

УДК 524.72-52

ОЧАГИ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ В КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИКАХ МЕСТНОГО ОБЪЕМА

© 2013 С. С. Кайсин*, И. Д. Караченцев**

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

Поступила в редакцию 31 августа 2013 года; принята в печать 18 сентября 2013 года

Мы приводим измерения $H\alpha$ -потока для 44 близких карликовых галактик по наблюдениям на 6-метровом телескопе БТА. $H\alpha$ -потоки использованы для определения интегрального темпа звездообразования галактик, SFR. Для наблюдавшихся галактик величина $\log SFR$ лежит в интервале от 0 до $-8 [M_{\odot}/\text{yr}]$. Удельный темп звездообразования для всех галактик выборки не превышает предела $\log SSFR = -9.2 [\text{yr}^{-1}]$. Обнаружена вспышка звездообразования в центре близкой карликовой галактики UGC 2172.

Ключевые слова: галактики: звездообразование—галактики: карликовые

1. ВВЕДЕНИЕ

За последние 10 лет на 6-метровом телескопе САО РАН были получены изображения в бальмеровской линии $H\alpha$ более 300 галактик Местного объема с расстояниями $D \sim 10$ Мпк. Это количество значительно превышает суммарный вклад в $H\alpha$ -изображения близких галактик, накопленный в других обсерваториях. Результаты наших наблюдений опубликованы в серии статей [1–7]. Хорошо экспонированные $H\alpha$ -снимки близких галактик позволяют составить представление о структуре областей звездообразования с характерным линейным разрешением порядка 10–30 пк и определить интегральный темп звездообразования на временной шкале около 10 млн лет. Сопоставление узора очагов, где сосредоточены молодые звезды, с распределением нейтрального водорода дает возможность уточнить условия, необходимые для преобразования газа в звезды.

Следует подчеркнуть, что около 75% населения Местного объема составляют карликовые галактики, где хаотичные турбулентные движения преобладают над упорядоченными кеплеровскими движениями, типичными для массивных спиралей. Глубина “потенциальной ямы” у карликовых галактик невелика, и скорости порядка 50 км/с могут превышать параболическую скорость убегания, что также накладывает отпечаток на особенности звездообразования в карликовых системах. По причине малой глубины потенциальной ямы многие карликовые галактики легко теряют свою газовую

компоненту, проходя через плотные области гало массивных соседей. Это обстоятельство делает их чувствительными индикаторами динамических и физических условий в группах галактик различной кратности.

Сводка наблюдательных данных о темпах звездообразования примерно у 600 галактик Местного объема была представлена в “Updated Nearby Galaxy Catalog” [8], а коллекция $H\alpha$ -изображений близких галактик содержится в “Local Volume Galaxy Database” [9] на web-странице <http://www.sao.ru/lv/lv gdb>. В этой работе мы приводим $H\alpha$ -изображения и оценки SFR еще для 44 галактик Местного объема, которые (кроме трех) являются карликовыми объектами с абсолютной величиной M_B слабее -17^m .

2. НАБЛЮДЕНИЯ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Снимки галактик в линии $H\alpha$ и в соседнем континууме были получены в период с октября 2008 г. по декабрь 2012 г. при типичном качестве изображения $1''0$ – $2''5$. Наблюдения выполнялись в первичном фокусе 6-метрового телескопа БТА с фокальным редуктором SCORPIO [10], оснащенным CCD-матрицей 2048×2048 пикселей в режиме биннинга 2×2 . При масштабе $0''.185$ на пиксел матрица обеспечивала поле зрения размером $6'.1 \times 6'.1$. Изображения в $H\alpha + [NII]$ получены через узкополосный интерференционный фильтр с полосой пропускания $\Delta\lambda = 75 \text{ \AA}$ и $\lambda_{\text{eff}} = 6555 \text{ \AA}$. Для снимков в континууме использовались среднесплошные фильтры SED 607 с $\Delta\lambda = 167 \text{ \AA}$, $\lambda_{\text{eff}} = 6063 \text{ \AA}$ и SED 707

*E-mail: skai@sao.ru

**E-mail: ikar@sao.ru

с $\Delta\lambda = 707 \text{ \AA}$, $\lambda_{\text{eff}} = 7036 \text{ \AA}$. Типичное время экспозиции составляло $2 \times 600 \text{ с}$ в $\text{H}\alpha$ и $2 \times 300 \text{ с}$ в континууме. При малом диапазоне лучевых скоростей галактик, $V \leq 600 \text{ км/с}$, мы обходились одним и тем же $\text{H}\alpha$ -фильтром.

Для обработки данных использовалась стандартная процедура. Из исходных снимков вычитался bias, затем изображения были поделены на плоское поле (flat). После удаления следов космических частиц и вычитания фона неба производилось совмещение изображений для каждого объекта. Наконец, все снимки в континууме были нормированы к $\text{H}\alpha$ -изображению с использованием 7–20 звезд поля и затем вычтены. По $\text{H}\alpha$ -изображениям с вычтенным континуумом были измерены интегральные $\text{H}\alpha$ -потоки галактик с использованием снимков звезд-спектрофотометрических стандартов [11], которые экспонировались в те же ночи, что и объекты. Формальная точность измерения интегральных потоков составляла около 10%.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

В Приложении приведена мозаика изображений 44 наблюдавшихся галактик. Левые изображения в каждой паре представляют суммарную экспозицию в линии $\text{H}\alpha$ и в континууме, а правые соответствуют разности “ $\text{H}\alpha$ – континуум.” В нижних углах правых снимков указан угловой масштаб и ориентация “север–восток.”

На многих снимках в линии $\text{H}\alpha$ после вычитания континуума остаются “пеньки” звезд, вызванные различием в качестве изображения, а также эффектом насыщения у ярких звезд или же аномальным показателем цвета у некоторых звезд. Это обстоятельство ограничивает точность определения интегрального $\text{H}\alpha$ -потока у галактик, особенно у объектов низкой поверхностной яркости или же у галактик, расположенных на низких галактических широтах, где изобилуют звезды Галактического фона.

Для каждой галактики, представленной в мозаике (Приложение), мы определили интегральный поток в линии $\text{H}\alpha$ или его верхний предел в единицах эрг/(см² с). Наблюдаемый поток $F_{\text{H}\alpha}$ с поправкой за поглощение света в Галактике согласно [12] использовался для оценки интегрального темпа звездообразования SFR, следуя соотношению Кенникатта [13]

$$\log \text{SFR} = \log F_{\text{H}\alpha} + 2 \log D + 8.98.$$

Здесь D — расстояние до галактики в Мпк, а величина SFR выражена в единицах $M_{\odot}/\text{уг}$.

Внутренним поглощением в самой карликовой галактике, а также вкладом соседнего с $\text{H}\alpha$ эмиссионного дублета [N II] мы пренебрегали, поскольку оба этих эффекта невелики для галактик низких светимостей [14, 15].

Сводка данных о наблюдавшихся нами галактиках представлена в таблице. В ее столбцах содержатся: (1) имя галактики; (2) экваториальные координаты на эпоху J2000.0; (3)–(5) интегральная видимая величина, морфологический тип и расстояние (Мпк) по данным каталога UNGC [8]; (6), (7) логарифм наблюдаемого потока в линиях $\text{H}\alpha + [\text{N II}]$ и ошибка его измерения; (8) логарифм интегрального темпа звездообразования; (9), (10) безразмерные параметры $P = \log(\text{SFR} \times T_0/M_*)$ и $F = \log(1.85 M_{\text{HI}}/\text{SFR} \times T_0)$, которые характеризуют эволюционный статус галактики, имеющей звездную массу M_* и массу водорода M_{HI} , на космической шкале времени $T_0 = 13.7 \times 10^9$ лет; значения M_* и M_{HI} заимствованы из каталога UNGC [8]. В трех последних столбцах таблицы приведены значения $\log F_{\text{H}\alpha}$ и $\log \text{SFR}_{\text{H}\alpha}$ из сводки [16], определенные другими авторами. Для сравнения последний столбец нашей таблицы показывает оценки темпа звездообразования, которые были получены в [17] по ультрафиолетовому потоку (FUV), измеренному на спутнике GALEX [18].

4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ НАБЛЮДАВШИХСЯ ГАЛАКТИК

Как видно из данных таблицы, около 3/4 этой выборки составляют иррегулярные карликовые галактики типов Ir, Im ($T = 10, 9$) и голубые компактные галактики BCD ($T = 9$). Остальная четверть выборки приходится на карликовые спирали поздних типов Sdm, Sm ($T = 7, 8$) и карликовые сфероидальные системы ($T < 0$). Для иррегулярных и BCD галактик типичным является наличие одного или нескольких эмиссионных узлов. В ряде случаев компактные H II-области погружены в диффузную эмиссионную среду различной степени контраста. Некоторые иррегулярные галактики низкой поверхностной яркости (например, KKH 22, KDG 78) не обнаруживают заметного $\text{H}\alpha$ -потока. Отметим несколько наиболее интересных объектов в рассматриваемой выборке.

UGC 2172. Эта иррегулярная галактика с абсолютной величиной $M_B = -15.69$ находится в фазе вспышечной активности. К северо-западу от ее центра проецируется яркая звезда. Основная эмиссия UGC 2172 сосредоточена в ее центральной области, из которой на периферию выходят слабоконтрастные дугообразные волокна. По

структуре эмиссионных дуг эта галактика похожа на более близкий пример галактики со вспышкой звездообразования — NGC 1569.

HIZSS 03 A+B. Тесная пара иррегулярных галактик с расстоянием между центрами 1'4, или 0.7 кпк. Она лежит почти строго в плоскости Галактики на широте $b = -0^\circ.1$. Несмотря на сильное поглощение, Силва и др. [19] определили расстояние до этой пары в 1.67 Мпк по вершине ветви красных гигантов. Согласно наблюдениям в линии H I 21 см [20], компоненты пары хорошо разделяются кинематически и имеют разность лучевых скоростей 35 км/с. У западного, более компактного компонента эмиссия в H α впервые была обнаружена Массей и др. [21]. По всей видимости, данная пара карликовых галактик является наиболее близким представителем двойной системы в фазе непосредственно перед слиянием.

NGC 2541. Эта спиральная галактика типа Sdm имеет абсолютную величину $M_B = -18.71$, самую яркую в рассматриваемой выборке. H α -снимок выявляет множество компактных очагов звездообразования, организованных во флоккулентную спиральную структуру.

UMa II. Сфероидальный карликовый спутник нашей Галактики экстремально низкой поверхностной яркости, обнаруженный недавно по звездным подсчетам [22]. При угловом диаметре объекта около 25' наш H α -снимок покрывает лишь центральную область UMa II.

NGC 2903-H I-1. Голубой компактный спутник гигантской спиральной галактики NGC 2903, обнаруженный в H I-обзоре ALFALFA в Аресибо [23]. При абсолютной величине $M_B = -11.68$ он может считаться межгалактической H II-областью на далекой окраине диска NGC 2903.

NGC 3239 = Arp 263 = VV 095. Взаимодействующая пара иррегулярных галактик с двумя изогнутыми хвостами и мощными очагами звездообразования. Очевидно, что активное состояние этой экзотической системы вызвано процессом продолжающегося динамического слияния ее компонентов.

LV J1228+4358. Карликовая сфероидальная галактика очень низкой поверхностной яркости, структура которой искажена приливным влиянием галактики NGC 4449. Обнаружена в [24] и детально исследована в [25].

UGCA 292. Клочковатая голубая галактика низкой светимости ($M_B = -11.79$), нависающая дугой над яркой звездой. UGCA 292 содержит большое количество нейтрального водорода и относится к объектам самой низкой металличности в облаке CVn I [26].

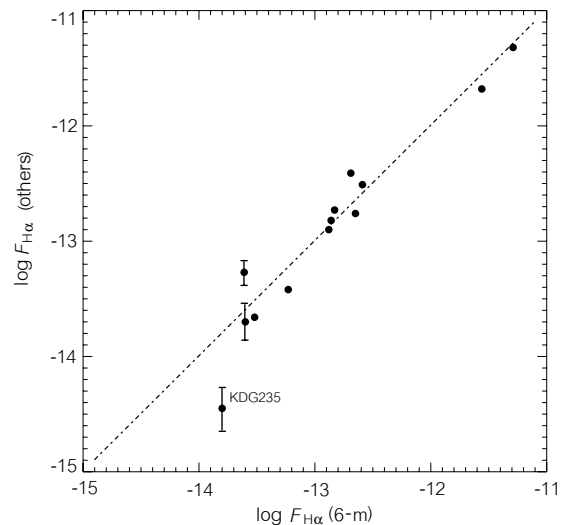


Рис. 1. Сравнение оценок интегрального потока в линии H α по наблюдениям на 6-метровом телескопе и по данным других авторов.

ALFA ZOA J1952+1428. Голубая компактная галактика в зоне избегания Млечного Пути обнаружена при “слепом” обзоре в линии H I в Аресибо [27]. Будучи расположенной вблизи центра Местного войда Талли, она является экстремально изолированным объектом Местного объема.

KK 258 = ESO 468-020. Изолированная карликовая галактика промежуточного типа между dIrr и dSph. На нашем снимке, полученном невысоко над техническим горизонтом 6-метрового телескопа ($\text{Dec} \simeq -31^\circ$), видна одна компактная H α -эмиссия вблизи центра галактики.

Pisces II. Карликовый ($M_B = -4.4$) сфероидальный спутник нашей Галактики, обнаруженный Белокуровым и др. [28]. В оптическом контуре этого карлика имеется один возможный эмиссионный точечный источник, который, скорее всего, является красной звездой.

5. ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Среди 44 наблюдавшихся нами галактик у 13 объектов потоки $F_{H\alpha}$ были измерены также и другими авторами. На Рис. 1 показано соотношение между нашими оценками $F_{H\alpha}$ и данными из литературы. На рисунке видно, что разброс значений относительно линии $\log F_{H\alpha}(6\text{-m}) = \log F_{H\alpha}(\text{others})$ несколько возрастает с уменьшением потока. Если исключить галактику низкой поверхностной яркости KDG 235, для которой H α -поток в [16] измерен с невысокой точностью, то среднее значение разности $\log F_{H\alpha}(6\text{-m}) - \log F_{H\alpha}(\text{other})$ составит -0.01 ± 0.05 , а среднее квадратичное отклонение разности — 0.16. Последняя величина в два раза

Параметры 44 близких карликовых галактик

Name	J 2000.0	B_t	T	D	$\log F_{\text{obs}}$	$E_{\text{H}\alpha}$	$\log \text{SFR}$	P	F	$\log F_{\text{lit}}$	$\log \text{SFR}_{\text{H}\alpha}$	$\log \text{SFR}_{\text{FUV}}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
UGC 12894	000022.5+392944	16.80	10	8.5	-13.23 ± 0.01	± 0.01	-2.29	0.27	0.35	-13.42 ± 0.03	-2.48	-2.03
AGC 748778	000634.4+153039	18.90	10	5.4	-15.27 ± 0.24	± 0.24	-4.76	-0.90	1.41	-	-	-3.65
UGC 00064	000744.0+405232	15.50	10	9.6	-12.52 ± 0.01	± 0.01	-1.51	0.47	0.22	-	-	-1.63
UGC 1561	020405.0+241228	14.51	9	7.2	-12.88 ± 0.01	± 0.01	-1.89	-0.28	-0.13	-12.90 ± 0.04	-1.91	-1.89
DDO 019	022500.2+360216	15.80	10	9.3	-12.83 ± 0.01	± 0.01	-1.84	0.28	0.30	-12.73 ± 0.06	-1.74	-1.67
Halogas	022720.0+335730	18.00	10	9.3	-13.80 ± 0.02	± 0.02	-2.81	0.20	0.07	-	-	-3.02
DDO 025	023318.2+332928	13.96	8	9.3	-12.69 ± 0.01	± 0.01	-1.69	-0.42	0.23	-12.41 ± 0.05	-1.40	-1.33
DDO 024	023343.0+403141	13.68	8	9.8	-12.59 ± 0.01	± 0.01	-1.58	-0.40	0.44	-12.51 ± 0.11	-1.50	-
UGC 02172	024210.8+432119	14.60	10	9.3	-11.95 ± 0.01	± 0.01	-0.94	0.88	-1.05	-	-	-
KKH 22	034456.6+720352	18.00	10	3.5	< -15.25	± 0.14	< -4.82	< -1.49	> 1.42	-	-	< -4.05
UGC 03501	063838.4+491530	16.70	10	15.5	-13.73 ± 0.02	± 0.02	-2.26	-0.28	0.71	-	-	-1.65
KKH 38	064754.9+473050	17.40	10	19.3	-13.58 ± 0.23	± 0.23	-1.95	0.16	0.82	-	-	-
HIZSS 003 B	070024.7 - 041318	18.00	10	1.6	-13.52 ± 0.01	± 0.01	-3.09	-0.32	0.48	-13.66 ± 0.08	-3.23	-
HIZSS 003 A	070029.3 - 041230	19.00	10	1.6	-14.60 ± 0.09	± 0.09	-4.17	-1.40	1.55	-	-	-
AGC 174585	073610.3+095911	17.90	10	6.1	-14.17 ± 0.03	± 0.03	-3.58	-0.18	0.40	-	-	-
KKH 40	074656.4+511746	16.60	10	7.0	-13.38 ± 0.02	± 0.02	-2.66	0.07	0.27	-	-	-2.47
AGC 174605	075021.7+074740	18.00	10	6.0	-14.53 ± 0.05	± 0.05	-3.97	-0.49	0.86	-	-	< -4.79
NGC 2541	081440.1+490342	12.26	7	12.4	-11.56 ± 0.01	± 0.01	-0.28	0.37	-0.06	-11.68 ± 0.02	-0.41	+0.09
UMa II	085130.0+630748	14.80	-2	0.0	< -15.23	± 0.14	< -9.16	< -3.22	> 2.10	-	-	-8.84
UGC 04787	090734.9+331636	14.60	8	20.3	-12.86 ± 0.01	± 0.01	-1.19	-0.32	0.16	-12.82 ± 0.07	-1.15	-0.82
LV J 0913+1937	091339.0+193708	17.40	10	4.4	-13.58 ± 0.04	± 0.04	-3.26	0.21	-0.14	-	-	-3.36
UGC 04879	091602.2+525024	13.80	9	1.3	-13.60 ± 0.03	± 0.03	-4.34	-1.19	0.46	-13.70 ± 0.18	-4.44	-3.29

Параметры 44 близких карликовых галактик. (Продолжение)

Name	J 2000.0	B_t	T	D	$\log F_{\text{obs}}$	E_{IT}	$\log \text{SFR}$	P	F	$\log F_{\text{lit}}$	$\log \text{SFR}_{\text{H}\alpha}$	$\log \text{SFR}_{\text{FUV}}$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
UGC 04932	091934.1+510633	15.17	8	20.6	-13.26 ± 0.03	± 0.03	-1.61	-0.16	0.47	-	-	-1.26
UGC 04998	092512.1+682259	15.00	9	8.2	-13.61 ± 0.02	± 0.02	-2.74	-1.31	-0.09	-13.27 ± 0.09	-2.40	-2.55
NGC 2903-H I-1	093039.9+214325	18.20	10	8.9	-13.84 ± 0.02	± 0.02	-2.93	0.28	-0.51	-	-	-3.54
LV J 1018+4109	101822.2+410957	18.40	-1	11.1	< -15.33	± 0.26	< -4.25	< -1.82	-	-	-	< -4.28
NGC 3239	102504.9+170949	11.73	8	7.9	-11.29 ± 0.01	± 0.01	-0.45	0.17	-0.53	-11.32 ± 0.03	-0.47	-0.40
LeG 06	103955.7+135428	18.30	10	10.4	< -15.36	± 0.26	< -4.31	< -1.21	> 1.30	-	-	-3.55
LeG 19	104654.8+124717	17.80	-1	10.4	< -15.34	± 0.28	< -4.30	< -2.08	-	-	-	< -4.43
KDG 078	112954.0+522414	16.70	10	8.8	< -15.35	± 0.25	< -4.45	< -1.82	> 1.33	-	-	< -4.46
LV J 1217+4703	121710.1+470349	18.50	10	7.8	< -15.37	± 0.21	< -4.59	< -1.12	> 1.16	-	-	-4.89
KK 138	122158.4+281434	18.70	10	6.3	< -15.26	± 0.23	-2.82	-0.10	0.15	-	-	-2.67
LV J 1228+4358	122844.9+435818	14.20	10	4.0	< -15.22	± 0.23	< -5.01	< -2.70	-	-	-	< -5.13
KK 152	123324.9+332105	16.30	10	6.9	-13.70 ± 0.02	± 0.02	-3.02	-0.33	0.70	-	-	-2.48
UGCA 292	123840.0+324560	16.07	10	3.6	-12.65 ± 0.01	± 0.01	-2.54	0.86	0.11	-12.76 ± 0.01	-2.65	-2.59
BTS 146	124002.1+380002	17.50	10	8.5	-15.47 ± 0.11	± 0.11	-4.62	-1.63	1.72	-	-	-3.44
KDG 192	124345.0+535732	16.60	10	7.4	-13.38 ± 0.04	± 0.04	-2.65	0.11	0.67	-	-	-2.42
LV J 1243+4127	124355.7+412725	17.20	10	6.1	-15.12 ± 0.07	± 0.07	-4.55	-1.39	1.71	-	-	-3.33
KK 191	131339.7+420239	18.20	10	6.0	< -15.29	± 0.24	< -4.74	< -1.16	> 1.08	-	-	-4.96
KDG 235	170025.3+701724	16.80	10	10.6	-13.80 ± 0.06	± 0.06	-2.74	-0.25	0.74	-14.45 ± 0.19	-3.39	-2.48
ALFA ZOA	195211.8+142824	16.90	9	7.1	-14.00 ± 0.02	± 0.02	-3.08	-0.59	0.27	-	-	-
KK 258	224043.9 - 304759	16.30	-3	2.0	-14.37 ± 0.08	± 0.08	-4.78	-1.70	0.57	-	-	-4.58
Pisces II	225831.0+055709	17.20	-3	0.1	-15.01 ± 0.07	± 0.07	-7.45	-2.02	-	-	-	-7.56

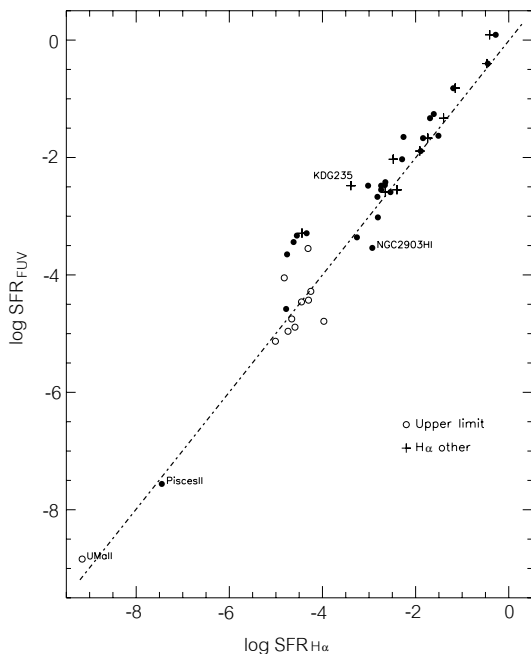


Рис. 2. Сравнение оценок интегрального темпа звездообразования в галактиках, полученных по $H\alpha$ -поток и по потоку в далеком ультрафиолете FUV. Галактики с оценкой верхнего предела SFR показаны открытыми кружками. Крестиками обозначены значения SFR по $H\alpha$ -поток, измеренному другими авторами.

больше, чем среднеквадратичная сумма индивидуальных ошибок измерения потока (0.08). Очевидно, что трудно контролируемые вариации прозрачности во время наблюдений, а также неодинаковый подход у разных авторов к учету диффузной компоненты $H\alpha$ -эмиссии являются теми причинами, которые приводят к двукратному различию между внешней и внутренней погрешностью измерения потоков.

Как следует из данных последнего столбца таблицы, у большинства наблюдавшихся нами галактик имеются оценки SFR по ультрафиолетовому потоку со спутника GALEX. Сравнение независимых значений $\log SFR$ представлено на Рис. 2, где сплошные кружки соответствуют нашим измерениям $H\alpha$ -потока, крестики — $H\alpha$ -данным других авторов, а пустые кружки обозначают верхний наблюдаемый предел для темпа звездообразования. Для большинства карликовых галактик поток в $H\alpha$ недооценивает величину SFR по сравнению с FUV-потоком. Этот хорошо известный факт детально обсуждался разными авторами, в частности в [15] и [17]. Согласно [29], условия формирования наиболее массивных звезд в карликовых и в нормальных спиральных галактиках несколько различны. Эмпирическая нормировка $SFR_{H\alpha} \simeq SFR_{FUV}$, сделанная для спиралей, не выполняется для карликовых систем, и

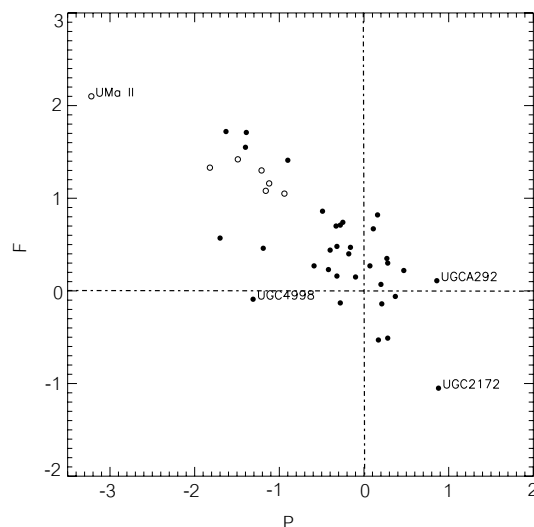


Рис. 3. Диагностическая диаграмма “Past–Future” для наблюдавшихся галактик. Галактики с верхним пределом SFR показаны открытыми кружками.

при значениях $\log SFR \sim -5$ расхождение оценок может достигать более одного порядка. Эта особенность видна и на Рис. 2. Заметим, однако, что имеют место случаи (например, голубая компактная галактика NGC 2903-H I-1), когда оценка SFR по $H\alpha$ -поток получила больше, чем по FUV-поток. Любопытно отметить также, что для экстремально слабых сфероидальных спутников Млечного Пути UMa II и Pisces II верхние пределы SFR по $H\alpha$ и FUV-потокам оказались близкими друг к другу при значениях $\log SFR \sim -8$. Аналогичную ситуацию мы уже отмечали для маломассивных спутников M31 и M81 [7]. В случае Pisces II в оптический контур галактики попадают два слабых FUV-источника и один источник $H\alpha$. Однако они по координатам не совпадают друг с другом, являясь, вероятно, артефактами (звездами фона с необычным распределением энергии).

Как следует из диагностической диаграммы “Past–Future” (Рис. 3), большинство объектов нашей выборки располагается вблизи начала координат $\{P = 0, F = 0\}$. Это означает, что при наблюдаемом темпе звездообразования галактика успевает воспроизвести свою звездную массу на космологической шкале T_0 , а запасы газа в ней достаточны для поддержания наблюдаемого темпа SFR на интервале еще одного хаббловского времени T_0 . Вместе с тем, имеется несколько галактик, значительно отклоняющихся от общей массы. Как мы уже отмечали, галактика UGC 2172 находится в стадии вспышки звездообразования. Наблюдаемый сейчас темп звездообразования у нее почти на порядок выше среднего при данной массе, а запасы газа будут исчерпаны за время

всего порядка $T_0/10$. В случае низкометаллической dIг галактики UGCA 292 темп звездообразования тоже очень высок, но запасы газа достаточны для поддержания наблюдаемого SFR на полной хаббловской шкале времени. У BCD галактики UGC 4998 видны мелкие тусклые очаги звездообразования в центральной части. В прошлом средний темп звездообразования у UGC 4998 был на порядок более интенсивным, чем наблюдаемый сейчас.

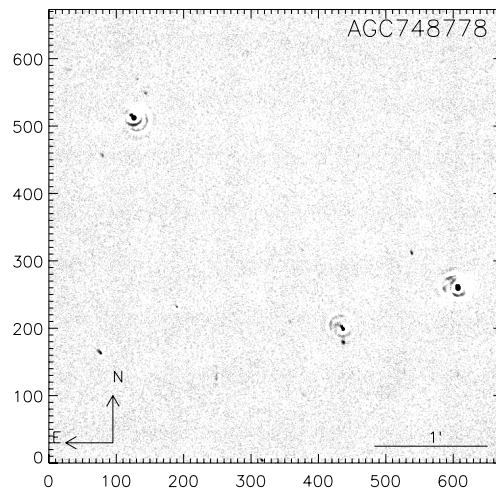
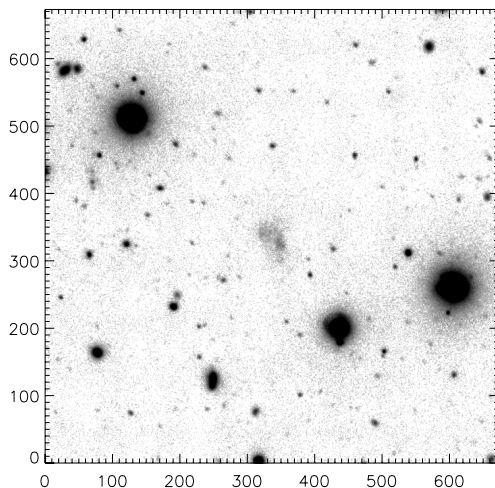
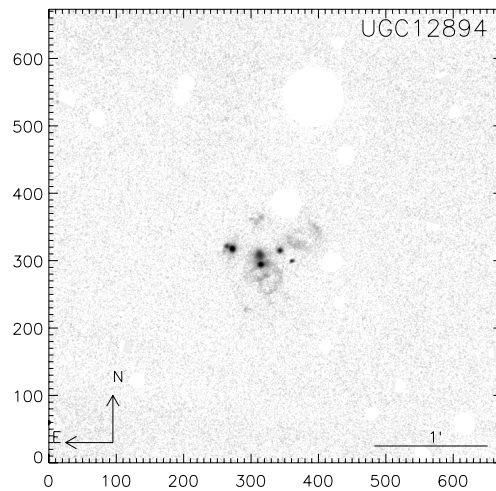
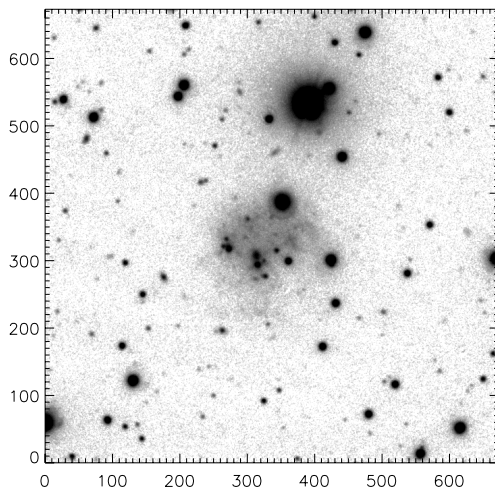
Анализируя выборку из 627 галактик Местного объема с оценками SFR как по $H\alpha$, так и по FUV-поток, мы отмечали [17], что удельный темп звездообразования на единицу звездной массы, $SSFR = \dot{M}_*/M_*$, не превышает верхнего предела $\log SSFR_{\max} \simeq -9.4 [yr^{-1}]$ у 99% объектов этой выборки. Среди 44 рассматриваемых галак-

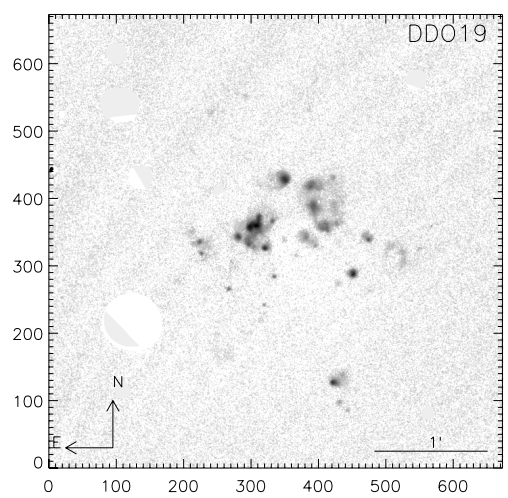
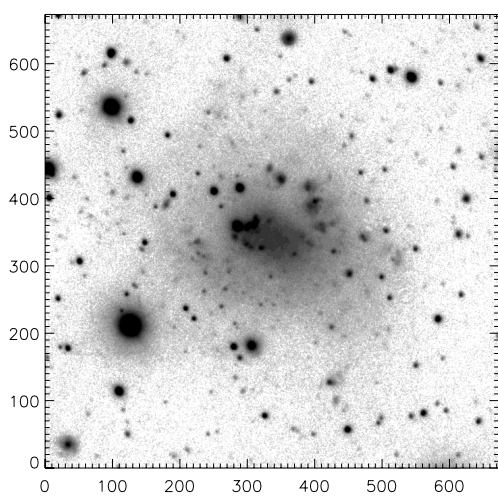
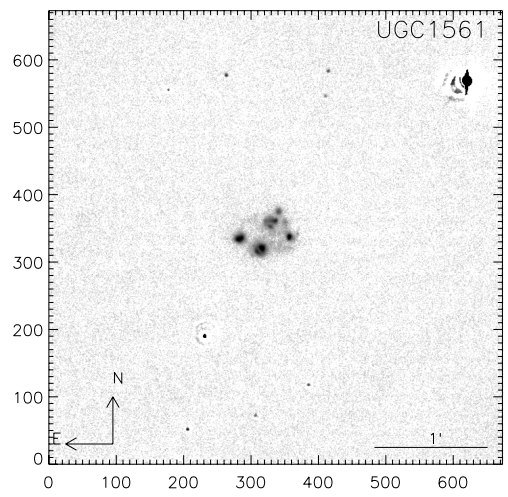
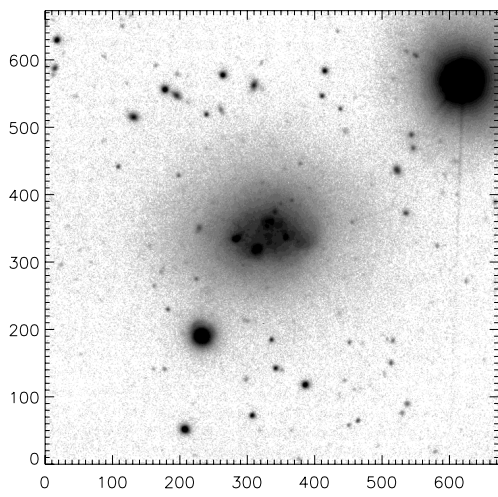
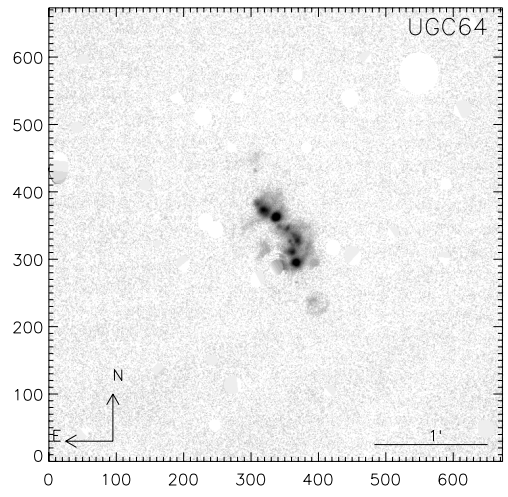
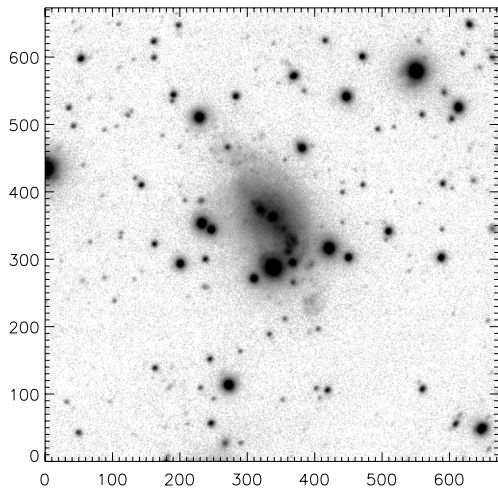
тик есть только две самые активные, UGC 2172 и UGCA 292, которые немного превышают указанный предел, имея $\log SSFR$, соответственно, -9.26 и $-9.27 [yr^{-1}]$. Впрочем, ошибка определения звездной массы таких слабых галактик по их светимости может достигать 50%. Наличие максимального (квазиэддингтоновского) предела для SSFR является важным параметром, который характеризует процесс преобразования газа в звезды в настоящую эпоху.

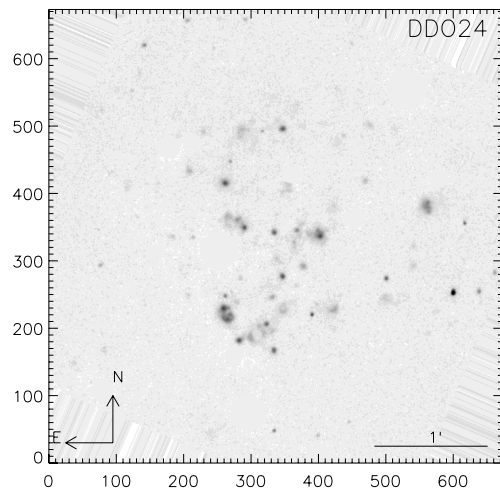
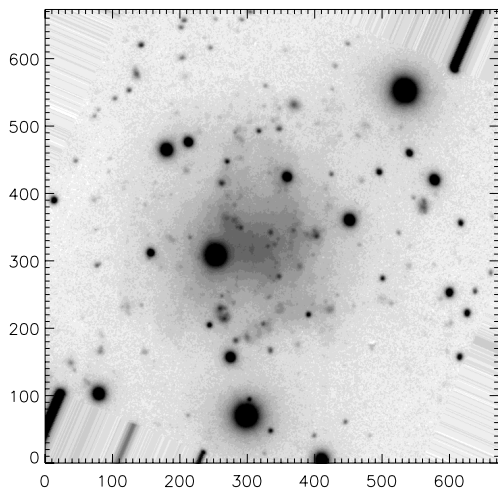
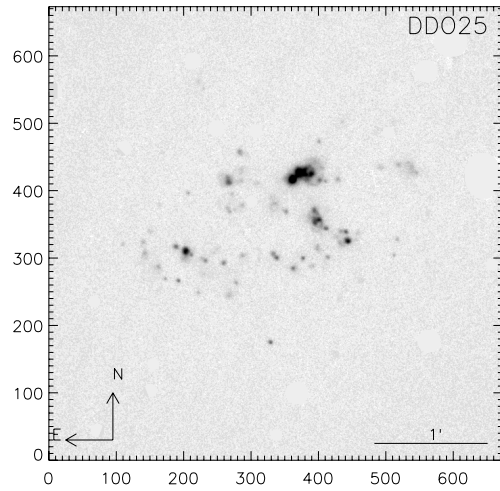
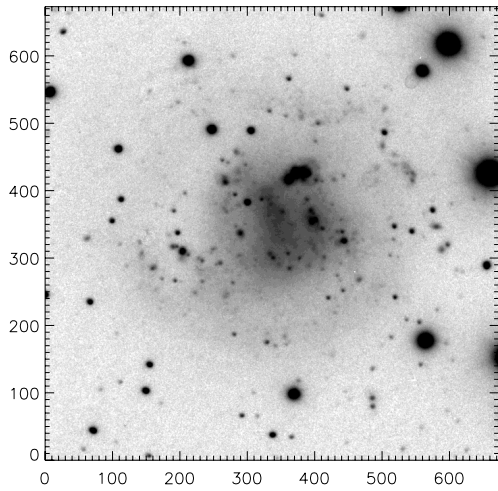
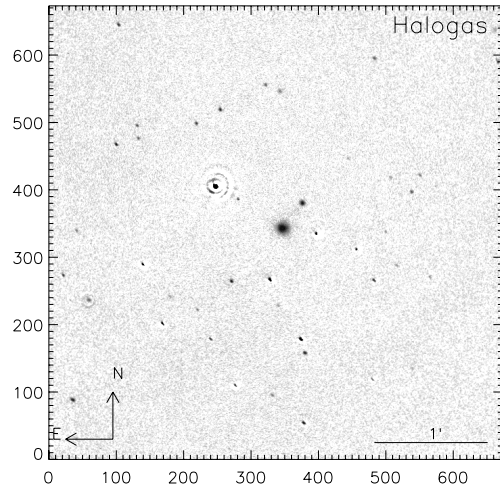
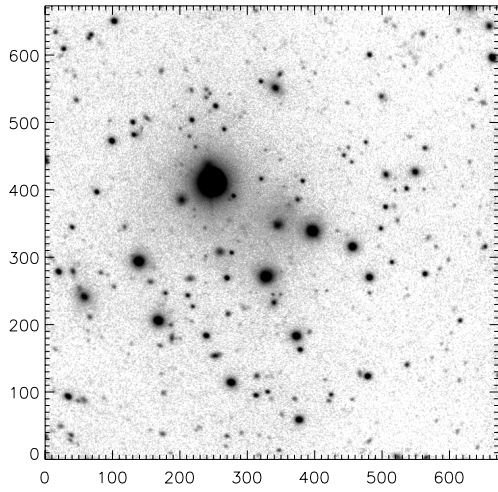
БЛАГОДАРНОСТИ

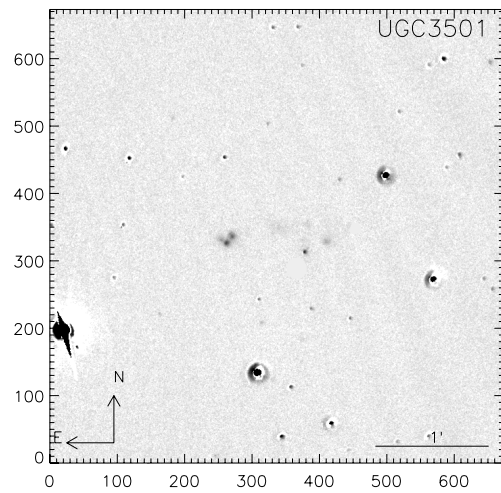
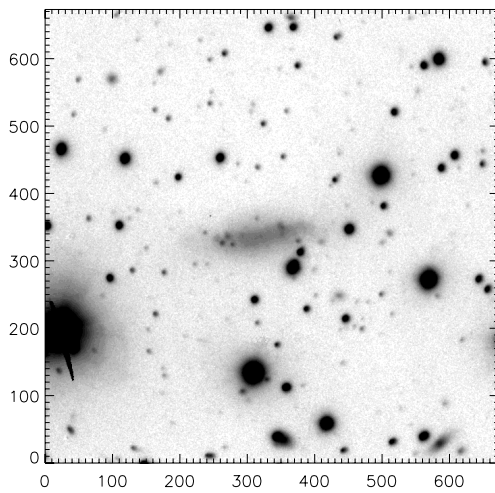
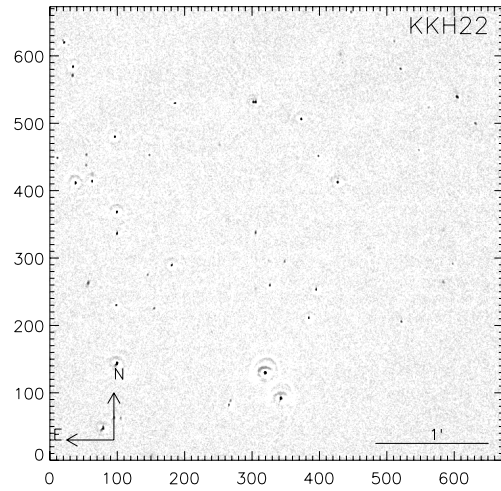
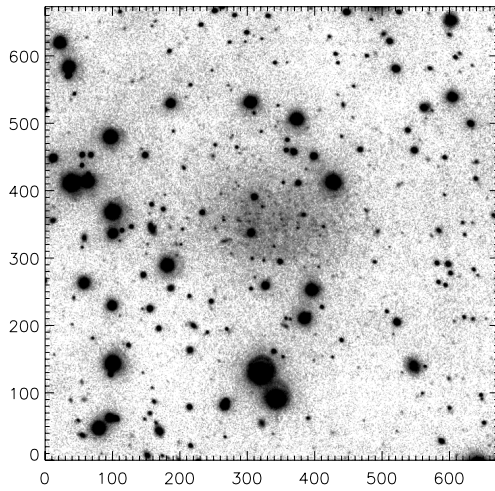
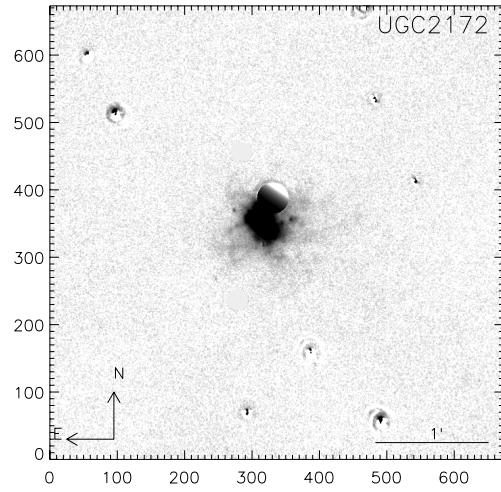
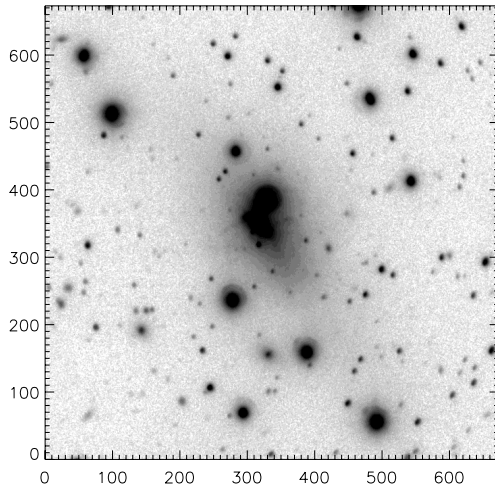
Эта работа поддержана грантами РФФИ (13-02-92960-ИНД-а, 13-02-00780) и Министерством образования и науки РФ (соглашение 8523, госконтракты 14.518.11.7070, 16.518.11.7073).

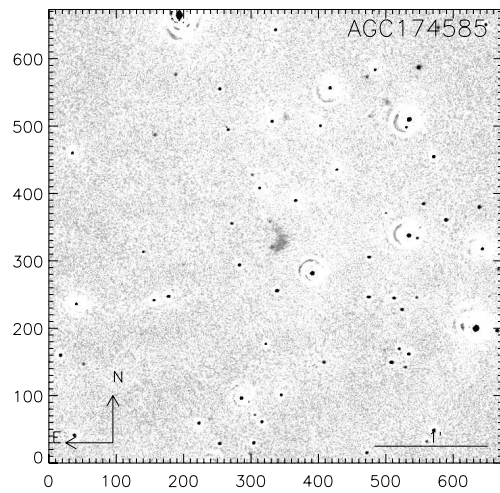
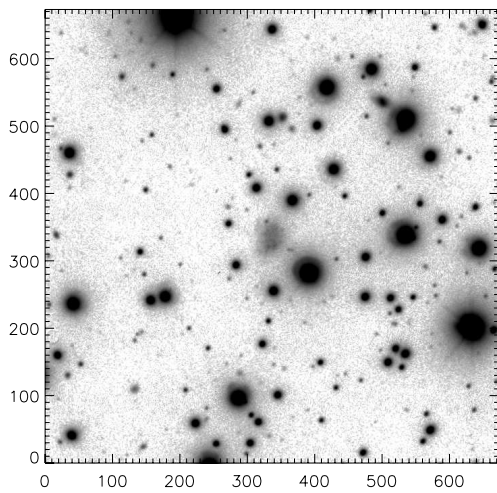
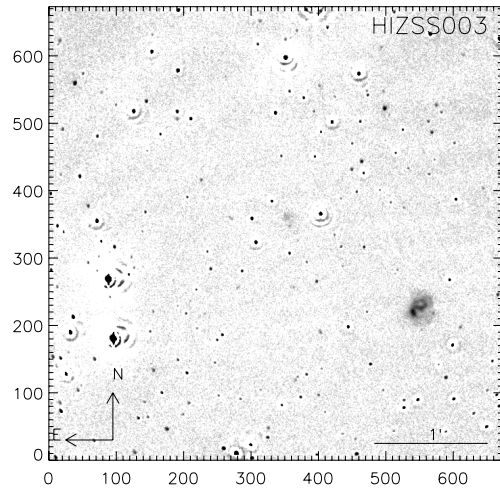
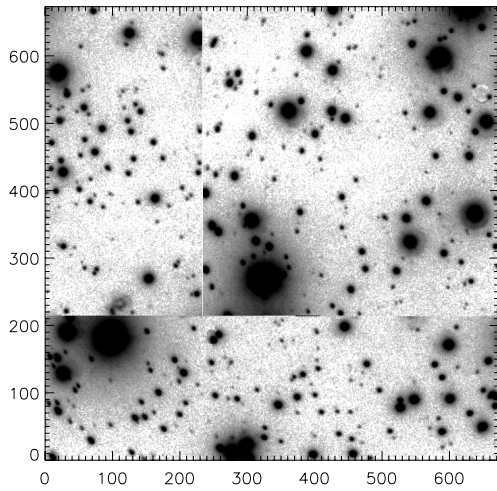
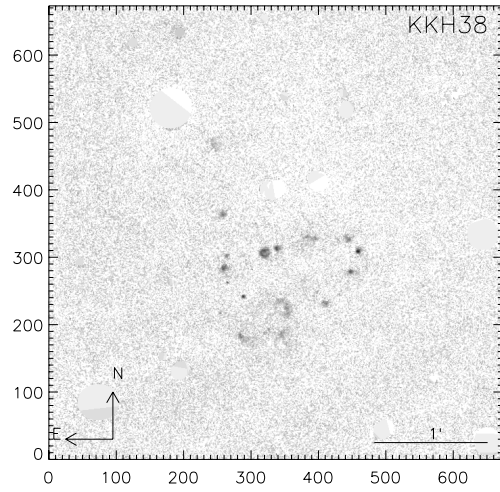
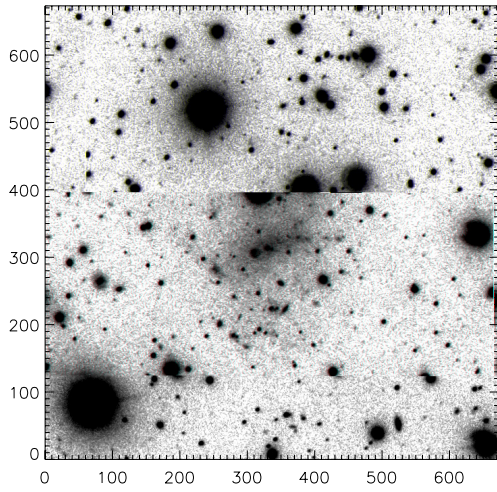
ПРИЛОЖЕНИЕ

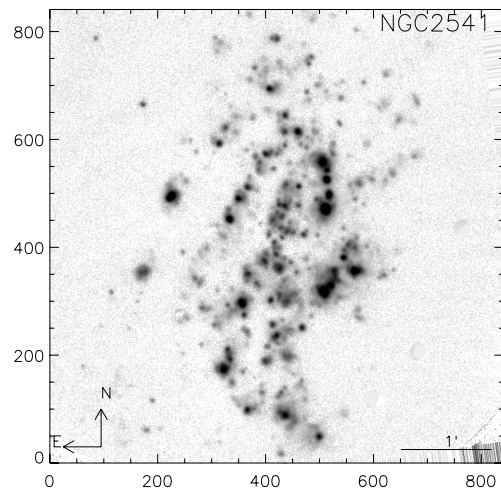
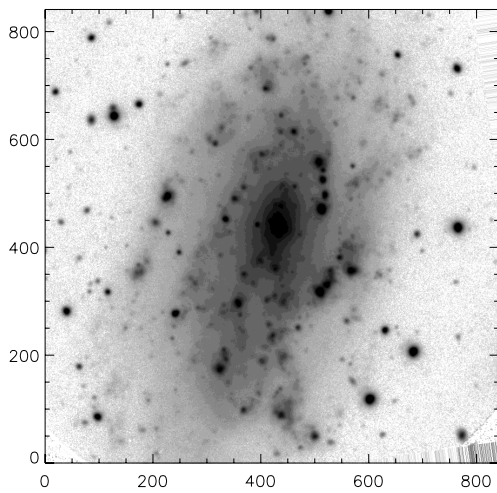
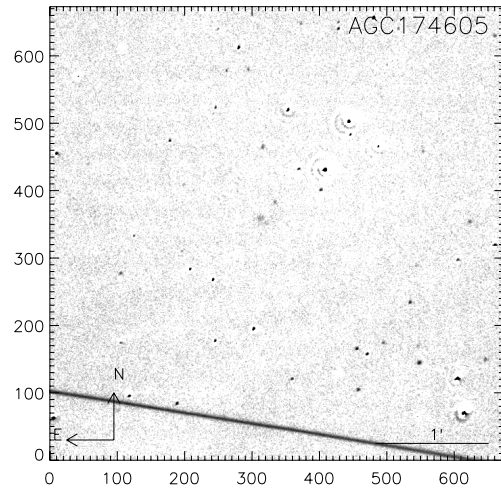
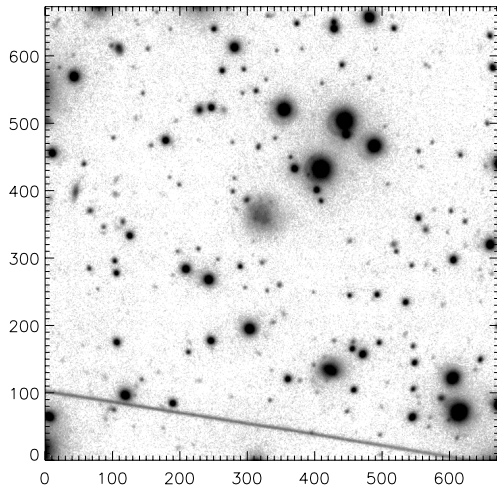
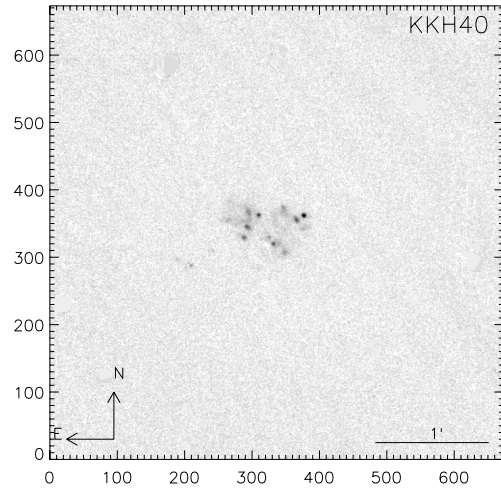
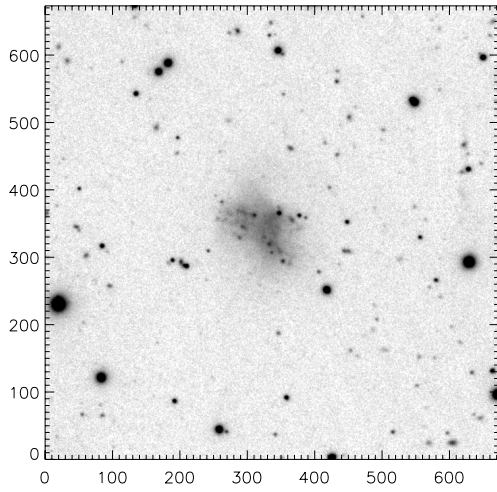


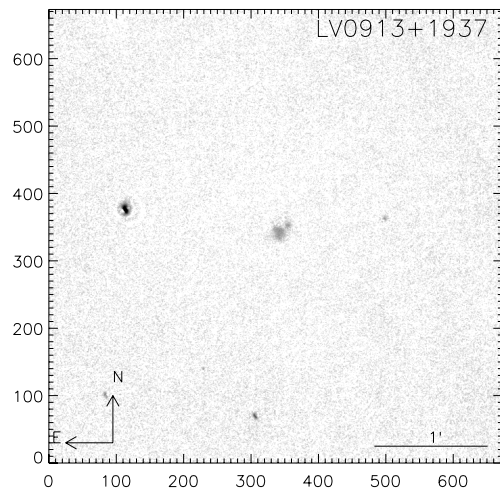
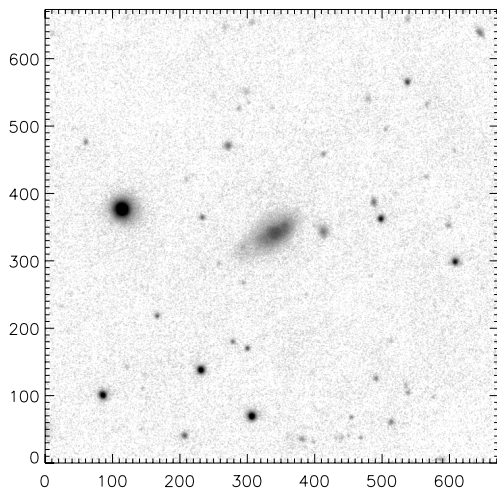
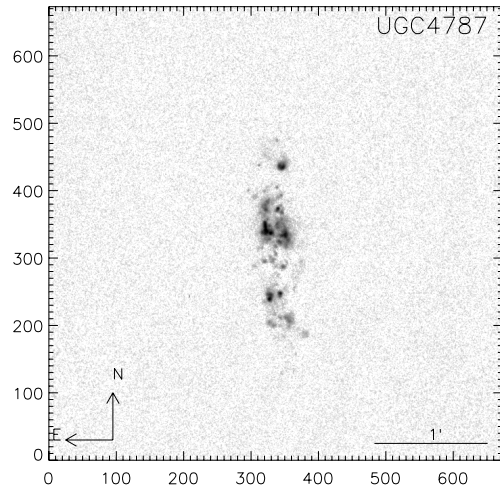
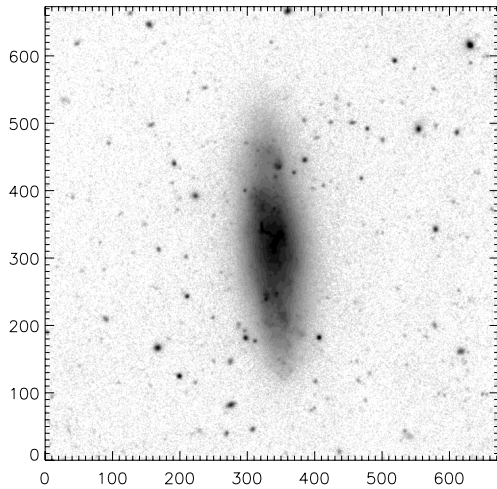
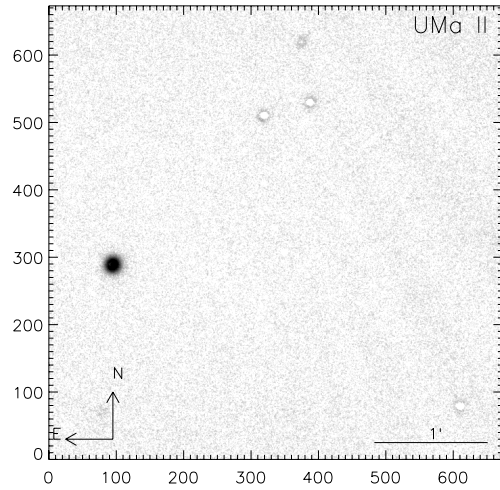
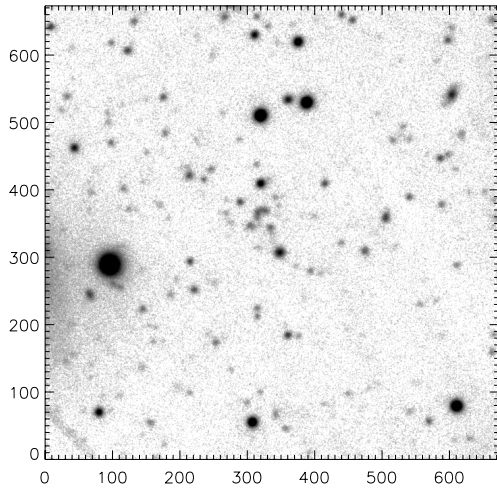


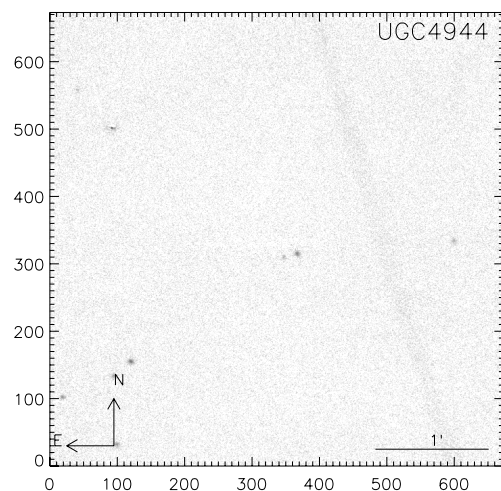
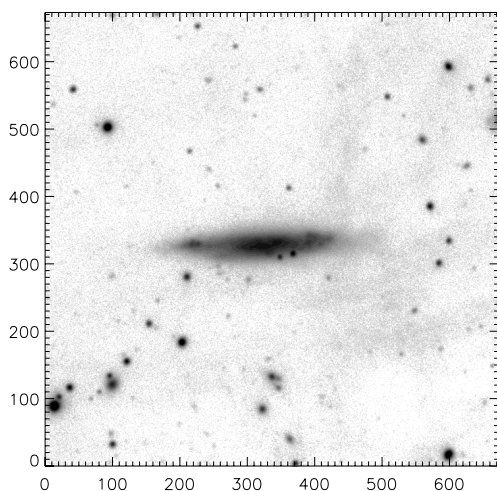
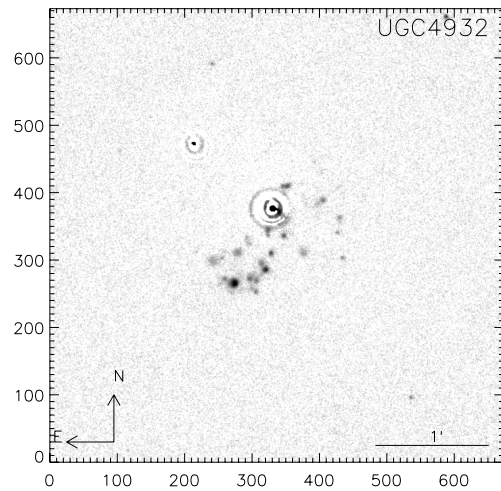
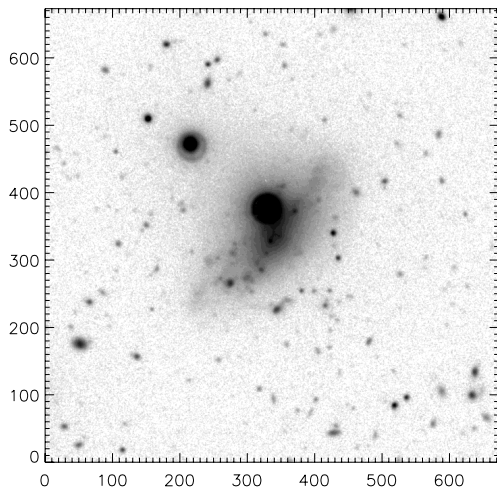
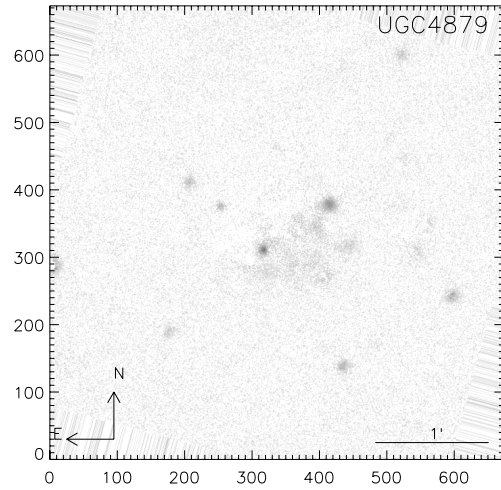
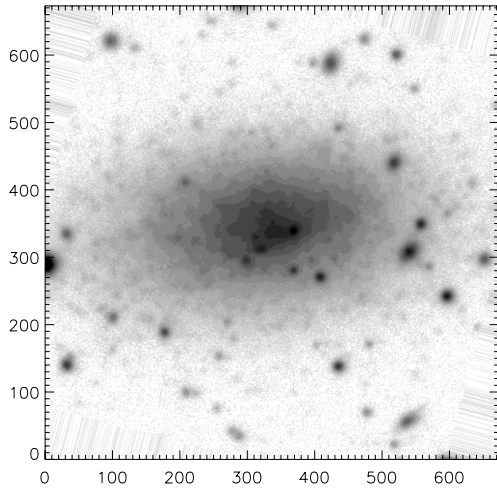


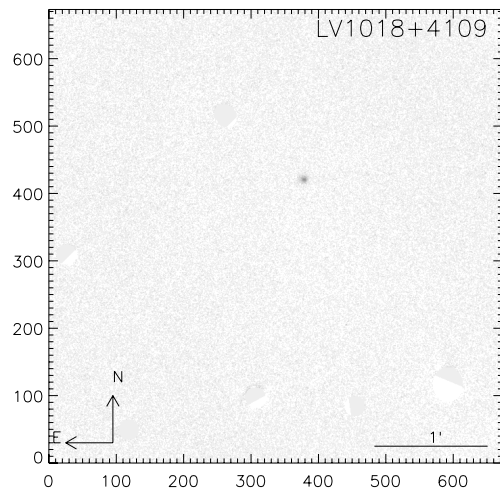
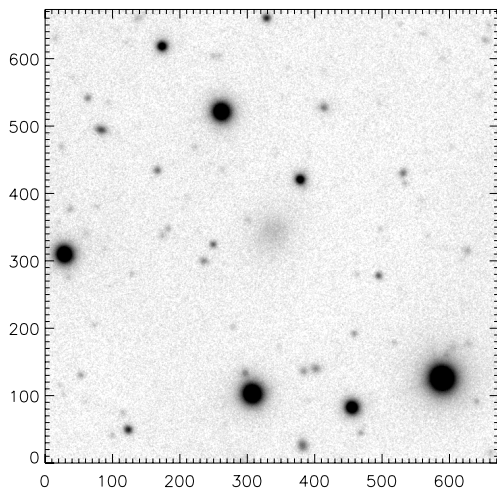
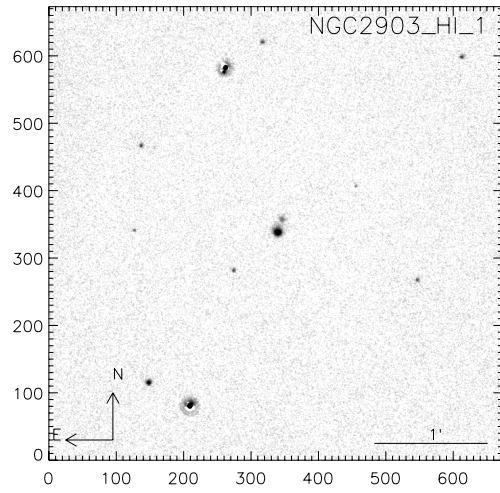
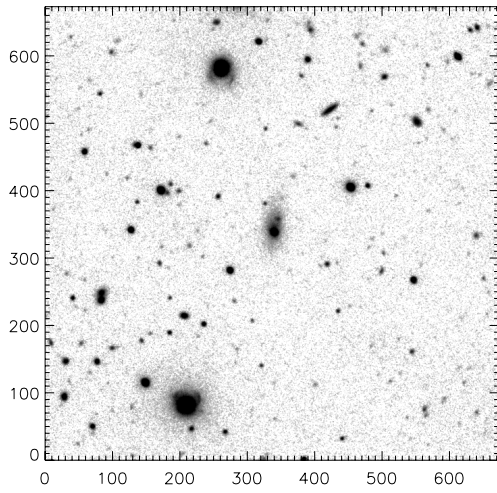
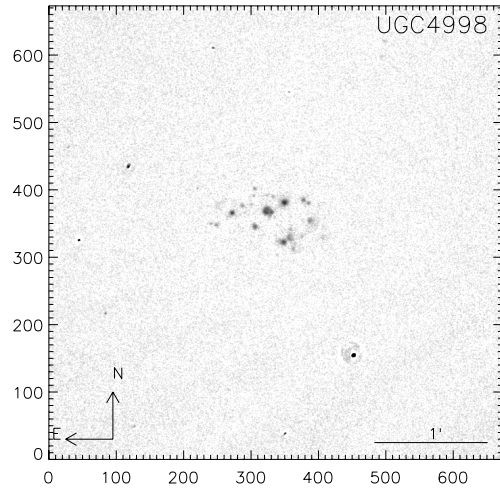
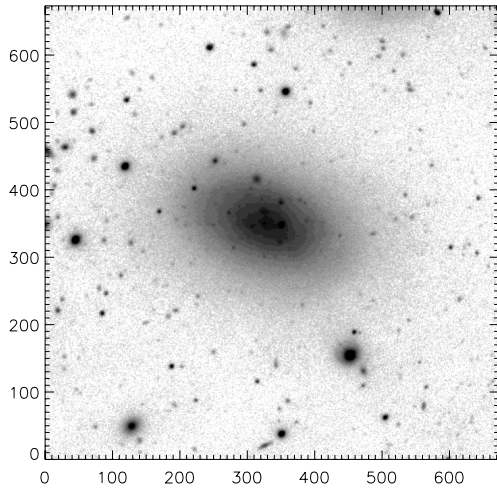


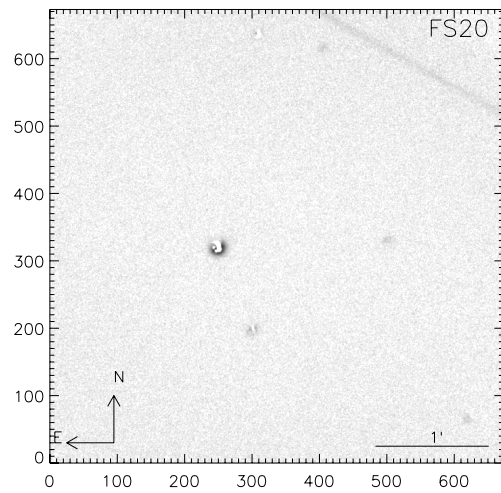
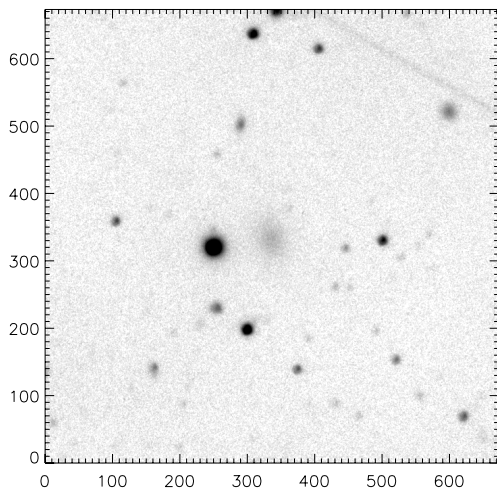
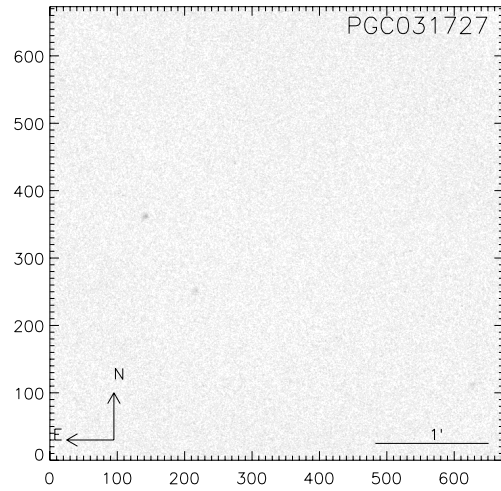
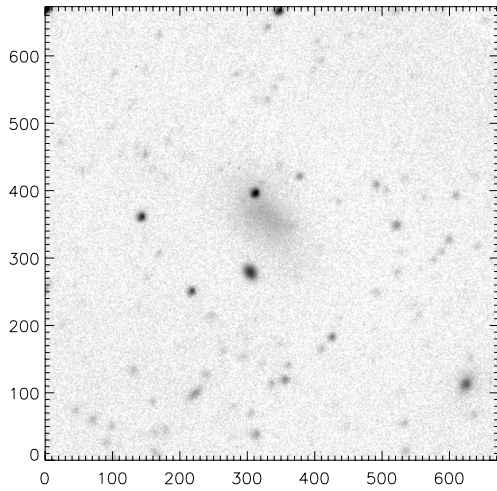
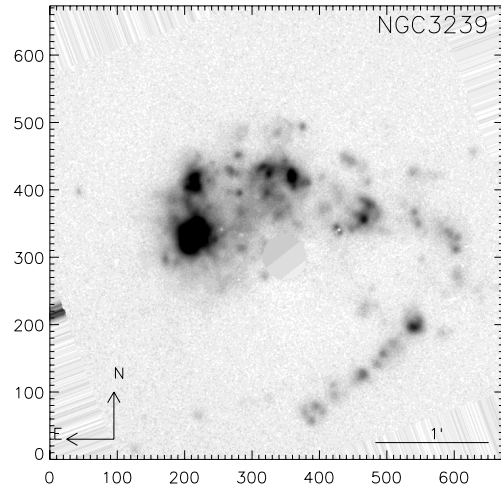
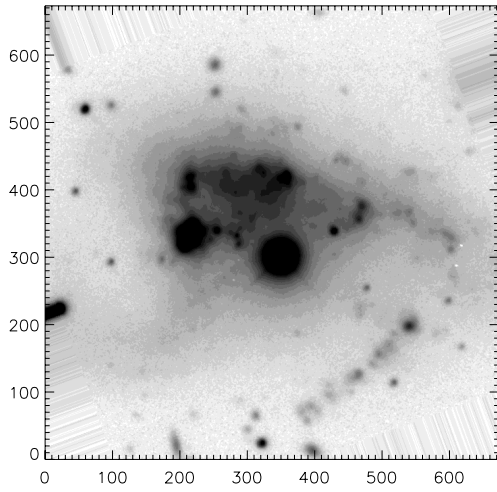


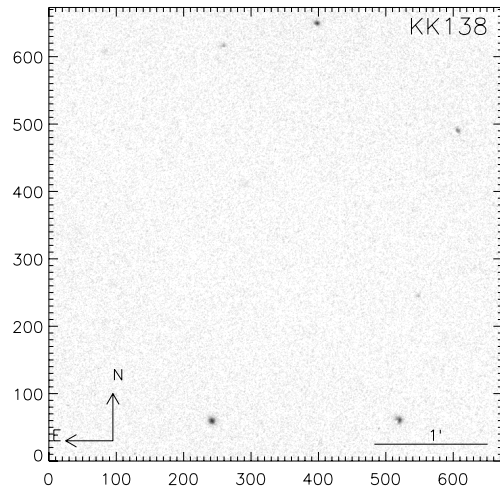
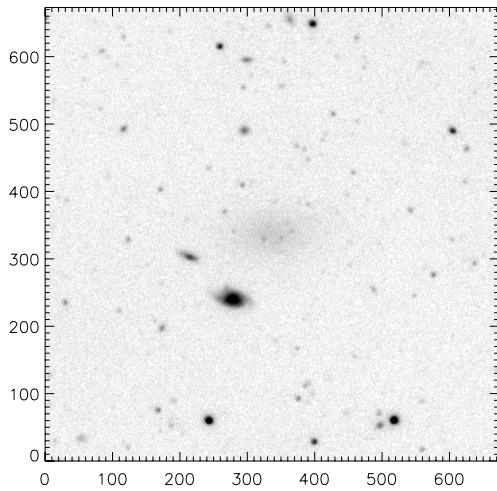
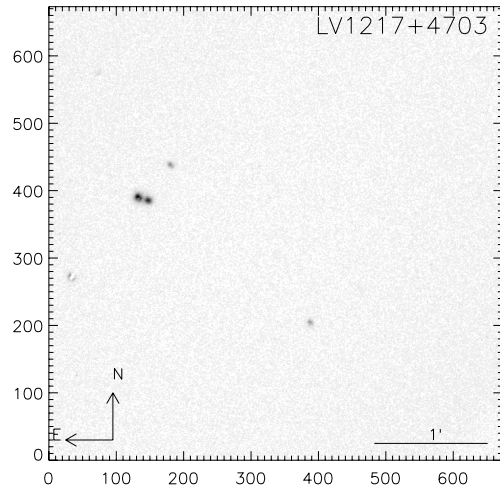
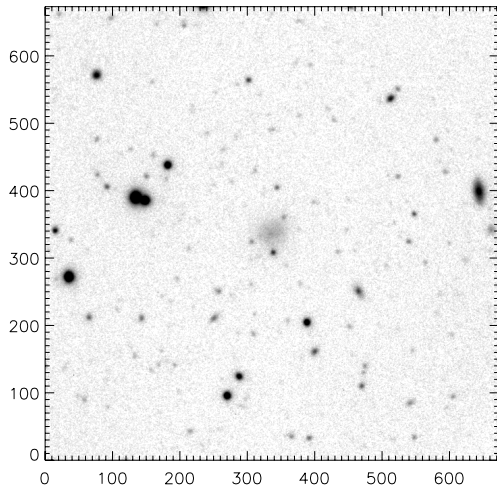
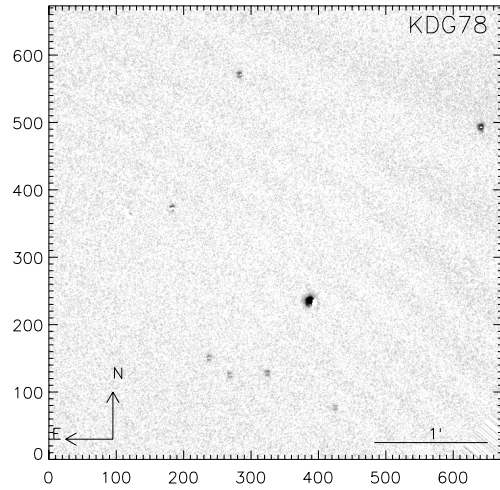
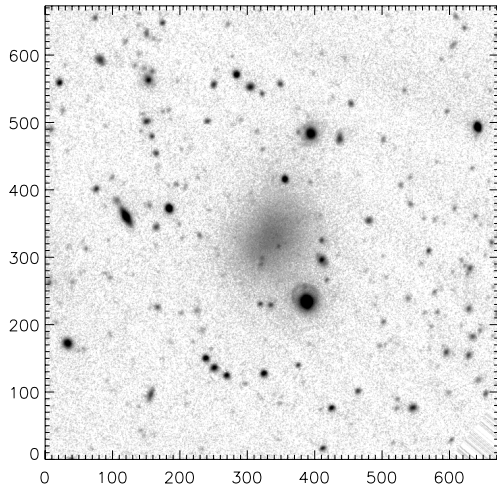


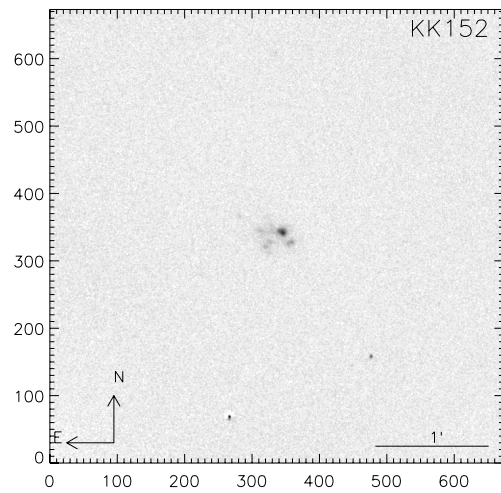
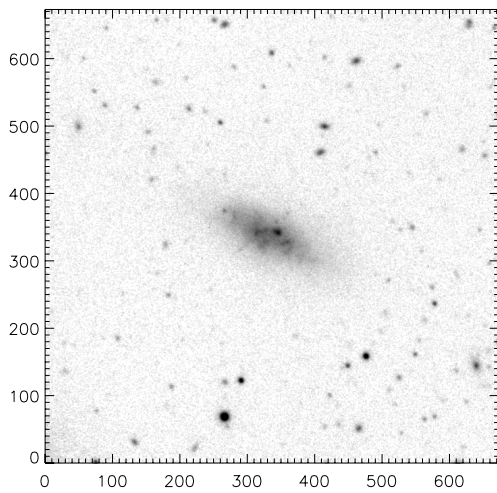
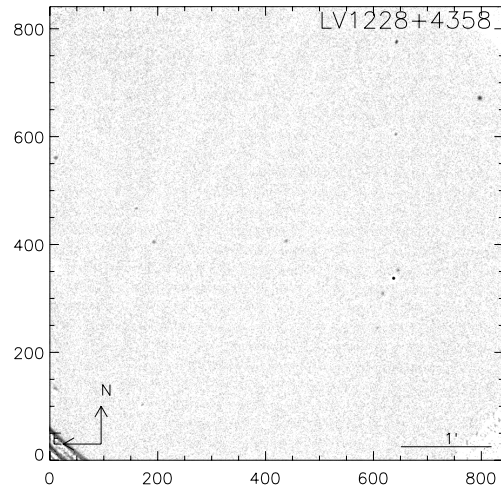
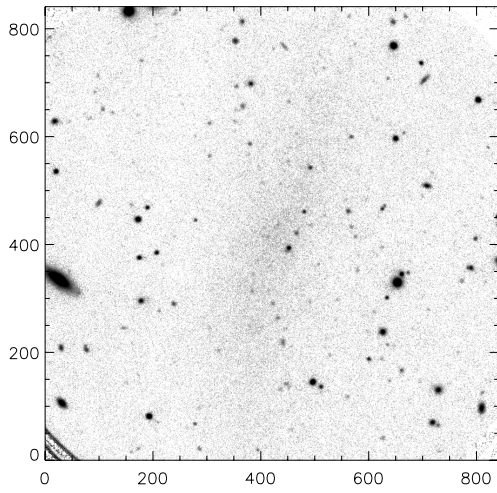
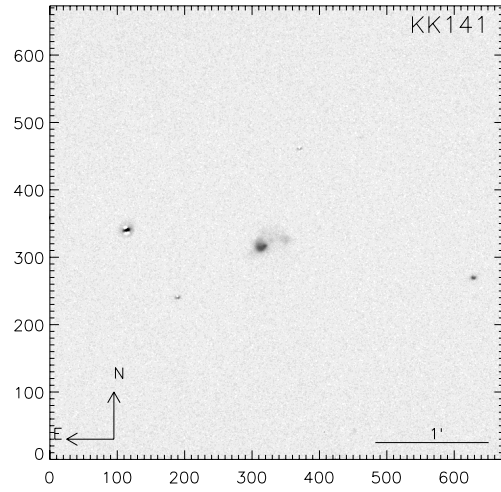
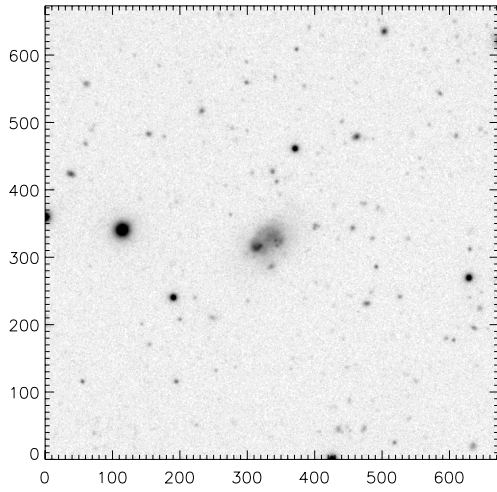


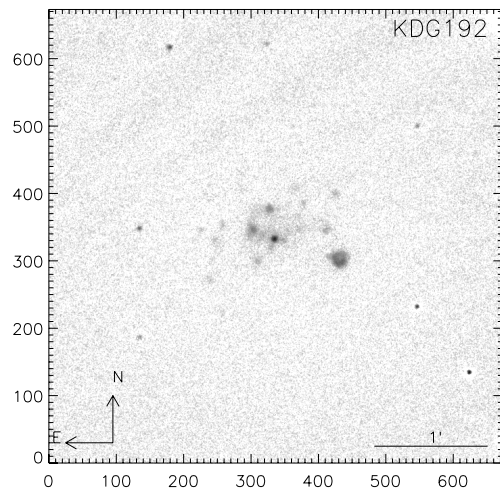
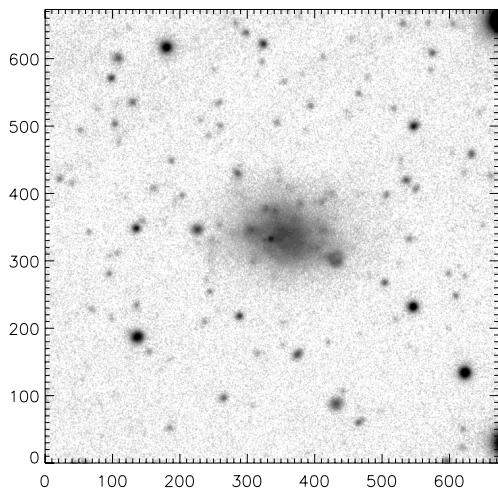
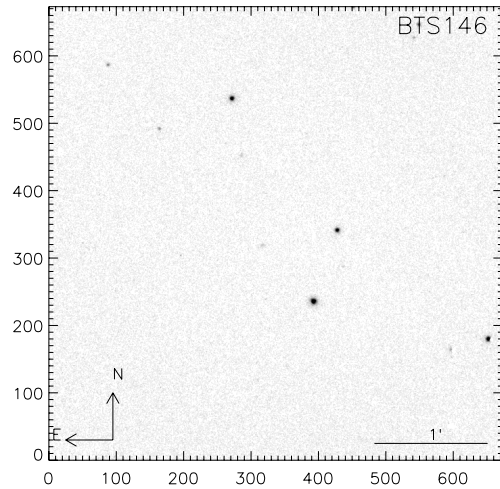
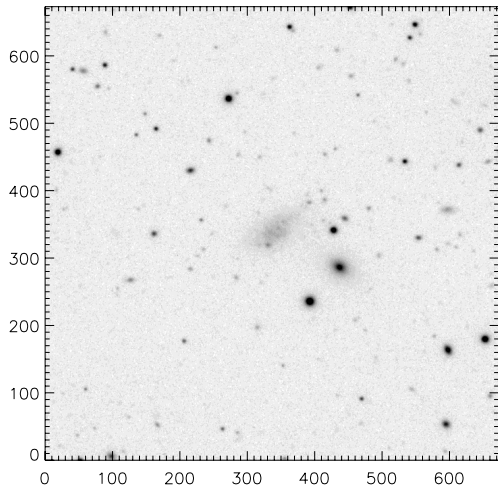
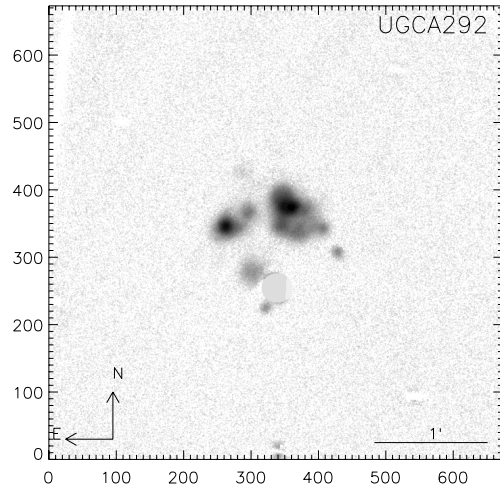
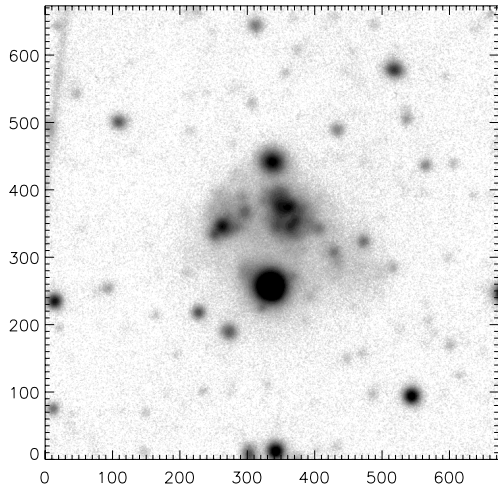


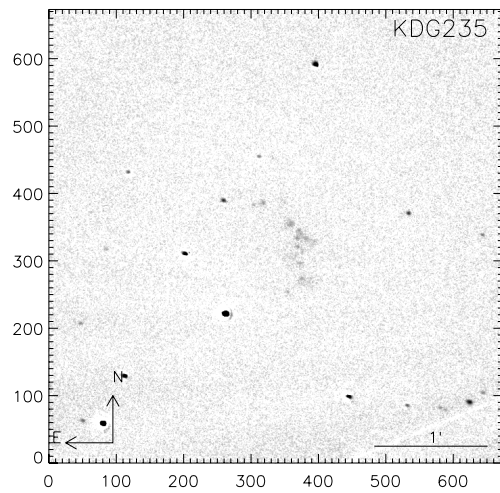
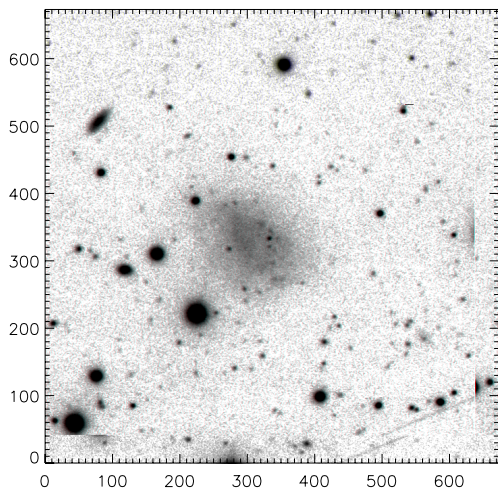
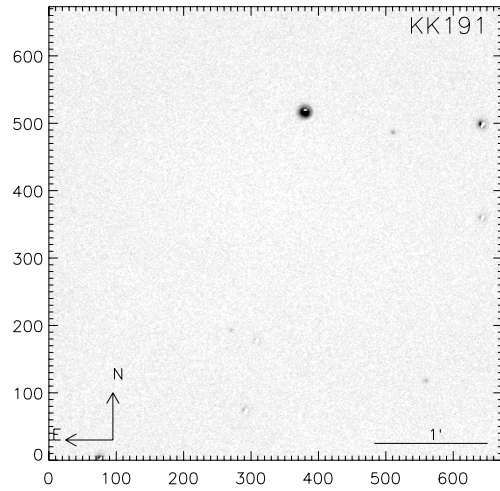
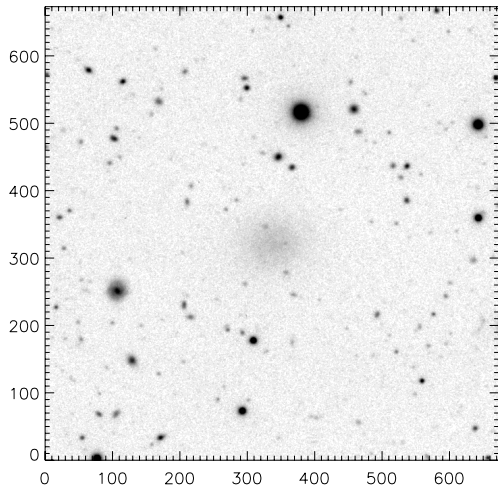
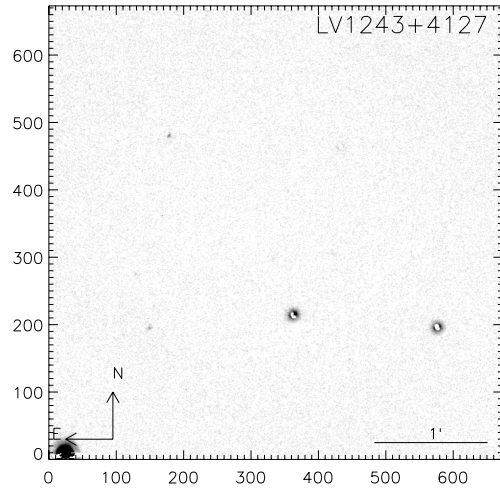
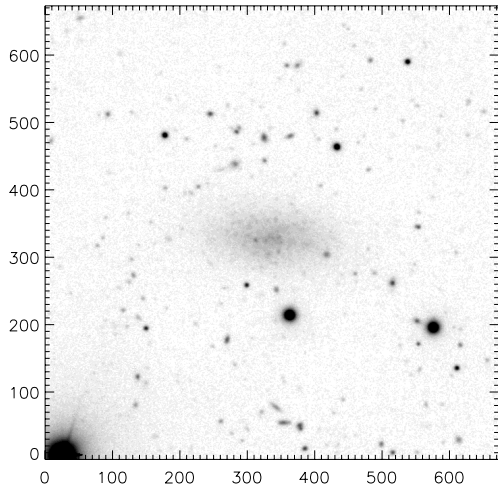


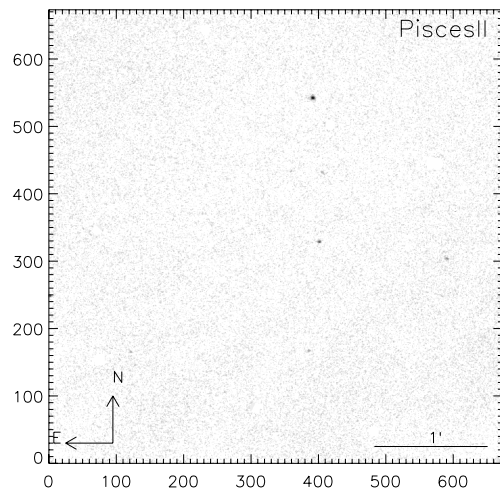
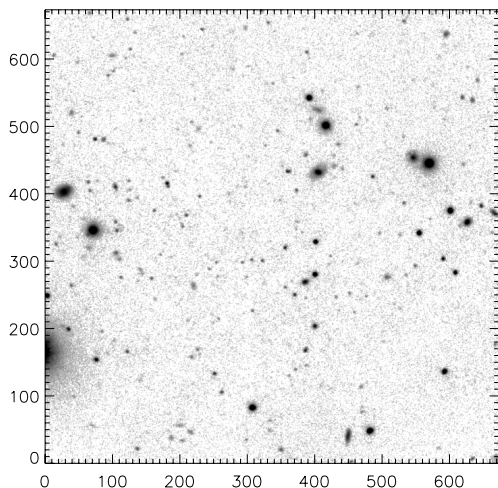
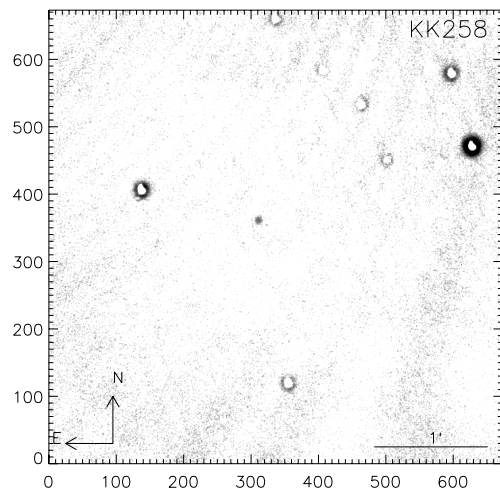
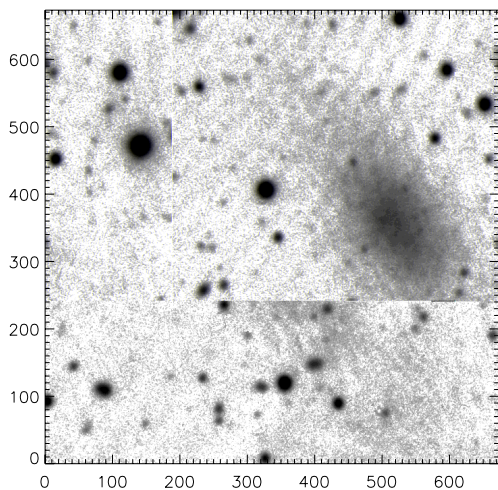
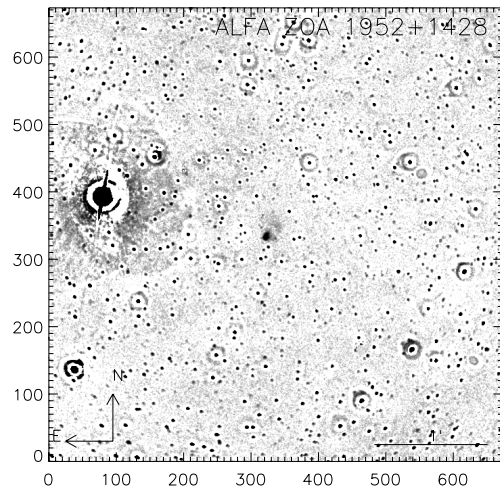
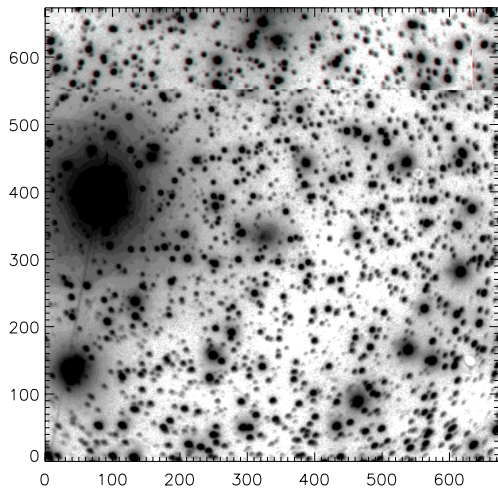












СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. I. D. Karachentsev, S. S. Kaisin, Z. Tsvetanov, and H. Ford, *Astronom. and Astrophys.* **434**, 935 (2005).
2. S. S. Kaisin and I. D. Karachentsev, *Astrophysics* **49**, 287 (2006).
3. I. D. Karachentsev and S. S. Kaisin, *Astronom. J.* **133**, 1883 (2007).
4. S. S. Kaisin and I. D. Karachentsev, *Astronom. and Astrophys.* **479**, 603 (2008).
5. I. D. Karachentsev and S. S. Kaisin, *Astronom. J.* **140**, 1241 (2010).
6. S. S. Kaisin, I. D. Karachentsev, and E. I. Kaisina, *Astrophysics* **54**, 315 (2011).
7. S. S. Kaisin and I. D. Karachentsev, *Astrophysics* **56**, 305 (2013).
8. I. D. Karachentsev, D. I. Makarov, and E. I. Kaisina, *Astronom. J.* **145**, 101 (2013).
9. E. I. Kaisina, D. I. Makarov, I. D. Karachentsev, and S. S. Kaisin, *Astrophysical Bulletin* **67**, 115, (2012).
10. V. L. Afanasiev, A. V. Moiseev, *Astronomy Letters* **31**, 194, (2005).
11. J. B. Oke, *Astronom. J.* **99**, 1621 (1990).
12. D. J. Schlegel, D. P. Finkbeiner, and M. Davis, *Astrophys. J.* **500**, 525 (1998).
13. R. C. Kennicutt, *Annu. Rev. Astronom. Astrophys.* **36**, 189 (1998).
14. M. A. W. Verheijen, *Astrophys. J.* **563**, 694 (2001).
15. J. C. Lee, R. C. Kennicutt, J. G. Funes, et al., *Astrophys. J.* , **692**, 1305 (2009).
16. R. C. Kennicutt, J. C. Lee, J. G. Funes, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **178**, 247 (2008).
17. I. D. Karachentsev and E. I. Kaisina, *Astronom. J.* **146**, 46 (2013).
18. A. Gil de Paz, S. Boissier, B. F. Madore, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **173**, 185 (2007).
19. D. R. Silva, P. Massey, K. DeGioia-Eastwood, and P. A. Henning, *Astrophys. J.* **623**, 148 (2005).
20. A. Begum, J. N. Chengalur, I. D. Karachentsev, and M. E. Sharina, *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **359**, L53 (2005).
21. P. Massey, P. A. Henning, and R. C. Kraan-Korteweg, *Astronom. J.* **126**, 2362 (2003).
22. D. B. Zucker, V. Belokurov, N. W. Evans, et al., *Astrophys. J.* **650**, L41 (2006).
23. J. A. Irwin, G. L. Hoffman, K. Spekkens, et al., *Astrophys. J.* **692**, 1447 (2009).
24. I. D. Karachentsev, V. E. Karachentseva, and W. K. Huchtmeier, *Astronomy Letters* **33**, 512 (2007).
25. D. Martinez-Delgado, A. J. Romanowsky, R. J. Gabani, et al., *Astrophys. J.* **748**, L24 (2012).
26. L. van Zee, *Astrophys. J.* **543**, L31 (2000).
27. T. McIntyre, R. F. Minchin, E. Momjian, et al., *Astrophys. J.* **739**, L26 (2011).
28. V. Belokurov, M. G. Walker, N. W. Evans, et al., *Astrophys. J.* **712**, L103 (2010).
29. J. Pflamm-Altenburg, C. Weidner, and P. Kroupa, *Astrophys. J.* **671**, 1550 (2007).

Star-Forming Regions in Dwarf Galaxies of the Local Volume

S. S. Kaisin, I. D. Karachentsev

We present the $H\alpha$ flux measurements for 44 nearby dwarf galaxies, derived from the observations at the 6-m BTA telescope. $H\alpha$ fluxes were used to determine the rate of integral star formation of galaxies, SFR. For the observed galaxies the value of $\log \text{SFR}$ lies in the range from 0 to $-8 [M_{\odot}/\text{yr}]$. The specific star formation rate for all the sample galaxies does not exceed the limit of $\log \text{SSFR} = -9.2 [\text{yr}^{-1}]$. A burst of star formation was detected in the center of a nearby dwarf galaxy UGC 2172.

Keywords: *galaxies: star formation—galaxies: dwarf*