

УДК 524.7:520.82

UВV-ФОТОМЕТРИЯ ГАЛАКТИК В ГРУППАХ И ИХ ОКРЕСТНОСТЯХ. ГРУППА ГАЛАКТИК ГЕЛЛЕР - ХУКРА GП 3

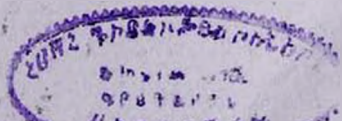
А. Т. КАШОУЛЯН, Е. Г. НИКОГОСЯН

Поступила 8 марта 1993

Приводятся результаты UВV-фотометрии трех галактик в группе Геллер-Хукра №3 и шести галактик в ее окрестности. Построены спектры, определены интегральные звездные величины и U-B, B-V показатели цвета, исследовано распределение яркости и цветов. Показано, что галактики, составляющие группу, по ряду своих фотометрических характеристик не отличаются от галактик поля.

1. Введение. Физическая природа многих групп галактик вызывает сомнения. Малая дисперсия скоростей галактик-составляющих, соединяющие их мосты, джеты, направленные от одной галактики к другой свидетельствуют о том, что галактики в группах, по всей вероятности, имеют общее происхождение. В этом случае можно поставить вопрос, не обладают ли члены группы общими для них характеристиками, как, например, морфологические детали, яркостные, цветовые, структурные особенности, наличие газа и т.д. В последнее время детально изучаются компактные группы Хиксона [1]. Сюнгтик [2] произвел подсчеты галактик вокруг этих групп и нашел, что только небольшая их доля может быть результатом случайных образований. Он рассматривает возможность недавнего ($t \ll H_0^{-1}$) возникновения компактных групп и допускает, что члены с несходными красными смещениями каким-то образом связаны с этим недавним возникновением.

Беттони и Фазано [3] наблюдали около 80 галактик раннего типа, входящих в группы Хиксона. Построены фотометрические и морфологические профили галактик. Предварительные результаты



показывают, что внешние геометрические профили многих галактик в компактных группах сильно искажены. Профили же яркости эллиптических галактик в данной выборке, наоборот, почти регулярные и следуют общему закону $I(r) \sim r^{-1/4}$ до Вокулера.

Беттони и др. [4] исследовали динамику галактик в двух компактных группах Хиксона. По результатам этой работы, для обеих групп, несмотря на близость компонентов, нет свидетельства в пользу кинематических искажений. Одновременное присутствие в группе N 90 галактик, богатых газом и галактик без эмиссионных линий указывают на то, что обмен газовым веществом между галактиками пока не имел места.

Многими авторами было исследовано влияние приливных взаимодействий на глобальные характеристики компонентов взаимодействующих галактик (см. обзор [5]). Показано, например, что в случае слившихся галактик, несмотря на явно некулирную структуру этих объектов, усредненные фотометрические профили хорошо описываются законом до Вокулера [6,7]. Решетниковым было показано, что при данной эффективной поверхностной яркости μ_e эффективные радиусы R_e тесных пар взаимодействующих галактик примерно на 30% меньше радиусов одиночных галактик [8].

Шомберт и др. [9] исследовали цветовые характеристики приливных структур. Показано, что эти структуры имеют в среднем более голубой цвет, чем сами галактики.

В отличие от групп Хиксона и взаимодействующих галактик, группы Гельер-Хукра в среднем являются более широкими, а их члены - более яркими. Джуричичи и др. [10] исследовали группы Гельер-Хукра с целью выявления возможных зависимостей основных характеристик, как, например, светимости, цвета, размеры, отношение полуосей от плотности окружающей среды. Примечательно, что широкий максимум, наблюдаемый в распределениях светимостей и диаметров спиральных галактик и соответствующие распределения линзовидных галактик в целом сдвигаются в сторону низких значений при увеличении степени компактности групп. Между тем никаких различий в цветах и отношениях полуосей галактик для групп высокой и низкой компактности не обнаружено.

Калюглиян и Унапян [11] на картах Галомарского атласа произвели подсчеты галактик в девяти группах Геллер-Хукра разной степени компактности. Подсчеты проводились в больших областях вокруг групп с радиусами, достигающими до 2 градусов. Получено, что во многих исследованных группах имеется большое количество слабых галактик. Часто плотность галактик существенно растет к центру группы. По-видимому, хотя бы часть группы Геллер-Хукра входит в состав более крупных образований. Этот результат, однако, нуждается в проверке на более обширном материале.

Настоящей статьей мы начинаем *UBV*-фотометрическое исследование групп галактик из списка Галлер-Хукра [12]. Члены группы, в основном, яркие. Для них, как и для галактик, не принадлежащих по [12] группам, но находящихся в области данной группы, построены изоденсы, определены интегральные *UBV*-величины и *U-B*, *B-V* цвета внутри разных радиусов и некоторые другие характеристики. В данной работе мы приводим результаты исследования группы № 3 из списка [12].

2. Наблюдательный материал и методика обработки.

Снимки в цветовой системе *UBV* получены в первичном фокусе 2.6 метрового телескопа Бюраканской обсерватории. Масштаб телескопа 21". 5 на мм. Снимки в *U* лучах сделаны на пластинках ZU-21 через светофильтр UG-2, в лучах *B* - на пластинках ZU-21 через светофильтр BC-8, а в *V* лучах - на пластинках Kodak 103a-D через светофильтр ЖС-17. Инструментальная цветовая система мало отличается от стандартной системы *UBV*.

Изображения галактик сфокусировались на микроденситометре PDS 1010A Бюраканской обсерватории, в режиме плотностей. Размеры использованной диафрагмы были 25×25 мкм или около 0".5×0".5, а шаг как по *X*, так и по *Y* направлениям - 15 мкм. Вокруг каждой исследуемой галактики открывалось окно, размеры которого менялись в зависимости от яркости объекта. Максимальные размеры окна были 10мм×10мм или же, имея в виду масштаб телескопа, 3'.6×3'.6, что значительно больше размеров ярчайших галактик. Фон неба на пластинках определяется путем усреднения значений для ряда областей, свободных от видимых объектов.

Снимки калибровались с помощью трубчатого фотометра, марки которого печатались на неэкспонированной части пластины. Для стандартизации были использованы интегральные *UBV*-величины NGC 80 и NGC 83, взятые из каталога де Вокулера и др. [13].

3. *Некоторые данные о группе GH 3.* Репродукция снимка области GH 3 приведена на рис. 1.

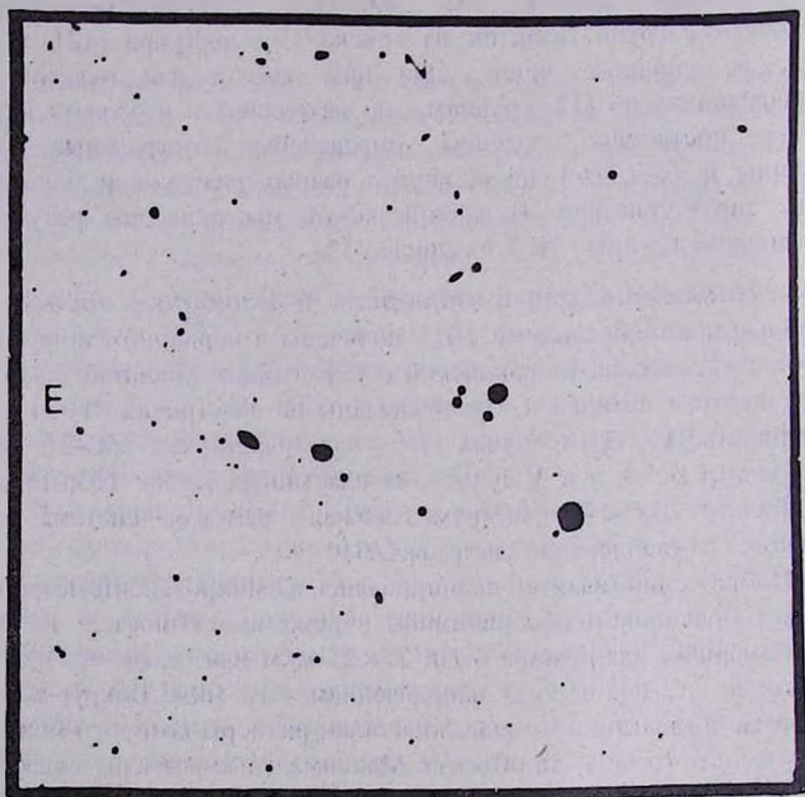


Рис. 1. Область группы GH3. Репродукция с голубой карты планетарного атласа. Члены группы: №1 = NGC 80, №2 = NGC 83, №3 = NGC 91. Для отождествления других галактик см. табл.1.

Измеренные галактики пронумерованы. Трем членам группы присвоены номера 1-3. При этом №1=NGC 80, №2=NGC 83 и №3=NGC 91. Четвертый член группы IC 1543 оказался вне наблюдаемой области. Средняя радиальная скорость группы равна 5649 км/с, а дисперсия скоростей 468 км/с.

Джиуричипи и др. [10] ввели понятие компактности группы, определяя ее как

$$C = \lg 3N / 4\pi R^3,$$

где N - общее число (видимых и не видимых) членов группы, а R - среднее значение парных расстояний. Для группы GH 3 получено значение $C = 2.72$. Согласно [10] она является группой высокой компактности.

Взаимные расстояния компонентов 1, 2 и 3 одинакового порядка величины. При постоянной Хаббла $H = 75 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$ и вышеприведенной средней скорости группы взаимные расстояния компонентов соответственно равны: $d_{12}=127 \text{ кпк}$, $d_{13}=233 \text{ кпк}$, $d_{23}=164 \text{ кпк}$. Отношение наибольшего расстояния к наименьшему равно 1.8. Четвертый компонент IC 1543 отстоит довольно далеко от этой тройки. Его расстояние от геометрического центра тройки превышает расстояние между компонентами 1 и 3, являющимися наибольшим в тройке, более чем в 3 раза. Принадлежность IC 1543 к группе, по-видимому, спорна.

4. *Результаты.* Изоденсы были построены для 15 галактик в области группы, однако из-за нехватки места, наряду с изоденсами для членов группы, мы приводим изоденсы лишь для некоторых, более ярких галактик поля. Ниже мы приводим описание морфологических структур по изоденсам в цветах U , B и V .

NGC 80 (№1 на снимке). Ярчайшая галактика в группе. В [13] она классифицирована как S0. По изоденсам обладает сферической формой. В центре нет явно выделенного ядра. В цвете U имеет ключковатую структуру. Никаких следов деформации изофот во всех трех цветах не замечается. Нет также каких-нибудь peculiarных структур.

NGC 83 (№2 на снимке). В [13] классифицирована как E0. По изоденсам в цвете V ядерная часть имеет сферическую форму. Между тем в цвете B ядро вытянуто, а в цвете U разбито на несколько мелких

ступений, характерных сложным ядрам. Внешние изоденсы в B и V имеют правильную форму и не показывают никаких следов деформации.

NGC 91 (№3 на снимке). Согласно [13] морфологический тип галактики - $S(B)sp$. Видна под углом к лучу зрения. Логарифм отношения большой оси к малой по внешнему изоденсу равен 0.35, что совпадает со значением, приведенным в каталоге [13]. Центральная часть вытянута в перпендикулярном направлении к большой оси галактики из-за маленького, характерного для поздних спиралей, бара. По картине в цвете U участки спиральных ветвей, более близких к центру галактики, являются более красными, чем их внешние части. Объект на северной части галактики является скорее всего звездой. Изоденсы галактики не деформированы.

NGC 93 (№4 на снимке). Яркая спиральная галактика с тонкими длинными ветвями. Центральное тело вытянутое и яркое. Как в цвете B , так и в цвете V внешняя изофота на юго-западной части галактики, близкой к NGC 91, деформирована, как бы вдавлена. К сожалению на изоденсах в цвете V имеется дефект. Тем не менее нетрудно заметить асимметричное расположение изофот относительно ядра галактик по большой ее оси. Если эти искажения вызваны влиянием члена группы NGC 91, то очевидно, что NGC 93 также принадлежит к группе. Однако необходимо иметь красное смещение галактики.

№5. По нашей классификации спиральная галактика типа Sb . Имеет яркую центральную часть и толстые рукава. На изоденсах в цвете B в центральной части галактики видны два ступения, что создает впечатление двухядерной структуры. Также и в V цвете ядерная часть имеет сложную структуру. В U цвете ни одна изофота не имеет правильной формы, опять-таки центральная часть разорвана на части. По картинам в B и V цветах нет поворота изофот при удалении от центра. Близко от ядра просектирована яркая звезда.

№6. По нашей классификации спиральная галактика типа Sc . Имеет внутренние и внешние ветви. Видна под углом к лучу зрения. Отношение малой оси к большой равно 0.28 в цвете V . Изоденсы правильные, нет поворота при удалении от центра.

№7. Линзовидная галактика с центральным ярким вытянутым телом, окруженным слабой сферической оболочкой. Внутренние изофоты вытянутые. В центральной части имеются два ступения, что

особенно хорошо видно в лучах V . По-видимому, двухядерная галактика.

№8. Линзовидная галактика. Внутренние изофоты менее вытянутые, чем внешние. Наблюдается поворот больших осей изофот, что особенно хорошо замечается в цвете B . В этом же цвете в центре наблюдаются два сгущения, однако их реальность сомнительна.

№9. Эллиптическая галактика. По-видимому, составляет пару с предыдущей галактикой. Внутренние изофоты более круглые, чем внешние. Нет поворота больших осей изофот. Центральная изофота расположена асимметрично относительно центра других изофот. Эта асимметрия наблюдается как в B , так и в V цвете. В лучах U изолинсы сильно деформированы, что может быть результатом неравномерного распределения яркости в этом цвете.

В табл. 1 приводятся интегральные фотометрические характеристики измеренных галактик. Номера, приведенные в первом столбце, соответствуют номерам на рис. 1, а номера по NGC и IC даны во втором столбце. В третьем-пятом столбцах приводятся видимые B -величины и $U-B$, $B-V$ цвета галактик, измеренных в радиусе r , указанных в шестом столбце. Предельной изофоте, внутри которой определены интегральные величины, приблизительно соответствует 23.3 звездная величина с кв. секунды дуги. В седьмом столбце приведены средние поверхностные яркости внутри данного радиуса r . В последнем столбце таблицы даются морфологические типы галактик. Морфологические типы чисел группы взяты из [13].

При средней радиальной скорости группы $V_r = 5649$ км/с и постоянной Хаббла $H = 75$ км с⁻¹ Мпк⁻¹, для линейных размеров больших осей чисел группы получены значения: 22.6 кпк - для NGC 80, 17.4 кпк - для NGC 83 и 22.6 кпк - для NGC 91. Абсолютные звездные величины в цвете B , исправленные за галактическое поглощение ($A_B = 0.26$) соответственно равны: $-21^m.1$, $-20^m.6$ и $-21^m.0$. Таким образом члены группы являются гигантскими галактиками как по размерам, так и по светимостям.

Из данных табл. 1 видно что по интегральным показателям цвета члены группы и галактики поля не отличаются друг от друга. Спиральные галактики в обоих случаях имеют несколько более низкие значения $U-B$, чем E и S0 галактики, а показатели цвета $B-V$ двух типов галактик отличаются в меньшей степени.

На двухцветной диаграмме (рис. 3) члены группы и галактики поля располагаются в одной и той же области. Дисперсия же в распределении $U-B$ цветов ядерных областей галактик (на рисунке знаки в кружках) существенно больше дисперсии в распределении интегральных $U-B$ цветов. При этом ядерные области членов группы имеют слегка более красный цвет $U-B$. Однако это различие вряд ли является существенным.

Звездные величины и цвета были определены в разных диаметрах вокруг центра данной галактики. На рис. 4 приведены зависимости $U-B$ и $B-V$ показателей цвета от логарифма углового радиуса круга, внутри которого они определены. Как мы видим, во всех случаях наблюдается понижение галактик при удалении от центра.

Таблица 1

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРЕННЫХ ГАЛАКТИК

№	NGC, IC*	B	$U-B$	$B-V$	r	$B \square''$	Морф. тип
1	80	18 ^m .91	0 ^m .79	1 ^m .17	1 ^m .6	21 ^m .21	S0
		14.11	0.51	1.06	22	22.04	
		13.55	-	-	30	22.13	
2	83	18.95	0.88	1.21	1.6	21.25	E0
		14.43	0.50	1.08	19	22.00	
		14.07	-	-	23	22.10	
3	91	19.29	0.88	1.19	1.6	21.59	S(B)sp
		14.19	0.38	0.96	23	22.22	
		13.68	-	0.93	30	22.26	
4	93	18.93	0.92	1.19	1.6	21.23	S
		14.46	0.50	1.06	19	22.03	
		13.62	-	1.01	30	22.20	
5		19.70	0.56	1.25	1.6	22.00	Sb
		14.99	0.33	0.97	16	22.29	
		14.49	-	0.95	21	22.38	
6	1546	19.69	0.55	1.29	1.6	21.99	Sc
		14.98	0.32	1.02	16	22.28	
		13.79	-	0.94	29	22.37	
7	85	18.03	0.63	1.15	3.2	21.84	S0
		15.15	0.37	1.08	15	22.27	
		14.94	-	1.06	17	22.24	
8	94	19.23	0.79	1.17	1.6	21.53	S0
		15.24	0.54	0.95	13	22.06	
		14.50	-	-	20	22.20	
9		19.19	0.78	1.12	1.6	21.49	E0
		16.15	0.52	0.98	9	22.03	
		14.82	-	-	17	22.21	

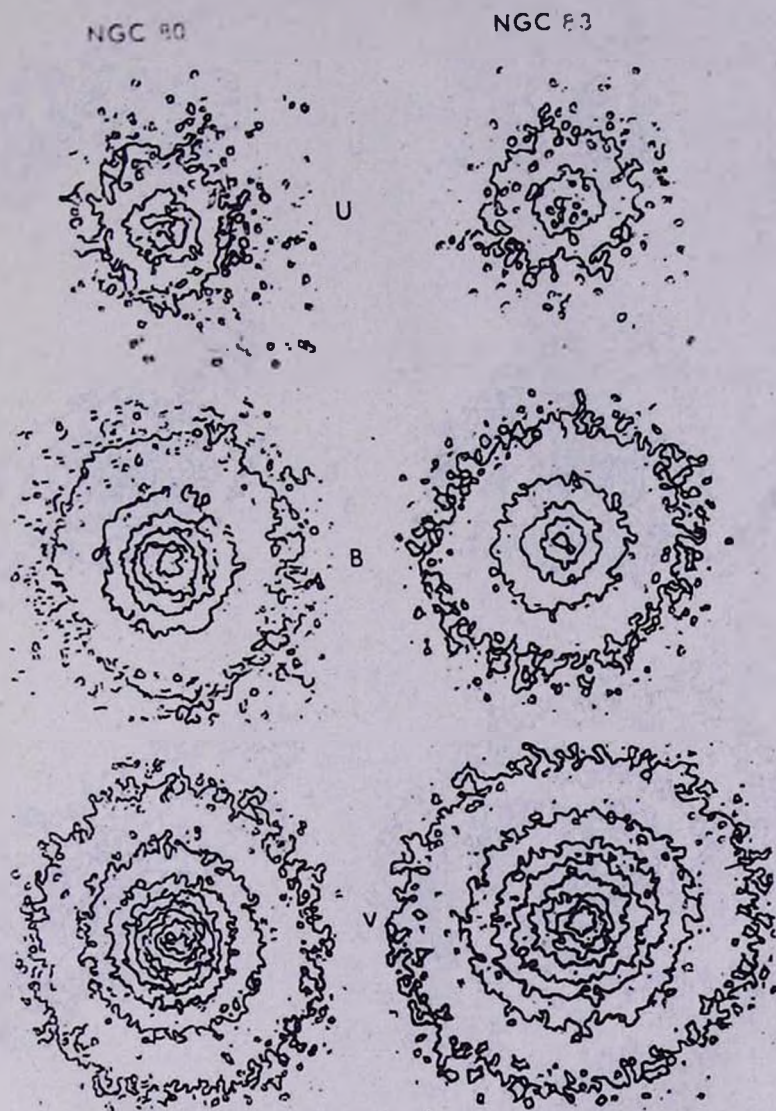


Рис. 2. Изоинтенсивности исследованных галактик в области GN3. Внешним изоинтенсивностям в цветах U , B и V соответственно соответствуют около 23.2, 23.0 и 22.1 звездной величины с кв. секунды дуги. Шаг по изофотам - в среднем $0^m.15$ в цвете U и $0^m.3$ в B и V .

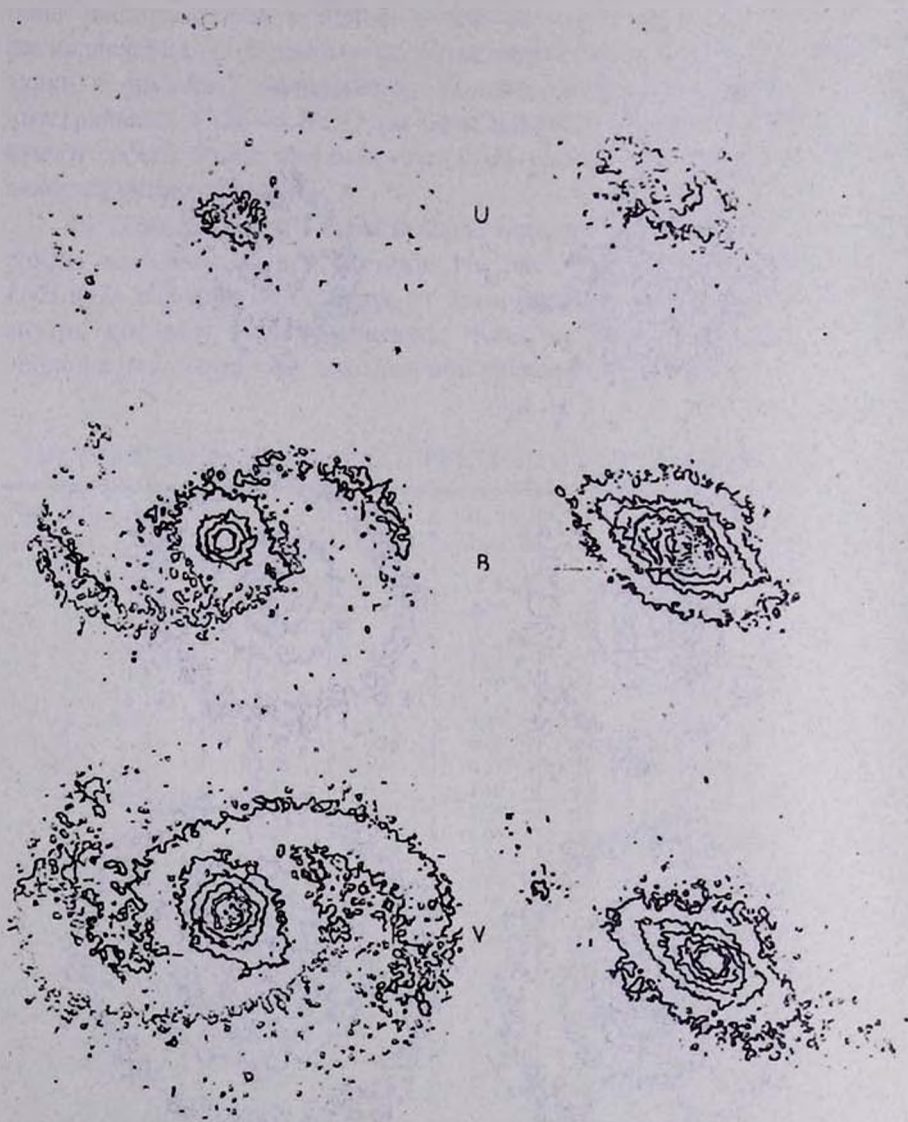


Рис. 2. Продолжение.

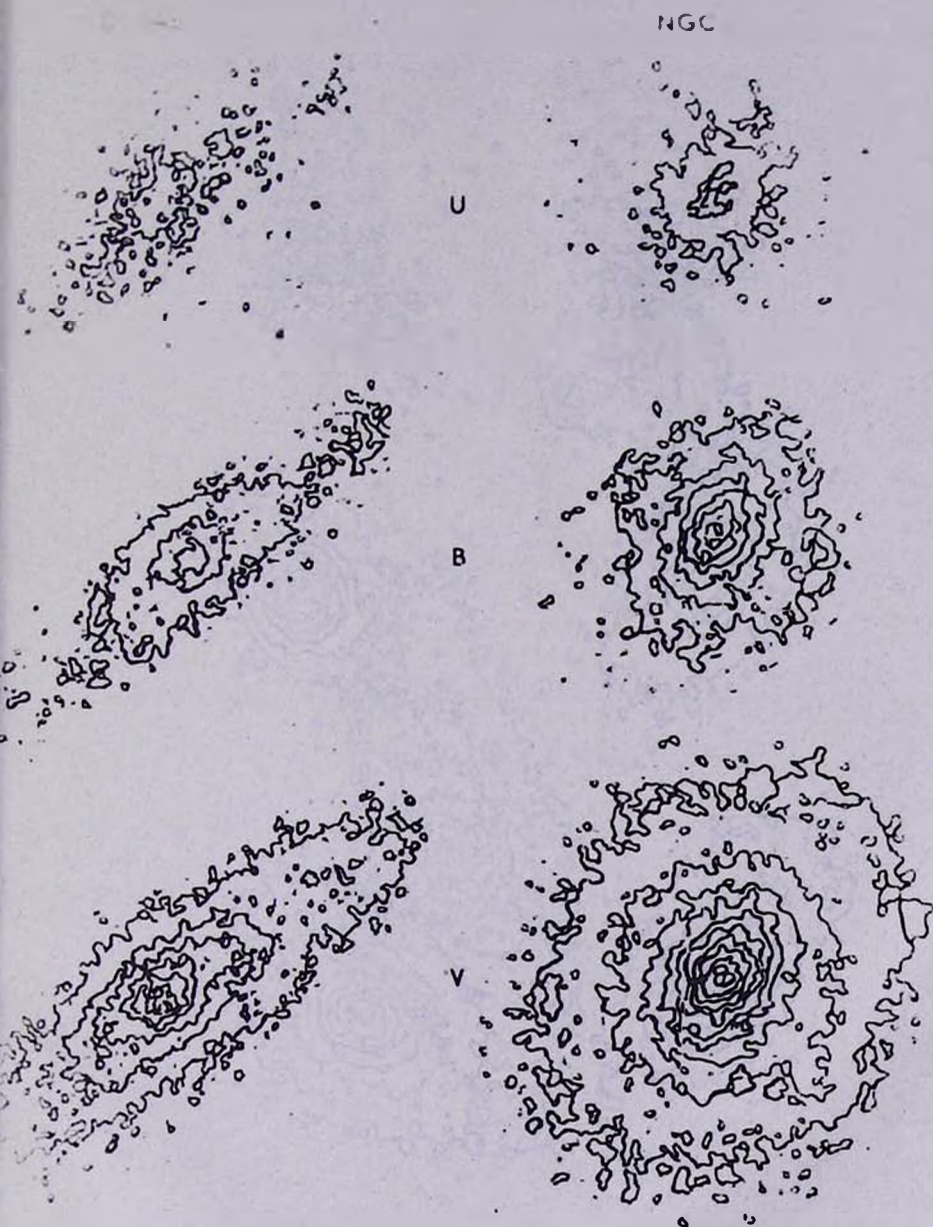


Рис. 2. Продолжение.

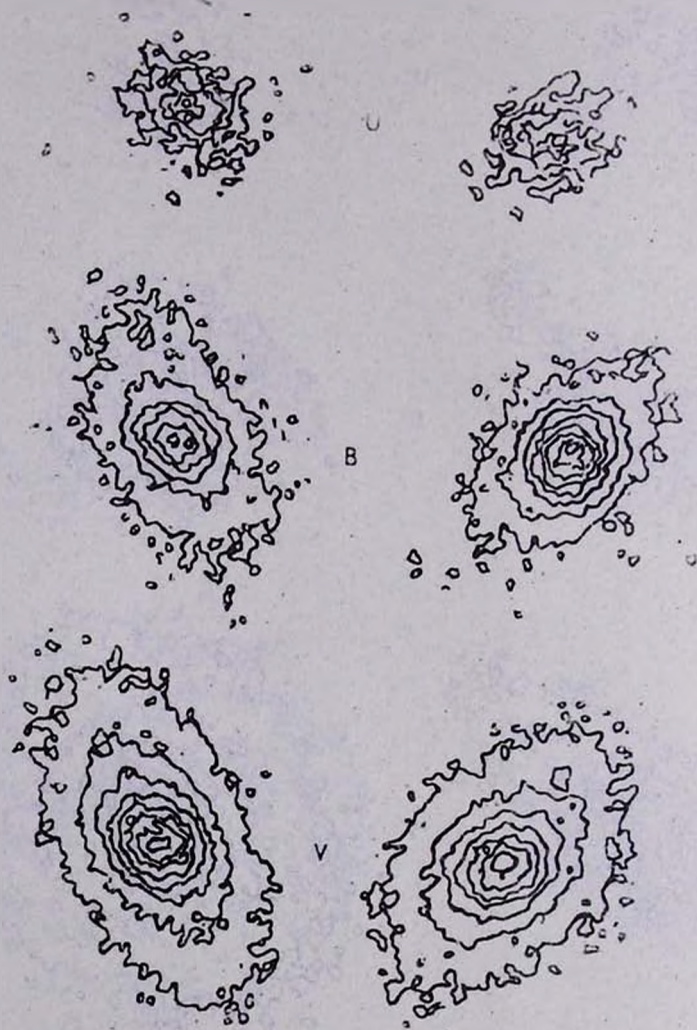


Рис. 2. Продолжение.

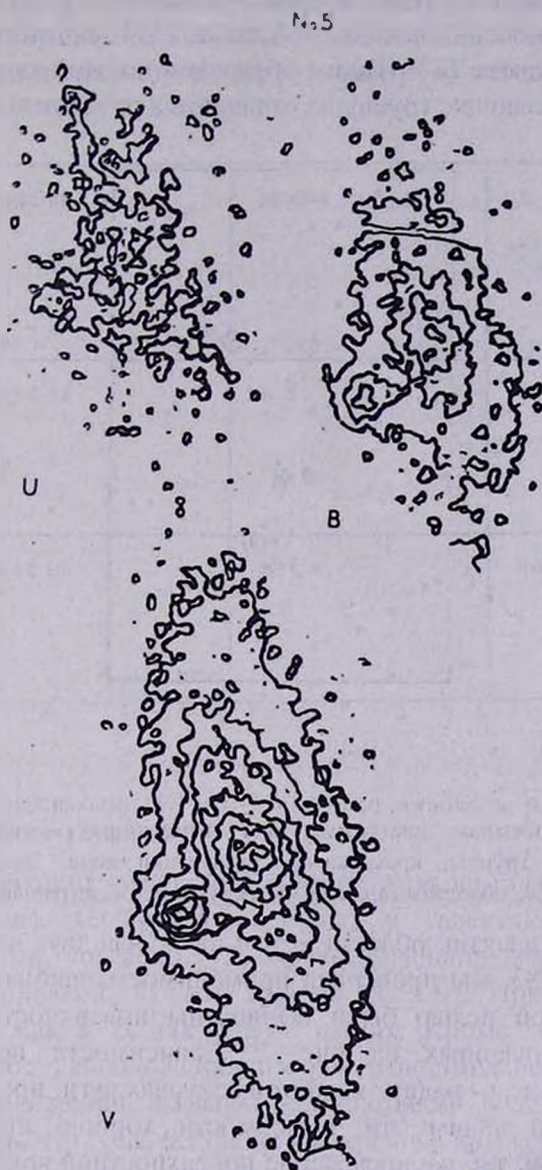


Рис. 2. Продолжение.

При этом как в случае членов группы, так и в случае галактик поля градусы изменения показателей цвета $U-B$ значительно больше, чем показателей цвета $B-V$. Таким образом и по этой характеристике галактики, составляющие группу не отличаются от галактик поля.

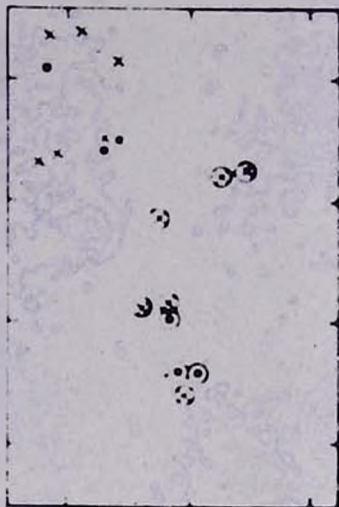


Рис.3. Двухцветная диаграмма для измеренных галактик. Точкам обозначены члены группы, крестиками - галактики поля. Знаки в кружках соответствуют ядерным областям галактик, без кружков - интегральным цветам.

Для E и S0 галактик области, в том числе для двух членов группы NGC 80 и NGC 83, мы проверили применимость закона де Вокулера $I(r) \sim r^{-1/4}$. С этой целью были вычислены поверхностные яркости изоденс, представленных на рис. 2. Зависимости поверхностных яркостей от $r^{1/4}$, где r - радиус изофот в секундах дуги, представлены на рис. 5. Как мы видим эти зависимости хорошо представляются прямыми линиями, т.е. распределение поверхностной яркости в E и S0 галактиках подчиняется закону де Вокулера.

5. **Заключение.** В настоящей работе проведена детальная UBV -фотометрия трех членов группы GN 3 из списка Геллер-Хукра [12] и

шести галактик в окружающей области. Для всех галактик построены изоденсы и определены звездные величины и показатели цвета $U-B$ и $B-V$ в разных диаметрах вокруг центров галактик. Полученные результаты приводят к следующим выводам:

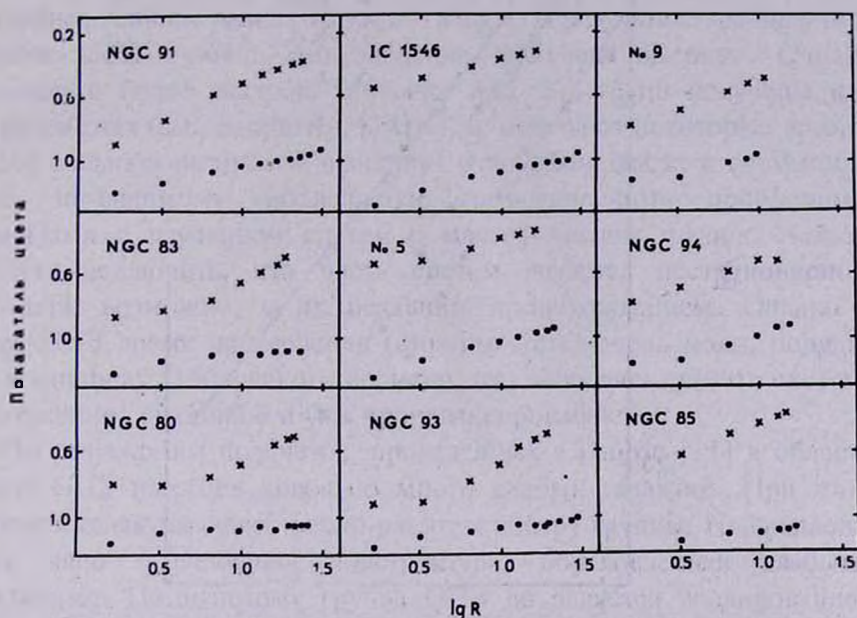


Рис.4. Зависимости $U-B$ и $B-V$ цветов от логарифма радиуса круга, внутри которого определены эти цвета.

а) Нет никаких следов деформации изоденс галактик, входящих в состав группы. С другой стороны, у галактики NGC 93, не принадлежащей, согласно [12], группе, внешние изофоты искажены на стороне, близкой к члену группы NGC 91. При этом искажение наблюдается как в B , так и в V цветах. Кроме того, наблюдается асимметричное расположение изофот относительно ядра галактики. Если эти искажения вызваны воздействием NGC 91, то можно предположить, что NGC 93 также является членом группы.

б) Как по интегральным показателям цвета $U-B$ и $B-V$, так и по распределению цветов члены группы не отличаются от галактик поля.

в) Профили яркости эллиптических и линзовидных галактик в группе и окружающей области почти регулярные и следуют закону $I(r) \sim r^{-1/4}$ де Вокулера.

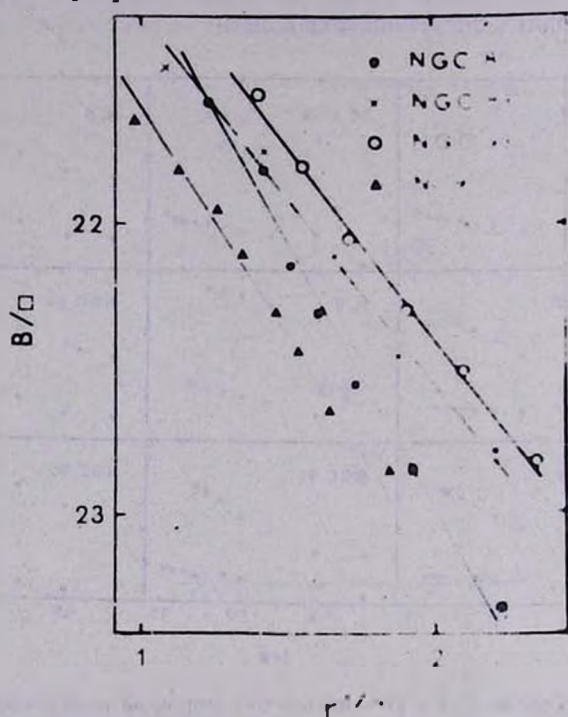


Рис. 5. Распределение поверхностной яркости галактик NGC 80 (точки), NGC 83 (крестики), NGC 93 (кружки) и N 9 (треугольники).

Учитывая все четыре члена группы, мы вычислили отношение масса к светимости для группы по формуле

$$M/L = 1.35 \cdot 10^9 \sigma_v^2 R_H / L,$$

где M и L интегральные масса и светимость группы в солнечных единицах, σ_v - дисперсия лучевых скоростей в км/с, которая в случае группы GNЗ равна 468 км/с, а R_H - гармонический радиус группы в мегапарсеках, вычисленный по формуле, приведенной в работе Рамсела и др. [14]

$$R_n = \frac{\pi V_r}{H_0} \sin \left\{ \frac{1}{2} \left[\frac{n_g(n_g - 1)}{2} (\sum_i \sum_{j < i} \theta_{ij}^{-1})^{-1} \right] \right\}$$

Здесь V_r - средняя радиальная скорость группы, n_g - число членов, θ_{ij} - угловое расстояние между членами группы, а H_0 - постоянная Хаббла, равная $75 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$. В результате мы получили значение $M/L = 640$. Это значение довольно высокое. Однако подобные и более высокие значения M/L для групп получены и в других работах (см., например, [14]). Как отмечают некоторые авторы [15,16] большой разброс в значениях отношения масса к светимости групп, по-видимому, объясняется статистическими проблемами, связанными с изучением систем с малым числом членов. Нельзя, конечно, исключить, что часть систем является нестационарной, связанной, возможно, с их недавним происхождением. Однако в случае ГИЗ время пересечения (crossing time) очень мало, порядка 0.01 в единицах хаббловского времени, что позволяет считать систему гравитационно связанной и уже прорелаксировавшей.

По результатам подсчетов, проведенных в работе [11] в области группы ГИЗ имеются довольно много слабых галактик. При этом плотность галактик существенно растет к центру группы. Наблюдается также явно выраженная подструктура, обусловленная слабыми галактиками. По-видимому группа ГИЗ не является изолированной системой. Учет этого обстоятельства может изменить полученное значение отношения масса к светимости.

Авторы благодарны М.А.Оганисяну за помощь в наблюдениях, М.Ш.Карастяну - за оказанное содействие в использовании программы AIDA, Л.Л.Наханяни - за помощь при измерениях на PDS.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория



UBV-PHOTOMETRY OF GALAXIES IN GROUPS AND IN SURROUNDINGS. THE GELLER-HUCKRA GROUP GH3

A.T.KALLOGHLIAN, H.H.NIKOGHOSSIAN

The results of UBV-photometry of three galaxies in the Geller-Huckra group N3 and of six galaxies in surroundings are given. The isodensities of galaxies are constructed, the integral magnitudes, $U-B$, $B-V$ colour indices are determined and the brightness and colour distributions are investigated. It is shown that by several photometric features the group members do not differ from field galaxies.

ЛІТЕРАТУРА

1. *P.Hickson*, *Astrophys. J.*, 255, 382, 1982.
2. *J.W.Sulentic*, *Astrophys. J.*, 322, 605, 1987.
3. *D.Bettoni, G.Fusano*, in "Galaxy Environments and the Large Scale Structure of the Universe", Trieste-Italy, ed. G.Giuricin, F.Mardirossian, M.Mezzetti, 1991.
4. *D.Bettoni, F.Bertola, L.M.Buson, L.Muir*, in "Galaxy Environments and the Large Scale Structure of the Universe", Trieste-Italy, ed. G.Giuricin, F.Mardirossian, M.Mezzetti, 1991.
5. *В.П.Пензеников, И.Я.Соринков*, *Астрофизика*, 36, N 3, 1993.
6. *F.Schweizer*, *Astrophys. J.*, 252, 455, 1982.
7. *G.S.Wright, P.A.James, R.D.Joseph, I.S.Melenn*, *Nature*, 344, 417, 1990.
8. *V.P.Reshetnikov*, in "Galactic Bulges", IAU Symp. N153, Abstracts, 1992.
9. *J.M.Schombert, J.F.Wallin, C.Struck-Marcell*, *Astron. J.*, 99, 497, 1990.
10. *G.Giuricin, F.Mardirossian, M.Mezzetti*, *Astron. Astrophys.*, 62, 157, 1985.
11. *А.Т.Каллоглиан, С.Р.Унанян*, *Астрофизика*, 33, 403, 1990.
12. *M.J.Geller, J.P.Huckra*, *Astrophys. J.Suppl. ser.*, 52, 61, 1983.
13. *G.de Vaucouleurs, A.de Vaucouleurs, H.Corwin*, SRCBG, Univ.of Texas Press, Austin, 1976.
14. *M.Ramella, M.J.Geller, J.P.Huckra*, *Astrophys. J.*, 344, 57, 1989.
15. *J.Heisler, S.Tremaine, J.N.Balcells*, *Astrophys. J.*, 298, 8, 1985.
16. *R.Nolthenius, S.D.M.White*, *Mon.Not.Roy.Astr.Soc.*, 225, 505, 1987.