

УДК 524.47-126:520.82

ПОИСК КАНДИДАТОВ В ШАРОВЫЕ СКОПЛЕНИЯ В КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИКАХ. I. ПРОВЕРКА МЕТОДОВ НА ПРИМЕРЕ UGC 3755

© 2026 Э. Л. Сиразиева^{1*}, М. Е. Шарина^{1**}¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

Поступила в редакцию 1 июля 2026 года; после доработки 19 июля 2026 года; принята к публикации 19 июля 2026 года

Мы представляем результаты определения фотометрических и структурных параметров кандидатов в шаровые скопления (GCCs) в необычно богатой звездными скоплениями изолированной карликовой галактике UGC 3755. Источником данных послужили изображения, полученные на ACS/HST. Обоснованы основные изменения в методах исследования по сравнению с литературными аналогами. Они заключаются в следующем: использованы несколько иные критерии отбора GCCs, определена форма инструментальной функции рассеяния точки с учетом изменений фокуса системы ACS/WFC, оценены апертурные поправки для светимости GCCs путем моделирования профилей яркости искусственных звездных скоплений с заданными параметрами модели Кинга. Результаты согласуются с литературными данными. Почти все GCCs в UGC 3755, спроецированные на небесную сферу, расположены в диске голубых звезд. Разработанные методы планируется применить к исследованиям других близких карликовых галактик.

Ключевые слова: галактики: карликовые — галактики: звездные скопления: общие сведения

1. ВВЕДЕНИЕ

Шаровые скопления (GCs), как молодые, так и старые, — одни из самых ярких представителей галактических популяций. Возраст самых старых GCs близок к возрасту Вселенной (Vandenberg et al., 1996). Формирование массивных звездных скоплений (SCs) в галактиках продолжается, о чем свидетельствуют наблюдения (Adamo et al., 2017; Thilker et al., 2025, и ссылки в них). Число близких карликовых галактик с точными расстояниями и доступными изображениями, полученными с помощью космических телескопов, растет. В большинстве из них систематический поиск GCs и определение их фотометрических и структурных параметров не проводились (Pace, 2025, и ссылки в ней). Данная работа посвящена решению этих задач. В статье описаны наши методы, опирающиеся на результаты предыдущих исследований (Georgiev et al., 2009 (далее GPNG09) и ссылки в ней). Достоверность методов проверена путем сравнения результатов, полученных для карликовой галактики UGC 3755, с данными из литературы.

UGC 3755 — это карликовая иррегулярная галактика в Местном объеме (Karachentsev et al., 2013), известная высоким содержанием GCs (Sharina et al., 2005, далее: SPM05). Ее свойства

типичны для карликовых неправильных галактик Местного объема (Karachentsev et al., 2021; 2013). В столбцах таблицы 1 содержатся основные наблюдательные характеристики UGC 3755. Важно подчеркнуть, что, согласно приливным индексам θ_1 и θ_5 (Karachentsev et al., 2004; 2013), UGC 3755 является очень изолированной галактикой¹⁾. Типичность основных свойств этой галактики дополнительно подтверждается значениями интегральных темпов звездообразования, полученными по наблюдениям в линии H α и в далеком ультрафиолете (FUV): $\lg(\text{SFR}_{\text{H}\alpha}) = -1.81 M_{\odot} \text{год}^{-1}$ и $\lg(\text{SFR}_{\text{FUV}}) = -1.71 M_{\odot} \text{год}^{-1}$ (Karachentsev et al., 2021). Определенные нами координаты центра UGC 3755 (см. таблицу 1) хорошо согласуются с данными каталога Karachentsev et al. (2013): RA, Dec (J2000.0): 07^h13^m51^s.8, +10°31'19".0. Изучив структуру UGC 3755, мы выбрали в качестве центра галактики диффузный объект, не включенный в нашу выборку кандидатов в шаровые

¹⁾Приливной индекс вычисляется следующим образом: $\theta_1 = \lg(M/D^3) + b$, где M — масса ближайшего более массивного соседа, D — расстояние до него, а значение константы b устанавливается из условия, что $b = -10.96$ при $\theta_1 = 0$, если ближайший массивный сосед расположен на расстоянии «сферы нулевой скорости». Аналогично, приливной индекс $\theta_5 = \lg(\sum_{n=1}^5 M_n/D_n) + b$ обусловлен контрастом плотности, создаваемым пятью значимыми соседями галактики.

*E-mail: engesir2000@mail.ru

**E-mail: sme@sao.ru

скопления (GCCs) из-за его очень синего цвета, не соответствующего принятым критериям отбора.

В данном исследовании рассматриваются следующие вопросы. В разделе 2 подробно описываются используемые методы. Мы поясняем, какие подходы к решению задачи поиска GCCs и определения их параметров взяты без изменений из литературных источников, а какие были модифицированы. В разделе 3 представлены результаты исследования GCCs в UGC 3755. Полученные параметры сопоставляются с литературными данными двумя способами: (1) через отклонения наших измерений от опубликованных значений для тех же объектов (раздел 3.1) и (2) путем сравнения распределений основных параметров с таковыми для GCs нашей Галактики и Малого Магелланова Облака (SMC) (раздел 3.2). В разделе 3.3 рассматриваются распределения звезд и GCCs в UGC 3755, спроецированные на небесную сферу. В разделе 4 подводятся итоги проделанной работы.

2. МЕТОДЫ

Выполнение работы делится на следующие этапы:

- 1) подготовка изображений ACS/HST с маскированием загрязняющих объектов (горячие пиксели, следы космических лучей, яркие звезды переднего плана и фоновые галактики);
- 2) поиск GCCs на изображениях в двух фильтрах и формирование исходной выборки по заранее заданным критериям;
- 3) определение структурных и фотометрических параметров членов выборки;
- 4) окончательный отбор GCCs, исходя из уточненных параметров.

В этом разделе представлено детальное описание процесса получения и анализа данных.

2.1. Маскирование загрязняющих объектов и поиск GCCs

Мы использовали изображения *flt/flc* ACS, прошедшие стандартную обработку ACS CALACS, которая включает вычитание среднего уровня темнового тока, коррекцию плоского поля и коррекцию неэффективности переноса заряда во время считывания (Nathi et al., 2024). Снимки UGC 3755 были получены с помощью ACS HST 1 сентября 2004 года в рамках программы 10210 (руководитель проекта: Р. Б. Талли). Экспозиции составили: 2×600 и 2×450 с в фильтрах *F606W* и *F814W* соответственно; дизеринг не применялся.

На первом этапе изображения были очищены от следов космических лучей с помощью пакета *deepCR* (Kwon et al., 2021). Это алгоритм на основе

глубокого машинного обучения, применяемый к данным ACS/WFC в различных фильтрах. Свет от основной галактики был моделирован с применением медианного ядра с круговой апертурой радиусом 50 пикселей, а затем вычтен из исследуемого снимка для облегчения условий поиска и фотометрии GCCs.

Для маскировки фоновых объектов использовались программный пакет *Source Extractor* (далее: *SE*) (Bertin and Arnouts, 1996) и алгоритм, аналогичный разработанному Georgiev et al. (2008). При этом порог обнаружения фоновых источников скорректировали так, чтобы удалять только самые яркие загрязняющие объекты (см. рис. 5b в работе Georgiev et al. (2008)). Мы решили не маскировать более слабые помехи, поскольку плотность составляющих галактики (например, звезд, диффузных туманностей, звездных скоплений) тем выше, чем ближе наши GCCs к центру, а значит, высока вероятность того, что фоновые источники проецируются на изучаемый объект.

Для обнаружения и оценки параметров GCCs мы применяли *SE* (Bertin and Arnouts, 1996). Программа *SE* сначала определяет уровень фона на изображении, затем разделяет нефоновые области на отдельные объекты и вычисляет их характеристики, сохраняя результаты в каталоге. Помимо координат, каталог содержит следующие выходные параметры для объектов: звездные величины, длины полусей, эллиптичность, *FWHM* (полная ширина на половине максимума) при условии гауссова профиля распределения яркости, радиус на половине светимости (r_h) и тип объекта (*CLASS_STAR*)².

Инструментальные величины объектов, полученные на этом этапе, были скорректированы с учетом времени экспозиции и галактического поглощения и преобразованы в систему VEGAMAG с использованием фотометрических нульпунктов, рассчитываемых с помощью веб-приложения *Zeropoint Calculator*³.

2.2. Критерии отбора GCCs

Отбор GCCs проводился в два этапа. Сначала использовали данные, полученные ранее с помощью *SE* (см. раздел 2.1). Затем на основе результатов апертурной фотометрии и определения

²*SE* использует многослойную нейронную сеть для оценки апостериорной вероятности того, что обнаруженный источник является точечным. В частности, протяженные объекты имеют *CLASS_STAR*=0, а точечные — *CLASS_STAR*=1. Поиск структурных компонентов с *SE* требует установки *CLASS_STAR* ≤ 0.5.

³<https://acszeropoints.stsci.edu/>

Таблица 1. Координаты центра UGC 3755, определенные нами, и основные свойства этой галактики из Karachentsev et al. (2013): расстояние, полученное из светимости вершины ветви красных гигантов (RGB) в Мпс; избыток цвета в звездных величинах; абсолютная звездная величина и цвет галактики, скорректированные на Галактическое поглощение в звездных величинах; значения логарифмов массы HI и звездной массы в $M_{\odot}$; приливные индексы (см. текст)

RA (J 2000.0)	Dec (J 2000.0)	Distance	$E(B - V)$	$M_{V,0}$	$(V - I)_0$	$\lg M_{\text{HI}}$	$\lg M_{\star}$	θ_1	θ_5
07 ^h 13 ^m 51 ^s .64	+10°31'16"5	7.68	0.09	−15.50	0.88	8.25	8.21	−2.3	−1.7

структурных параметров (см. разделы 2.3 и 2.4) был составлен окончательный список кандидатов

На первом этапе основным критерием отбора служил цвет объектов: $0.2 \leq (V - I)_0 \leq 1.5$. Такие значения типичны для GCs возрастом больше 100 млн лет и металличностью $-2.5 < [Z/Z_{\odot}] < 0.5$ Percival et al. (2009). Подобные цвета наблюдаются у звездных скоплений в нашей Галактике и Магеллановых Облаках (Chávez et al., 2025; Harris, 1996). Было наложено ограничение на абсолютную звездную величину: $M_V \leq -2^{\text{m}}.5$, $M_I \leq -4^{\text{m}}.05$. Это примерно на 5^{m} слабее, чем значение перегиба функции светимости бедных металлами галактических GCs: $M_{V,\text{TO}} = -7^{\text{m}}.7$ (Harris, 1996).

Предполагая, что некоторые кандидаты могут быть протяженнее других, мы установили верхние пределы для радиуса на половине светимости (r_h) и эллиптичности ($\varepsilon = 1 - b/a$, где a и b — большая и малая полуоси) на уровне 20 пк и 0.4 соответственно.

Следует отметить, что визуальный контроль остается важным аспектом идентификации. Он вносит элемент субъективности в процедуру отбора, но одновременно служит дополнительной проверкой, повышая надежность выборки (SPM05).

2.3. Апертурная фотометрия и апертурные поправки

Апертурная фотометрия изображений была выполнена посредством программы PHOT в пакете DAOPHOT II (Stetson et al., 1990) с радиусом апертуры 10 пикселей. Такой размер оптимален для минимизации вклада близко расположенных звезд поля в светимость исследуемых GCCs (GPHG09). Для получения апертурных поправок использовались искусственные GCs, смоделированные с помощью программного пакета BAOLAB (Larsen, 1999) с функцией MKSYNTH. Эти объекты с различными звездными величинами, формами и $FWHM$ были случайным образом размещены на изображении UGC 3755. Далее к ним применялись те же процедуры поиска и фотометрии, что и для реальных GCCs. Моделирование профилей поверхностной яркости проводилось в рамках модели Кинга (King,

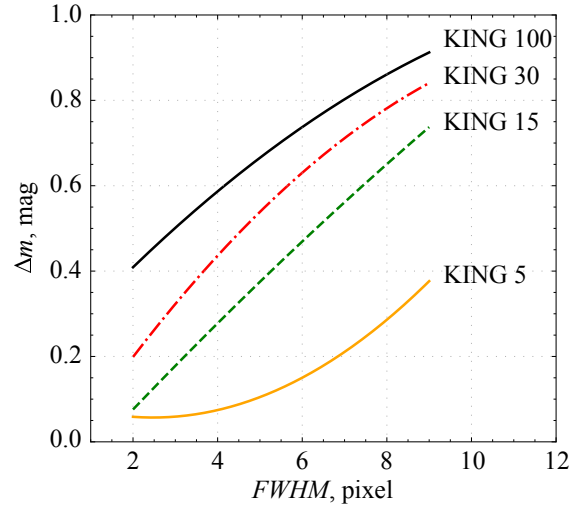


Рис. 1. Зависимость апертурной поправки от $FWHM$ скопления для различных моделей профиля яркости.

1966), которая, как показал опыт, удовлетворительно описывает изображения GCs в галактиках с параметрами концентрации $c = 5, 15, 30, 100$:

$$\mu_i = \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{r}{r_c}\right)^2}} - \frac{1}{\sqrt{1 + c^2}} \right)^2, \quad \text{для} \quad \frac{r}{r_c} < c, \quad (1)$$

здесь r_c — радиус ядра скопления, а параметр концентрации определяется как $c = r_t/r_c$, где r_t — приливной радиус. Данная модельная функция была свернута с инструментальной функцией рассеяния точки (PSF), полученной с помощью генератора ACS/WFC Focus Diverse ePSF Generator⁴).

Значения апертурных поправок, рассчитанные по данным фотометрии искусственных GCs, зависят от выбранной аналитической модели (рис. 1). Каждая точка на графике соответствует среднему значению для 50 искусственных GCs. Зависимость апертурной поправки от входной $FWHM$ можно описать квадратичной регрессией вида

⁴<https://acspsf.stsci.edu/>

Таблица 2. Коэффициенты апертурных поправок для различных моделей профиля яркости скопления

Model	a_1	a_2	a_3
KING5	0.0075	-0.0371	0.1028
KING15	-0.0013	0.1088	-0.1366
KING30	-0.0054	0.1511	-0.0818
KING100	-0.0034	0.1093	0.2040

$f(x) = a_1 x^2 + a_2 x + a_3$. Коэффициенты a_1 , a_2 , a_3 для различных функций приведены в таблице 2.

На рис. 2 показана разница между входными звездными величинами искусственных GCs в V -полосе и соответствующими значениями, полученными при фотометрии с применением апертурных поправок. Видно, что данные фотометрии для слабых GCs зависят от метода работы в фоновом. Результаты приведены для трех случаев: без маскирования фоновых звезд, с таковым по методу GRNG09 и с использованием нашего метода. При этом для 47 из 50 искусственных GCs оцененные звездные величины согласуются с входными. Три скопления, отклоняющиеся от общей тенденции, выглядят ярче; вероятно, это связано с тем, что их положение на изображении совпадает с загрязняющими источниками.

После применения апертурных поправок, коррекции поглощения и нормализации времени экспозиции инструментальные звездные величины в фильтрах $F606W$ и $F814W$ переводились в систему Джонсона–Казинса согласно Sirianni et al. (2005). Видимые звездные величины были преобразованы в абсолютные с использованием модуля расстояния (см. таблицу 1).

2.4. Определение структурных параметров

Структурные параметры — радиус на половине светимости (r_h) и эллиптичность (ϵ) — оценивались при помощи **BAOLAB** с алгоритмом **ISHAPE** (Larsen, 1999). Параметры определялись путем итеративной минимизации функции χ^2 в пределах радиуса подгонки, равного 8 пикселям, с использованием заданных начальных приближений для $FWHM$, эллиптичности, ориентации и положения объекта на изображении. Решение с минимальным χ^2 принималось за наилучшее представление профиля яркости для данного кандидата, и соответствующие значения использовались на последующих этапах. Апертурные поправки рассчитывались по найденным значениям $FWHM$ и ранее определенным параметрам a_1 , a_2 , и a_3 (см. раздел 2.3).

Для преобразования $FWHM$ в r_h мы использовали коэффициенты из работы Larsen (1999).

Они приведены в таблице 3 для моделей Кинга с различными значениями c .

Для свободного параметра концентрации ($2 < c < 100$) и кругового профиля справедливы следующие соотношения (Larsen, 1999):

$$FWHM/r_c = 2 \left[\left(\sqrt{1/2} - \frac{1 - \sqrt{1/2}}{\sqrt{1 + c^2}} \right)^{-2} - 1 \right]^{1/2}, \quad (2)$$

$$r_h/r_c = 0.547 c^{0.486}. \quad (3)$$

Полученные значения радиуса в пикселях мы перевели в парсеки с учетом разрешения телескопа и расстояния до галактики.

2.5. Окончательный отбор GCCs и их массы

С помощью описанных в предыдущем разделе методов, мы определили абсолютные звездные величины, цвета, радиусы на половине светимости и эллиптичности выбранных GCCs. Затем, применив критерии отбора из раздела 2.2, сформировали финальную выборку, включающую объекты, свойства которых в двух фильтрах ACS удовлетворяют заранее заданным параметрам. Отбор в этих фильтрах проводили независимо.

Абсолютные звездные величины, цвета, скорректированные за галактическое поглощение, а также радиусы на половине светимости (в парсеках) рассчитаны по данным для UGC 3755 из таблицы 1. Массы оценивали на основе полученных абсолютных звездных величин и цветов, как описано ниже. Мы исследовали зависимость цветовых характеристик $(V - I)_0$ скоплений от возраста и металличности в моделях популяционного синтеза с α -обогащением BASTI (Percival et al., 2009) (Percival et al., 2009) (см. рис. 3). При $M/L_V \leq 0.5$ и возрасте менее 2 млрд лет цвет существенно зависит от возраста и отношения массы к светимости. Для более старых скоплений (старше 2 млрд лет) эта зависимость слаба, зато ярко выражена зависимость от металличности. Очевидно, что для старых объектов с низкой металличностью $[Fe/H] < -1.0$ dex, таких как галактические GCs, значения M/L_V мало увеличиваются с возрастом и

Таблица 3. Коэффициенты пересчета для различных моделей Кинга в программе **ISHAPE**

Model	$r_h/FWHM$
KING5	0.71
KING15	1.10
KING30	1.48
KING100	2.56

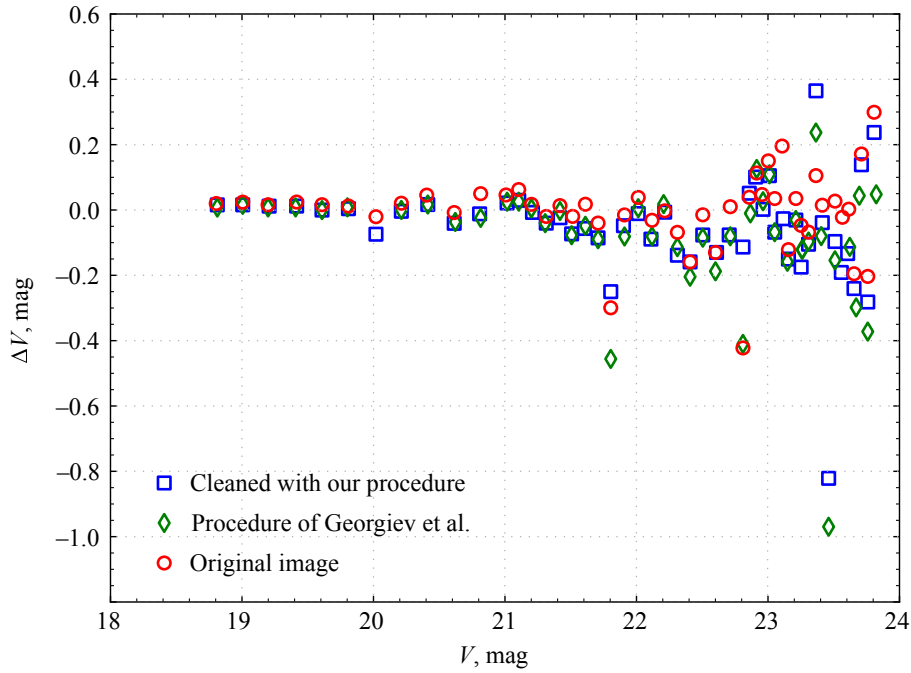


Рис. 2. Результаты фотометрии искусственных GCs. Различия между входными и полученными при фотометрии звездными величинами показаны вдоль вертикальной оси.

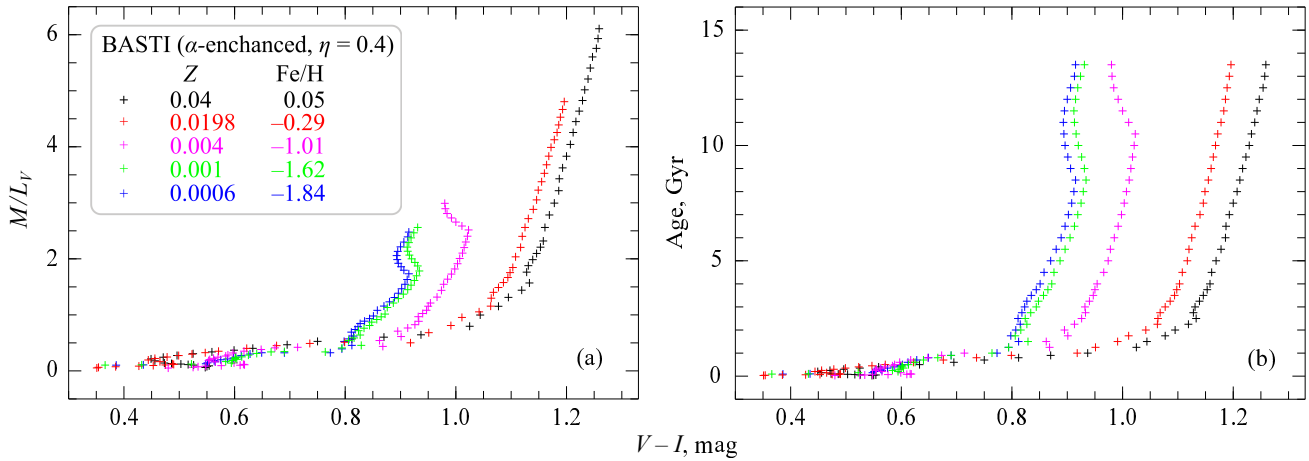


Рис. 3. Зависимости (a) между цветом ($V - I$) и возрастом в моделях простых звездных населений и (b) между цветом и отношением массы к светимости в обогащенных альфа-элементами моделях популяционного синтеза (Percival et al., 2009).

цвет не превышает $(V - I)_0 = 1^m1$. В этом случае мы используем $M/L_V = 1.8$, согласно McLaughlin and van der Marel (2005). Это значение представляет собой среднее отношение динамической массы к L_V для старых GCs в Галактике и Магеллановых Облаках, полученное McLaughlin and van der Marel (2005) путем сравнения с моделями синтеза популяций. Для GCs с $(V - I)_0 > 1^m1$ мы принимаем $M/L_V = 3$, предполагая, что они богаты металлами. Для молодых GCs с $(V - I)_0 < 0^m8$ задаем M/L_V в диапазоне 0.3–0.5. При этом прослежи-

вается закономерность: чем краснее объект, тем выше M/L_V , и чем он синее — тем ниже.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 4а показана центральная часть изображения UGC 3755, полученного с помощью ACS/HST, с отмеченными GCCs. Результаты поиска GCCs, их фотометрические и структурные параметры, а также формальные погрешности их измерения, определенные с используемым программным обеспечением, приведенные к соответствующим единицам, представлены в таблице 4.

Таблица 4. Определенные параметры GCCs в UGC 3755. Столбцы таблицы следующие: (1) название объекта из литературы; (2) координаты; (3) проекционное расстояние объекта от центра галактики; (4) и (5) абсолютная звездная величина и цвет, скорректированные с учетом галактического поглощения, согласно Schlafly and Finkbeiner (2011); (6) радиус на половине светимости вдоль большой полуоси; (7) эллиптичность ($\varepsilon = 1 - b/a$, где a и b — большая и малая полуоси); (8) логарифм массы GCC, оцененный в данной работе (см. текст)

Name	RA J 2000.0	Dec J 2000.0	d_{proj} , kpc	$M_{V,0}$, mag	$(V - I)_0$, mag	r_h , pc	ε	$\lg M$, [$M_{\odot}$]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
S05-4-566	07:13:48.96	+10:31:26.81	1.52	-6.72 ± 0.02	0.92 ± 0.03	7.32 ± 0.24	0.23 ± 0.05	4.88 ± 0.02
S05-2-652, G09-4	07:13:50.09	+10:32:14.97	2.34	-8.78 ± 0.01	0.95 ± 0.01	3.48 ± 0.01	0.09 ± 0.01	5.70 ± 0.01
S05-3-1732, G09-9	07:13:50.21	+10:31:10.68	0.81	-6.82 ± 0.02	1.00 ± 0.03	7.37 ± 0.25	0.02 ± 0.03	4.92 ± 0.02
S05-2-675, G09-3	07:13:50.38	+10:31:48.30	1.37	-6.50 ± 0.03	1.03 ± 0.04	5.67 ± 0.17	0.31 ± 0.04	4.79 ± 0.02
S05-3-2403, G09-2	07:13:50.59	+10:30:39.97	1.48	-7.49 ± 0.01	0.90 ± 0.02	4.10 ± 0.03	0.15 ± 0.03	5.19 ± 0.01
S05-3-1611	07:13:51.03	+10:31:14.44	0.34	-8.06 ± 0.01	0.85 ± 0.02	5.67 ± 0.04	0.11 ± 0.02	5.41 ± 0.01
S05-3-2168, G09-8	07:13:51.40	+10:30:57.17	0.73	-8.26 ± 0.01	0.90 ± 0.01	9.47 ± 0.06	0.22 ± 0.01	5.49 ± 0.01
S05-3-2027	07:13:51.42	+10:31:03.85	0.49	-6.54 ± 0.04	0.91 ± 0.05	5.40 ± 0.13	0.07 ± 0.07	4.80 ± 0.03
S05-3-914	07:13:51.37	+10:31:34.20	0.68	-7.89 ± 0.02	0.49 ± 0.03	6.60 ± 0.09	0.23 ± 0.03	4.43 ± 0.02
S05-3-1045	07:13:51.46	+10:31:29.54	0.49	-6.69 ± 0.05	0.65 ± 0.07	6.25 ± 0.20	0.13 ± 0.06	3.95 ± 0.03
S05-3-1182	07:13:51.50	+10:31:25.45	0.34	-9.23 ± 0.01	0.55 ± 0.01	5.72 ± 0.04	0.12 ± 0.01	4.97 ± 0.01
S05-3-768	07:13:51.51	+10:31:39.99	0.88	-6.05 ± 0.05	1.09 ± 0.07	4.11 ± 0.10	0.12 ± 0.07	4.61 ± 0.03
S05-3-2401	07:13:51.67	+10:30:41.03	1.32	-8.08 ± 0.01	0.91 ± 0.01	9.12 ± 0.12	0.12 ± 0.46	5.42 ± 0.01
S05-3-974	07:13:51.75	+10:31:32.38	0.59	-6.50 ± 0.05	0.79 ± 0.07	6.00 ± 0.09	0.03 ± 0.05	3.88 ± 0.03
S05-3-739, G09-1	07:13:51.93	+10:31:42.06	0.96	-9.08 ± 0.01	0.87 ± 0.01	3.17 ± 0.01	0.12 ± 0.01	5.82 ± 0.01
S05-3-1737, G09-7	07:13:52.04	+10:31:12.23	0.27	-7.18 ± 0.02	1.08 ± 0.03	6.05 ± 0.13	0.11 ± 0.03	5.06 ± 0.02
S05-3-1963	07:13:51.97	+10:31:06.45	0.42	-6.89 ± 0.04	0.85 ± 0.05	7.94 ± 0.29	0.17 ± 0.06	4.94 ± 0.02
S05-3-2459	07:13:52.13	+10:30:34.81	1.58	-8.81 ± 0.01	0.49 ± 0.01	6.83 ± 0.04	0.11 ± 0.01	4.80 ± 0.01
S05-3-1256, G09-6	07:13:52.11	+10:31:23.92	0.37	-8.26 ± 0.01	0.92 ± 0.01	6.27 ± 0.05	0.10 ± 0.01	5.49 ± 0.01
S05-3-2363	07:13:52.18	+10:30:45.10	1.21	-8.43 ± 0.01	0.52 ± 0.01	6.92 ± 0.04	0.04 ± 0.01	4.65 ± 0.01
S05-3-2123	07:13:52.52	+10:31:00.52	0.77	-8.25 ± 0.01	0.47 ± 0.02	4.68 ± 0.04	0.16 ± 0.02	4.57 ± 0.02
S05-3-2368	07:13:52.56	+10:30:44.79	1.28	-7.86 ± 0.01	0.64 ± 0.02	5.60 ± 0.08	0.19 ± 0.02	4.42 ± 0.02
S05-3-2398, G09-5	07:13:52.75	+10:30:42.57	1.40	-6.95 ± 0.02	0.97 ± 0.03	8.84 ± 0.2	0.14 ± 0.05	4.97 ± 0.02
S05-3-1616	07:13:53.03	+10:31:16.15	0.76	-6.99 ± 0.02	0.82 ± 0.03	5.73 ± 0.12	0.07 ± 0.06	4.98 ± 0.02
S05-3-2334	07:13:53.29	+10:30:48.91	1.37	-7.54 ± 0.02	0.52 ± 0.02	5.58 ± 0.05	0.19 ± 0.02	4.29 ± 0.02

В начальных позициях названий объектов из литературы (см. первый столбец таблицы 4) мы не указываем полную аббревиатуру статьи и имя галактики (UGC 3755), как это принято в астрономической базе данных CDS, а используем сокращенные обозначения: S05 соответствует работе SPM05, G09 — работе GRHG09⁵⁾.

Для расчета проекционных расстояний были выбраны следующие координаты

центра UGC 3755: RA (J 2000.0) = $07^{\text{h}}13^{\text{m}}51^{\text{s}}.637$, Dec (J 2000.0) = $+10^{\circ}31'16.53$. Это координаты голубого диффузного объекта с $(V - I)_0 < 0^{\text{m}}.2$, который не был включен в нашу выборку GCC.

Мы обнаружили 25 из 32 GCCs, ранее описанных в литературе (SPM05). Были зафиксированы все девять GCCs из статьи GRHG09. Три кандидата из SPM05 (S05-3-1257, S05-3-2204 и S05-3-2408) расположены между чипами двух камер ACS, поэтому они не были детектированы нами. Параметры объектов

S05-3-727 ($07^{\text{h}}13^{\text{m}}52^{\text{s}}.11$, $+10^{\circ}31'43''0$),
S05-3-754 ($07^{\text{h}}13^{\text{m}}51^{\text{s}}.34$, $+10^{\circ}31'40''9$),

⁵⁾Например, полное название объекта S05-2-652 в CDS таково: [SPM2005] U3755-2-652 = [GRHG09] U3755-04.

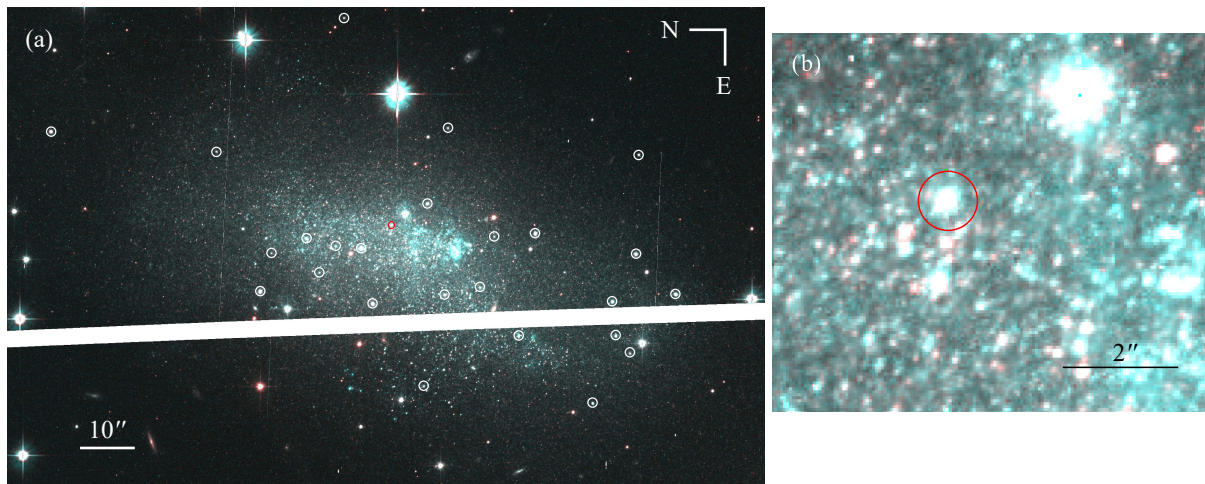


Рис. 4. Положения найденных GCCs в UGC 3755 на фрагменте изображения ACS/HST (a) и один из необнаруженных нами S05-3-1364 (b).

S05-2-863 ($07^{\text{h}}13^{\text{m}}51^{\text{s}}23, +10^{\circ}31'44''5$),
S05-3-1364 ($07^{\text{h}}13^{\text{m}}51^{\text{s}}25, +10^{\circ}31'20''5$),

измеренные с помощью SE, не удовлетворяли нашим критериям отбора. Два из них (S05-3-727, S05-3-754) отличаются высокой эллиптичностью. S05-3-1364 находится в плотном звездном поле и, как видно на снимке ACS (рис. 4b), имеет $(V-I)_0 \sim 0^{\text{m}}2$. Это компактное и яркое звездное скопление с $M_V \sim -7^{\text{m}}8$ и $r_h \sim 2$ пк. Заметим, что S05-2-863 является настоящим GC с $(V-I)_0 = 1^{\text{m}}03$ (SPM05), принадлежащим к UGC 3755, согласно значению лучевой скорости, измеренному Puzia and Sharina (2008). В итоге процент успешных поисков составляет около 86%, поскольку из 29 GCCs (SPM05) нами было обнаружено 25.

Изображение S05-3-1364 на рис. 4b иллюстрирует сложность обнаружения слабых звездных скоплений в плотных звездных полях и точного измерения их параметров. Изображение UGC 3755 можно сравнить с изображением карликовой эллиптической галактики VCC 1422, близкой к ней по светимости (Jordán et al., 2004)⁶. В галактиках ранних морфологических типов, расположенных на расстоянии скопления Девы, единственными разрешенными отдельными объектами на изображениях ACS/HST являются звездные скопления. Как показали исследования, в таких галактиках удается обнаружить более слабые и компактные GCCs, чем в изучаемых нами неправильных галактиках, которые расположены ближе к нам, чем скопление

Девы; при этом возможно точное измерение параметров скоплений (Jordán et al., 2004; SPM05; GRHG09).

Масштаб изображений ACS/HST составляет $0''.05$ на пиксель, поэтому проекционное пространственное разрешение на расстоянии 8 Мпк соответствует 1.9 пк/пиксель. Типичное значение $FWHM$ для ACS/HST — $0''.15$. Чтобы отличить скопление от звезды, $FWHM$ звездного скопления должна превышать $0''.15$. Наш опыт показывает, что в центральных областях irregулярных галактик, где фон неоднороден, пороговая величина $FWHM_{\text{GC}}$ должна быть около $0''.2$. Типичные радиусы на половине светимости GCs находятся в диапазоне $r_h \sim 2-20$ пк. Предположим, что наш объект имеет круглую форму, а его размеры превышают PSF, тогда оценка $FWHM$ скопления дает $FWHM_{\text{GC}} = 4 \times 0.05 = 0''.2$. С учетом звездной PSF скорректированное значение $FWHM$ вычисляется по формуле:

$$FWHM_{\text{corr}} = \sqrt{FWHM_{\text{GC}}^2 - \text{PSF}^2}, \quad (4)$$

где $\text{PSF} = 0''.15$ и

$$\sigma = FWHM_{\text{corr}}/2.355, \quad (5)$$

получаем $\sigma = 0''.056$, что на расстоянии 7.68 Мпк соответствует 2.1 пк. Таким образом, в irregулярных и спиральных галактиках, расположенных на расстояниях менее 7.7 Мпк, могут быть отличимы от звезд диффузные объекты с $r_h \gtrsim 2.1$ пк.

3.1. Сравнение результатов с литературными данными

Мы сравниваем результаты, полученные с помощью описанного в настоящей статье метода, с соответствующими данными для тех же

⁶Другой пример — карликовая эллиптическая галактика UGC 7369 на расстоянии 16.67 Мпк (Karachentsev et al., 2013), исследованная GRHG09.

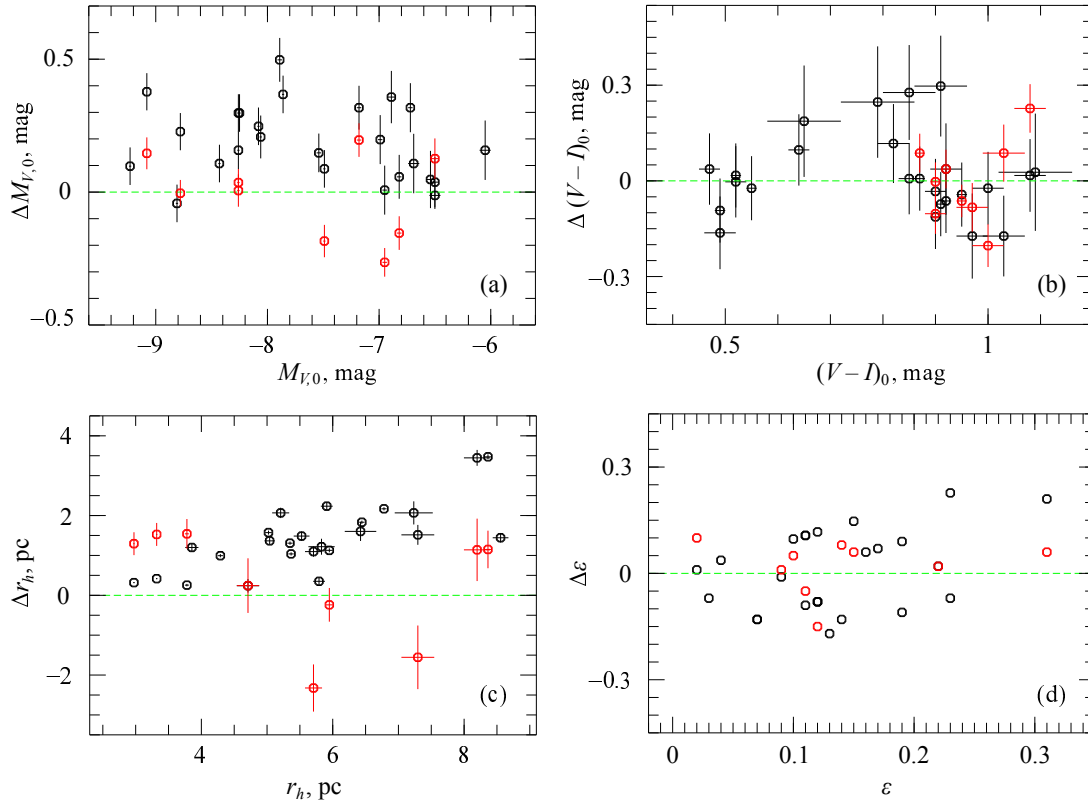


Рис. 5. Различия между значениями $M_{V,0}$ (a), $(V-I)_0$ (b), r_h (c) и ε (d), полученными в данной работе, и имеющимися в литературе для GCCs в UGC 3755. Сравнение с SPM05 показано черным, а с GPHG09 красным.

объектов из работ SPM05 и GPHG09 (рис. 5). Следует отметить, что при сопоставлении звездных величин и радиусов учитывались различия в модулях расстояния и данных о галактическом поглощении в этих источниках и в нашем исследовании. В указанных публикациях значения избытка цвета заимствованы из Schlegel et al. (1998): $A_V = 0^m293$ и $A_I = 0^m171$. Мы взяли значения из Schlafly and Finkbeiner (2011): $A_V = 0^m242$ и $A_I = 0^m133$. Модули расстояния, приведенные в GPHG09 и SPM05, составляют $(m-M)_0 = 29^m35$ и 28^m59 соответственно. Для расчета абсолютных звездных величин и расстояний r_h (в пк) скоплений GCCs из SPM05 и GPHG09 использованы значения расстояния и избытка цвета из таблицы 1.

Для построения графика результатов сравнения мы скорректировали вычисление радиусов GCs — в работе SPM05 такая процедура не проводилась. Сначала значения r_h из SPM05 были переведены из парсек в угловые секунды. Затем по формулам (4) и (5) с учетом PSF ($\text{PSF} = 0''.15$) в них были внесены поправки. Кроме того, рассчитанное по формуле (4) значение σ было использовано в формуле (1) из Georgiev et al. (2008) для учета эллиптичности GCCs: $r_{h(\text{SPM05,corr})} = \sigma\sqrt{1 - \varepsilon_{\text{SPM05}}}$, где $\varepsilon_{\text{SPM05}}$ — эллиптичность GCCs ($\varepsilon = 1 - b/a$,

где a и b — большая и малая полуоси), измеренная в SPM05⁷⁾. Значения r_h (таблица 4) также приведены к сопоставимому виду с учетом эллиптичности по той же формуле из Georgiev et al. (2008). Различия $\Delta r_h = r_{h(\text{our})} - r_{h(\text{SPM05,corr})}$ показаны черным цветом на рис. 5c. Полученные значения $r_{h(\text{SPM05,corr})}$ в угловых секундах и видимые звездные величины GCCs из SPM05 представлены в таблице 5. Расхождения между нашими данными и значениями из SPM05 и GPHG09 следующие (рис. 5): $\Delta(M_{V,0}) = 0.19 \pm 0.14$ и $-0^m01 \pm 0^m16$, $\Delta(V-I)_0 = 0^m02 \pm 0^m13$ и $-0^m002 \pm 0^m13$, $\Delta r_h = 1.43 \pm 0.85$ и 0.31 ± 1.42 пк, и $\Delta\varepsilon = 0.01 \pm 0.11$ и 0.02 ± 0.08 . Приведенные стандартные отклонения отражают фактические типичные ошибки при определении параметров. Например, стандартное отклонение оценок r_h , составляющее примерно 1 пк, соответствует половине размера пикселя камеры ACS/HST на расстоянии 7.68 Мпк. Расхождения между нашими значениями r_h и данными GPHG09 обусловлены различиями в методах построения PSF. В среднем для большин-

⁷⁾ Согласно Georgiev et al. (2008), «истинный» эффективный радиус — это геометрическое среднее $FWHM$ вдоль двух осей, в то время как SPM05 опубликовали размер большой оси.

Таблица 5. Видимые звездные величины GCCs и их радиусы на половине светимости в угловых секундах из статьи SPM05, скорректированные с учетом звездной PSF и эллиптичности (см. детали в разделе 3.1)

Name	m_V , mag	$r_h(\text{SPM05,corr})$
S05-4-566	22.63	0.13
S05-2-652	20.66	0.08
S05-3-1732	22.79	0.16
S05-2-675	23.13	0.12
S05-3-2403	22.09	0.09
S05-3-1611	21.40	0.11
S05-3-2168	21.25	0.13
S05-3-2027	23.08	0.08
S05-3-914	21.28	0.15
S05-3-1045	22.87	0.12
S05-3-1182	20.34	0.12
S05-3-768	23.46	0.07
S05-3-2401	21.34	0.19
S05-3-974	23.18	0.10
S05-3-739	20.21	0.07
S05-3-1737	22.17	0.12
S05-3-1963	22.42	0.14
S05-3-2459	20.90	0.12
S05-3-1256	21.11	0.13
S05-3-2363	21.13	0.12
S05-3-2123	21.12	0.09
S05-3-2368	21.44	0.10
S05-3-2398	22.71	0.13
S05-3-1616	22.48	0.11
S05-3-2334	21.98	0.09

ства объектов сравнения разница между нашими r_h и литературными составляет около 1 пк. Несоответствие между нашими значениями M_V и литературными обусловлено разными подходами к определению поправок на апертуру.

3.2. Распределение параметров для GCs в UGC 3755 в сравнении с соответствующими данными для GCCs в нашей Галактике и для скоплений SMC

На рис. 6 показано распределение GCCs по цвету (a), светимости (b), размеру (c) и эллиптичности (d). Для построения гистограмм использованы параметры из Таблицы 4. Для сравнения приведены данные для GCs в нашей Галактике (Harris, 1996) и для скоплений звезд в SMC (Rafelski and Zaritsky, 2005). По оси Y отложено количество

GCs в каждом бине гистограммы, нормированное на общее число GCCs. На панелях (b)–(d) рис. 6 представлены три уровня распределения: верхний — данные для всех GCCs и GCs; средний — распределение синих объектов с $(V - I)_0 < 0^m7$; нижний — распределение красных объектов с $(V - I)_0 > 0^m7$.

На рис. 7 приведено распределение масс GCCs (значения взяты из таблицы 4) в сравнении с данными по GCs в нашей Галактике из работы Baumgardt and Hilker (2018). Поскольку в работе Rafelski and Zaritsky (2005) величины и показатели цвета $(V - I)$ не были скорректированы за межзвездное поглощение применялись следующие параметры: избыток цвета $E(B - V)$ из работы Gatto et al. (2021) и коэффициенты $R_\lambda = A_\lambda / E(B - V)$ для SMC из таблицы 1 работы Blomberg et al. (2026). Также был использован модуль расстояния для SMC: $(m - M)_0 = 18^m97 \pm 0^m02$ (Pietrzyński et al., 2003). Он был определен по светимости звезд красного сгущения (red clump). Для построения гистограмм мы выбрали 73 звездных скопления в SMC с показателями цвета в диапазоне $0^m2 \leq (V - I)_0 \leq 1^m5$. Согласно данным Gatto et al. (2021), в SMC отсутствуют скопления с возрастом $T > 4$ млрд лет, при этом возрастных ограничений на старые GCs в SMC не накладывалось.

Анализ распределений (рис. 6) показывает, что распределение цветов красных GCCs хорошо согласуется с распределением цветов GCs в нашей Галактике. В то же время цвета звездных скоплений в SMC демонстрируют более широкое распределение характеризующееся множеством небольших пиков и отсутствием четкого промежутка между синими и красными объектами. В отличие от UGC 3755, в SMC наблюдается значительное количество синих скоплений с $0^m3 < (V - I)_0 < 0^m6$ и красных с $0^m8 < (V - I)_0 < 1^m1$. Поскольку цвет отражает как возраст, так и металличность объектов, выявленные различия в широкополосных цветовых распределениях, вероятно, обусловлены разной историей звездообразования в UGC 3755 и SMC.

Распределение эллиптичности GCCs (рис. 6) подвержено влиянию наблюдательной селекции. Точность нашей оценки эллиптичности ε составляет приблизительно 0.1 (см. раздел 3.1). Такая точность, вероятно, приводит к переоценке эллиптичности и, как следствие, к отсутствию в выборке объектов с $\varepsilon < 0.1$, которые могли бы считаться круглыми.

Следует отметить, что положение пика в распределении светимости GCCs в UGC 3755 приблизительно соответствует положению пика для GCs в Галактике. Однако ни мы, ни авторы

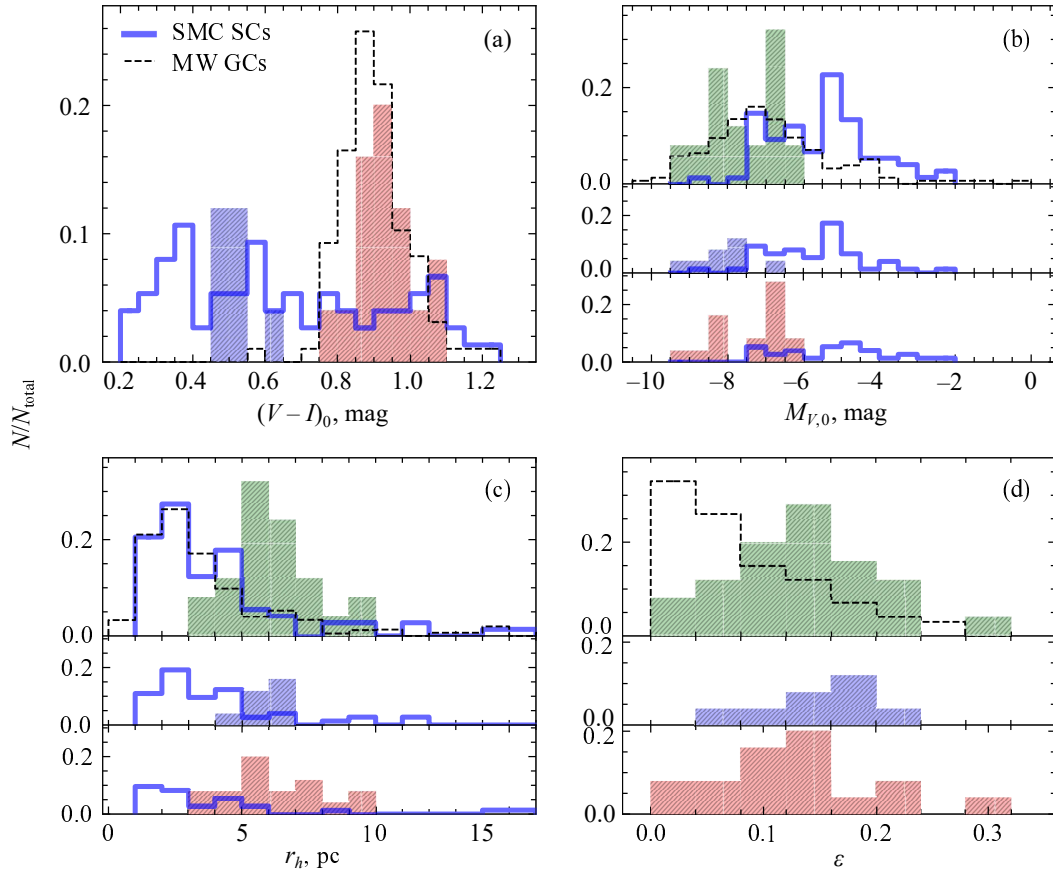


Рис. 6. Распределения значений $M_{V,0}$, $(V-I)_0$, r_h и ϵ для GCCs в UGC 3755 в сравнении с соответствующими значениями для GCs в нашей Галактике (Harris, 1996) и SMC (Gatto et al., 2021; Rafelski and Zaritsky, 2005). GCCs в UGC 3755 разделены на синие и красные объекты.

GRHG09 не обнаружили GCCs с $M_V \gtrsim -6^m$ в UGC 3755. В SMC, напротив, наблюдается выраженный дефицит ярких GCCs с $M_V \lesssim -7^m$. Несмотря на это, количество скоплений с $M_V \sim -5.5$ в SMC значительно превышает их число в Галактике, главным образом благодаря наличию более молодых объектов (см. средний ряд на рис. 6b). Распределения светимости, массы, размера и эллиптичности показывают, что по сравнению с SMC и Галактикой, в нашей выборке недостаточно слабых, компактных и круглых объектов (рис. 6).

Мы не обсуждаем здесь возможную неполноту выборки GCCs, поскольку обнаружили практически всех кандидатов, найденных в предыдущих исследованиях, а измеренные параметры этих объектов согласуются с литературными данными в пределах погрешностей. В предыдущих исследованиях (например, GRHG09) отмечалось, что ни фотометрическая глубина, ни загрязнение передним/задним планом не могут объяснить неполноту списков GCCs в карликовых галактиках с низкой поверхностной яркостью, разрешимых на отдель-

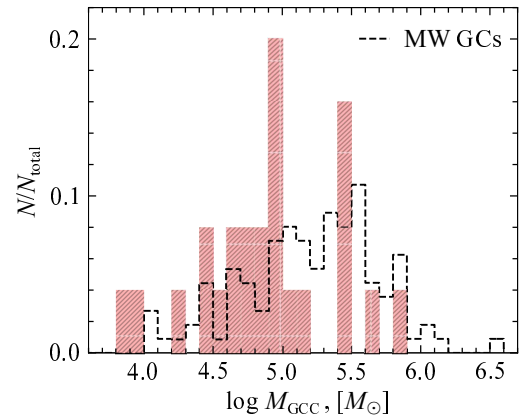


Рис. 7. Распределение масс GCCs в UGC 3755 (см. таблицу 4 и раздел 3) в сопоставлении с данными для GCs нашей Галактики из Baumgardt and Hilker (2018).

ные звезды RGB⁸⁾. Результаты наших тестов с искусственными GCCs представлены на рис. 2. На

⁸⁾Как отмечалось в GRHG09, «поиски GCCs с большими радиусами страдают большей неполнотой, поскольку на обнаружение GCCs и правильное измерение их звездной

рис. 7 видно, что в целом в UGC 3755 нет дефицита маломассивных GCCs.

3.3. Сравнение распределений звезд и GCCs в UGC 3755 в проекции на небо

Впервые мы сравниваем проекционные распределения на небесную сферу GCCs, красных гигантов и голубых звезд в UGC 3755. Голубые звезды были выделены по цвету в диапазоне $-0^m5 < (V - I)_0 < 0^m8$, а RGB-звезды — по цвету и светимости: $0^m8 < (V - I)_0 < 1^m6$ и $M_I > -4^m$. На рис. 8 и 9 представлены соответствующие распределения; объекты на них кодированы цветом в зависимости от их абсолютной звездной величины $M_{V,0}$ и показателя цвета $(V - I)_0$. Видно, что GCCs в среднем ярче как красных гигантов, так и голубых звезд в галактике. Большинство GCCs голубее красных гигантов в UGC 3755 (то есть старше и/или беднее металлами) и в среднем краснее голубых звезд (по-видимому, старше) (см. также Percival et al., 2009). Вблизи положений GCs на рис. 8b указаны скорости, определенные Puzia and Sharina (2008) с использованием спектроскопии VLT MXU. Десять GCCs, обнаруженных SPM05 в UGC 3755, были спектроскопически подтверждены как GCs: S05-2-652, 2-675, 2-863, 3-914, 3-1182, 3-1257, 3-2123, 3-2363, 3-2168 и 3-2459.

На рис. 8 видно, что высокая плотность RGB и голубых звезд наблюдается в центральной области галактики размером около $1' \times 1'$, за исключением небольшой зоны непосредственно вблизи центра (примерно $0.3' \times 0.3'$), где отсутствуют как RGB-звезды, так и GCCs. Почти все GCCs сосредоточены в диске голубых звезд. Tikhonov and Galazutdinova (2012) отмечали, что гало из красных гигантов примерно в два раза превышает по протяженности диск голубых звезд в UGC 3755 (см. рис. 6). Нами дополнительно выявлена слабая неоднородная структура из звезд RGB в UGC 3755, которая проявляется в виде приливных хвостов с различной плотностью звезд в юго-восточной и северо-западной частях галактики (рис. 8 и 9). Наличие такой структуры указывает на вероятные события взаимодействия и слияния маломассивных предшественников UGC 3755 во время формирования галактики.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе мы представляем наши методы автоматического поиска GCCs в карликовых галактиках и определения их структурных и

величины легко влияют переменный фон галактик и яркие звезды переднего плана».

фотометрических параметров на основе анализа изображений, полученных с помощью HST. Обсуждаются результаты применения этих методов к карликовой галактике UGC 3755. Подходы к решению этой задачи не являются новыми (см., например, GPHG09). Критерии отбора GCCs аналогичны таковым у SPM05 и основаны на оценке звездных величин, цветов и радиусов на половине светимости. В отличие от SPM05, мы используем изображения ACS HST для поиска GCCs, а также программный пакет *Source Extractor* (Bertin and Arnouts, 1996), чтобы оценить их параметры. Мы задействовали программу *ISHAPE* (Larsen et al., 2012) для оценки радиусов на половине светимости и эллиптичности GCCs с учетом звездной PSF на изображениях ACS, как это сделано в GPHG09. Однако, мы определяли форму функции рассеяния точки звезды с учетом изменений фокуса системы ACS/WFC (см. раздел 2). Кроме того, в наших поисках мы сделали упор на уточненные критерии отбора объектов. Апертурные поправки к светимости GCCs оценены приближением профилей яркости искусственных скоплений законом Кинга (King, 1966).

Для GCs в UGC 3755 получены следующие данные (таблица 4): координаты; проекционные расстояния от центра галактики; абсолютные звездные величины и цвета, скорректированные на галактическое поглощение; радиусы на половине светимости, соответствующие аппроксимации профилей яркости скоплений моделью Кинга (King, 1966); эллиптичность и массы в солнечных массах. Сравнение определенных звездных величин, цветов, радиусов на половине светимости и эллиптичности с результатами предыдущих исследований GCCs в UGC 3755 показало удовлетворительное соответствие (см. раздел 3.1 и рис. 5). Распределения значений оцененных параметров достаточно хорошо соответствуют характеристикам GCs в Млечном пути и SMC. Однако, и в нашем исследовании UGC 3755, и в литературе наблюдается заметный недостаток слабых, компактных и круглых объектов, вероятно, из-за наблюдательной селекции. Распределение масс GCCs аналогично таковому у GCs в Галактике, а распределение цветов GCCs бимодально с пиками $(V - I)_0 \sim 0^m5$ и 0^m9 .

Сравнение распределений на небе, а также цветов и абсолютных звездных величин у GCCs с таковыми у голубых и RGB-звезд в UGC 3755 показывает, что GCCs в среднем выглядят старше и беднее металлами, чем звезды в их цветовом интервале. Почти все GCCs расположены в центральном плотном диске голубых звезд в UGC 3755. Расположение RGB-звезд во внешних частях галактики показывает слабые приливные структуры, указывающие на вероятные события

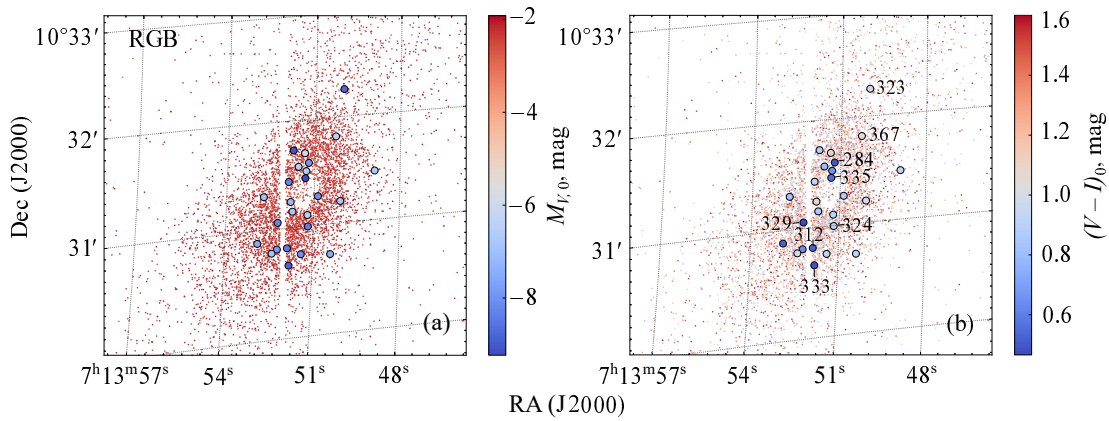


Рис. 8. Распределение GCCs и звезд ветви красных гигантов в UGC 3755 в проекции на небо. Символы GCCs и звезд обозначены цветом в соответствии с их характеристиками: $M_{V,0}$ и $(V - I)_0$.

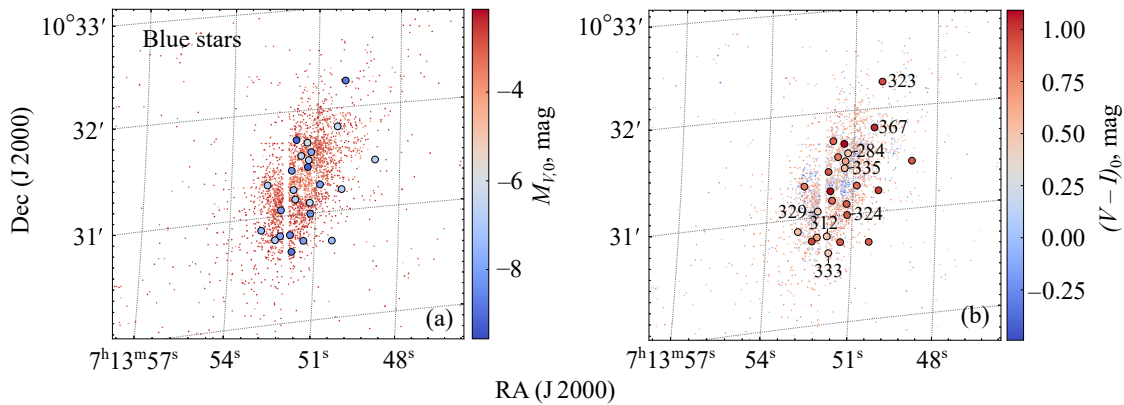


Рис. 9. Распределение GCCs и голубых звезд в UGC 3755 в проекции на небо. Символы GCCs и звезд обозначены цветом в соответствии с их характеристиками: $M_{V,0}$ и $(V - I)_0$.

взаимодействия и слияния маломассивных предшественников UGC 3755. Еще одним свидетельством бурных событий богатого газом взаимодействия между ними является большое количество GCs в этой изолированной карликовой галактике с обычными для dIrrs наблюдаемыми значениями M_{H1}/M_* и $SFR_{H\alpha}/SFR_{FUV}$ (см. раздел 1).

Продолжение этой работы с использованием изображений ACS/HST для близких карликовых галактик обогатит наши знания о свойствах GCs в галактиках различных масс и морфологических типов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят рецензента И.Д. Караченцева и редакционную коллегию журнала «Астрофизический бюллетень». Авторы также благодарят Ж.-К. Мейера, который в 2010 году во время стажировки в обсерватории Миди-Пиренеи вместе с Шариной М. Е. и Даву Э. участвовал в разработке методов, представленных в этой статье, и занимался поиском GCCs в UGC 3755.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания CAO РАН, утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A. Adamo, J. E. Ryon, M. Messa, et al., *Astrophys. J.* **841** (2), article id. 131 (2017). DOI:10.3847/1538-4357/aa7132
2. H. Baumgardt and M. Hilker, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **478** (2), 1520 (2018). DOI:10.1093/mnras/sty1057
3. E. Bertin and S. Arnouts, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **117**, 393 (1996). DOI:10.1051/aas:1996164

4. L. Blomberg, K. El-Badry, B. Ludwig, et al., *Publ. Astron. Soc. Pacific* **138** (2), id. 024202 (2026). DOI:10.1088/1538-3873/ae3a19
5. R. Chávez, R. A. González-Lópezlira, and G. Bruzual, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **538** (4), 2989 (2025). DOI:10.1093/mnras/staf413
6. M. Gatto, V. Ripepi, M. Bellazzini, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **507** (3), 3312 (2021). DOI:10.1093/mnras/stab2297
7. I. Y. Georgiev, P. Goudfrooij, T. H. Puzia, and M. Hilker, *Astron. J.* **135** (5), 1858 (2008). DOI:10.1088/0004-6256/135/5/1858
8. I. Y. Georgiev, T. H. Puzia, M. Hilker, and P. Goudfrooij, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **392** (2), 879 (2009). DOI:10.1111/j.1365-2966.2008.14104.x
9. W. E. Harris, *Astron. J.* **112**, 1487 (1996). DOI:10.1086/118116
10. N. P. Hathi et al., *ACS Data Handbook for Cycle 32, Version 13.0* (STScI, Baltimore, 2024).
11. A. Jordán, J. P. Blakeslee, E. W. Peng, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **154**, 509 (2004).
12. I. D. Karachentsev, E. I. Kaisina, and S. S. Kaisin, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **506** (1), 1346 (2021). DOI:10.1093/mnras/stab1402
13. I. D. Karachentsev, V. E. Karachentseva, W. K. Huchtmeier, and D. I. Makarov, *Astron. J.* **127** (4), 2031 (2004). DOI:10.1086/382905
14. I. D. Karachentsev, D. I. Makarov, and E. I. Kaisina, *Astron. J.* **145** (4), article id. 101 (2013). DOI:10.1088/0004-6256/145/4/101
15. I. R. King, *Astron. J.* **71**, 64 (1966). DOI:10.1086/109857
16. K. J. Kwon, K. Zhang, and J. S. Bloom, *Research Notes of the AAS* **5** (4), id. 98 (2021). DOI:10.3847/2515-5172/abf6c8
17. S. S. Larsen, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **139**, 393 (1999). DOI:10.1051/aas:1999509
18. S. S. Larsen, J. Strader, and J. P. Brodie, *Astron. and Astrophys.* **544**, id. L14 (2012). DOI:10.1051/0004-6361/201219897
19. D. E. McLaughlin and R. P. van der Marel, *Astrophys. J. Suppl.* **161** (2), 304 (2005). DOI:10.1086/497429
20. A. B. Pace, *Open Journal of Astrophysics* **8**, id. 142 (2025). DOI:10.33232/001c.144859
21. S. M. Percival, M. Salaris, S. Cassisi, and A. Pietrinferni, *Astrophys. J.* **690** (1), 427 (2009). DOI:10.1088/0004-637X/690/1/427
22. G. Pietrzyński, W. Gieren, and A. Udalski, *Astron. J.* **125** (5), 2494 (2003). DOI:10.1086/374629
23. T. H. Puzia and M. E. Sharina, *Astrophys. J.* **674** (2), 909 (2008). DOI:10.1086/525038
24. M. Rafelski and D. Zaritsky, *Astron. J.* **129** (6), 2701 (2005). DOI:10.1086/424938
25. E. F. Schlafly and D. P. Finkbeiner, *Astrophys. J.* **737** (2), article id. 103 (2011). DOI:10.1088/0004-637X/737/2/103
26. D. J. Schlegel, D. P. Finkbeiner, and M. Davis, *Astrophys. J.* **500** (2), 525 (1998). DOI:10.1086/305772
27. M. E. Sharina, T. H. Puzia, and D. I. Makarov, *Astron. and Astrophys.* **442** (1), 85 (2005).
28. M. Sirianni, M. J. Jee, and N. Benítez, *Publ. Astron. Soc. Pacific* **117** (836), 1049 (2005). DOI:10.1086/444553
29. P. B. Stetson, L. E. Davis, and D. R. Crabtree, *ASP Conf. Ser.* **8**, 289.
30. D. A. Thilker, J. C. Lee, B. C. Whitmore, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **280** (1), id. 1 (2025). DOI:10.3847/1538-4365/addabb
31. N. A. Tikhonov and O. A. Galazutdinova, *Astronomy Letters* **38** (3), 147 (2012). DOI:10.1134/S1063773712030061
32. D. A. Vandenberg, M. Bolte, and P. B. Stetson, *Annual Rev. Astron. Astrophys.* **34**, 461 (1996). DOI:10.1146/annurev.astro.34.1.461

Searches for Globular Cluster Candidates in Dwarf Galaxies. I. Validating the Methods with UGC 3755

E. L. Sirazieva¹ and M. E. Sharina¹

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

We present the results of determination of photometric and structural parameters of globular cluster candidates (GCCs) in the unusually star cluster-rich isolated dwarf galaxy UGC 3755 using ACS/HST images. The main changes in research methods are substantiated in comparison with their literature analogs. They consist of using somewhat different criteria for selecting GCCs, of determining the shape of the instrumental point-spread function taking into account changes in the focus of the ACS/WFC system, and of estimating the aperture corrections for the luminosities of GCCs by modeling the brightness profiles of artificial star clusters with specified parameters of the King model. The results are in reasonable agreement with the literature data. Almost all GCCs in UGC 3755 projected onto the celestial sphere are located in the disk of blue stars. The developed methods will be applied to the studies of other nearby dwarf galaxies.

Keywords: *galaxies: dwarf, galaxies: star clusters*