

## НОВЫЕ ЛУЧЕВЫЕ СКОРОСТИ У КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК МЕСТНОГО ОБЪЕМА

И.Д.КАРАЧЕНЦЕВ, М.Е.ШАРИНА, Д.И.МАКАРОВ,  
Ю.А.ПЕРЕПЕЛИЦЫНА, Е.С.САФОНОВА

Поступила 7 мая 2015

Представлены лучевые скорости для 5 слабых карликовых галактик, измеренных на 6-м телескопе. Все галактики подтверждены как очень близкие объекты. Две из них KK 135 (dIr) и UGC 1703 (dSph/dTr) оказались местными изолированными карликами а три - UGCA 127 sat (dIr), NGC 2683 dw1 (dIr) и NGC 891 dwA (dTr) принадлежат к спутникам близких массивных спиралей.

Ключевые слова: *галактики: лучевые скорости*

1. *Введение.* В астрономической литературе существует множество каталогов галактик, которые ограничены по предельному потоку объектов в оптическом, инфракрасном диапазоне, или же потоку в радиолинии 21 см [1-4]. Краан-Кортевег и Тамманн [5] обосновали необходимость создания каталога с ограничением галактик по расстоянию, а не по потоку (видимой величине). Потребность в представительной выборке близких галактик внутри фиксированного объема диктуется также необходимостью сравнения с наблюдательными данными различных "mock"-каталогов, производимых при численном моделировании крупномасштабной структуры вселенной [6,7]. Каталог [5] насчитывал всего 179 галактик с ожидаемыми расстояниями в пределах 10 Мпк. Очевидная трудность составления такого каталога была обусловлена отсутствием в то время надежных оценок расстояния даже для самых близких и ярких галактик. Ситуация кардинально изменилась в последние два десятилетия, когда массовые измерения расстояний начали осуществляться на космическом телескопе Хаббла. Итоги этих измерений основывающихся на светимости звезд верхушки ветви красных гигантов представлены в каталоге близких галактик CNG [8] и базе внегалактических расстояний EDD [9]. Обновленный и дополненный каталог UNGC [10] содержит 869 галактик, т.е. почти в пять раз больше, чем начальная выборка [5]. В каталог UNGC включались галактики с лучевыми скоростями относительно центроида Местной группы  $V_{LG} < 600$  км/с или же галактики с индивидуальными оценками расстояния  $D < 11$  Мпк.

На момент опубликования UNGC (2013г.) у половины галактик каталога расстояния были измерены с погрешностью не хуже 10%. В то же время

для 108 галактик (12% выборки) отсутствуют данные о лучевых скоростях. Большинство из них отличаются низкой поверхностной яркостью, не содержат HII-областей и заметного количества нейтрального водорода. Такие объекты со старым звездным населением располагаются обычно вблизи галактик высокой светимости, подвергаясь выметанию газа из мелкой потенциальной ямы карлика при взаимодействии с массивным соседом. В последние годы число галактик в Местном объеме ( $D < 11$  Мпк) с низкой поверхностной яркостью быстро возрастает благодаря целенаправленным поискам карликовых спутников вокруг массивных близких галактик, фотографируемых на телескопах малого диаметра, но с очень длинными экспозициями [11-13].

Среди карликовых галактик без лучевых скоростей имеется небольшое количество тех, что не ассоциируются с яркими галактиками. Каталог UNGC содержит всего 17 таких объектов. Два из них: KK 258 и Kks3 оказались очень близкими изолированными системами на расстоянии  $\sim 2$  Мпк [14,15]. Измерение лучевых скоростей у этой малочисленной категории галактик является важным шагом для понимания их природы. Подчеркнем, что происхождение изолированных сфероидальных (dSph) карликовых галактик пока что не находит убедительного объяснения в современных космологических моделях.

*2. Наблюдения и обработка данных.* Спектральные наблюдения галактик Местного объема, не имеющих оценок лучевых скоростей, проводились на 6-м телескопе Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук. В наблюдениях использовался универсальный редуктор светосилы SCORPIO в режиме "длинной щели" [16] со спектральным разрешением  $\sim 10 \text{ \AA}$  /пиксел. Табл.1 представляет список наблюдавшихся галактик, даты наблюдений, времена экспозиций, среднее качество изображений, а также использованные дифракционные решетки.

Редукция спектров, зарегистрированных на ПЗС, проводилась в стандартной системе MIDAS с помощью пакета LONG. Определение

Таблица 1

## ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ

Галактика	Дата	Экспозиция с	Изображение "	Решетка
KK135	25.02.2015	2 x 1200	1.7	VPHG550G
UGCA 127 sat	28.10.2014	300, 900	1.3	VPHG1200B
UGC1703	26.10.2014	4 x 1200	1.2	VPHG1200B
UGC1703	28.10.2014	8 x 1200	1.1	VPHG1200B
NGC 2683 dw1	29.10.2014	2 x 900	0.9	VPHG1200B
[TT2009]25	19.02.2015	3 x 1200	3.0	VPHG1200G
NGC672 dwD	23.01.2015	2 x 600	1.0	VPHG1200R

лучевой скорости объекта было выполнено двумя способами: по измерению отдельных эмиссионных или абсорбционных линий или же методом кросскорреляции с опорным спектром.

Результаты наших наблюдений приведены в табл.2. Первый и второй столбцы таблицы содержат имя галактики и ее координаты на эпоху (J2000.0), третий - интегральную  $B$ -величину, четвертый и пятый - морфологический тип и абсолютную величину, шестой и седьмой - гелиоцентрическую лучевую скорость и ошибку ее измерения.

Таблица 2

ПАРАМЕТРЫ НАБЛЮДАВШИХСЯ ГАЛАКТИК

Галактика	RA (J2000.0) Dec	$B$ зв. вел.	Тип	$M_B$	$V_h$ км/с	$\sigma_V$ км/с
KK 135	121934.7+580234	18.1	dIr	-10.2	215	40
UGCA 127 sat	062054.8-083901	16.9	dIr	-16.3	708	26
UGC 1703	021255.8+324851	17.0	dSph	-11.5	40	20
NGC 2683 dw1	085326.8+331820	19.5	dIr	-12.0	380	25
[TT2009]25	022112.4+422150	17.9	dTr	-12.3	692	58
NGC 672 dwD	014738.4+272620	18.7	S	-19.6	29860	110

3. Обсуждение результатов. Кратко отметим некоторые особенности наблюдавшихся галактик.

3.1.  $KK\ 135 = PGC\ 166130 = SDSS\ J121934.68+580234.4$ . Эта

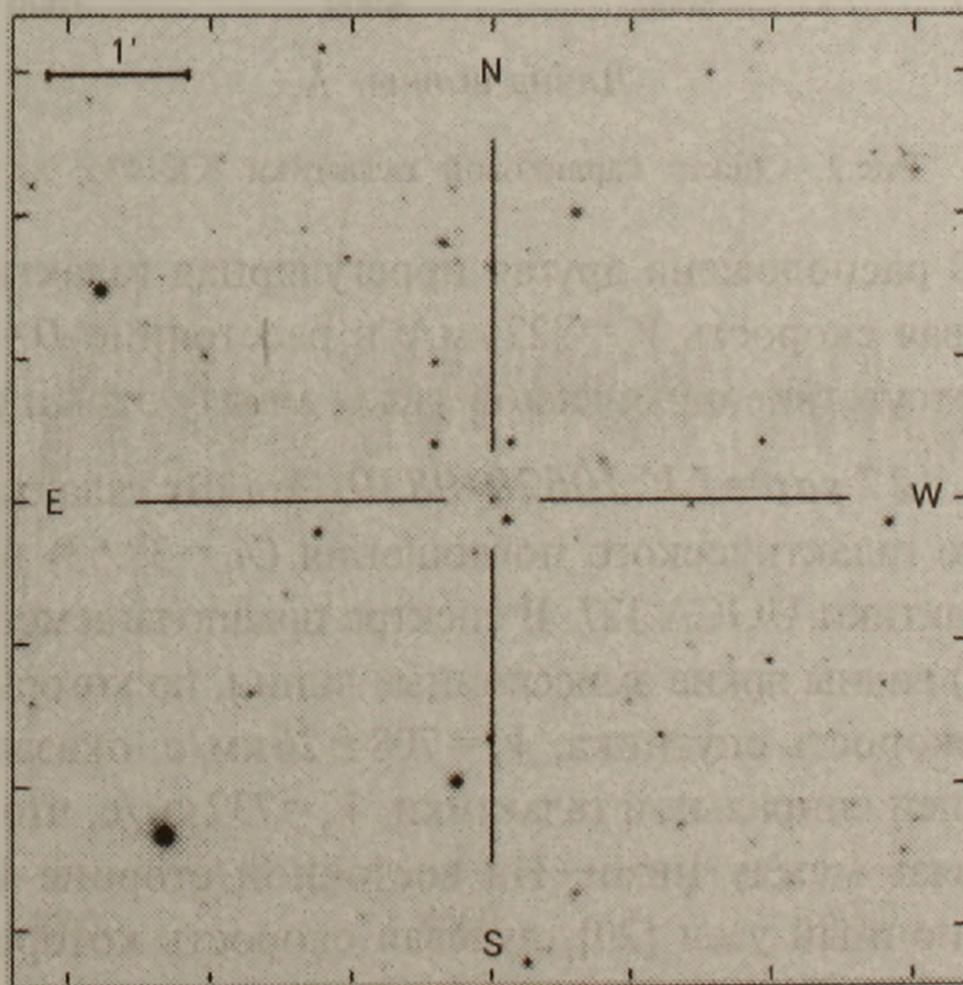


Рис.1. Репродукция карликовой галактики KK 135 из обзора неба SDSS.

иррегулярная карликовая галактика с угловыми размерами  $0'.68 \times 0'.35$  была обнаружена в [17], но не включена в каталог UNGC из-за отсутствия лучевой скорости. В ультрафиолетовом обзоре неба GALEX [18] она имеет видимые величины  $m(FUV) = 18.70 \pm 0.12$  и  $m(FUV) = 18.60 \pm 0.04$ . Изображение галактики из Sloan Digital Sky Survey [19] показано на рис.1. Репродукция полученного нами спектра КК 135 в области  $(4000-7000) \text{ \AA}$  представлена на рис.2. Судя по измеренной лучевой скорости  $V_h = 215 \pm 40 \text{ км/с}$ , галактика определенно принадлежит к объектам Местного объема. На южной стороне КК 135 имеется компактная HII-область. КК 135 является весьма изолированной галактикой. В ее окрестностях на угловом

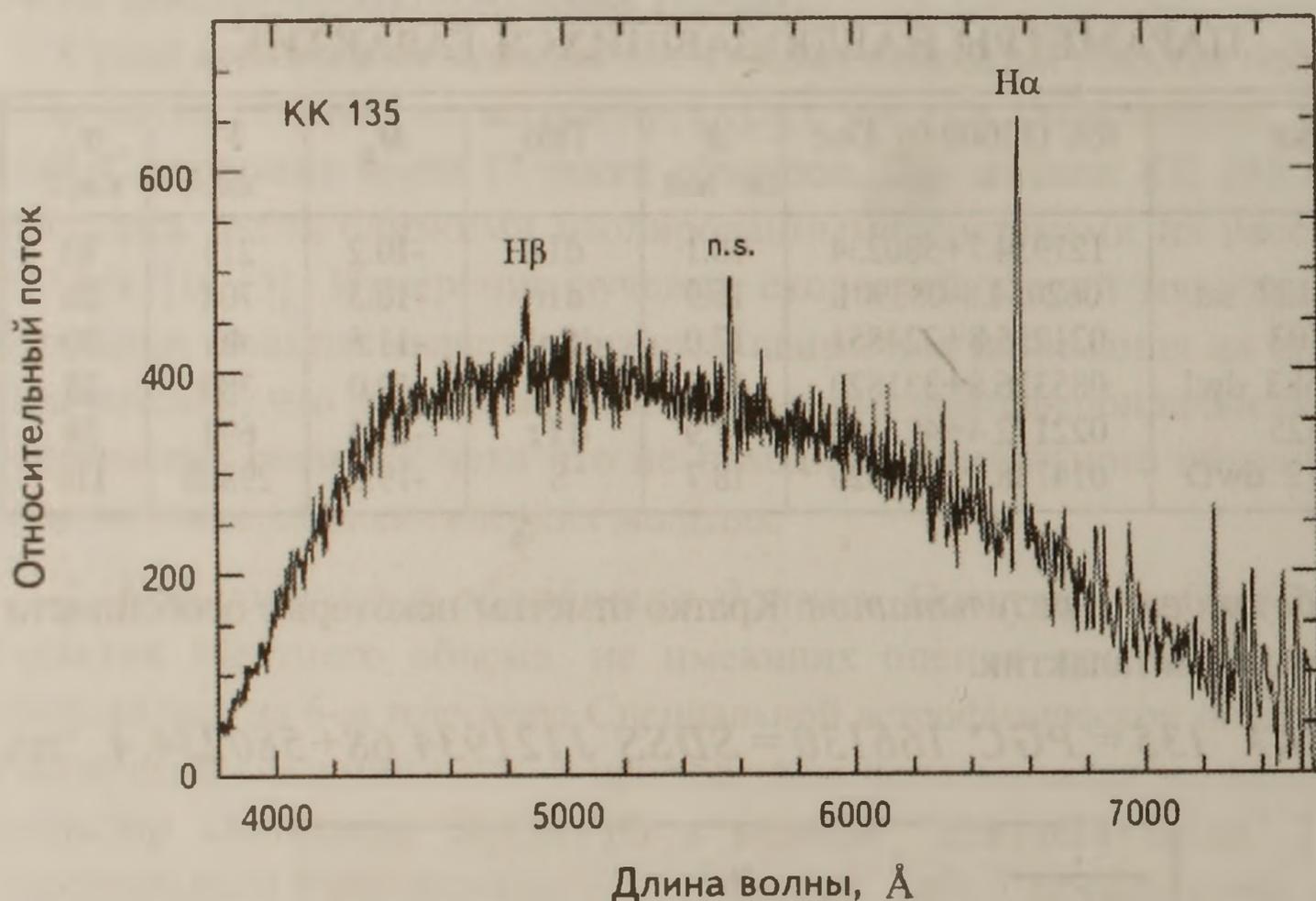


Рис.2. Спектр карликовой галактики КК 135.

расстоянии  $0''.9$  расположена другая иррегулярная галактика DDO 123, однако ее лучевая скорость  $V_h = 722 \text{ км/с}$  и расстояние  $D = 10.5 \text{ Мпк}$  [10] указывают на отсутствие физической связи между этими системами.

3.2. *UGCA 127 sat = LV J0620-0839*. Эта dIг галактика находится в зоне сильного галактического поглощения ( $A_b = 3^m.53$ ) на  $10'$  к югу от спиральной галактики UGCA 127. В спектре предполагаемого карликового спутника (рис.3) видны яркие эмиссионные линии, по которым измеренная нами лучевая скорость спутника,  $V_h = 708 \pm 26 \text{ км/с}$ , оказалась близка к скорости соседней спиральной галактики,  $V_h = 732 \text{ км/с}$ , что подтверждает физическую связь между ними. На восточной стороне UGCA 127 sat имеется эмиссионный узел [20], лучевая скорость которого на  $80 \text{ км/с}$  больше, чем для центральной части галактики.

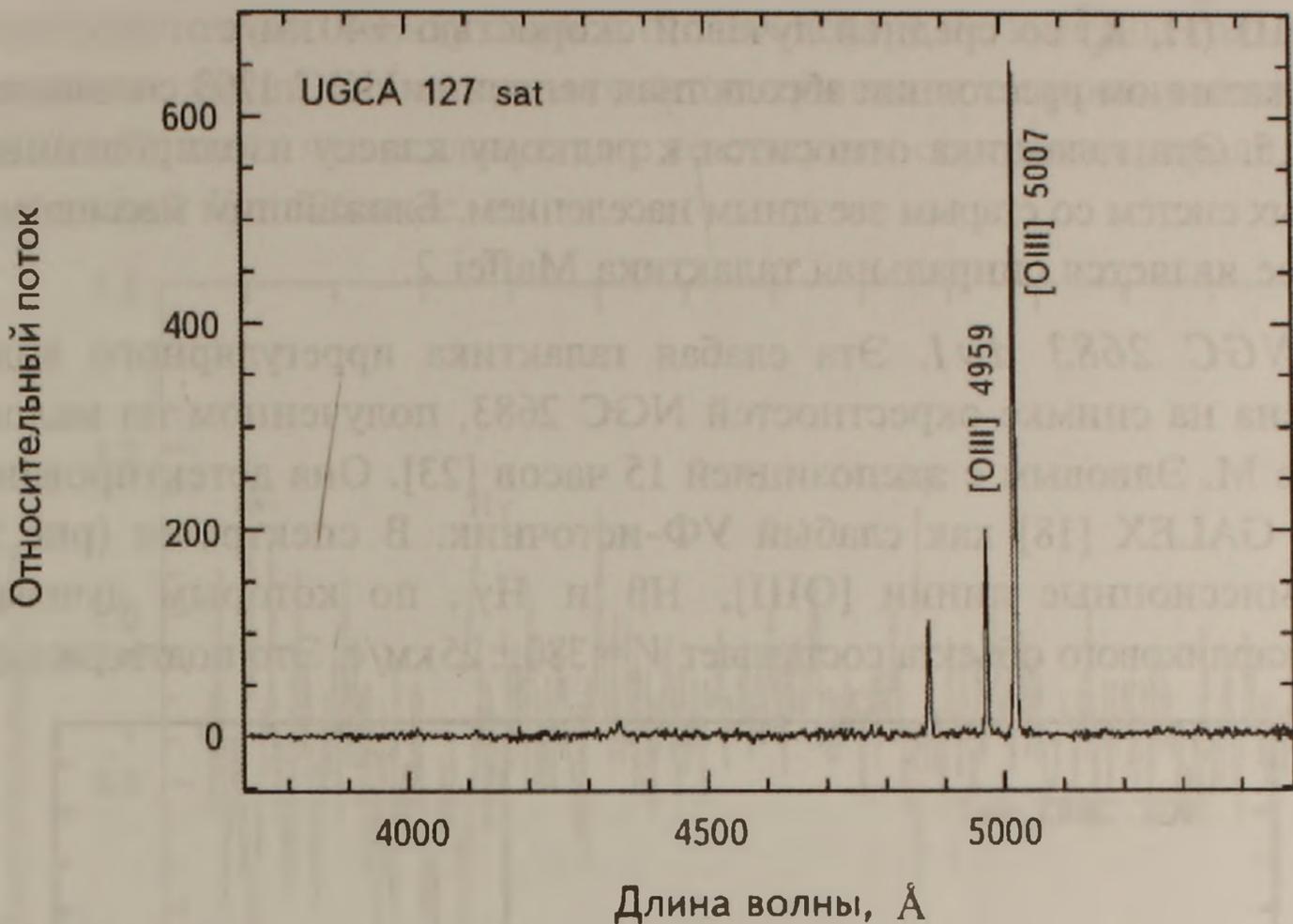


Рис.3. Спектр карликовой галактики UGCA 127 sat.

3.3. *UGC 1703 = KKH 9 = PGC 08484*. Это - карликовая галактика сфероидального (dSph) или транзиентного (dTr) типа. Расстояние до нее,  $D=4.19$  Мпк, оценено по флуктуациям поверхностной яркости [21]. На снимке в линии  $H\alpha$  [22] она не показывает признаков эмиссии. В спектре ее на рис.4 видны абсорбционные бальмеровские линии  $H\beta$ ,  $H\gamma$ ,  $H\delta$  и

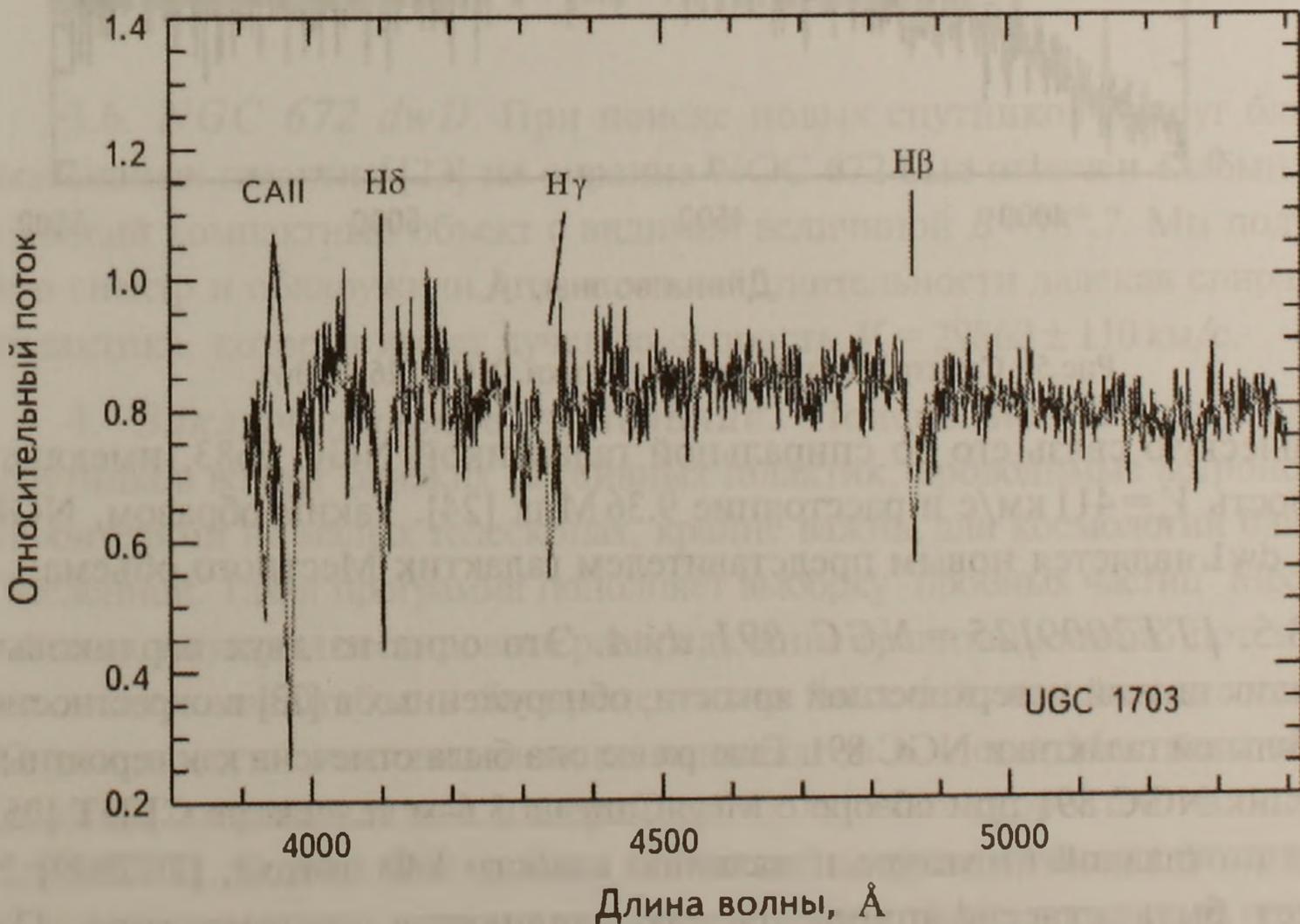


Рис.4. Спектр карликовой галактики UGC 1703.

дублет CaII (H, K) со средней лучевой скоростью  $+40$  км/с.

При указанном расстоянии абсолютная величина UGC 1703 составляет  $M_B = -11^m.5$ . Эта галактика относится к редкому классу изолированных карликовых систем со старым звездным населением. Ближайшим массивным соседом ее является спиральная галактика Maffei 2.

3.4. *NGC 2683 dw1*. Эта слабая галактика irregularного вида обнаружена на снимке окрестностей NGC 2683, полученном на малом телескопе М. Элвовым с экспозицией 15 часов [23]. Она детектирована в обзоре GALEX [18] как слабый УФ-источник. В спектре ее (рис.5) видны эмиссионные линии [OIII], H $\beta$  и H $\gamma$ , по которым лучевая скорость карликового объекта составляет  $V_h = 380 \pm 25$  км/с. Это подтверждает

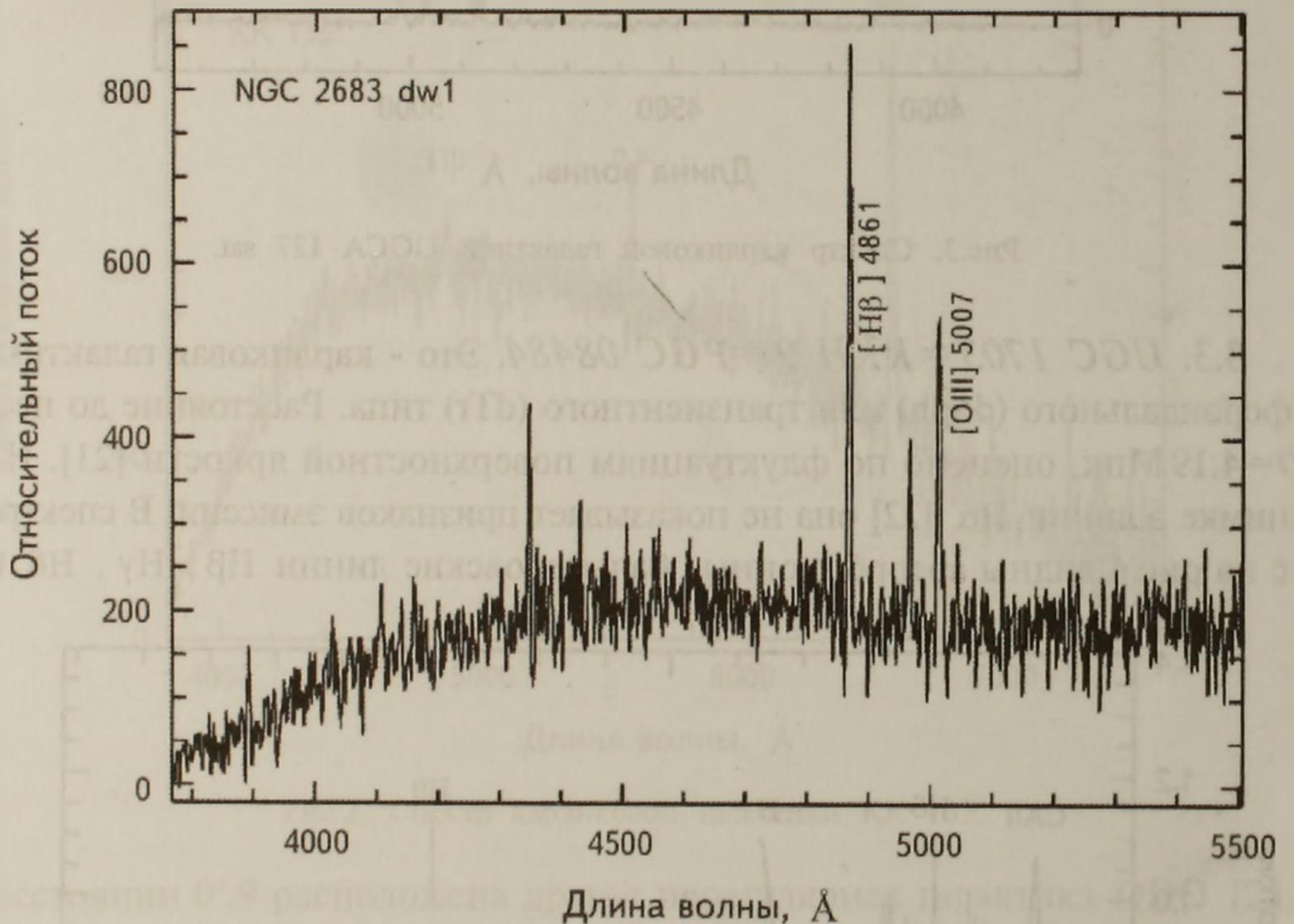


Рис.5. Спектр карликовой галактики NGC 2683 dw1.

физическую связь его со спиральной галактикой NGC 2683, имеющей скорость  $V_h = 411$  км/с и расстояние 9.36 Мпк [24]. Таким образом, NGC 2683 dw1 является новым представителем галактик Местного объема.

3.5. *[TT2009]25 = NGC 891 dwA*. Это одна из двух карликовых галактик низкой поверхностной яркости, обнаруженных в [23] в окрестностях спиральной галактики NGC 891. Еще ранее она была отмечена как вероятный спутник NGC 891 при обзоре с MegaCam на 3.6-м телескопе CFHT [25]. Судя по гладкой структуре и наличию слабого УФ потока, [TT2009] 25 может быть классифицирована как карликовая система типа dTr.

промежуточного между dSph и dIг. В спектре ее заметны только абсорбционные линии, по которым гелиоцентрическая скорость галактики равна  $(692 \pm 58)$  км/с, что согласуется с ее статусом спутника спирали NGC 891, имеющей  $V_h = 526$  км/с.

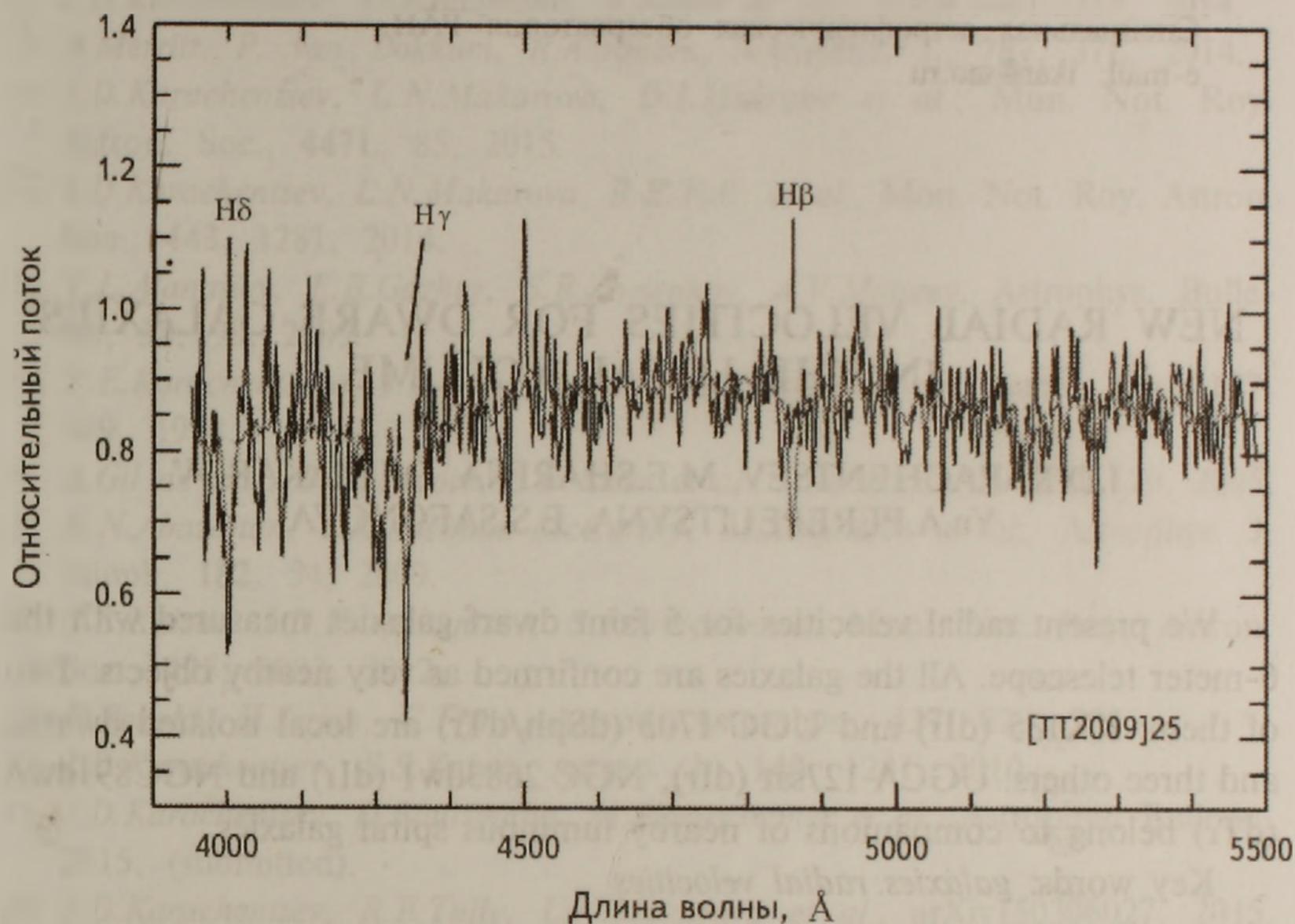


Рис.6. Спектр карликовой галактики [TT2009]25, спутника NGC 891.

3.6. *NGC 672 dwD*. При поиске новых спутников вокруг близких массивных галактик [23] на окраине NGC 672 был отмечен слабый голубоватый компактный объект с видимой величиной  $B = 18^m.7$ . Мы получили его спектр и обнаружили, что это в действительности далекая спиральная галактика, которая имеет лучевую скорость  $V_h = 29860 \pm 110$  км/с.

4. *Заключительное замечание*. Поиски новых ультраслабых спутников вокруг близких массивных галактик, проводимые астрономами любителями на малых телескопах, крайне важны для космологии ближней Вселенной. Такая программа пополняет выборку "пробных частиц" Местного объема, позволяя тестировать распределение гравитационного потенциала на малых масштабах с беспрецедентно высокой плотностью данных. Очевидно, что массовые поиски кандидатов в члены Местного объема должны сопровождаться измерением их лучевых скоростей на больших телескопах. Совместные усилия любителей астрономических фотографий и профессиональных астрономов обещают существенно продвинуть изучение

местного поля скоростей галактик.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-12-00965).

Специальная астрофизическая обсерватория РАН,  
e-mail: [ikar@sao.ru](mailto:ikar@sao.ru)

## NEW RADIAL VELOCITIES FOR DWARF GALAXIES IN THE LOCAL VOLUME

I.D.KARACHENTSEV, M.E.SHARINA, D.I.MAKAROV,  
Yu.A.PEREPELITSYNA, E.S.SAFONOVA

We present radial velocities for 5 faint dwarf galaxies measured with the 6-meter telescope. All the galaxies are confirmed as very nearby objects. Two of them: KK135 (dIr) and UGC 1703 (dSph/dTr) are local isolated dwarfs, and three others: UGCA 127sat (dIr), NGC 2683dw1 (dIr) and NGC891dwA (dTr) belong to companions of nearby luminous spiral galaxies.

Key words: *galaxies: radial velocities*

## ЛИТЕРАТУРА

1. *A.Sandage, G.A.Tammann*, Revised Shapley-Ames Catalog of Bright Galaxies (Washington, DC: Carnegie Institution), 635, 1981.
2. *F.Zwicky et al.*, Catalog of Galaxies and Clusters of Galaxies (Pasadena, Caltech), 1961.
3. *T.H.Jarrett, T.Chester, R.Cutri, S.E.Schneider, J.P.Huchra*, *Astron. J.*, **125**, 525, 2003.
4. *B.S.Koribalski, L.Staveley-Smith, V.A.Kilborn et al.*, *Astron. J.*, **128**, 16, 2004.
5. *R.C.Kraan-Korteweg, G.A.Tammann*, *Astron. Nachr.*, **300**, 181, 1979.
6. *M.Boylan-Kolchin, V.Springel, S.D.M.White et al.*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **398**, 1150, 2009.
7. *S.E.Nuza, F.S.Kitaura, S.Hess et al.*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **445**, 988, 2014.
8. *I.D.Karachentsev, V.E.Karachentseva, W.K.Huchtmeier, D.I.Makaroy*, *Astron. J.*, **127**, 2031, (=CNG) 2004.

9. *B.A.Jacobs, L.Rizzi, R.B.Tully et al.*, *Astron. J.*, **138**, 332, 2009.
10. *I.D.Karachentsev, D.I.Makarov, E.I.Kaisina*, *Astron. J.*, **145**, 101, (=UNGC), 2013.
11. *P.G. van Dokkum, R.Abraham, A.Merritt*, *Astron. J.*, **782**, 24, 2014.
12. *I.D.Karachentsev, D.Bautzmann, F.Neyer et al.*, arXiv:1401.2719, 2014.
13. *A.Merritt, P. van Dokkum, R.Abraham*, *Astrophys. J.*, **787**, 37L, 2014.
14. *I.D.Karachentsev, L.N.Makarova, D.I.Makarov et al.*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **447L**, 85, 2015.
15. *I.D.Karachentsev, L.N.Makarova, R.B.Tully et al.*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **443**, 1281, 2014.
16. *V.L.Afanasjev, E.B.Gazhur, S.R.Zhelenkov, A.V.Moiseev*, *Astrophys. Bulletin*, **58**, 90, 2005.
17. *V.E.Karachentseva, I.D.Karachentsev*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **127**, 409, 1998.
18. *A.Gil de Paz, B.F.Madore, S.Boissier et al.*, *Astrophys. J.*, **627L**, 29, 2005.
19. *K.N.Abazajian, J.K.Adelman-McCarthy, M.A.Agueros et al.*, *Astrophys. J. Suppl.*, **182**, 54, 2009.
20. *S.S.Kaisin, I.D.Karachentsev, S.Ravindranath*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **425**, 2083, 2012.
21. *R.Rekola, H.Jerjen, C.Flynn*, *Astron. Astrophys.*, **437**, 823, 2005.
22. *I.D.Karachentsev, S.S.Kaisin*, *Astron. J.*, **140**, 1241, 2010.
23. *I.D.Karachentsev, D.Bautzmann, M.Blauensteiner et al.*, *Astrophys. Bulletin*, 2015, (submitted).
24. *I.D.Karachentsev, R.B.Tully, L.N.Makarova et al.*, arXiv150306027, 2015.
25. *N.Trentham, R.B.Tully*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **398**, 722, 2009.

