

А. А. ЕГНАЗАРЯН

## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛАКТИК С УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗБЫТКОМ. VII

В данной работе продолжается исследование галактик с ультрафиолетовым избытком из списков Казаряна [1]. Приведены результаты спектрофотометрического исследования галактик № 65, 66, 92, 96. Морфологическое описание их приведено ранее [2]. Выявлены две вероятные пары физически связанных галактик с ультрафиолетовым избытком.

**Наблюдательный материал.** Спектры галактик № 65, 66 и 92, 96 были получены 4—5.06.83 на телескопе 6 м САО АН СССР с помощью спектрографа СП-160 и двухкамерного ЭОП-а УМК-91В. Спектры получены в трех спектральных областях, при ширине щели спектрографа 0.15 мм, дисперсией 65 А/мм (эмульсия—Кодак 103а-О).

В табл. 1 приведены данные о наблюдениях.

Таблица 1

Галактика	Позиц. угол	Экспозиция, мин	Спектральная область (А—А)
Каз 65	18°	10	5600—7100
	20°18'	5	4400—5900
	22°18'	5	3500—5000
Каз 66	18°	20	5600—7100
	20°18'	10	4400—5900
	22°18'	15	3500—5000
Каз 92	18°	10	5600—7100
	20°18'	5	4400—5900
	22°18'	5	3500—5000
Каз 96	18°	12	5600—7100
	20°18'	6	4400—5900
	22°18'	6	3500—5000

В качестве стандартной звезды была выбрана BD+25°3941 с  $m=10^m$ . Спектры звезды получены с расширением 0.6 мм при ширине щели спектрографа 0.05 мм. При построении кривой реакции использованы данные Стоуна [3].

На рис. 1—4 приведены спектры галактик № 65, 66, 92, 96 в трех спектральных областях (прямые фотографии их приведены в [2]).

### Описание спектров

**Каз 65**—спиральная галактика, имеет очень яркое, звездообразное ядро с диаметром примерно 6" и ярко выраженные спиральные рукава со сгущениями. Одно из этих сгущений, расположенное южнее ядра галактики, на расстоянии примерно 5", довольно яркое, звездообразное. Второе сгущение, не уступающее по яркости первому, компактное, звездообразное, расположено южнее, чем первое сгущение, на расстоянии примерно 12".

При получении спектров галактики щель спектрографа имела на-

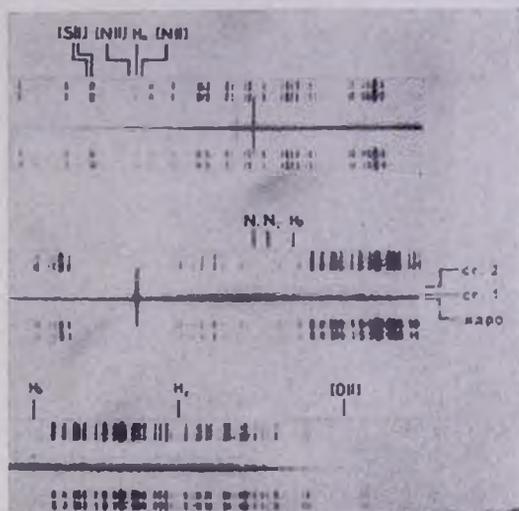


Рис. 1. Спектры галактики № 65

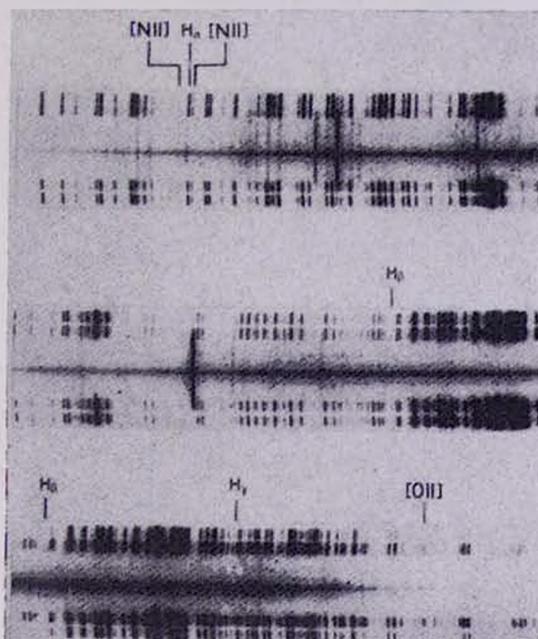


Рис. 2. Спектры галактики № 66

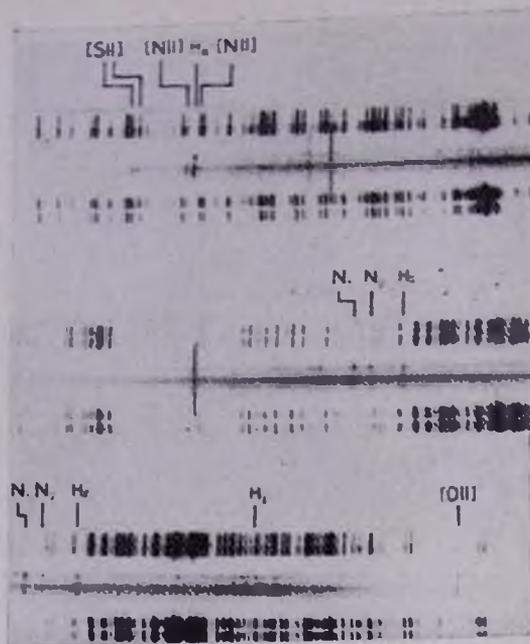


Рис. 3. Спектры галактики № 92

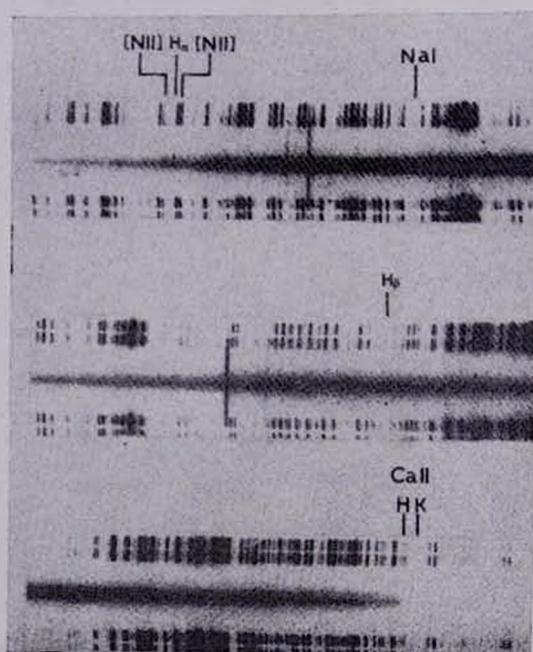


Рис. 4. Спектры галактики № 96

правление север-юг с целью получить одновременно спектры ядра галактики, ее спиральных рукавов и вышеупомянутых сгущений.

Непрерывный спектр галактики делится на три полосы, которые соответствуют ядру галактики (рис. 1, нижняя полоса), первому и второму ее сгущениям.

На ярком непрерывном спектре ядра галактики наложены эмиссионные линии [SII]  $\lambda\lambda$  6731, 6717, [NII]  $\lambda\lambda$  6583, 6548,  $H_{\alpha}$ , HeI  $\lambda$  6876, [NII]  $\lambda$  5755, [OIII]  $\lambda\lambda$  5007, 4959,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ , [NeIII]  $\lambda$  3869 и [OII]  $\lambda$  3727. На непрерывный спектр первого сгущения, уступающего по яркости непрерывному спектру ядра, наложены сильные эмиссионные линии [SII]  $\lambda\lambda$  6731, 6717, [NII]  $\lambda\lambda$  6583, 6548,  $H_{\alpha}$ , [NeIII]  $\lambda$  3869 и [OII]  $\lambda$  3727. Линия  $H_{\beta}$  имеет двухкомпонентную структуру: эмиссионный компонент с коротковолновой стороны спектра и абсорбционный — с длинноволновой, а линии  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$  находятся в поглощении.

Непрерывный спектр второго, звездообразного сгущения весьма слабый. На нем хорошо видны эмиссионные линии [NII]  $\lambda\lambda$  6583, 6548,  $H_{\alpha}$ , [NII]  $\lambda$  5755, [OIII]  $\lambda\lambda$  5007, 4959,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\alpha}$ , [OII]  $\lambda$  3727.

По вышеупомянутым эмиссионным линиям впервые определено значение красного смещения для этой галактики. Оно равно  $z=0.0260$  ( $z=0.0004$ ) и, следовательно, расстояние до нее равно  $R=104$  Мпк (здесь и далее для постоянной Хаббла принято значение  $H=75$  км/с Кпк).

Второе, звездообразное сгущение галактики имеет небольшие размеры, его диаметр порядка 1 кпк. Непрерывный спектр его весьма слабый, а на нем накладываются весьма сильные эмиссионные линии высокого возбуждения. Вероятнее всего, это сгущение является сверхассоциацией в галактике Каз 65.

На рис. 5 приводится регистрограмма одного из спектров этой сверхассоциации.

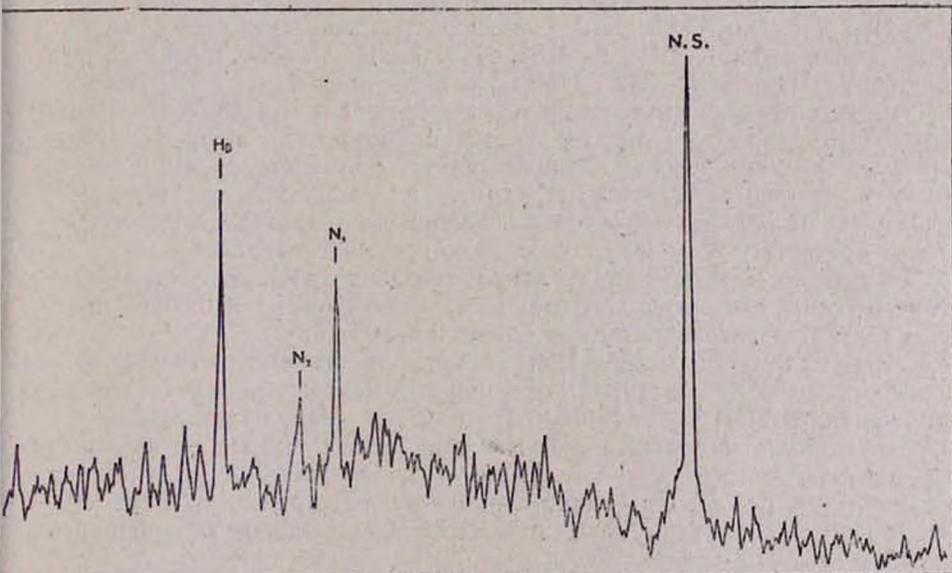


Рис. 5. Регистрограмма спектра сверхассоциации в галактике № 65

Отметим, что спиральная ветвь в противоположном от сгущений направлении излучает в линиях  $H_2$  и  $H_3$  (возможно и в линии [OII]).

В табл. 2 приводятся относительные интенсивности эмиссионных линий в ядре галактики и ее сверхассоциации.

Каз 66—спиральная галактика с ярким, звездообразным ядром, с диаметром примерно  $4''$ , и сравнительно слабыми спиральными рукавами, на которых заметны слабые сгущения. Здесь и ядро, и спиральные

Таблица 2

Ион	$\lambda$	$I_1/I_{H\beta}$	
		Ядро	СА
[SII]	6731	0.3	—
[SII]	6717	0.4	—
[NII]	6583	2.0	0.4
$H_\alpha$	6563	2.8	2.9
[NII]	6548	0.6	0.1
HeI	5876	0.2	—
[NII]	5755	0.2	0.2
[OIII]	5007	0.4	0.6
[OIII]	4959	0.1	0.2
$H\beta$	4861	1.0	1.0
$H_\gamma$	4340	+	0.2
$H_\delta$	4102	—	0.2
[NeIII]	3869	0.3	—
[OII]	3727	1.5	1.7

рукава по яркости уступают предыдущей галактике (см. рис. в [1]).

При получении спектров галактики Каз 66 щель спектрографа имела направление север-юг и охватывала одновременно спектры разных областей галактики (ядро, спиральные рукава), но из-за слабости спиральных рукавов их непрерывный спектр получился весьма слабым.

На ярком непрерывном спектре ядра галактики накладываются эмиссионные линии [SII]  $\lambda$  6731, 6717, [NII]  $\lambda$  6583, 6548,  $H_\alpha$ , слабые линии [OIII]  $\lambda$  5007, 4959, [NeIII]  $\lambda$  3869 и [OII]  $\lambda$  3727. Линия  $H\beta$  имеет двухкомпонентную структуру: эмиссионный компонент с коротковолновой стороны спектра и абсорбционный—с длинноволновой. Линия  $H_\alpha$  простирается довольно далеко, примерно по  $10''$  в обе стороны от непрерывного спектра ядра, и по распределению яркости показывает, что линия излучается отдельными областями, соответствующими северному и южному рукавам спиралей галактики.

Впервые определенное красное смещение галактики Каз 66 по эмиссионным линиям ее спектра равно  $z=0.0263$  ( $\tau=0.0006$ ), и, следовательно, расстояние до нее равно  $R=105$  Мпк.

Каз 92—имеет сложную структуру, она тянется с севера на юг примерно на  $25''$ . От яркой, сферической центральной области—ядра галактики, диаметром примерно  $7''$ , отходят спиральные рукава к северу и к югу. С северной стороны к ядру тесно примыкает нечетко отделяющееся от него яркое, компактное, звездообразное сгущение с диаметром около  $6''$ . На южной стороне, на расстоянии примерно  $10''$ — $11''$  от ядра галактики находится компактное, также звездообразное сгущение с диаметром  $5''$ .

При получении спектра галактики щель спектрографа имела направление, примерно, север-юг и проходила вдоль галактики так, чтобы звезда, примыкающая с северной стороны к галактике, осталась вне щели.

Непрерывный спектр галактики явно делится на три полосы (см. рис. 3), которые принадлежат северному сгущению (внизу), ядру галактики и южному сгущению.

На яркий непрерывный спектр ядра галактики накладываются эмиссионные линии [SII]  $\lambda$  6731, 6717, [NII]  $\lambda$  6583, 6548, H $\alpha$ , HeI  $\lambda$  5876, [OIII]  $\lambda$  5007, 4959, H $\beta$ , H $\gamma$ , [OII]  $\lambda$  3727.

На весьма слабые непрерывные спектры как северного, так и южного сгущений галактики наложены эти же, но весьма сильные эмиссионные линии.

По измерениям вышеупомянутых эмиссионных линий значение красного смещения галактики Каз 92, определенное впервые, оказалось равным  $z=0.0119$  ( $\sigma=0.0004$ ), а расстояние до нее равно  $R=79.6$  Мпк.

В табл. 3 приведены относительные интенсивности эмиссионных линий в спектрах ядра и сгущений галактики Каз 92.

Таблица 3

Ион	$\lambda$	$I_i/I_{H\beta}$		
		Ядро	Северное сгущение	Южное сгущение
[SII]	6731	0.9	0.3	0.4
[SII]	6717	1.1	0.2	0.3
[NII]	6583	1.6	0.6	0.6
H $\alpha$	6563	3.8	4.4	4.9
[NII]	6548	0.6	0.2	0.2
HeI	5876	0.2	0.2	0.3
[OIII]	5007	0.5	1.3	1.7
[OIII]	4959	0.2	0.4	0.6
H $\beta$	4861	1.0	1.0	1.0
H $\gamma$	4340	0.3	0.4	0.3
[OII]	3727	2.7	1.8	1.9

Эмиссионные линии в спектре галактики Каз 92 наклонены, что является результатом ее вращения. Используя распределение яркости в линиях [NII], H $\alpha$  и H $\beta$ , построены кривые вращения, а затем проведена кривая вращения для галактики методом наименьших квадратов, которая приведена на рис. 6 (за нуль пункт кривой принят центр ядра галактики, правая ветвь кривой соответствует северной области галактики, а левая—южной).

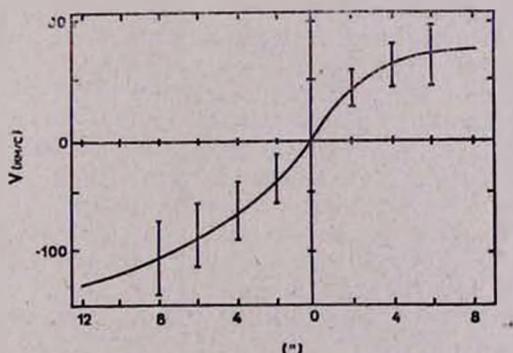


Рис. 6. Кривая вращения галактики № 92

Из хода кривой вращения видно, что ядро галактики, диаметром примерно 3 кпк, показывает твердотельное вращение со скоростью око-

ло 55 км/с. Южное сгущение галактики, вероятно, имеет автономное вращение, примерно, со скоростью 25 км/с. Для расчетов принято, что сгущение это с диаметром около 1.5 кпк также имеет твердотельное вращение.

Исходя из факта вращения, нами определены массы ядра галактики и южного сгущения, которые, соответственно, равны  $10^8 M_{\odot}$  и  $10^9 M_{\odot}$  [4].

Отметим, что южное сгущение галактики Каз 92 по своим спектральным особенностям, вероятно, является сверхассоциацией.

Каз 96—спиральная галактика, видимая с ребра, с ярким, протяженным ядром и далеко простирающимися спиральными рукавами. На фоне ядра с размерами примерно  $8'' \times 16''$ , на южной ее части, выделяется сгущение с диаметром примерно  $6''$ , по яркости мало отличающееся от ядра.

При получении спектра галактики шель спектрографа проходила вдоль галактики, охватывая как ее ядро, так и спиральные рукава.

На яркий непрерывный спектр ядра галактики наложены эмиссионные линии [NII]  $\lambda$  6583, 6548,  $H_{\alpha}$ , [OIII]  $\lambda$  3727, линии поглощения NaI  $\lambda$  5896, 5892,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$ , CaII H K  $\lambda$  3968, 3933.

Интересно отметить, что линии [NII] и  $H_{\alpha}$  поперек дисперсии клинообразные, яркость в них равномерно убывает от сгущения к ядру.

По эмиссионным линиям и линиям поглощения впервые определенное значение красного смещения галактики Каз 96 получается  $z=0.0198$  ( $\sigma=0.0006$ ), а расстояние галактики равно  $R=79.2$  Мпк.

Как эмиссионные, так и абсорбционные линии в спектре галактики имеют наклон, что является результатом вращения. Ядерная область галактики диаметром примерно 7 кпк вращается со скоростью порядка 150 км/с. Принимая ее вращение как твердотельное, нами оценена масса ядерной области галактики, куда входит и вышеупомянутое сгущение. Масса ядерной области галактики порядка  $1.8 \cdot 10^{10} M_{\odot}$ .

**Заключение**—Галактики с ультрафиолетовым избытком № 65 и 66 из списка Казаряна, вероятнее всего, составляют физическую пару, так как имеют близкие по значению красные смещения, а в проекции находятся примерно на расстоянии 100 кпк друг от друга.

Галактики № 65 и 66 спиральные, со сгущениями на спиральных рукавах. Направление закручивания спиралей у этих галактик противоположное.

Галактика № 65 имеет яркое ядро и хорошо выраженные спиральные рукава. Используя отношение интенсивностей запрещенных линий серы, присутствующих в спектре ядра галактики,  $R=I(6717)/I(6731)$ , и известную зависимость между величинами  $R$  и логарифмом электронной плотности  $\lg N_e$  [5], была оценена величина электронной плотности в ядре. Она оказалась порядка  $10^{22} \text{ см}^{-3}$  (для электронной температуры принималось значение  $T_e=10^4 \text{ }^\circ \text{K}$ ).

Одно из двух сгущений Каз 65, а именно южное, яркое и звездобразное, судя по своим физическим особенностям, является сверхассоциацией. Диаметр этой сверхассоциации примерно 1.3 кпк, а абсолютная звездная величина ее в цвете В примерно  $M=-16^m$ . На диаграмме зависимости абсолютная звездная величина—линейный диаметр (построенной для сверхассоциаций [6]), вышеупомянутая сверхассоциация располагается чуть выше линии, представляющей зависимость  $M_{\text{PK}}$  от  $D$  (кпк).

На диаграмме зависимости  $\lg I([\text{OIII}])/I(H_{\beta})$  от  $\lg I([\text{NII}])/I(H_{\alpha})$  [7] и ядро, и сверхассоциация галактики № 65 попадают в ту ее часть, которую занимают NII области.

У галактики № 66 и ядро, и спиральные рукава менее яркие, но и здесь заметны следы сгущений на спиральных рукавах. Ее спектр также эмиссионный, высокого возбуждения.

Спиральные галактики № 92 и 96 с ультрафиолетовым избытком из списка Казаряна, вероятно, также составляют физическую пару, так как они имеют близкие по значению красные смещения, и в проекции находятся примерно на расстоянии 140 кпк друг от друга.

Галактика № 92 имеет яркое, возможно двойное, ядро, и два ярких, компактных, звездообразных сгущения. Спектры и ядра, и сгущений галактики эмиссионные, высокого возбуждения. Ядро галактики и южное ее сгущение, которое является сверхассоциацией, показывают вращение. Диаметр сверхассоциации примерно 1,5 кпк, а абсолютная звездная величина ее в цвете В около  $M = -16^m$ . На диаграмме зависимости абсолютных звездных величин от линейных диаметров для сверхассоциаций [6] данная сверхассоциация располагается на проведенной прямой. В спектрах и ядра, и сгущений галактики № 92 присутствуют запрещенные линии серы [SII]  $\lambda$  6731, 6717. Используя зависимость их относительных интенсивностей и электронной плотности и принимая для электронной температуры значение  $T_e = 10^4$  °К [5], вычислены значения электронной плотности в ядре галактики и в ее северном и южном сгущениях. Они оказались порядка  $3 \cdot 10^3 \text{ см}^{-3}$ ,  $4 \cdot 10^2 \text{ см}^{-3}$ ,  $7 \cdot 10^2 \text{ см}^{-3}$  соответственно. На диаграмме зависимости  $\lg I([\text{OIII}]) / I(\text{H}\beta)$  от  $\lg I([\text{NIII}]) / I(\text{H}\alpha)$  [7] и ядро, и оба сгущения галактики примерно попадают в ту часть диаграммы, которую занимают III области. Отношение масса—светимость для сверхассоциации галактики № 92 порядка 0,8.

Ядерная область галактики № 96 сочетает ядро и сгущение в нем. Галактика показывает сильный непрерывный спектр с эмиссионными линиями и линиями поглощения. Вся ядерная область галактики показывает вращение.

Таким образом, выявлены две вероятные пары физически связанных спиральных галактик с ультрафиолетовым избытком, весьма вероятно, имеющих общее происхождение.

Автор считает своим приятным долгом выразить благодарность проф. Э. Е. Хачикяну за ценные замечания, а также А. Н. Буренкову за помощь при наблюдениях на БТА.

22 июля 1985 г.

Ա. Ա. ԵՂԻԱԶԱՐՅԱՆ

ԿԵՆՏՐՈՆՈՒՇԱԿԻ ԱՎԵՂՅՈՒԿՈՎ ԳԱՆԱԿՏԻԿԱՆՆԵՐԻ ՍՊԵԿՏՐԱԼՈՒԽԱԶԱՓԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ. VII

Կատարված է Ղազարյանի ցուցակին պատկանող 4 գերմանուշակ ավելցուկով գալակտիկաների՝ NN 65, 66, 92, 96 սպեկրալուսաչափական ուսումնասիրություն (սպեկտրները ստացված են ՀԱԱ 6 մ դիտակի օդնությամբ, առաջին անգամ որոշված են գալակտիկաների կարմիր շեղման արժեքները):

Պարզվել է, որ NN 65, 66, 92 գալակտիկաները ունեն առաքման գծերով սպեկտրներ, իսկ N 96-ի սպեկտրը ունի  $\lambda'$  առաքման,  $\lambda'$  կլանման գծեր: NN

65, 92-ի համար հաշվված են առաքման գծերի հարաբերական ինտենսիվությունները, գնահատված են էլեկտրոնային խտությունները:

NN 92, 96-ում հայտնաբերված է պտույտ, գնահատվել են դրանց զանգվածները: Գնահատվել են NN 65, 92-ում հայտնաբերված գերաստղասփյուռների բացարձակ աստղային մեծությունները և տրամագծերը: Բացահայտված է գերմանուշակ ավելցուկ ունեցող պարուրածն գալակտիկաների, ամենայն հավանականությամբ, ընդհանուր ծագում ունեցող 2 ֆիզիկական զույգ:

A. A. YEGIAZARIAN

### SPECTROPHOTOMETRY OF THE GALAXIES WITH UV EXCESS. VII

The results of the spectrophotometry of 4 (NN 65, 66, 92, 96) Kazarian galaxies with ultraviolet excess are presented. The spectra of galaxies were obtained with 6 m SAO telescope. The redshifts of these galaxies are measured for the first time. The relative intensities of the emission lines of NN 65, 92 galaxies spectra are measured. The electron density of the nucleus of NN 65, 92 galaxies are calculated. The absolute magnitude and diameter of the superassociation of NN 65, 92 galaxies are calculated. The rotation of the NN 92, 96 galaxies are calculated. The rotation of the NN 92, 96 galaxies nuclei are observed.

So, 2 physical pairs of spiral galaxies with ultraviolet excess, probably, of common origin are found.

### ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Казарян, *Астрофизика*, 15, 5, 1979.
2. А. А. Егизарян, *Астрофизика*, 19, 631, 1983.
3. R. P. S. Stone, *Ap. J.*, 218, 767, 1977.
4. М. А. Казарян, Е. Կե. Khachikian, А. А. Yegiazarian, *Astrophys. and Space Sci.*, 82, 105, 1982.
5. D. Pequignot, S. M. V. Aldrovandi, G. Stasinska, *Astron. Astrophys.*, 58, 411, 1977.
6. М. А. Казарян, *Астрофизика*, 20, 35, 1984.
7. V. A. Balzano, *Ap. J.*, 268, 602, 1983.