

ЗАВИСИМОСТИ "ОТНОСИТЕЛЕН МОМЕНТ - МАСА" И "АБСОЛЮТНА ЗВЕЗДНА ВЕЛИЧИНА - МАКСИМАЛНА СКОРОСТ НА ВЪРТЕНЕ" ЗА НЯКОИ ТИПОВЕ АКТИВНИ ГАЛАКТИКИ

Г. Т. Петров, В. А. Минева

1. Увод

Относителният вътрешен момент на въртене на галактиките позволява да се направи известна оценка за динамичните параметри на изследваните обекти. За първи път подобен анализ е проведен от Озерной, (1967 а), който е изследвал зависимостта между масата и относителния момент за 190 галактики от каталога на Холмберг, (1964). За хомогенни сфероиди с постоянна ъглова скорост той получава зависимостта $\kappa \sim m^{2/3}$ и показва, че тя е обусловена от характера на динамичното равновесие в спиралните галактики. На тази основа Засов и Озерной, (1967) предлагат относителният момент на въртене на галактиките да се определя от израза $\kappa = 2/5 (\gamma m R)^{1/2}$, където κ е относителният вътрешен момент, R е голямата полуос на галактиката, m е нейната маса, а γ е гравитационната константа. Полученият от Озерной степенен закон $m^{2/3}$ впоследствие е потвърден от Дай Вен-сяй и др., (1978, 1979) за извадка от 400 галактики, чиито маси са определени по оптични и радио данни. Караско и др., (1982) допълнително включват плоски системи и потвърждават зависимостта $\kappa \sim m^n$, като $n \approx 2/3 \pm 3/4$. Доколкото $\kappa \sim (m R)^{1/2}$, то съотношението $\kappa \sim m^n$ предполага съществуването на напълно определена зависимост между радиуса и масата на галактиките. За спиралните галактики тази зависимост е изследвана от много автори - Озерной, (1967б), Холмберг, (1975), Петерсън и др. (1979), Ветолани и др. (1980). Разглежданата статистическа зависимост $\kappa \sim m^n$ не отразява напълно състоянието на въртене на галактиките - остава неизвестна онази част от галактиките, която не участва във въртенето. За отчитането й Караценцев (1988) въвежда безразмерния

коэффициент ε_T , с който за различните морфологични типове се отчита онази част от пълната маса на галактиката, която участва във въртенето.

Настоящата работа представя резултатите от статистическото изследване на 165 галактики с различна степен на активност. Масите на галактиките са определени по ширината на линията на неутралния водород λ 21 см. Данните са главно по каталога на Хъчмайер и др. (1983). Масите за отделните типове активни галактики са представени в Петров и Минева (1988) и Минева и Петров (1988а, б).

2. Зависимости между относителния момент, масата, линейният диаметър и светимостта на галактиките

Масите на 47 сейфертови галактики / в. т.ч. 13 рентгенови източници /, 84 маркарянови галактики, 21 аракелянови и 13 нормални галактики са определени при предположение за сферично разпределение на веществото. Използвана е схемата, предложена от Караценцев (1985):
$$M_{25} = \gamma^{-1} V_M^2 (A_{25}/2),$$
 където M_{25} е масата на галактиката до изофота 25 зв.в-на/ кв. сек., V_M е максималната скорост на въртене, а A_{25} е линейният диаметър до указаната изофота. За галактиките от късен морфологичен тип приетото предположение води до завишаване на масата с около 25 %, тъй като при тях по-приложим и моделът на тънък диск / Ван Муурсел (1983) /.

Относителният момент е определян по съотношението $K_i = \frac{2}{5} \varepsilon_T \cdot (\gamma M_{25} A_{25}/2)$ / Минева (1987) /, където ε_T се мени от 0.1 до 1.0 в зависимост от морфологичния тип. Линейните диаметри и светимостите на галактиките са приведени в системата на Холмберг, използвайки редуциционната схема, предложена от Караценцев и др. (1985). Стойността на константата на Хъбъл е приета $H = 75$ км/сек.Мпс.

Зависимостта "маса - линейен диаметър" за 165 галактики от

различен морфологичен тип е представена на фиг. 1, а на фиг. 2 е представена зависимостта "относителен момент - линеен диаметър". Последната се разпада на две зависимости - за спирални и за елиптични галактики. Следва да се отбележи, че малкият брой елиптични галактики / само пет / не позволява категорични изводи. На фиг. 3 е представена резултантната зависимост "относителен момент - маса" за 142 спирални, 18 линзовидни и 5 елиптични галактики. Представените данни образуват две отделни последователности, отразяващи вероятно отношението между плоската и сферичната подсистеми. Аналогичен вид има и зависимостта "относителен момент - светимост" за разглежданите галактики, представена на фиг. 4.

Коефициентите на регресия и корелация за представяните зависимости, определени по метода на най - малките квадрати, са представени в таблица 1. Във втората част на таблицата са приведени същите коефициенти за аналогични зависимости при нормалните галактики, определени от Минева(1987).

Сравнението на гореизложените зависимости с тези, определени от Минева, показва, че връзките между различните изследвани от нас параметри са по-добре изразени при активните галактики, отколкото при нормалните галактики, членове на двойни или кратни системи.

3. Зависимост "абсолютна звездна величина - максимална скорост на въртене" на галактиките.

Съгласно Засов и Кязумов (1983), зависимостта " $V_{\max} - M_{\text{абс}}$ " за нормалните галактики отразява тенденцията максималната скорост на въртене да намалява от по-ранните към по-късните морфологични типове галактики. Тази тенденция е отбелязвана и от други автори. На фиг. 5 е представена обобщена зависимост " $M_{\text{H}} - V_{\max}$ " за активните галактики от различен морфологичен тип.

Тук M_H означава абсолютната звездна величина в системата на Холмберг. Средните стойности и грешките са представени в табл. 2а. От общите разглеждания са изключени някои екстремални стойности / указани в скоби след броя на обектите / съгласно общоприетите статистически критерии - виж напр. Смирнов и Дунин-Барковский (1965), като критичните стойности за $n > 30$ бяха определени чрез екстраполация. Резултатите се отличават от тези за нормалните галактики. При активните галактики не се забелязва тенденцията, указана от Засов и Кязумов (1983). От представените данни определено следва само, че спиралните галактики от подтип S^1_m имат средно по-ниски светимости и се въртят по-бавно. Картината, обаче, коренно се изменя, ако се разгледа същата зависимост за галактиките с различна степен на активност. На фиг. 6а е представена зависимостта между абсолютната звездна величина и максималната скорост на въртене за 68 сейфертови и аракелянови галактики, в т.ч. 13 рентгенови източници, а на фиг. 6б е представена аналогичната зависимост за 84 Маркарянови галактики. Данните за средните стойности и грешките са представени в таблица 2б, а на фиг. 7 е представена обобщената зависимост " $M_H - V_{max}$ ". Забелязва се много плавното увеличаване на максималната скорост и абсолютната звездна величина с увеличаване степента на активност на обектите. Интересно е, че рентгеновите източници сред сейфертовите галактики не се отделят като по-активни. Едно възможно обяснение е, че бурните процеси в ядрата на рентгеновите източници изкривяват чисто кръговите движения и водят до по-ниски средни стойности за V_{max} , а оптичната звездна величина не отразява нагледно интегралната светимост на обекта. Може да се отбележи, че използвайки критерия на Фишер, статистически се показва неразличимостта на сейфертовите галактики с и без рентгеново излъчване по V_{max} .

4. Основни резултати

Разглежданата извадка от около 160 галактики с различна степен на активност позволява да се проведе едно сравнително изучаване на динамичните параметри на нормалните и на активните галактики. Както се вижда от данните, представени в таблица 1, двете извадки не се различават съществено в зависимост от морфологичния тип. Съвсем различна е картината, когато като определящ се разглежда типът активност.

В таблица 3 са представени средните стойности и грешките на линейните диаметри, масите и относителните моменти за различните типове активни галактики. За сравнение са приведени същите величини за извадка от нормални галактики, подбрана по следните признаци: от изследваните от Караченцев (1985) 227 галактики, са изключени всички активни обекти. От останалите са подбрани 98 обекта, чиито маси са определени по ширината на водородната линия λ 21 см. На фиг. 8а, б, в са представени зависимостите " $\lg M - \lg A_{25}$ ", " $\lg K - \lg A_{25}$ " и " $\lg K - \lg M$ ", аналогични на фиг. 1 - 3, за различните типове активни галактики. Прави впечатление рязкото разделяне върху тези диаграми на нормалните и активните галактики. На фиг. 8а ясно е изразена тенденцията Маркаряновите и Аракеляновите галактики да са по-компактни. Обратно, обектите със силна степен на активност показват тенденция да са сред най-масивните и най-големите. Последното в най-голяма степен важи за сейфертовите галактики от тип 2.

Интересно е близкото групиране на Аракеляновите и на Маркаряновите галактики. Известно е, че само около 3% от Маркаряновите галактики са едновременно и галактики с висока повърхностна яркост - т.с. Аракелянови галактики. Следователно на последните ще бъде характерна по-висока светимост. Наистина, за 21 Аракелянови галактики $\langle \lg L \rangle = 10.00 \pm 0.16$, $\sigma = 0.72$,

а за 84 Маркрянови галактики $\langle \lg L \rangle = 9.60 \pm 0.15$, $\sigma = 1.33$.

За сравнение ще приведем и аналогичните стойности за сейфертовите галактики. За 13 рентгенови източници $\langle \lg L \rangle = 10.16 \pm 0.14$, $\sigma = 0.5$; за 16 СГ тип 1 $\langle \lg L \rangle = 10.32 \pm 0.14$, $\sigma = 0.56$ и за 15 СГ тип 2 $\langle \lg L \rangle = 10.23 \pm 0.14$, $\sigma = 0.56$. В същото време за 98 нормални галактики $\langle \lg L \rangle = 9.98 \pm 0.06$.

5. Заключение

По единна методика, използвайки данни за ширините на водородната линия λ 21 см, са определени масите и моментите на въртене за около 160 активни галактики. Потвърдени са вече известни зависимости M от морфологичния тип, които важат и за активните, и за нормалните галактики.

Не е потвърдена за активните галактики тенденцията по-късните морфологични типове да се въртят по-бавно. Това определено може да се каже само за галактиките от подтип S_m .

Аналогичните зависимости от типа активност показват ясна тенденция за разделяне на обектите по типове активност, но сравнително малката извадка не позволява да се отчете едновременно и влиянието на морфологичния тип.

Диаграмите от типа на фиг. 8а-с могат да служат като косвени диагностични диаграми за отделянето на Сейфертовите обекти сред другите типове активни обекти.

Самостоятелна секция по Астрономия
с Национална астрономическа обсерватория
при Българската академия на науките

София

REFERENCES

- Carrasco L., Roth M., Serrano A., 1982, *A & Ap.*, 106, 89.
- Dai W. S., Lin R. L., Hu F. X., 1978, *Acta Astr. Sinica*, 19, 24.
_____, 1979, *Chinese Astron.*, 3, 31.
- Holmberg E., 1964, *Arc. for Astr.*, 3, 387.
_____, 1975, in "Galaxies and the Universe", eds. Sandage
A., Sandage M., Kristian J. Univ. of Chicago Press, p. 151.
- Huchtmeier W., Richter O., Bohnenstengel H., Hauschildt M., 1983,
ESO Sci. Prepr. No. 250.
- Karatchentsev I. D., 1985, *Sov. AJ*, 62, 3 (in russian).
_____, 1988, *Double Galaxies*, M., Nauka (in russian)
- Karatchentsev I., Karatchentseva V., Sterbanovskii A., 1985,
Astroph. Invest. (SAO), 19, 3 (in russian).
- Mineva V. A., 1988, *Sov. AJ*, in press.
- Mineva V., Petrov G., 1988a, *C.r. Acad. Sci. Bulg.*, in press.
_____, 1988b, _____.
- Ozernoi L. M., 1967a, *Astr. Tsirc. No. 407* (in russian).
_____, 1967b, *Astr. Tsirc. No. 422* (in russian).
- Peterson B., Strom S., Strom K., 1979, *AJ*, 84, 735.
- Petrov G., Mineva V., 1988, *C.r. Acad. Sci. Bulg.*, in press.
- Smirnov N., Dunin - Barkovskii I., 1965, *Theory of propability
and mathematical statistics*, M., Nauka.
- van Moorsel G., 1983, *Neutral Hydrogen Observations of Binary Ga-
laxies*, Rijksuniversiteit te Groningen.
- Vettolani G., Maramo B., Zamorani G., Bergamini R., 1980,
MNRAS, 193, 269.
- Zasov A., Kjazumov G., 1983, *Sov. AJ*, 60, 656 (in russian).
- Zasov A., Ozernoi L., 1967, *Astr. Tsirc. No. 405* (in russian).

Таблица 1

Коефициенти на регресия и корелация за зависимостите между относителният момент, масата, светимостта и линейният диаметър

ЗАВИСИМОСТ	$y = a.x + b$			забележка
	$a \pm da$	$b \pm db$	r	
Lg m - Lg A ₂₅	1.38 ± 0.03	8.90 ± 0.08	0.81	
Lg K - Lg A ₂₅	1.16 ± 0.10	-2.77 ± 0.33	0.84	за E - гал.
	1.20 ± 0.02	-1.91 ± 0.04	0.92	за - гал.
Lg K - Lg m	0.67 ± 0.05	-8.56 ± 0.08	0.96	за E- гал.
	0.72 ± 0.01	-8.06 ± 0.02	0.96	за - гал.
Lg K - Lg L	0.72 ± 0.12	-8.56 ± 0.26	0.78	за E - гал.
	0.65 ± 0.02	-6.98 ± 0.03	0.84	за - гал.
<u>НОРМАЛНИ ГАЛАКТИКИ</u>				
Lg m - Lg A ₂₅	1.29 ± 0.10	9.44 ± 0.02	0.61	за 97 гал. Търнър
Lg K - Lg A ₂₅	1.26 ± 0.03	-2.72 ± 0.01	0.81	за 43 E-гал.
	1.31 ± 0.05	-1.97 ± 0.02	0.92	за 169 -гал. *
Lg K - Lg m	0.70 ± 0.01	-8.84 ± 0.01	0.99	за 42 E-гал. *
	0.70 ± 0.04	-7.88 ± 0.01	0.93	за 169 -гал. *
Lg K - Lg L	0.69 ± 0.06	-8.15 ± 0.03	0.84	за 43 E-гал.
	0.62 ± 0.07	-6.50 ± 0.02	0.72	за 54 - гал.

Забележка: Отбелязаните със звездичка обекти са от списъка на Караченцев, останалите са от списъка на Търнър.

Средни стойности и дисперсии на абсолютните звездни величини и максималните скорости на въртене за галактики от различен морфологичен тип / табл. 2а / и с различна степен на активност / табл. 2б /

Таблица 2а

Тип	Sa	Sb	Sc	Sm	SO	E
n	33 /1/	44 /2/	32	29	17 /1/	5
\bar{X}	-20.33	-19.61	-19.75	-18.60	-19.77	-19.41
$\Delta\bar{X}$	± 0.24	± 0.26	± 0.23	± 0.37	± 0.47	± 0.57
σ	1.40	1.76	1.31	1.97	1.88	1.28
n	32 /2/	45 /1/	31 /1/	29	18	5
\bar{X}	177.0	168.0	148.8	109.2	158.3	174.0
$\Delta\bar{X}$	± 13.4	± 12.8	± 11.8	± 7.6	± 23.3	± 34.5
σ	75.8	86.2	65.6	41.0	98.7	77.1

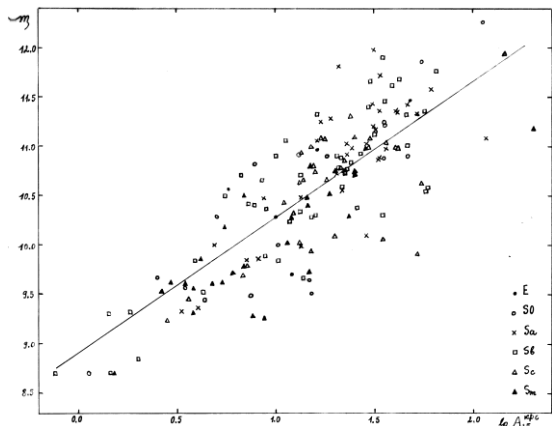
Таблица 2б

Тип	X-ray	Sy6	Акн G	Mrk G
n	13	34	21	84
\bar{X}_{\pm}	-20.01 \pm 0.34	-20.39 \pm 0.24	-19.61 \pm 0.40	-19.13 \pm 0.24
σ	1.25	1.40	1.81	2.24
n	12 /1/	33 /1/	21	82 /2/
\bar{X}_{\pm}	174.1 \pm 13.0	224.6 \pm 15.3	140.9 \pm 12.3	126.6 \pm 6.8
σ	45.2	87.8	56.3	62.0

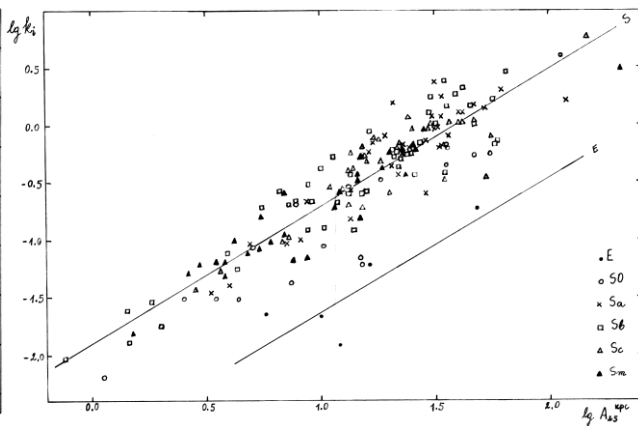
таблица 3

Средни стойности и дисперсиите им за линейните диаметри, масите и относителните моменти за галактики с различна степен на активност

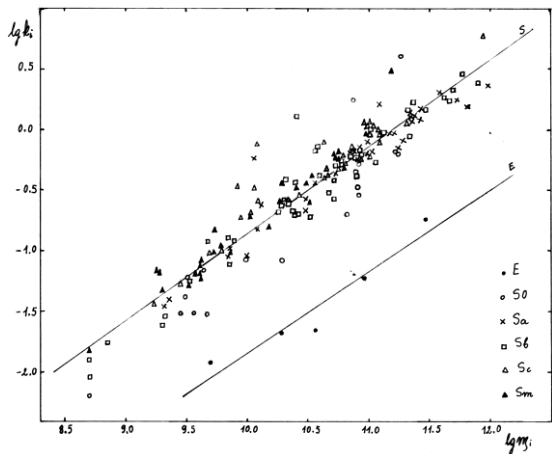
		$\lg A_{25}$	$\lg M$	$\lg K_i$
X-ray /13/	\bar{X}_{\pm} σ	1.51 ± 0.05 0.18	11.02 ± 0.12 0.43	-0.06 ± 0.06 0.23
СГ 1 /14/	\bar{X}_{\pm} σ	1.45 ± 0.07 0.28	11.24 ± 0.12 0.45	-0.04 ± 0.09 0.34
СГ 2 /17/	\bar{X}_{\pm} σ	2.11 ± 0.71 2.92	11.00 ± 0.12 0.51	-0.15 ± 0.09 0.38
Акн Г /21/	\bar{X}_{\pm} σ	0.99 ± 0.09 0.40	10.29 ± 0.14 0.64	-0.74 ± 0.12 0.55
Мрк Г /84/	\bar{X}_{\pm} σ	1.06 ± 0.05 0.45	10.24 ± 0.08 0.72	-0.71 ± 0.06 0.60
Норм. /98/	\bar{X}_{\pm} σ	1.25 ± 0.03 0.28	10.70 ± 0.06 0.59	-0.36 ± 0.10 0.43



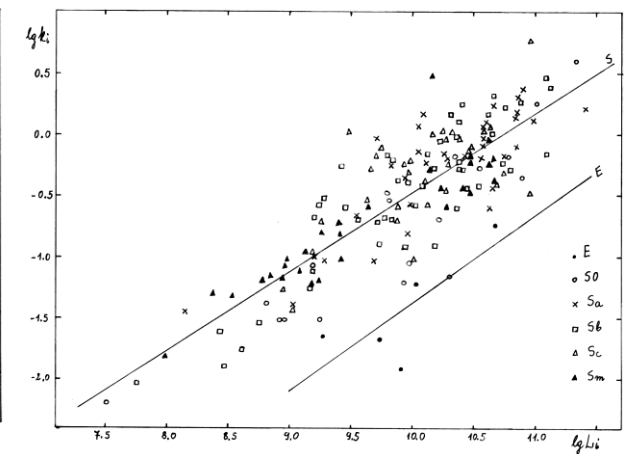
Фиг. 1



Фиг. 2

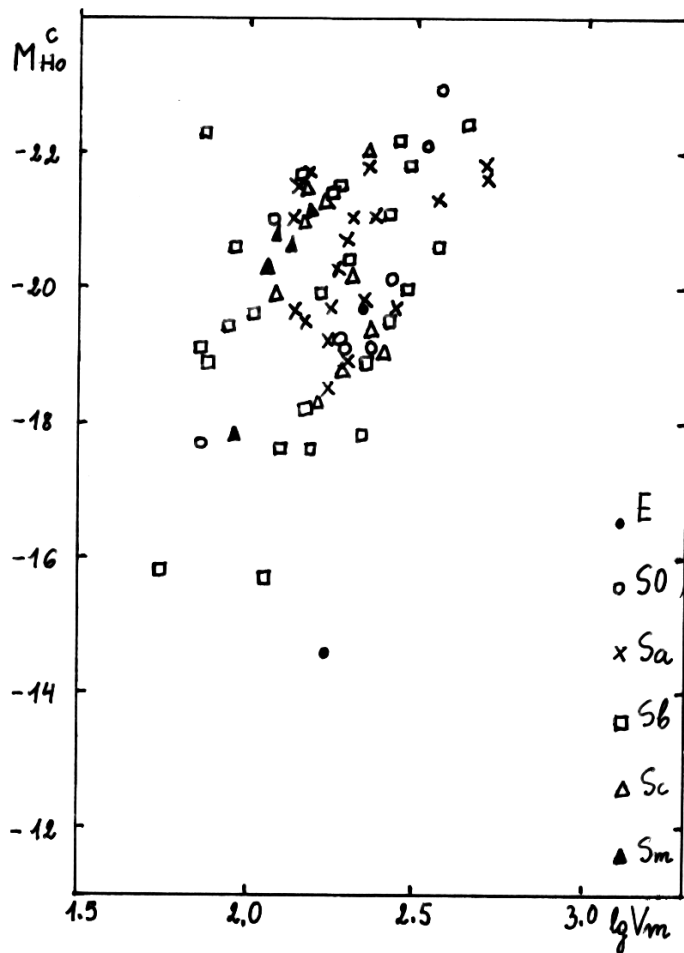


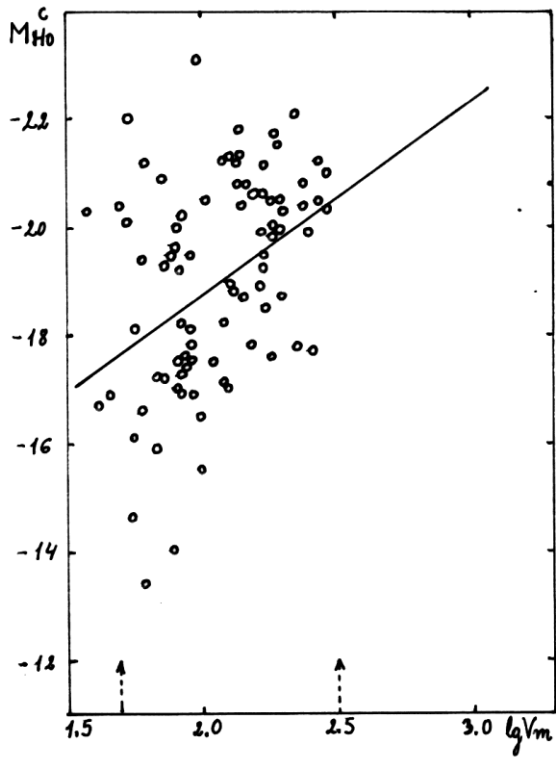
Фиг. 3



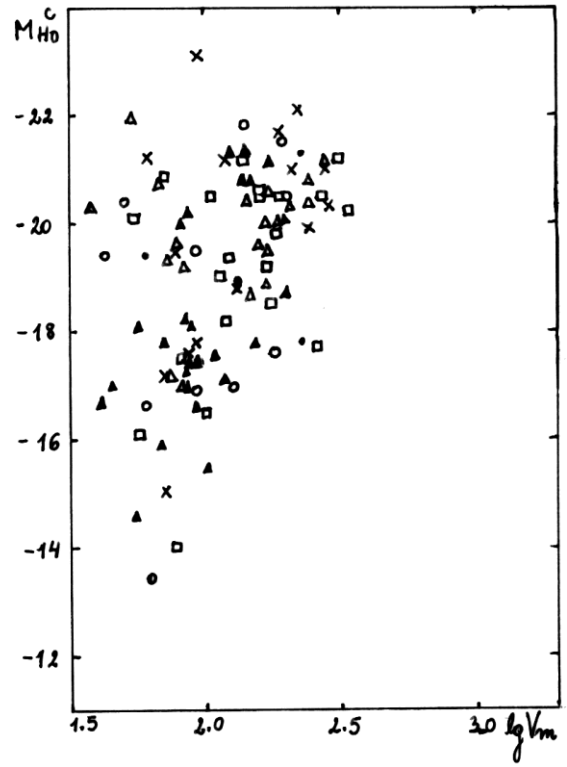
Фиг. 4

Фиг. 5



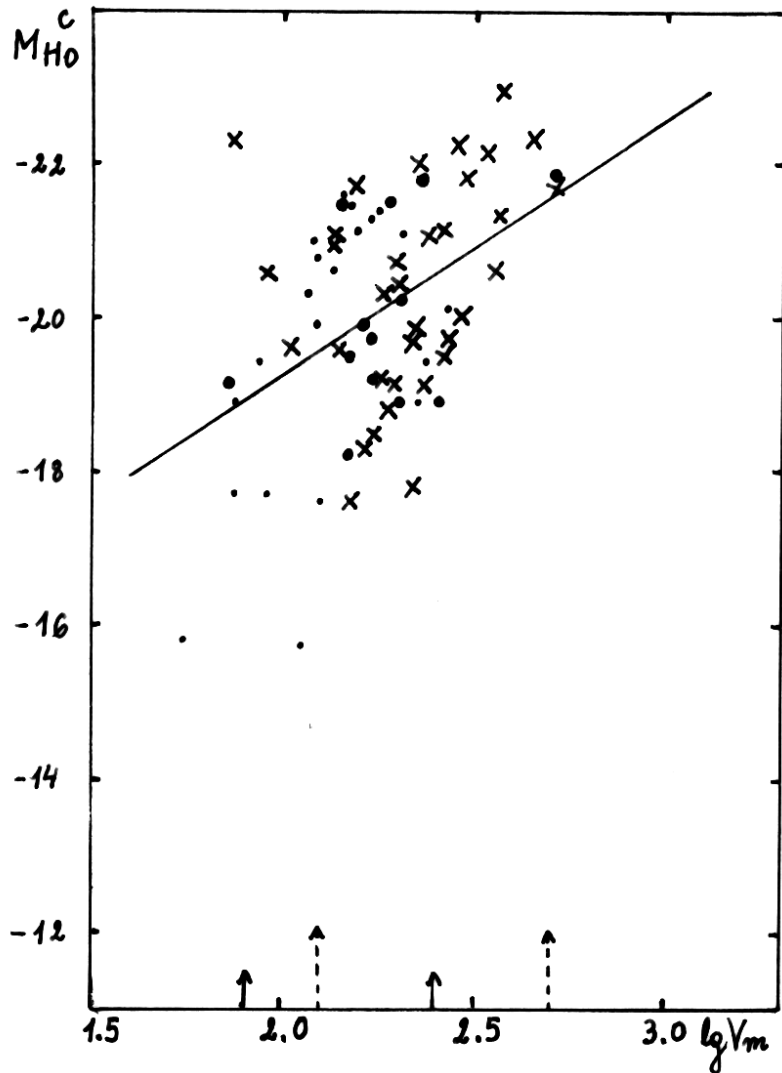


Фиг. 6а

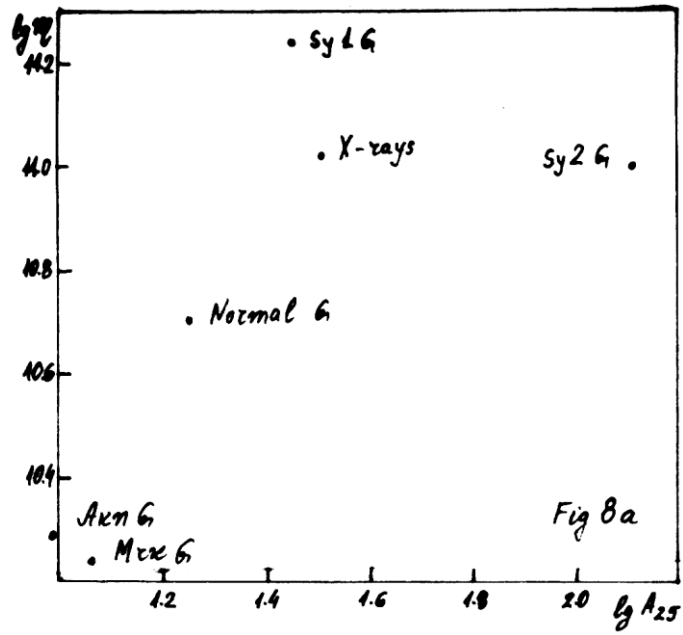


Фиг. 6б

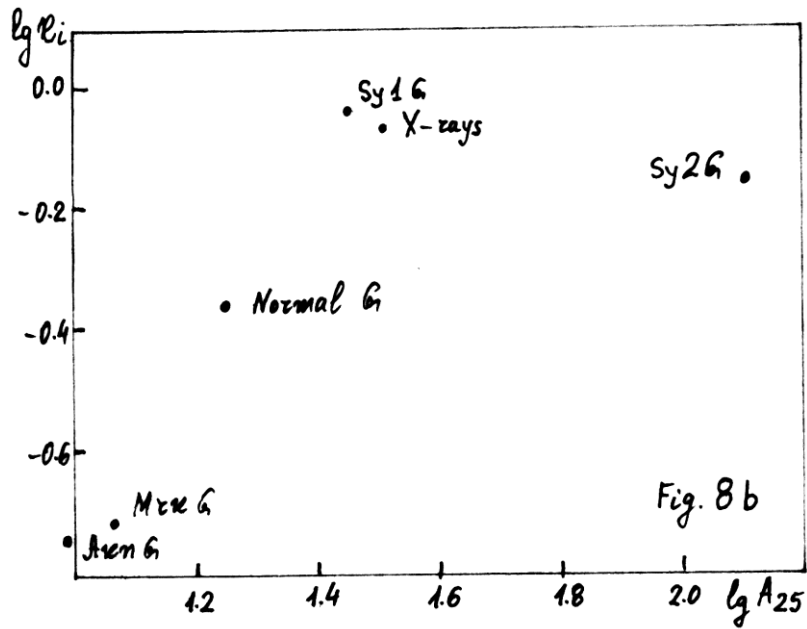
Фиг. 7



Фиг. 8а



Фиг. 8б



Фиг. 8с

