

Физика

УДК 524.74

М. А. КАЗАРЯН, Ж. Р. МАРТИРОСЯН

СВЯЗЬ МЕЖДУ МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ КЛАССАМИ И СПЕКТРАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ГАЛАКТИК С УФ-ИЗБЫТКОМ

Установлена связь между морфологическими классами и спектрально-морфологическими характеристиками галактик Казаряна с УФ-избытком. Исследовано распределение среднегеометрических угловых диаметров галактик по морфологическим классам. Показано, что с увеличением диаметра d . По процентному содержанию галактик, имеющих сильный и слабый УФ-избыток, морфологические классы объединяются следующим образом: $St+C$, $E+Sph$, $S+L$ и Ir . Установлено, что средние поверхностные яркости в фотографических (m_{pg}/\square'') и γ -лучах (m_{γ}/\square'') у галактик с сильным УФ-избытком у всех морфологических групп выше (кроме m_{pg}/\square'' в группе $E+Sph$), чем у тех же групп со слабым УФ-избытком. Показано также, что m_{pg}/\square'' и m_{γ}/\square'' у галактик с морфологией спектров $s+sd+ds$ выше, чем с морфологией d .

Введение. К настоящему времени обнаружено более 13000 галактик с УФ-избытком. Обзоры неба, выполненные в Бюраканской обсерватории на 1 м телескопе системы Шмидта с $1^{0.5}$ объективной призмой, дают возможность определить спектрально-морфологические (СМ) характеристики более 2200 галактик.

Настоящая работа посвящена установлению связи между морфологическими классами и СМ-характеристиками галактик с УФ-избытком.

Используемый материал. Для статистического исследования использован обзор М.А. Казаряна [1–6]. На полученных им пластинках обнаружены 702 галактики с УФ-избытком. В основе настоящей работы лежит морфологическая классификация галактик, предложенная в работе [7]. В ней использованы следующие символы: St – звездообразная галактика, C – компактная, Sph – сферическая, E – эллиптическая, L – линзообразная, S – спиральная, Ir – иррегулярная и т.д. 16 галактик были классифицированы как R , N и rr , число их очень мало для статистического исследования, поэтому в настоящей работе использованы данные только для 686 галактик.

СМ-характеристики. СМ-характеристики описывают спектры галактик с УФ-избытком, т.е. степень интенсивности избыточного излучения и

морфологию спектра. Степени избыточного излучения введены Б.Е. Маркаряном [8, 9]: балл 1 – очень сильный УФ-избыток, 2 – сильный и 3 – умеренный или слабый. А для морфологии спектра там же введены символы *s*, *sd*, *ds* и *d*. В [1–6] они использованы несколько иначе – учитывается ширина и резкость краев спектра. Когда размеры источников УФ-излучения (ядро или центральная область галактики, отдельные сгущения и т.д.) не превосходят 10", то вид их спектров не отличается от вида спектров звезд, т.е. ширина и резкость краев спектров почти одинаковы. В этом случае морфология спектра обозначается символом *s*. Когда размеры источников лежат в интервале 10"–15" и их спектры имеют резкие границы, то они обозначаются символом *sd*. Если спектр имеет резкие границы и ширину больше 15", то он обозначается символом *ds*, а с диффузными краями – символом *d*. В большинстве случаев галактики с морфологией спектра *d* по угловым размерам превосходят те, которые на обзорных пластинках имеют морфологии спектров *s*, *sd* и *ds*.

Надо отметить, что среди галактик с морфологией спектров *s* встречаются такие, в которых УФ-избыточным излучением обладают только входящие в них части, имеющие размеры меньше 10". Однако на пластинках их невозможно отделить от целой галактики. Обычно это относится ко всем *St*-галактикам и большинству *C*-галактик, относительное количество которых в рассматриваемой выборке составляет примерно 3,8% и 12,2% соответственно.

Очевидно, что такие морфологические характеристики спектров могут иметь галактики в целом и входящие в них различные объекты, однако нами для исследований выбраны только те из них, которые обладают УФ-избытком.

Связь между морфологическими классами и СМ-характеристиками. Так как число галактик с очень сильным УФ-избытком (балл 1) по отдельным морфологическим классам очень мало, то для получения более достоверных статистических данных к их числу добавлены галактики с сильным УФ-избытком (балл 2). В табл. 1 приведены СМ-характеристики галактик с сильным (баллы 1+2) и слабым (балл 3) УФ-избытком.

Таблица 1

Распределение относительного количества галактик с УФ-избытком по СМ-характеристикам и морфологическими классами

Морфолог. класс	Количество галактик	Сильный УФ-избыток (баллы 1+2)	Слабый УФ-избыток (балл 3)	Морфология спектров	
				<i>s+sd+ds</i>	<i>d</i>
<i>St</i>	26	14 (53,8%)	12 (46,2%)	26 (100%)	–
<i>C</i>	84	48 (57,1%)	36 (42,9%)	72 (85,7%)	12 (14,3%)
<i>E</i>	249	111 (44,6%)	138 (55,4%)	147 (59,0%)	102 (41,0%)
<i>Sph</i>	134	59 (44,0%)	75 (56,0%)	79 (59,0%)	55 (41,0%)
<i>L</i>	60	33 (55,0%)	27 (45,0%)	30 (50,0%)	30 (50,0%)
<i>S</i>	77	41 (54,7%)	36 (46,7%)	32 (41,6%)	45 (58,7%)
<i>Ir</i>	56	33 (58,9%)	23 (41,1%)	24 (42,9%)	32 (57,1%)
Всего	686	339 (49,4%)	347 (50,6%)	410 (59,8%)	276 (40,2%)

Галактики, в обозначениях морфологии спектров которых содержится символ *s* (т.е. *s*, *sd*, *ds*), были объединены, так как их УФ-избыточное излу-

чение исходит из областей, имеющих малые размеры и более резкие края. В табл. 1 приводятся количественные данные для галактик с морфологиями спектров $s+sd+ds$ и d .

Таблица 2

Средние геометрические диаметры галактик

Морфолог. класс	D (")	σ_D (")
<i>St</i>	9,68	0,57
<i>C</i>	10,93	0,43
<i>E</i>	21,33	0,73
<i>Sph</i>	21,52	0,92
<i>L</i>	27,16	1,86
<i>Ir</i>	31,78	3,50
<i>S</i>	37,06	2,47

Определенный интерес представляет распределение среднегеометрических угловых диаметров D галактик по отдельным морфологическим классам. Очевидно, что самые малые размеры имеют галактики морфологического класса *St*, потом – *C*. В используемой выборке угловые размеры галактик каждого морфологического класса (особенно у *E*, *S*, *L* и *Ir*) меняются в довольно широком интервале. Например, средний минимальный диаметр галактик класса *Ir* примерно 6".2, а средний максимальный – 133".7. Максимальные диаметры (больше 100") встречаются также в классе *S*. Результаты вычислений среднегеометрических угловых диаметров приведены в табл. 2, где даны также их среднеквадратичные ошибки. Из табл. 2 видно, что диаметры непрерывно растут от класса *St* до класса *S*. На рис. 1 приведена зависимость среднегеометрических угловых диаметров галактик определенных морфологических классов от их процентного количества по морфологии спектра d .

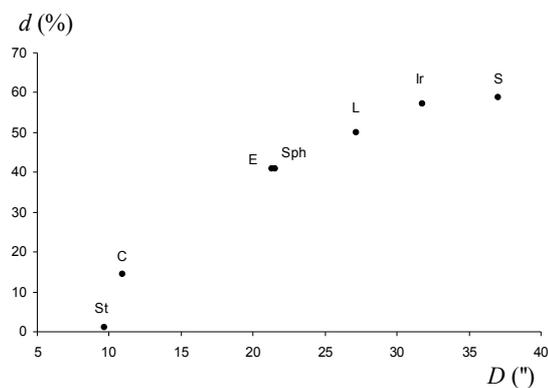


Рис. 1. Зависимость среднегеометрических угловых диаметров галактик от их процентного количества по морфологии спектра d .

морфологических классов от их процентного количества по морфологии спектра d .

Из табл. 2 и рис. 1 видно, что при увеличении средних угловых диаметров увеличивается относительное количество галактик с морфологией спектра d . Таким образом, существует четкая связь между морфологическими классами и морфологиями спектров галактик.

Из табл. 1 видно, что морфологические классы галактик можно объединить в четыре группы по близости процентного содержания УФ-избыточного излучения: $St+C$, $E+Sph$, $S+L$ и *Ir*.

На рис. 2 приведены графики зависимостей между средними поверхностными яркостями в фотографических лучах и морфологическими группами отдельно для галактик с сильным (балл 1+2) и слабым (балл 3) УФ-избытком (рис. 2, а) и отдельно для галактик с морфологиями спектров $s+sd+ds$ и d

(рис. 2, б). При определении поверхностных яркостей были использованы фотографические звездные величины и угловые диаметры, приведенные в [1–6]. Аналогичные графики были построены для звездных величин в J -лучах, эффективная длина волны которых равна 1,25 мкм [11] (рис. 3).

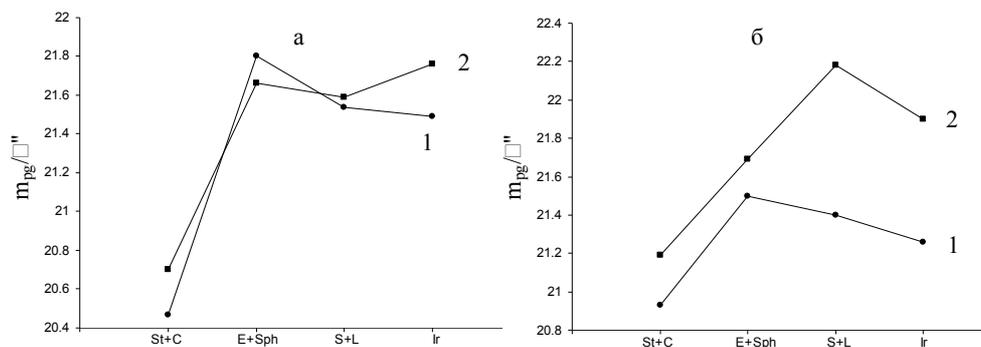


Рис. 2. Зависимость средних поверхностных яркостей галактик в фотографических лучах от их морфологических классов: а) для галактик с сильным (1) и слабым (2) УФ-избытком; б) для галактик с морфологиями спектров $s+sd+ds$ (1) и d (2).

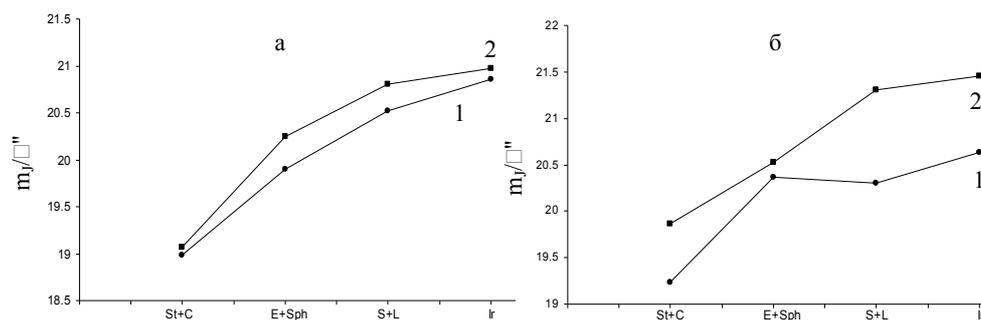


Рис. 3. Зависимость средних поверхностных яркостей галактик в J -лучах от их морфологических классов: а) для галактик с сильным (1) и слабым (2) УФ-избытком; б) для галактик с морфологиями спектров $s+sd+ds$ (1) и d (2).

Обсуждение результатов. Выборку УФ галактик с фотографической звездной величиной до 16^m можно считать полной [10]. Их число составляет примерно 54,4% от общего количества выборки (686). Отсюда можно сделать вывод, что полученные в настоящей работе результаты можно считать достоверными. Большинство галактик в морфологических группах $St+C$, $S+L$ и Ir имеют сильный УФ-избыток, причем самый высокий процент соответствует галактикам Ir (58,9%). Из рис. 2,а видно, что для морфологических групп $St+C$, $S+L$ и Ir средние поверхностные яркости галактик с сильным УФ-избытком выше, чем у галактик со слабым УФ-избытком. Что касается группы $E+Sph$, то у нее поверхностная яркость выше при слабом УФ-избыточном излучении.

При таком же сравнении из рис. 3,а видно, что средние поверхностные яркости галактик, определенные звездными величинами в J -лучах (m_J/\square''), при сильном УФ-избытке выше для всех морфологических групп, причем по

разностям между этими величинами при сильном и слабом УФ-избытках наблюдается обратная картина. На рис. 2,а самые большие разности наблюдаются у групп $St+C$ и Ir , а на рис. 3,а у этих же групп они самые маленькие; на рис. 2,а у группы $E+Sph$ поверхностная яркость выше при слабом УФ-избытке, а на рис. 3,а, наоборот, она самая большая при сильном УФ-избытке. Что касается распределения средних поверхностных яркостей по группам галактик с морфологиями спектров $s+sd+ds$ и d , то на рисунках 2,б и 3,б они имеют почти одинаковый вид – при $s+sd+ds$ они более высокие, чем при d .

Чем объясняются такие особенности галактик разных морфологических классов при сильном и слабом УФ-избытке и, вообще, какое происхождение имеет УФ-избыточное излучение?

По всей вероятности, избыточное излучение в галактиках имеет как тепловой, так и нетепловой характер. Первый обусловлен звездами классов O и B , а второй – в основном синхротронным излучением. При первом механизме сильное избыточное излучение происходит в результате свечения звезд классов O и $B0-B2$, которые многочисленны на ранних стадиях эволюции ассоциаций и сверхассоциаций. А за слабое избыточное излучение ответственны звезды классов $B3-B9$, которые вошли в эти образования на более поздних стадиях их эволюции.

Что касается второго механизма излучения, то он в основном действует в галактиках, обладающих сильным радио и рентгеновским излучениями.

Резюмируя вышесказанное, приведем следующие основные результаты.

1. Исследовано распределение среднегеометрических угловых диаметров галактик по морфологическим классам. Показано, что при увеличении диаметров увеличивается относительное количество галактик, имеющих морфологию спектра d .

2. По процентному содержанию галактик, имеющих сильный (баллы 1+2) и слабый (балл 3) УФ-избыток, морфологические классы объединяются следующим образом: $St+C$, $E+Sph$, $S+L$ и Ir .

3. Показано, что в фотографических и J -лучах у всех морфологических групп (кроме группы $E+Sph$ в фотографических лучах) средние поверхностные яркости галактик с сильным УФ-избытком выше, чем у галактик со слабым УФ-избытком.

4. Показано, что средние поверхностные яркости как в фотографических, так и в J -лучах выше у галактик с морфологиями спектров $s+sd+ds$, чем у d .

Кафедра астрофизики им. В. Амбарцумяна

Поступила 27.02.2008

ЛИТЕРАТУРА

1. Казарян М.А. – Астрофизика, 1979, т. 15, с. 5.
2. Казарян М.А. – Астрофизика, 1979, т. 15, с. 193.
3. Казарян М.А. – Астрофизика, 1980, т. 16, с. 17.
4. Казарян М.А., Казарян Э.С. – Астрофизика, 1982, т. 18, с. 512.
5. Казарян М.А., Казарян Э.С. – Астрофизика, 1983, т. 19, с. 213.
6. Казарян М.А., Петросян Г.В. – Астрофизика, 2005, т. 48, с. 409.
7. Казарян М.А. – Астрофизика, 1996, т. 39, с. 431.
8. Маркарян В.Е. – Астрофизика, 1967, т. 3, с. 55.

9. Маркарян В.Е. – Астрофизика, 1969, т. 5, с. 443.
 10. Казарян М.А., Мартиросян Ж.Р. – Астрофизика, 2003, т. 46, с. 207.
 11. Skrutskie M.F., Cutri R.M., Stiening R. et al – AJ, 2006, v. 131, p. 1163.

Մ. Ա. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ժ. Ռ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ

ԳԵՐՄԱՆՈՒՇԱԿԱԳՈՒՅՆ ԱՎԵԼՑՈՒԿՈՎ ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ
 ՁԵՎԱԲԱՆԱԿԱՆ ԴԱՍԵՐԻ ԵՎ ՍՊԵԿՏՐԱԼ ՁԵՎԱԲԱՆԱԿԱՆ
 ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ԿԱՊԸ

Ամփոփում

Ղազարյանի գերմանուշակագույն ավելցուկով (ԳՄԱ) գալակտիկաների ձևաբանական դասերի և սպեկտրալ ձևաբանական (ՍՁ) բնութագրերի միջև ստացվել է կապ: Որոշվել է գալակտիկաների միջին անկյունային երկրաչափական տրամագծերի բաշխվածությունը ըստ ձևաբանական դասերի: Ցույց է տրվել, որ տրամագծերի մեծացմանը զուգընթաց աճում է d ՍՁ ունեցող գալակտիկաների հարաբերական քանակությունը: Գալակտիկաների ձևաբանական դասերը ըստ ԳՄԱ-ի ուժեղ և թույլ տոկոսային քանակության խմբավորվում են հետևյալ կերպ. $St+C$, $E+Sph$, $S+L$ և Ir : Ստացվել է, որ բոլոր ձևաբանական խմբերի միջին մակերևութային պայծառությունները լուսանկարչական (m_{pg}/\square) և γ -ճառագայթներում (m_{γ}/\square) ուժեղ ԳՄԱ-ի դեպքում (բացի m_{pg}/\square արժեքից $E+Sph$ խմբի դեպքում) ավելի բարձր են, քան թույլ ԳՄԱ-ով նույն գալակտիկաներինը: Ցույց է տրվել նաև, որ m_{pg}/\square և m_{γ}/\square արժեքները $s+sd+ds$ ՍՁ դեպքում ավելի բարձր են, քան d տիպի դեպքում:

M. A. KAZARIAN, J. R. MARTIROSIAN

CONNECTION BETWEEN MORPHOLOGICAL TYPES AND SM
 PROPERTIES OF GALAXIES WITH UV-EXCESS

Summary

The correlation between morphological types and spectral-morphological (SM) properties of galaxies with UV-excess was found. The distribution of mean geometrical angular diameters of galaxies by the morphological types was determined. It is shown if mean geometrical diameters of galaxies are increased then relatively quantity of spectral morphology d is increased. By the same rate of UV-excess radiation intensity the grouping morphological classes of galaxies are as follows: $St+C$, $E+Sph$, $S+L$ and Ir . It is found that m_{pg}/\square and m_{γ}/\square with high UV-excess is more than the same value for galaxies with low UV-excess, except m_{pg}/\square in group $E+Sph$. It is also shown, that m_{pg}/\square and m_{γ}/\square of galaxies with a spectra morphology of type $s+sd+ds$ is more than that for type d .