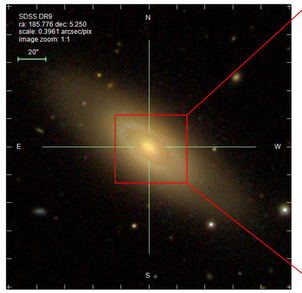
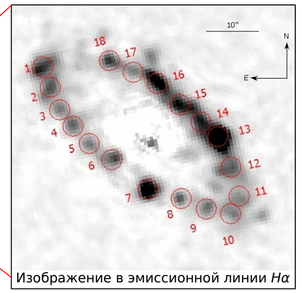
Молодые звездообразующие комплексы в галактиках раннего типа

Прошина И.С.,[1] Моисеев А.В.[1,2], Сильченко О.К.[1]

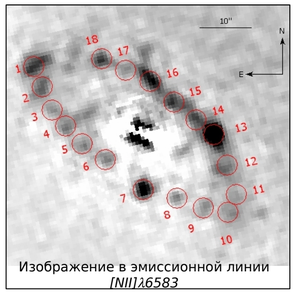
1- ГАИШ МГУ, 2- САО РАН

Линзовидная галактика NGC 4324

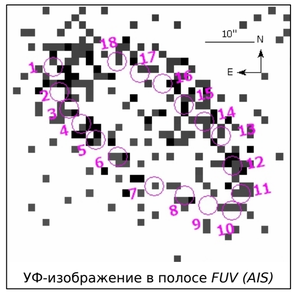




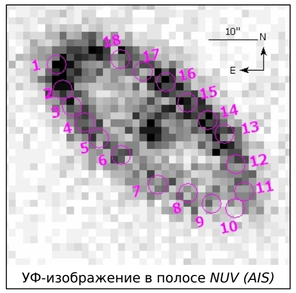
Изображение в эмиссионной линии *Hα*



Изображение в эмиссионной линии *[NII]λ6583*



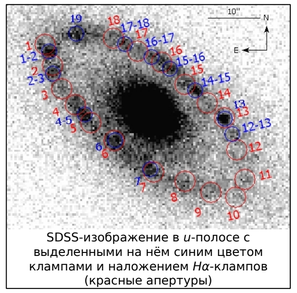
УФ-изображение в полосе *FUV (AIS)*



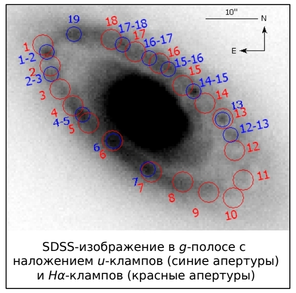
УФ-изображение в полосе *NUV (AIS)*

Основные параметры галактики

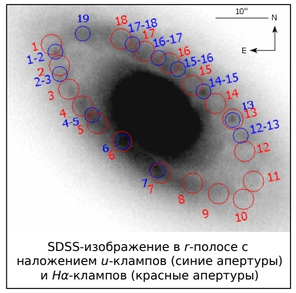
Тип (*NED*)	SA(r)0+
Расстояние, Мпк (*NED*)	26.2
V_r, км/с (*NED*)	1667 ± 3
Наклон *i* (*NED*)	63°
$PA_{фот}$ (*NED*)	52°
R_{25} (*NED*, *RC3*)	82.65 "
M_H (*NED*), mag	-23.43
M_B (*LEDA*), mag	-19.12



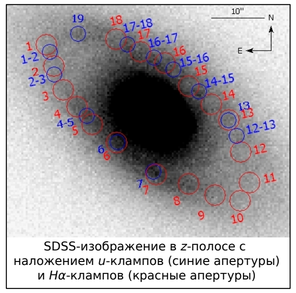
SDSS-изображение в *u*-полосе с выделенными на нём синим цветом клампами и наложением *Hα*-клампов (красные апертуры)



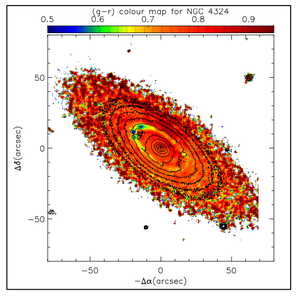
SDSS-изображение в *g*-полосе с наложением *u*-клампов (синие апертуры) и *Hα*-клампов (красные апертуры)

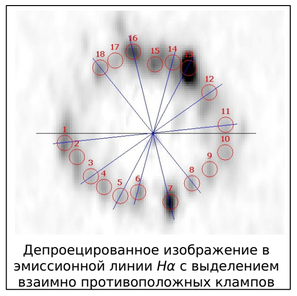


SDSS-изображение в *r*-полосе с наложением *u*-клампов (синие апертуры) и *Hα*-клампов (красные апертуры)



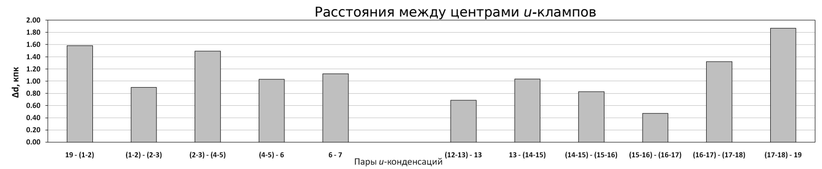
SDSS-изображение в *z*-полосе с наложением *u*-клампов (синие апертуры) и *Hα*-клампов (красные апертуры)





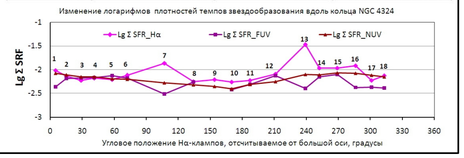
Депроецированное изображение в эмиссионной линии *Hα* с выделением взаимно противоположных клампов

Расстояния между центрами *u*-клампов



Расстояния между центрами *Hα*-клампов

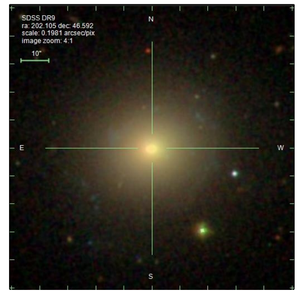
Номер Hα-клампа	$SFR_{Hα}$, (M_{sun}/год*кпк^2)	SFR_{FUV}, (M_{sun}/год*кпк^2)	SFR_{NUV} mean, (M_{sun}/год*кпк^2)
1	0.009	0.004	0.0093 ± 0.0015
2	0.007	0.007	0.0090 ± 0.0010
3	0.006	0.007	0.0077 ± 0.0006
4	0.006	0.007	0.0077 ± 0.0006
5	0.006	0.008	0.0070 ± 0.0010
6	0.007	0.007	0.0070 ± 0.0010
7	0.013	0.003	0.0057 ± 0.0006
8	0.005	0.006	0.0053 ± 0.0006
9	0.006	0	0.0043 ± 0.0006
10	0.005	0.004	0.0037 ± 0.0006
11	0.006	0.005	0.0050 ± 0.0000
12	0.008	0.007	0.0067 ± 0.0006
13	0.032	0.004	0.0083 ± 0.0006
14	0.010	0.007	0.0093 ± 0.0012
15	0.010	0.008	0.0093 ± 0.0006
16	0.011	0.004	0.0090 ± 0.0010
17	0.006	0.004	0.0073 ± 0.0006
18	0.007	0.004	0.0070 ± 0.0000



Выводы

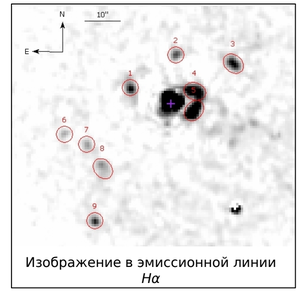
1. С помощью фотометра с перестраиваемым фильтром MaNGaL, разработанного в САО РАН, на 2.5-метровом телескопе КГО ГАИШ МГУ нами получены изображения в узких эмиссионных линиях Hα и [NII]λ6583 линзовидной галактики NGC4324, имеющей молекулярный газ массой ~10^8 M_{sun}, сосредоточенный в кольце (*Alatalo et al. 2013, MNRAS, 432, 1796*), совпадающем по морфологии и кинематике с кольцом, видимым в оптическом диапазоне. Нами установлено, что ионизованный газ в этом кольце (на расстоянии ~2.9 кпк от центра галактики) возбуждён в основном излучением молодых звёзд. Причём звездообразование протекает не равномерно вдоль кольца, а в отдельных конденсациях – клампах – с характерным размером ~0.5 кпк и характерным расстоянием между Hα-клампами ~0.7 кпк, тогда как характерные расстояния между выделенными по SDSS-изображению в *u*-полосе конденсациями – молодыми звёздными скоплениями – 1.05 кпк и 1.4 кпк. (Характерные расстояния были определены по депроецированным изображениям с *PA*=53˚ и *i*=63˚.)
2. Нами произведена оценка темпов звездообразования по трём индикаторам: по потокам в линии Hα, а также по потокам в FUV и NUV, характеризующим звездообразование на разных временных шкалах (до 10 млн. лет — по потоку в Hα, до 100 млн. лет — по потоку в FUV, до 200 млн. лет — по потоку в NUV (*Kennicutt & Evans, 2012, ARAA, 50, 531*)). Для этой цели были использованы УФ-изображения исследуемой галактики, полученные космическим телескопом GALEX. Металличность газа (по *Pettini & Pagel, 2004, MNRAS, 348, L59*) от клампа к клампу меняется в зависимости от темпов звездообразования: эта зависимость носит *обратный* характер. Предположительно, звездообразование в клампах происходит в виде коротких вспышек, повторяющихся в течение нескольких сотен млн. лет.
3. Наиболее вероятный источник газа – аккреция гигантских газовых облаков или богатых газом спутников галактики.

Эллиптическая (?) галактика NGC 5173

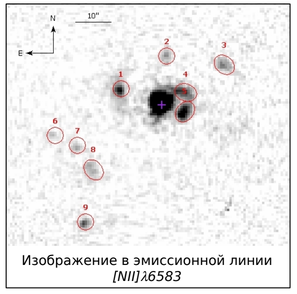


Основные параметры галактики

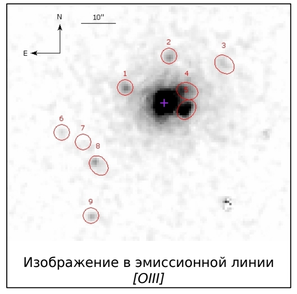
Тип (*Buta, 2019*)	SA(rs)0/a
Расстояние, Мпк (*NED*)	38.0
V_r, км/с (*NED*)	2420 ± 2
Наклон *i* (*NED*)	21.8°
$PA_{фот}$ (*NED*)	130°
R_{25} (*NED*, *RC3*)	53.35 "
M_H (*NED*), mag	-22.64
M_B (*LEDA*), mag	-19.71



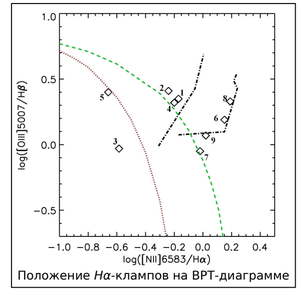
Изображение в эмиссионной линии *Hα*



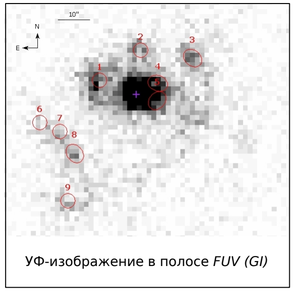
Изображение в эмиссионной линии *[NII]λ6583*



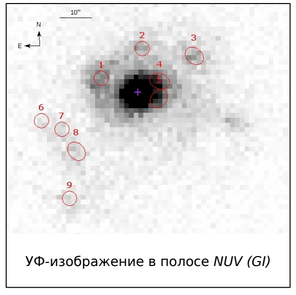
Изображение в эмиссионной линии *[OIII]*



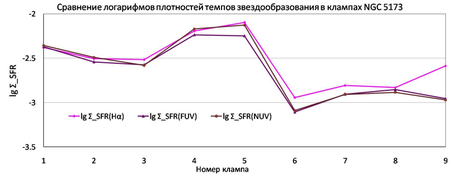
Положение *Hα*-клампов на BPT-диаграмме



УФ-изображение в полосе *FUV (GI)*



УФ-изображение в полосе *NUV (GI)*



Номер клампа	$SFR_{Hα}$, (M_{sun}/год*кпк^2)	SFR_{FUV}, (M_{sun}/год*кпк^2)	SFR_{NUV}, (M_{sun}/год*кпк^2)
1	0.0042	0.0043 ± 0.0005	0.0044 ± 0.0001
2	0.0031	0.0029 ± 0.0001	0.0032 ± 0.0001
3	0.0030	0.0027 ± 0.0001	0.0026 ± 0.0002
4	0.0064	0.0058 ± 0.0000	0.0068 ± 0.0005
5	0.0080	0.0057 ± 0.0000	0.0074 ± 0.0005
6	0.0011	0.0008 ± 0.0000	0.0008 ± 0.0001
7	0.0016	0.0012 ± 0.0000	0.0012 ± 0.0001
8	0.0015	0.0014 ± 0.0001	0.0013 ± 0.0001
9	0.0026	0.0011 ± 0.0001	0.0010 ± 0.0001

Выводы

1. С помощью картировщика MaNGaL (*Moiseev et al., 2020, Experimental Astronomy, 50, 199*) на 2.5-метровом телескопе КГО ГАИШ МГУ получены изображения в узких эмиссионных линиях Hα, [NII]λ6583 и [OIII]λ5007 богатой газом галактики раннего типа NGC 5173 (M_{HI}~10^9 M_{sun} (*Knapp & Raimond, 1984, A&A, 138, 77*)). На этих изображениях нами обнаружены компактные конденсации, особенно выделяющиеся на Hα-картах и являющиеся областями звездообразования. Диагностируемое звездообразование привело за прошедшие несколько сотен млн. лет к формированию компактных массивных звёздных скоплений с ударным возбуждением газа вокруг них.
2. Газ, вероятно, был недавно аккрецирован галактикой с наклонного направления в результате поглощения богатого газом спутника.