

УДК 524.7—6

ЛУЧЕВЫЕ СКОРОСТИ ГАЛАКТИК В ОКРЕСТНОСТЯХ
ГРУПП ГАЛАКТИК. III

Я. ВЕННИК, А. КААЗИК

Поступила 19 июня 1985

Принята к печати 20 июля 1985

Приводятся новые определения лучевых скоростей 31 галактики, преимущественно находящейся в окрестностях групп галактик.

1. *Введение.* Настоящая работа выполнена в рамках начатой в 1977 г. в Тартуской астрофизической обсерватории программы измерения лучевых скоростей галактик, находящихся в окрестностях близких групп галактик. В предыдущих статьях данной серии были изложены сведения об используемой спектральной аппаратуре и о методике измерения лучевых скоростей [1], а также были представлены два списка самих скоростей [2, 3]. Очередной цикл наблюдений был проведен зимой 1980/81 гг. В данной работе приводятся новые определения лучевых скоростей для 31 наблюдавшейся в этот период галактики.

2. *Наблюдения.* Спектральные наблюдения галактик выполнялись в фокусе Кассегрена 1,5-м телескопа ($D/F = 1:16$) Тартуской астрофизической обсерватории в течение 12 ночей с ноября 1980 г. по апрель 1981 г. При наблюдениях использовались спектрограф UAGS и светоприемная аппаратура телевизионного типа — 500-канальный анализатор ОМА. Аппаратура и методика спектральных наблюдений описаны в статье [1]. Спектры галактик наблюдались с дисперсией 200 Å/мм в интервале длин волн примерно от 3900 Å до 6300 Å. Ширина щели бралась равной 0,3 мм (2,5"), разрешение в спектре ~ 8 Å. Спектры галактик вместе со спектром сравнения от He-Ne-Ar источника регистрировались в численном виде на фотопленке. Дальнейшая обработка спектров проводилась на вычислительной машине IN 96 Тартуской обсерватории. Относительные скорости галактик измерялись путем сравнения изучаемого спектра с высококачественным эталонным спектром галактики M 31 ($V_{\odot} = -299 \pm 3$ км/с [4]).

Чаще всего в наших спектрах наблюдались широкий абсорбционный триплет Mg b при λ 5175 Å, узкая линия поглощения при λ 5269 Å (Ca+—

+ Fe) и D-линия натрия при λ 5892.5 А. Линия $H\beta$ обычно менее заметна. Известные глубокие абсорбционные линии К и Н (Ca II) мало заметны из-за малой чувствительности используемого детектора в этой области длин волн. Кроме того, эмиссионная линия от ночного неба λ 4047 А (Hg) часто блендируется с К и Н линиями, тогда как другая линия ночного неба у λ 4358 А блендируется с G-полосой (λ 4304 А). При отсутствии четко выделяющихся абсорбционных линий более надежный результат получается при использовании широких спектральных участков между линиями ночного неба.

Семь эмиссионных линий ночного неба служат для уточнения нуля-пункта дисперсионной кривой изучаемого спектра. Оказалось, что во всех наших спектрах эти линии в среднем имели определенное красное смещение. Для 32 спектров среднее смещение этих линий равно $\langle \Delta V_{\text{нн}} \rangle = +116 \pm 10$ км/с, причем наблюдались явные систематические изменения этого сдвига от ночи к ночи. Лучевые скорости в таблице исправлены на счет $\Delta V_{\text{нн}}$, за исключением тех случаев (отмеченных в примечаниях к таблице), когда линии ночного неба оказались сильно передержанными.

Методика корреляционного анализа спектров изложена в статье [1].

3. *Результаты.* В табл. 1 приведены следующие данные:

1. Номер галактики по NGC (N), IC (I) [4], UGC (U) [5] или МКГ [6].

2. Число использованных спектров.

3. Лучевая скорость галактики, исправленная за движение Солнца и Земли: $V_0 = V_{\odot} + \Delta V$, $\Delta V = 300 \sin l'' \cos b'' + 30 \cos \vartheta \sin (\lambda_{\odot} - \lambda)$ (км/с). Скорости, определенные по эмиссионным линиям, отмечены буквой «е».

4. Внутренняя ошибка измерения лучевой скорости, вычисленная по нескольким линиям (км/с).

5. Оценка качества спектра в четырехбалльной системе по видимости спектральных линий и по отношению сигнала к шуму (5—хороший спектр).

6. Использованные при вычислении скоростей спектральные линии (длины волн в А или общепринятые буквенные обозначения) и более широкие участки спектра между линиями ночного неба. Последние обозначены буквами нижеследующим образом:

V — λ 4060 — 4340 А,

W — λ 4360 — 4800 А,

X — λ 4800 — 5100 А,

Y — λ 5100 — 5420 А,

Z — λ 5580 — 5870 А.

Таблица 1

Номер	n	V_0	σ_{V_0}		Линия	$(V_0 \pm \sigma)_{др.}$	Отношение к системе
1	2	3	4	5	6	7	8
N 678	1	2960	69	4	$\mathcal{W}$, X:, Y(Mgb, 5269:, 5331:), Na	3012 ± 8 [10]	Группа N 697
N 680	2	3028	45	4	(K+H):, $\mathcal{W}$, Y(Mgb, 5269, 5331), Na:	2928 ± 8 [10]	" "
N 694	1	3117 _e	90	4	H β (e), N 1, N 2	3114 ± 8 [10]	" "
N 695	1	9960 _e	—	3	H β (e)		Фон группы N 697
N 969	1	4669	99	4	V:, $\mathcal{W}$:, H β :, Y(Mgb, 5269:, 5331:), Na		Скопление Zw 0236.2+3249 [8]
N 968	1	3806	61	4	K, $\mathcal{W}$, X, Mgb, Na:		" "
N 987	1	4680	94	3	$\mathcal{W}$:, X:, Y (5269), Na:		" "
N 1573	1	4458	93	3	Y, Na		Скопление Zw 0452.2+7305 [8]
U 3414	2	4635 _e	—	2	H β :(e)		
I 2179	1	4422	58	4	$\mathcal{W}$, X(H β , 5024), Y(Mgb, 5269), Na		В паре с N 2347
I 455	2	2096	55	3	(K+H):, $\mathcal{W}$, X:, Y(Mgb:, 5269:, 5331, 5401), Na		Группа N 2300 (Гр. 16)
I 469	1	2308	70	3	$\mathcal{W}$:, X, Y(Mgb:, 5269, 5331, 5401)		" "
I 499	1	2091	48	4	(K+H):, $\mathcal{W}$, X(H β), Y(Mgb, 5269, 5331:), Na		" "
U 4803	1	7707	98	3	$\mathcal{W}$ (4383), H β :, Y:, Na		
N 2773	2	5328 _e	10:	3	H β (e), Mgb:		Фон группы N 2775 (Гр. 23)

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
9—17—09	1	4027e	24:	4	N 1, N 2:		Проектируется на тесную пару N 3073/79
N 3235	1	6348	95	3	V:, G+W, X:, Y(Mgb, 5269), Na:		Фон группы N 3245 (Гр. 35)
N 3418	1	1156:	87	3	(K+H):, G+W, X, Y(5269:)	1226±24 [9]	Группа N 3414 (Гр. 44A)
U 6320	1	1040e	33	5	H β (e), N 1, N 2	1023±34 [9]	Группа N 3607 (Гр. 47)
N 3633	1	2503	97	3	W (4383):, Y, Na	2398±30 [9]	Фон группы N 3640 (Гр. 50)
N 3641	1	1657	73	3	(K+H):, (G+W). H β :, Y(Mgb, 5269:, 5331), Na	1602±22 [9]	Возможный член гр. N 3640 (Гр. 50)
7—24—06	1	6235	69	4	G, X:, Y(Mgb, 5269), Na		Фон группы N 3665 (Гр. 51)
N 4117	1	794	117	3	Y(5269, 5331, 5401)	1006±28 [9]	Группа N 4111 (Гр. 62)
I 3014	1	6367	50	3	G, Y:	6359±30 [9]	Фон группы N 4151 (Гр. 65)
I 3022	1	6250	68	4	V(G:), Y(Mgb, 5269), Na		" "
U 7208	1	7110:	136	3	Mgb, 5269:		" "
8—22—84	1	7157	80	4	(K+H):, V:, X:, Mgb, 5269, Na;		Фон группы N 4258 (Гр. 67)
N 4187	1	9034	63	4	(G: +W), X, Y(Mgb, 5269), Na	9272±27 [9]	Фон группы N 4088 (Гр. 63)
N 5368	2	4695	117	3	(W+X):. Y(5269), Na	4785±24 [9]	Фон группы M 101 (Гр. 86)
9—23—39	1	2359	58	4	K+H:, G(4383), W, X, Y(Mgb), Na		Возможный член гр. N 5485 (Гр. 87)
N 5982	1	2987	38	5	(K+H), V, W, X:, Y(Mgb, 5269), Z, Na	3140±20 [9]	Группа N 5985 (Гр. 104)

Примечания к таблице

- N 694 — Использованы три слабых эмиссионных линий, причем по линии $H\beta$ (e) $V_0 = 3292$ км/с, а по N 1 и N 2 — $\langle V_0 \rangle = 3030$ км/с. Линии ночного неба искажены — поправку к нуль-пункту скоростей (ΔV_{nn}) невозможно определить.
- N 695 — Сильная эмиссия в линии $H\beta$. Поправку к нуль-пункту (ΔV_{nn}) невозможно определить.
- N 969 — Линии поглощения Mgb и NaD широкие, нерегулярные.
- N 968 — В участке спектра $\mathcal{W}$ несколько неидентифицированных линий поглощения.
- N 987 — Спектр искажен полярным сиянием. Линии ночного неба передержаны, поправка к нуль-пункту (ΔV_{nn}), возможно, неточна.
- I 1573 — По линии NaD $V_0 = 4592$ км/с. Другие линии поглощения очень слабые, но дают надежную корреляцию в участке спектра Y .
- U 3414 — Очень сомнительная эмиссия в линии $H\beta$ — видна лишь в одном из двух спектров. Из абсорбционных признаков заметна лишь депрессия при Mgb и общая слабая корреляция дает $V_0 \approx 4720$ км/с.
- I 2179 — Широкие линии поглощения $H\beta$, λ 5024 и Mgb, линия λ 5269 (Fe + Ca) узкая.
- I 455 — Слабые линии поглощения; по линии NaD $V_0 = 1950$ км/с.
- U 4803 — Слабые сомнительные линии поглощения, кроме линии NaD.
- N 2773 — Слабая эмиссия в линии $H\beta$; очень слабая абсорбционная линия Mgb дает $V_0 \approx 5130$ км/с.
- 9-17-09 — Слабая эмиссия в линиях N 1 и N 2 [O III].
- U 6320 — Сильная эмиссия в линиях $H\beta$, N 1, N 2. Поправка к нуль-пункту (ΔV_{nn}), возможно, неточна.
- N 3641 — Слабые линии поглощения, линии ночного неба передержаны — ΔV_{nn} , возможно, неточна.
- N 4117 — Слабые линии поглощения. Эмиссия от полярного сияния накрывает Mgb.
- I 3022 — Широкие линии поглощения Mgb и λ 5269.
- U 7208 — Очень слабые сомнительные линии Mgb и λ 5269, скорость, возможно, неточна.

Двусторонним отмечены слабые линии или те участки спектра, лучевые скорости по которым определяются неуверенно. Глубокие линии поглощения выделены жирным шрифтом.

7. Лучевые скорости по определениям других авторов (км/с).

8. Принадлежность объекта к системе галактик. Для групп галактик указана наиболее яркая галактика в группе и номер системы по списку близких групп галактик [7].

4. Ошибки лучевых скоростей. Для 14 галактик нашего списка мы имеем лучевые скорости, определенные другими авторами, часть из которых еще не опубликована. Эти данные могут быть использованы для оценки реальной (внешней) точности наших определений с анализатором ОМА. К сожалению, лишь для трех галактик (N 678, 680, 694) имеются определения скорости из радионаблюдений в линии 21 см [10]. Эти три галактики дают среднюю разность оценок скорости $\langle V_{\text{ОМА}} - V_{21 \text{ см}} \rangle = +17 \pm 46$ км/с и среднюю квадратичную ошибку $\sigma_{\text{ОМА}} = 80$ км/с. Включив в сравнение и оптические скорости девяти галактик, приведенные в таблице (столбец 7), мы получили следующую оценку точности:

$$\langle V_{\text{ОМА}} - V_{\text{оп.}} \rangle = -25 \pm 31 \text{ км/с}$$

и

$$\sigma_{\text{ОМА}} = \left[\frac{\sum_n (V_{\text{ОМА}} - V_{\text{оп.}})^2}{n-1} - \langle \sigma_{\text{оп.}}^2 \rangle \right]^{1/2} = 114 \pm 25 \text{ км/с.}$$

По данным Рууда [11] типичная внешняя ошибка использованных нами оптических скоростей, взятых из CfA Redshift Survey [9], $\langle \sigma_{\text{оп.}}^2 \rangle^{1/2} = 38$ км/с. Учитывая малое число сравнений в данном случае можно заключить, что полученная здесь оценка точности наших скоростей согласуется со значением $\sigma_{\text{ОМА}} = 80$ км/с, которое было получено в предыдущих статьях [2, 3] на основе более богатого материала для сравнения.

Новые лучевые скорости использовались при составлении списка близких групп галактик [7]. Как указано в таблице (столб. 9), 12 галактик являются членами или возможными членами этих групп галактик. У остальных 19 галактик красные смещения оказались большими, чем предельная скорость для членов групп в названном списке ($V_0 \approx 3300$ км/с) и они, очевидно, проектируются на небе на более близкие к нам агрегаты галактик.

RADIAL VELOCITIES OF GALAXIES IN THE VICINITY
OF GROUPS OF GALAXIES

[J. VENNIK, A. KAAZIK

New redshift determinations are presented for 31 galaxies, selected in the vicinity of nearby groups of galaxies. The cross-correlation technique has been applied by comparison of the observed absorption line spectra with the velocity standard spectrum of M31. The possible group or cluster membership is indicated.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Каазик, Публ. Тартуской обс., 50, 296, 1984.
2. Я. Венник, А. Каазик, *Астрофизика*, 18, 523, 1982.
3. Я. Венник, А. Каазик, А. Амирханян, *Астрофизика*, 18, 533, 1982.
4. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, Jr., *Second Reference Catalogue of Bright Galaxies*, Univ. of Texas Press, 1976.
5. P. Nilson, *Uppsala General Catalogue of Galaxies*, Uppsala, 1973.
6. Б. А. Воронцов-Вельяминов, А. А. Красногорская, В. П. Архипова, *Морфологический каталог галактик*, I—IV, изд-во МГУ, М., 1962—68.
7. J. Vennik, *Tartu Astr. Obs. Teated*, No. 73, 3, 1984.
8. F. Zwicky, M. Karpowicz, C. T. Kowal, *Catalogue of Galaxies and of Clusters of Galaxies*, I—VI, California Inst. of Techn., 1961—68.
9. J. Huchra, M. Davis, D. Latham, J. Tonry, *Ap. J. Suppl. ser.*, 52, 39, 1983.
10. H. J. Rood, *A Catalog of Galaxy Redshifts*. 1980.
11. H. J. Rood, *Ap. J. Suppl. ser.*, 49, 111, 1982.