N. U. Mayall, *Science*, **1930**, 1421, 1959.
8. N. U. Mayall, *Lick Obs. Bull.*, № 566, 1960.
9. Б. Е. Маркарян, *Астрономический журнал*, **39**, 1011, 1962.

10. *Б. Е. Маркарян*, Сообщения Бюраканской обсерватории, **34**, 3, 1963.
11. *W. W. Morgan*, P. A. S. P., **70**, 364, 1958.
12. *A. R. Sandage*, The Hubble Atlas of galaxies, 1961.
13. *G. de Vaucouleurs*, Ap. J., Suppl. ser. V, 233, 1961.
14. *C. R. Lynds*, Ap. J., **134**, 659, 1961.
15. *C. R. Lynds and A. R. Sandage*, Ap. J., **137**, 1005, 1963.
16. *A. Elulus*, Lowell Obs. Bull., № 119, vol. V, 281, 1962.
17. *Г. А. Гурздян*, Сообщения Бюраканской обсерватории, **34**, 37, 1963.
18. *В. А. Амбарцумян*, Известия АН АрмССР, **9**, 23, 1956.
19. *V. A. Ambartsumian*, Solvay Conference Report, Bruxelles, 1958.
20. *V. A. Ambartsumian*, Transactions of the IAU, XI B, 145, 1962.

