

УДК 524.7-323.3; 524.74; 524.7: 520.82

РАССТОЯНИЯ ДО 24 КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК

© 2022 Н. А. Тихонов^{1*}, О. А. Галазутдинова¹¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 РоссияПоступила в редакцию 26 августа 2022 года; после доработки 26 сентября 2022 года;
принята к публикации 30 сентября 2022 года

На основе архивных снимков космического телескопа им. Хаббла проведена звездная фотометрия 24 карликовых галактик. На полученных диаграммах Герцшпрунга–Рессела видны ветви молодых и старых звезд. Используя результаты фотометрии и применяя TRGB-метод, мы впервые определили точные расстояния для 13 галактик. На минимальном расстоянии находится галактика PGC 704814 ($D = 3.73$ Мпк), на максимальном — SDSS J115840.37+153533.7 ($D = 11.95$ Мпк). Расстояния до остальных галактик лежат в диапазоне от 7 до 11 Мпк. Объект SDSS J140457.78+534128.2, как это следует из распределения красных гигантов, является не галактикой, а молодым звездным комплексом на периферии соседней галактики NGC 5474.

Ключевые слова: *методы: фотометрия — галактики: расстояния и красные смещения — галактики: карликовые*

1. ВВЕДЕНИЕ

Теория предсказывает, что наиболее яркие и массивные звезды должны иметь низкую металличность. Поскольку самая низкая металличность наблюдается у карликовых иррегулярных галактик, можно ожидать появления ярких звезд в таких маломассивных галактиках. Однако наблюдения дают противоположный результат. Оказывается, что основная часть найденных ярких массивных звезд принадлежит спиральным галактикам, таким как M 31, M 33 или наша Галактика — Млечный Путь.

При изучении корреляции между светимостями ярчайших звезд и их родительских галактик мы исследовали выборку, включающую 150 объектов, и нашли линейную зависимость между этими параметрами (Tikhonov et al. 2021). Было установлено, что все слабые ($M_B > -13^m$) галактики выборки, их оказалось 31, не содержат ярких звезд, которые по своей светимости не уступали бы ярчайшим звездам спиральных галактик. Для достоверного ответа на вопрос о соответствии теоретических моделей реальным наблюдениям нужны поиск и исследование ярких звезд в большей по объему статистической выборке галактик разной металличности.

Поскольку измерения абсолютных светимостей звезд возможны только у тех галактик, расстояния до которых известны с хорошей точностью, при определении расстояний мы используем

TRGB-метод (Tip of Red Giants Branch) (Lee et al. 1993). Он основан на измерении положения ветви красных гигантов по результатам фотометрии и в настоящее время является наиболее точным и массовым способом определения расстояний. В этой работе мы рассматриваем 24 карликовые галактики, которые были отобраны при работе с архивными данными космического телескопа им. Хаббла (ID 15922, R. B. Tully).

2. ЗВЕЗДНАЯ ФОТОМЕТРИЯ

Список галактик, расстояния до которых определены нами в рамках этой работы, приведен в таблице 1. Для фотометрии мы использовали снимки из архива космического телескопа им. Хаббла, полученные с камерой ACS/WFC в фильтрах F814W и F606W с экспозициями 760 с. На рис. 1 представлены изображения изученных нами галактик в полосе фильтра F606W (V). Одинаковый размер всех изображений — $1'0 \times 1'0$ — наглядно подчеркивает разнообразие видимых размеров и масс исследуемых галактик, даже с учетом различий расстояний до них.

Наименьшая среди 24 галактик, AGC 208477, имеет размер 0.82 кпк, а видимая с ребра галактика MCG–01–26–011 почти в пять раз больше — 3.6 кпк. Линейный размер галактик оценивался по распределению красных гигантов вдоль их радиуса. Экспоненциальное распределение красных гигантов в логарифмическом масштабе представляется линейной функцией, что позволяет определить

*E-mail: ntik@sao.ru

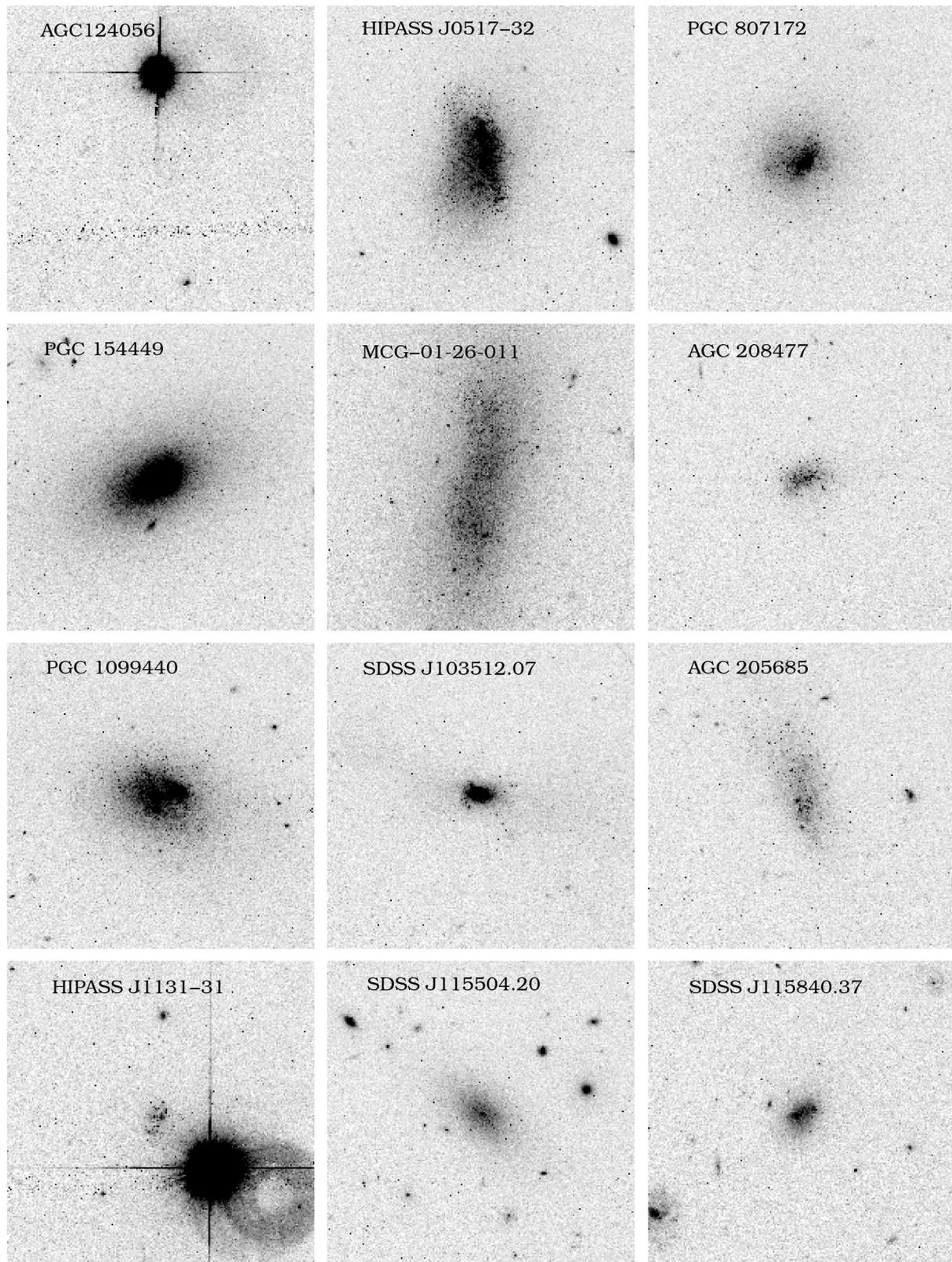


Рис. 1. Изображения галактик на ACS/WFC снимках космического телескопа им. Хаббла. Размер каждого снимка $1'.0 \times 1'.0$. Очевидно большое различие размеров галактик выборки.

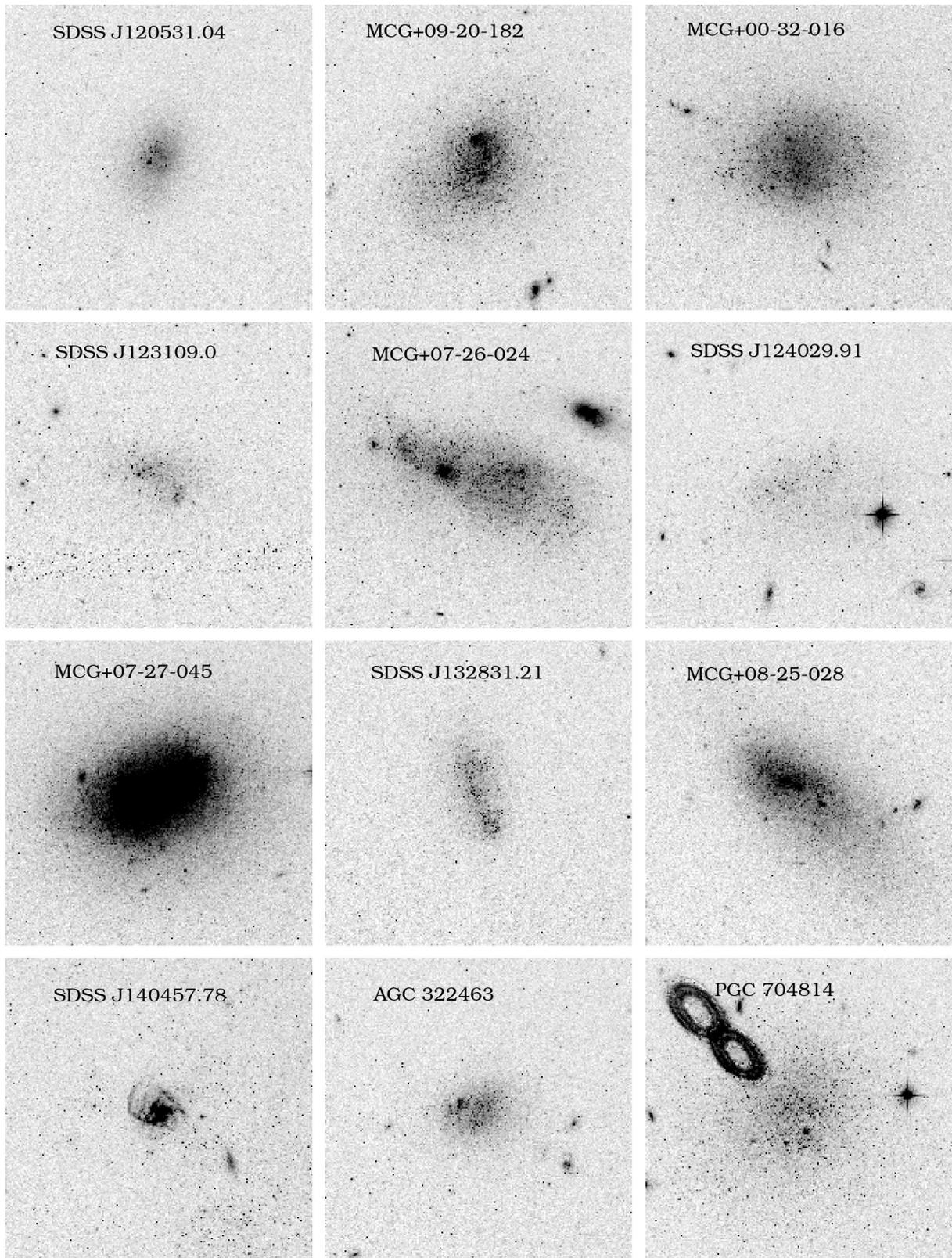


Рис. 1. (Продолжение.)

предельный радиус, при котором распределение красных гигантов сливается с фоном, состоящим из далеких галактик и шума матрицы.

Звездная фотометрия галактик выполнялась двумя пакетами программ: DAOPHOT II (Stetson 1987; 1994) и DOLPHOT 2.0 (Dolphin 2016). Фотометрия звезд в DAOPHOT II проводилась стандартным образом (Tikhonov et al. 2019), а калибровочные зависимости получены на основе фотометрии звезд с разными светоприемниками и на разных телескопах (Tikhonov and Galazutdinova 2009). Результаты фотометрии звезд прошли селекцию по параметрам «СНІ» и «SHARP» (Stetson 1987), которые определяют форму фотометрического профиля каждой измеряемой звезды, что позволило удалить из результирующих таблиц все диффузные объекты: звездные скопления, далекие или компактные галактики, так как фотометрические профили этих объектов отличались от профилей изолированных звезд, выбранных нами в качестве стандартных.

Пакет DOLPHOT 2.0 мы использовали в соответствии с рекомендациями Долфина из «Руководства пользователя» (DOLPHOT User's Guide version 2.0, см. <http://americano.dolphinim.com/dolphot/dolphot.pdf>), а процедура фотометрии состояла из предварительного маскирования плохих пикселей, удаления следов космических частиц и последующей PSF-фотометрии найденных звезд в двух фильтрах. Селекция полученного списка звезд по параметрам профиля изображений «СНІ» и «SHARP» проводилась таким же образом, как и в DAOPHOT II.

Принципы фотометрии с помощью программ DOLPHOT и DAOPHOT одинаковы, но имеются некоторые различия в их использовании. Например, в DAOPHOT в качестве PSF-звезд мы брали звезды на снимках исследуемых галактик, а в DOLPHOT использовалась библиотека PSF-профилей. При определении TRGB-скачка оба метода давали сходные результаты и значимые различия между ними не обнаружены, поэтому применение той или иной программы определялось удобством ее использования для конкретной галактики.

Полученные при фотометрии звезд диаграммы Герцшпрунга–Рессела (СМ-диаграммы) для 24 галактик представлены на рис. 2. Горизонтальными линиями отмечены TRGB-скачки, то есть положения верхних границ ветвей красных гигантов, которые мы выделяли для определения расстояний до галактик.

Для большинства галактик выборки начало ветви красных гигантов на СМ-диаграммах можно выделить достаточно уверенно, но для нескольких галактик это положение не очевидно. В этих случаях мы рассматривали соответствующие функции

светимости красных гигантов и AGB-звезд, они представлены на рис. 3. При построении указанных функций светимости мы использовали селекцию звезд по нескольким параметрам. Выбор звезд проводился на периферии галактики, что сокращает число нежелательных AGB-звезд, более ярких, чем красные гиганты, а яркие сверхгиганты полностью исключаются. При этом, конечно, уменьшается число звезд в выборке, но увеличивается соотношение красных гигантов к оставшимся AGB-звездам, поскольку эти звезды имеют разные градиенты падения численной плотности от центра к краю галактики (Tikhonov 2005; 2006). Кроме того, проводилась селекция по цвету, обычно $1.0 < (V - I) < 1.7$, что удаляло из выборки звезды главной последовательности и AGB-звезды с большим показателем цвета. Использование селекции по нескольким параметрам позволило нам получить функции светимости с хорошо заметными TRGB-скачками даже для тех галактик, количество красных гигантов в которых исчисляется всего лишь несколькими десятками.

3. ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЙ

В настоящее время для определения с высокой точностью расстояний до галактик используется TRGB-метод (Lee et al. 1993). Как и у любого метода измерения расстояний, у TRGB-метода есть свои трудности и ограничения. Поскольку этот метод основан на определении положения начала ветви красных гигантов, не самых ярких звезд в галактиках, то определять расстояния до галактик дальше 25 Мпк невозможно. В далеких галактиках красные гиганты находятся вблизи фотометрического предела снимков HST-телескопа или вообще не видны. Другая трудность возникает при измерении расстояний до очень маломассивных галактик, число красных гигантов в которых невелико. Обе названные проблемы ведут к неопределенностям в измерении положения TRGB-скачка, а значит, и к малой точности в измерении расстояния до галактики.

Для объективного измерения положения TRGB-скачка мы использовали функцию Собеля (Madore and Freedman 1995), максимумы которой соответствуют резким изменениям численности звезд, что наблюдается на границе ветви красных гигантов и определяется как TRGB-скачок. Для контроля полученного измерения положения TRGB-скачков мы использовали диаграмму функции светимости в логарифмических координатах численности звезд. На представленной таким образом функции светимости виден излом графика в точке TRGB-скачка, что позволяет проверить результат измерений.

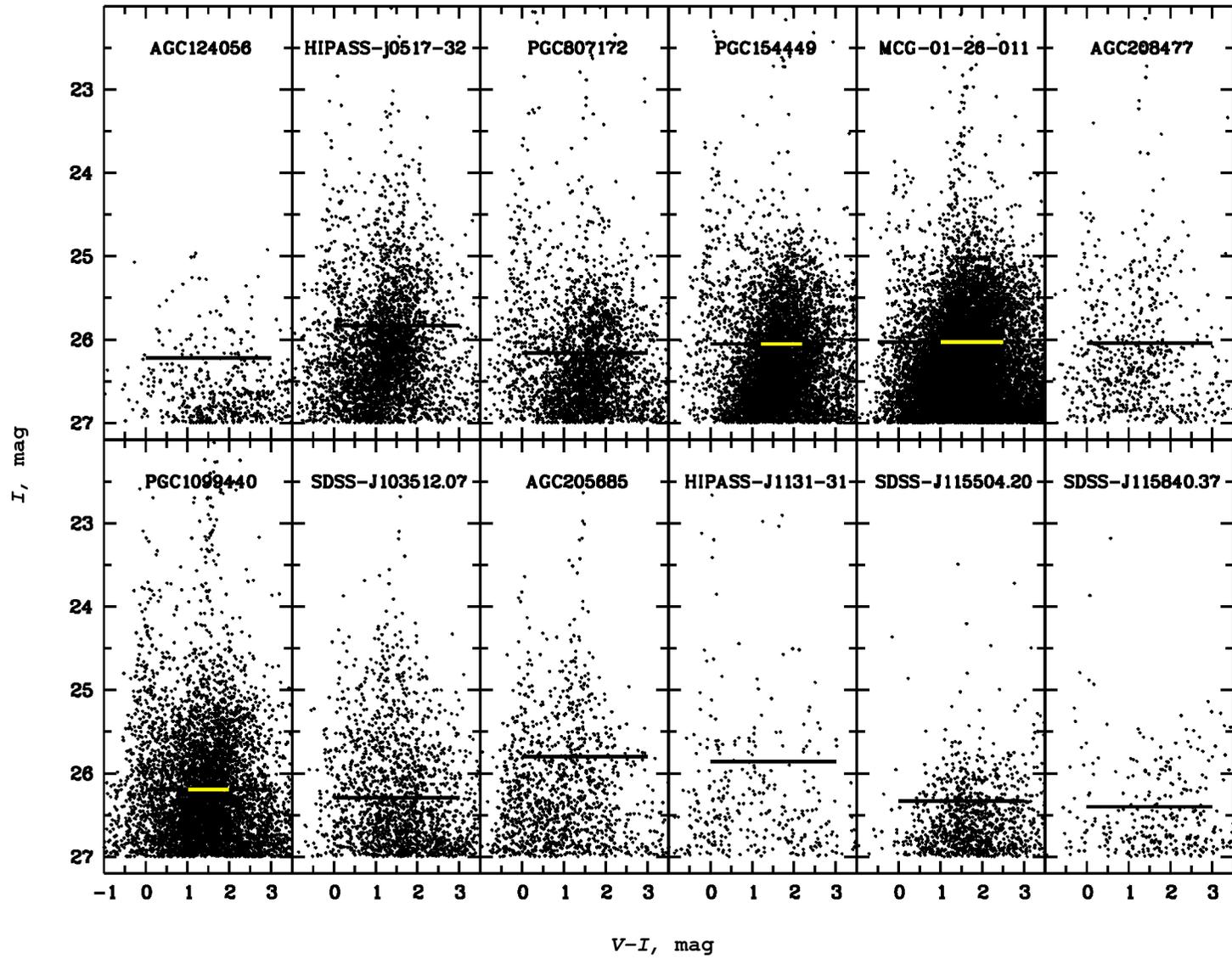


Рис. 2. CM-диаграммы для галактик списка. Горизонтальными линиями отмечены положения TRGB-скачков. Для галактик, в которых положения TRGB-скачков вызывают сомнения, на рис. 3 представлены функции светимости с дополнительной селекцией звезд, подробности которой описаны в тексте.

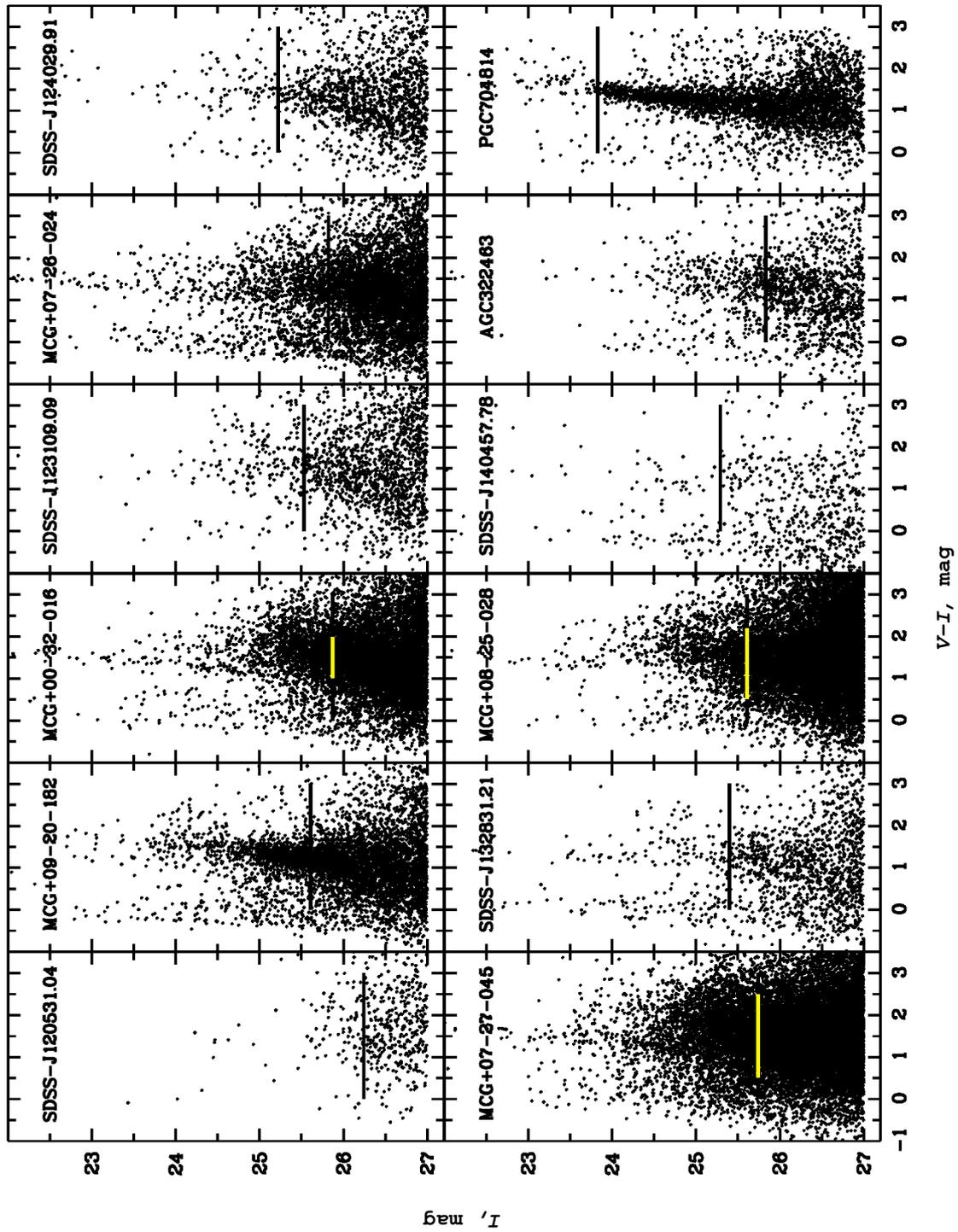


Рис. 2. (Продолжение.)

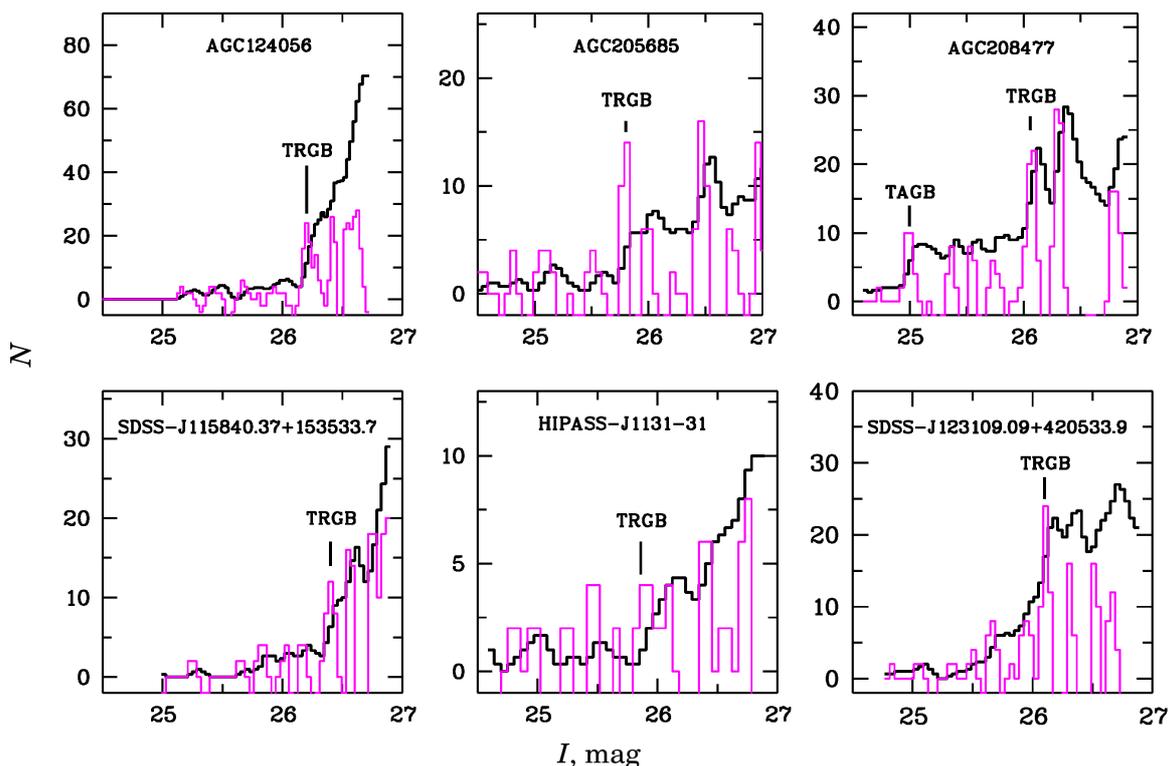


Рис. 3. Функции светимости звезд (толстые линии) и функции Собеля (тонкие линии) для галактик, у которых на CM-диаграмме трудно определить положение TRGB-скачка. При построении указанных функций светимости из выборки звезд исключались звезды центральных областей галактик, где располагается большинство AGB-звезд, а также проводилась селекция по показателю цвета и по параметрам профиля звезд «CHI», «SHARP» и «ROUNDNESS». Положения TRGB-скачков отмечены вертикальными рисками.

Функции светимости ряда галактик и функции Собеля, с помощью которых делалась проверка положения TRGB-скачка, показаны на рис. 3. Началу ветви красных гигантов в каждом случае соответствует один из максимумов функции Собеля. Из-за малого числа звезд возможны резкие изменения их численной плотности на функции светимости, поэтому на функции Собеля могут появиться и другие максимумы. Для правильного выбора положения TRGB-скачка следует учитывать общее поведение функции светимости. Для удаленных карликовых галактик с небольшим числом красных гигантов рост функции светимости начинается в точке края ветви красных гигантов, но сам TRGB-скачок может не проявляться или быть слабо выраженным.

При определении расстояний мы измерили положения TRGB-скачков, а также показатели цвета вершин ветви красных гигантов $(V - I)_{\text{TRGB}}$. Определить показатели цвета ветви гигантов $(V - I)_{-3.5}$ на уровне $M_I = -3^m5$ можно было не для всех галактик, поскольку для многих это значение находилось вблизи фотометрического предела снимков. В таких случаях мы принима-

ли значение $M_I = -3^m5$ на 0^m12 меньше, чем $(V - I)_{\text{TRGB}}$. Такой подход, во-первых, вполне соответствует параметрам ветви малометаллических красных гигантов в карликовых галактиках, а во-вторых, даже изменение значений показателей цвета на 0^m1 изменяет величину получаемого модуля расстояний всего на 0^m01 . Более того, возможно использование TRGB-метода с хорошей точностью на основе снимков только в одном фильтре $F814W$, без привлечения к измерениям показателей цвета (Tikhonov 2021).

С помощью уравнений из работы Lee et al. (1993) мы определили расстояния и модули расстояний до галактик. Величина поглощения света в направлении на каждую галактику взята из работы Schlafly and Finkbeiner (2011). Полученные результаты приведены в таблице 1.

Точность определения расстояния индивидуальна для каждой галактики, но есть общие закономерности. Галактики можно условно разделить на две группы по полученной точности измерения расстояния. В первую группу входит большинство тех галактик, у которых хорошо видна ветвь красных гигантов, а положение TRGB-скачка измеряется с

Таблица 1. Параметры 24 карликовых галактик: α и δ — прямое восхождение и склонение галактики (J 2000), v_h — лучевая скорость по данным NED, I_{TRGB} — положение TRGB-скачка на функции светимости в фильтре I , A_I — величина экстинкции в фильтре I , $(m - M)$ — модуль расстояния до галактики, D — расстояние до галактики, D_A — расстояние, согласно измерениям Anand et al. (2021). Здесь и на рис. 1–3 для объектов SDSS приводятся краткие названия

N	Galaxy	α	δ	v_h , km s $^{-1}$	I_{TRGB} , mag	A_I , mag	$(m - M)$, mag	D , Мпк	D_A , Мпк
01	AGC 124056	02 57 36.4	+23 47 21	407	26.20	0.245	29.20	9.54	7.80
02	HIPASS J0517–32	05 17 21.6	–32 45 35	798	25.83	0.028	29.85	9.32	9.32
03	PGC 807172	09 44 20.1	–22 54 58	719	26.16	0.114	30.10	10.46	–
04	PGC 154449	09 57 08.9	–09 15 49	542	26.05	0.100	30.00	9.99	10.13
05	MCG–01-26-011	10 01 38.4	–08 14 56	446	26.03	0.089	29.99	9.94	9.94
06	AGC 208477	10 09 19.8	+27 56 44	583	26.04	0.042	30.05	10.22	–
07	PGC 1099440	10 09 32.5	–02 10 58	750	26.19	0.066	30.17	10.80	10.42
08	SDSS J103512.07 ^a	10 35 12.1	+46 14 12	505	26.29	0.038	30.30	11.47	–
09	AGC 205685	10 56 40.3	+36 08 28	572	25.80	0.030	29.82	9.19	–
10	HIPASS J1131–31	11 31 35.2	–31 40 20	715	25.86	0.105	29.80	9.11	–
11	SDSS J115504.20 ^b	11 55 04.2	+28 20 52	502	26.33	0.041	30.34	11.68	–
12	SDSS J115840.37 ^c	11 58 40.4	+15 35 34	561	26.40	0.057	30.39	11.95	–
13	SDSS J120531.04 ^d	12 05 31.0	+31 04 34	589	26.24	0.027	30.26	11.26	–
14	MCG+09-20-182	12 26 52.7	+53 06 19	300	24.97	0.030	28.99	6.27	6.12
15	MCG+00-32-016	12 31 03.8	+01 40 33	1105	25.87	0.026	29.89	9.50	9.42
16	SDSS J123109.09 ^e	12 31 09.1	+42 05 34	543	25.53	0.027	29.55	8.12	–
17	MCG+07-26-024	12 33 52.7	+39 37 33	648	25.82	0.023	29.85	9.32	9.94
18	SDSS J124029.91 ^f	12 40 29.9	+47 22 04	229	25.22	0.025	29.20	6.92	7.63
19	MCG+07-27-045	13 12 51.8	+40 32 35	562	25.74	0.020	29.77	8.98	–
20	SDSS J132831.21 ^g	13 28 31.2	+49 37 38	395	25.40	0.013	29.44	7.72	–
21	MCG+08-25-028	13 36 44.8	+44 35 57	477	25.61	0.023	29.64	8.46	–
22	SDSS J140457.78 ^h	14 04 57.8	+53 41 28	260	25.29	0.016	29.32	7.30	–
23	AGC 322463	22 59 35.5	+16 45 56	355	25.90	0.099	29.80	9.13	7.97
24	PGC 704814	23 58 40.7	–31 28 03	270	23.83	0.024	27.86	3.73	3.66

Примечание:

^a — SDSS J103512.07+461412.2; ^b — SDSS J115504.20+282052.3; ^c — SDSS J115840.37+153533.7; ^d — SDSS J120531.04+310434.1; ^e — SDSS J123109.09+420533.9; ^f — SDSS J124029.91+472293.9; ^g — SDSS J132831.22+492727.9; ^h — SDSS J140457.78+534128.2.

точностью 0^m02–0^m03. Для этих галактик внутренняя точность определения расстояния равна 0.2 Мпк. Для определения внешней точности мы должны учитывать точность самого TRGB-метода, которая равна 0^m1 (Lee et al. 1993). С учетом точности измерения других параметров итоговая точ-

ность определения расстояний для таких галактик на расстоянии 10 Мпк составляет 0.6 Мпк. Для тех галактик, ветвь красных гигантов которых видна вблизи фотометрического предела (рис. 3), точность измерения TRGB-скачка равна 0^m04–0^m06, внутренняя точность составляет 0.5–0.6 Мпк, а

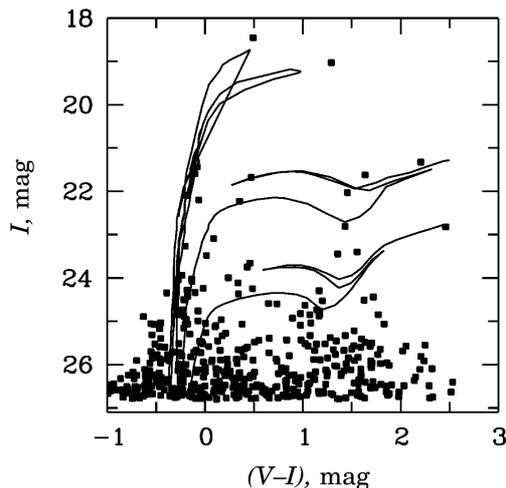


Рис. 4. CM-диаграмма звезд объекта SDSS J140457.78+534128.2 с изохронами Bertelli et al. (1994) для возраста 3, 4, 12 и 40 млн. лет при металличности $Z = 0.02$.

внешняя — 0.8 Мпк. Для выделения ветви красных гигантов в галактиках, у которых ветвь красных гигантов видна слабо (см. рис. 3), мы проводили селекцию таблиц фотометрии по показателю цвета звезд, по параметрам фотометрического профиля звезд и по пространственному расположению звезд разных типов. Основной вклад в точность получаемых результатов, помимо точности самого TRGB-метода, дают точности фотометрии PSF-звезд и определения положения TRGB-скачка по ширине пика функции Собеля.

4. СРАВНЕНИЕ НАШИХ РЕЗУЛЬТАТОВ С ИЗМЕРЕНИЯМИ ДРУГИХ АВТОРОВ

По нашим результатам (см. таблицу 1) и рис. 1 и видно, что все галактики нашей выборки находятся на значительных расстояниях и имеют малые размеры, поэтому раньше особого интереса у астрономов не вызывали. Единственным методом определения расстояния до них был метод использования лучевой скорости и постоянной Хаббла. Ситуация изменилась после получения снимков на HST-телескопе, когда появилась возможность применять TRGB-метод. Расстояния до галактик PGC 1099440 и PGC 154449 были определены на основе тех же наблюдательных данных (заявка HST ID 15922), которые мы используем в этой работе. Полученные Karachentsev et al. (2022) значения, 10.42 и 10.13 Мпк, в пределах ошибок измерений находятся в хорошем соответствии с нашими результатами, 10.80 и 9.99 Мпк соответственно (см. таблицу 1). В другой, более обширной работе Anand et al. (2021) можно найти измерения расстояний еще для девяти галактик, полученные на

основе все тех же наблюдательных данных (заявка HST ID 15922). Эти результаты для сравнения также приведены в таблице 1. Для семи галактик соответствие очень хорошее, но две галактики: AGC 124056 и AGC 322463, имеют расхождения результатов, превышающие ошибки измерений. Несоответствия объясняются трудностью измерений TRGB-скачка при очень малом числе звезд. Флуктуации числа звезд на функции светимости создают ложные представления о начале ветви красных гигантов. Прямым выходом из такой ситуации была бы более глубокая фотометрия, при наличии снимков с экспозициями больше 760 с, но такие снимки отсутствуют. Возможной причиной расхождения результатов может быть и влияние AGB-звезд. Их вклад, из-за более высокой яркости, по сравнению с красными гигантами, создает эффект приближения галактики. Чтобы избежать влияния AGB-звезд, для построения функции светимости мы выбирали звезды только на периферии галактики, где концентрация AGB-звезд ниже, чем ее в центре. Нужно отметить, что наши измерения для указанных галактик дают большие значения расстояний по сравнению с результатами из работы Anand et al. (2021).

5. ПРИРОДА ОБЪЕКТА SDSS J140457.78+534128.2

На снимках космического телескопа им. Хаббла данный объект виден как очень компактная галактика с бурным звездообразованием. На первый взгляд, этот вывод подтверждает и CM-диаграмма звезд SDSS J140457.78+534128.2 (рис. 4), на которой видны голубые и красные сверхгиганты и красные гиганты. Именно по красным гигантам на периферии этого объекта было определено расстояние до него (см. таблицу 1). Однако при дальнейших исследованиях мы исключили этот объект из списка галактик. На CM-диаграмму звезд SDSS J140457.78+534128.2 вписаны изохроны Bertelli et al. (1994) возраста 3, 4, 12 и 40 млн. лет с металличностью $Z = 0.02$, которые хорошо согласуются с распределением звезд объекта. Столь высокая металличность ($Z = 0.02$), равная металличности Солнца, для карликовых галактик не характерна, но соответствует металличности расположенной рядом существенно большей по массе галактики NGC 5474, которая взаимодействует с гигантской M 101. Несоответствие металличности указывает на то, что газ, из которого образовались молодые звезды, принадлежит массивной галактике. Что касается старых звезд — красных гигантов, то в объекте SDSS J140457.78+534128.2 их не оказалось. Мы определили численную плотность молодых и старых звезд в полосе, проходящей через этот объект в направлении на NGC 5474,

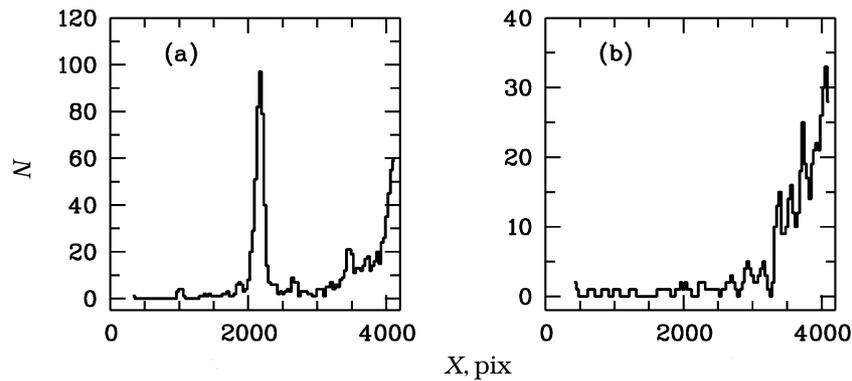


Рис. 5. Распределение численной плотности молодых звезд (а) и красных гигантов (б) в направлении на близкую соседнюю галактику NGC 5474 вдоль ее радиуса. При $X = 2150$, что соответствует положению объекта SDSS J140457.78+534128.2, на графике (а) наблюдается резкий рост числа молодых звезд, а на графике (б) численность красных гигантов не превышает значение фона из-за их отсутствия в SDSS J140457.78+534128.2.

(рис. 5). Если молодые звезды показывают большое увеличение численности в месте расположения объекта, то в распределении старых звезд — красных гигантов — нет никакого максимума (рис. 5а), что говорит об их полном отсутствии. На основании полученных результатов мы заключаем, что SDSS J140457.78+534128.2 является не галактикой, а молодым звездным комплексом, образовавшимся из газа расположенной рядом спиральной галактики NGC 5474. Что касается измеренного нами расстояния, то оно относится к звездам гало NGC 5474, на которое проецируется изображение SDSS J140457.78+534128.2.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

По данным проведенной нами фотометрии снимков из архива космического телескопа им. Хаббла для 24 карликовых галактик получены СМ-диаграммы, на которых видны как молодые звезды — голубые и красные сверхгиганты, так и старое звездное население — красные гиганты. Для каждой галактики определено положение верхней границы ветви красных гигантов (TRGB-скачок) и показатель цвета ветви гигантов. Это позволило нам с помощью уравнений из работы Lee et al. (1993) определить расстояния до всех галактик нашего списка. В продолжение работы, для изучения зависимости между светимостями галактик и их ярчайших звезд мы планируем провести интегральную фотометрию галактик списка. Увеличение статистической выборки карликовых галактик почти в два раза по сравнению с работой Tikhonov et al. (2021) позволит более уверенно судить об отсутствии ярких массивных звезд в карликовых галактиках.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа основана на наблюдениях, выполненных на космическом телескопе им. Хаббла NASA/ESA Научным институтом космического телескопа, который управляется AURA, Inc. по контракту No. NAS5-26555. Эти наблюдения связаны с заявкой HST ID 15922. В настоящей работе были использованы базы данных NED и HyperLeda.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа по изучению карликовых галактик выполнена в рамках гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-15-2022-262 (13.МНПМУ.21.0003).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. G. S. Anand, L. Rizzi, R. B. Tully, et al., *Astron. J.* **162** (2), id. 80 (2021).
2. G. Bertelli, A. Bressan, C. Chiosi, et al., *Astron. and Astrophys. Suppl.* **106**, 275 (1994).
3. A. Dolphin, DOLPHOT: Stellar photometry, Astrophysics Source Code Library, record ascl:1608.013 (2016).
4. I. D. Karachentsev, L. N. Makarova, G. S. Anand, and R. B. Tully, *Astron. J.* **163** (5), id. 234 (2022).
5. M. G. Lee, W. L. Freedman, and B. F. Madore, *Astrophys. J.* **417**, 553 (1993).
6. B. F. Madore and W. L. Freedman, *Astron. J.* **109**, 1645 (1995).
7. E. F. Schlafly and D. P. Finkbeiner, *Astrophys. J.* **737** (2), article id. 103 (2011).

8. P. B. Stetson, Publ. Astron. Soc. Pacific **99**, 191 (1987).
 9. P. B. Stetson, Publ. Astron. Soc. Pacific **106**, 250 (1994).
 10. N. A. Tikhonov, Astronomy Reports **49** (7), 501 (2005).
 11. N. A. Tikhonov, Astronomy Reports **50** (7), 517 (2006).
 12. N. A. Tikhonov, O. A. Galazutdinova, and G. M. Karataeva, Astrophysical Bulletin **74** (3), 257 (2019).
 13. N. A. Tikhonov, Astronomy Letters **47** (11), 721 (2021).
 14. N. A. Tikhonov and O. A. Galazutdinova, Astronomy Letters **35** (11), 748 (2009).
 15. N. A. Tikhonov, O. A. Galazutdinova, G. M. Karataeva, et al., Astrophysical Bulletin **76** (4), 381 (2021).

Distances to 24 Dwarf Galaxies

N. A. Tikhonov¹ and O. A. Galazutdinova¹

¹Special Astrophysical Observatory, Russian Academy of Sciences, Nizhnii Arkhyz, 369167 Russia

Stellar photometry of 24 dwarf galaxies was carried out using the archival images of the Hubble Space Telescope. The resulting Hertzsprung–Russell diagrams reveal branches of young and old stars. Using the results of photometry and applying the TRGB method, we have for the first time determined exact distances to 13 galaxies. Galaxy PGC 704814 is located at the closest distance ($D = 3.73$ Mpc), while SDSS J115840.37+153533.7 is located the farthest from us ($D = 11.95$ Mpc). The distances to other galaxies lie in the range from 7 to 11 Mpc. The object SDSS J140457.78+534128.2, as follows from the distribution of red giants, is not a galaxy, but rather a young star complex on the periphery of the neighboring galaxy NGC 5474.

Keywords: *techniques: photometric—galaxies: distances and redshifts—galaxies: dwarfs*