



# Оценки темпов и временных масштабов звездообразования в кольцах S0-галактик

Прошина И.С., Князев А.Ю., Сильченко О.К.

ГАИШ МГУ

Семинар VOLGA, 17 апреля 2017 г.

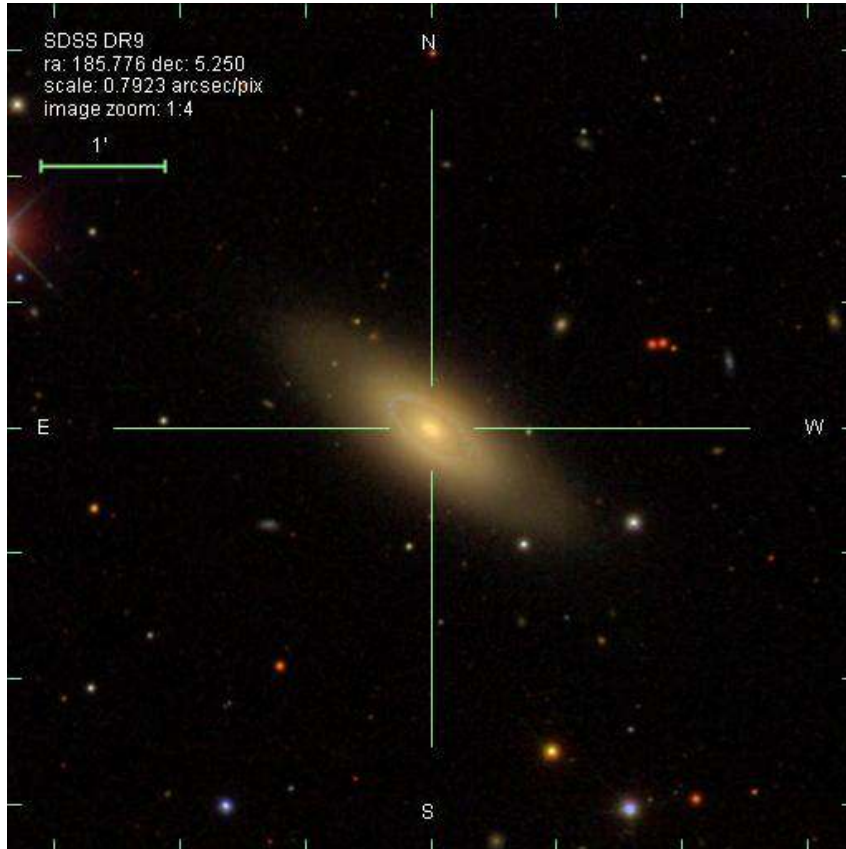
Галактика	Тип ( <i>HyperLeda</i> )	Наличие кольца ( <i>HyperLeda</i> )	Наклон $i$ ( <i>NED</i> )	$M_B$ , mag ( <i>HyperLeda</i> )	$v_{sys}$ , км/с ( <i>NED</i> )	Расстояние $D$ , Мпк ( <i>NED</i> )	Окружение ( <i>HyperLeda</i> , <i>NED</i> )
<b>NGC 4324</b>	S0-a	Ring	64,6°	-19,75	1665	21,7	Галактика из группы NGC4303 (23 объекта) [МК2011]
<b>NGC 2697</b>	S0-a	-	52,3°	-18,67	1824	22,7	Галактика из группы NGC2698 (8 объектов) [МК2011]
<b>NGC 7808</b>	S0	-	8,2°	-21,39	8787	121,4	Галактика из группы MR18_02412 (5 объектов) [BFW2006]
<b>PGC 48114</b>	S0	Ring	16,6°	-19,73	6984	95,3	В паре с галактикой на 1,5 зв.величины слабее в 160 кпк от неё
<b>NGC 809</b>	S0	-	36,2°	-20,03	5367	73,6	Изолированная галактика (ближайшая галактика на расстоянии 670 кпк)

# Наблюдательные данные

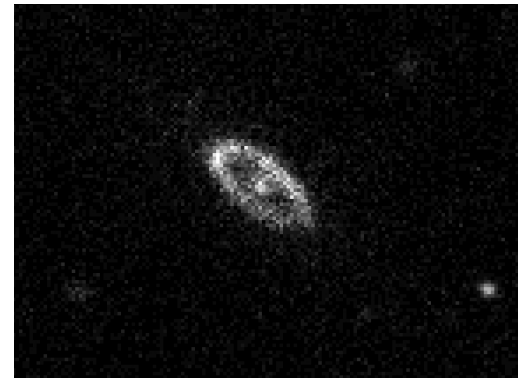
- Из архива MAST для исследуемых галактик взяты доступные изображения GALEX в FUV (1539 Å) и NUV (2316 Å) диапазонах.
- Использованы изображения WISE в полосе W4 (22 мкм) для учёта поглощения пыли в исследуемых галактиках.
- Оптические изображения SDSS и LCOGT (специально отснятое для галактики NGC2697) использованы для построения профилей поверхностной яркости.
- Галактики наблюдались на спектрографе с длинной щелью RSS 11-метрового телескопа Южно-Африканской обсерватории, SALT в период с 2011 по 2013 гг.

Щель 1,25", голографическая решётка 900 штрихов/мм, спектральное разрешение 5,5 Å, спектральный диапазон от 3750 Å до 6850 Å.

# NGC 4324

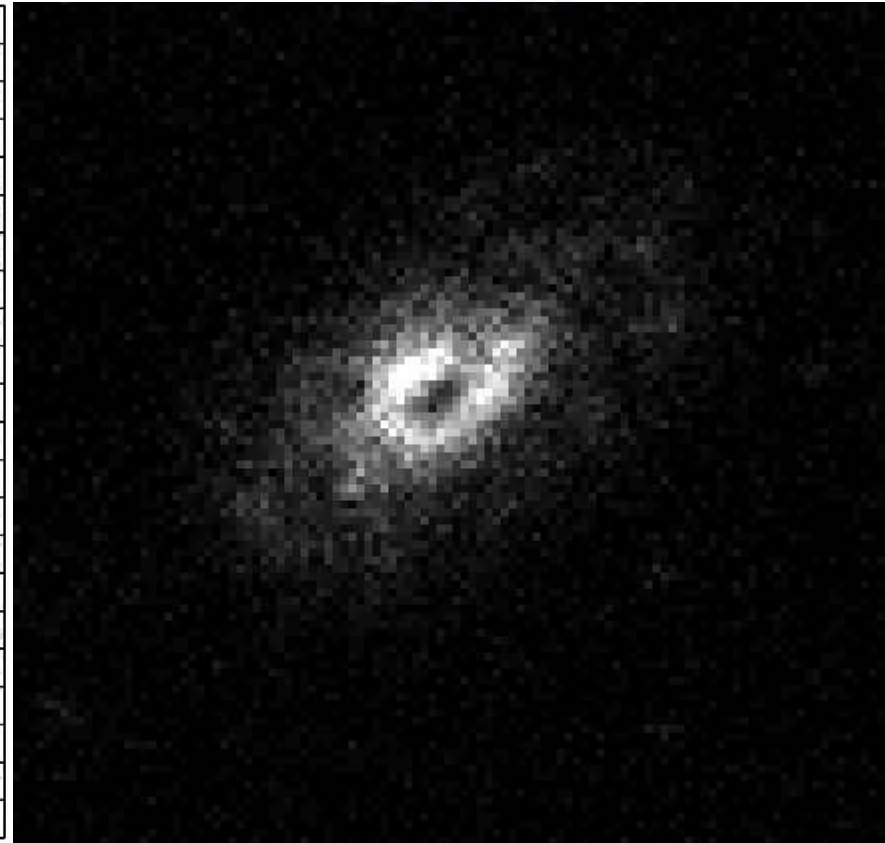
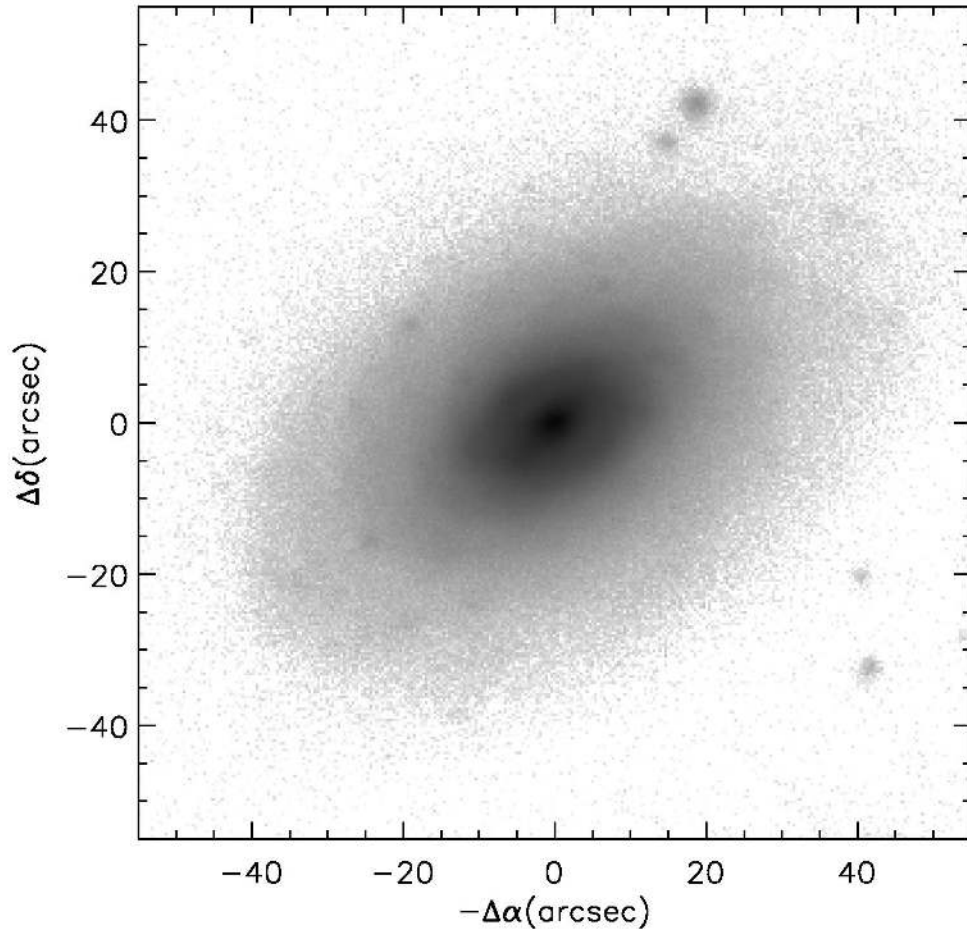


$y\phi$

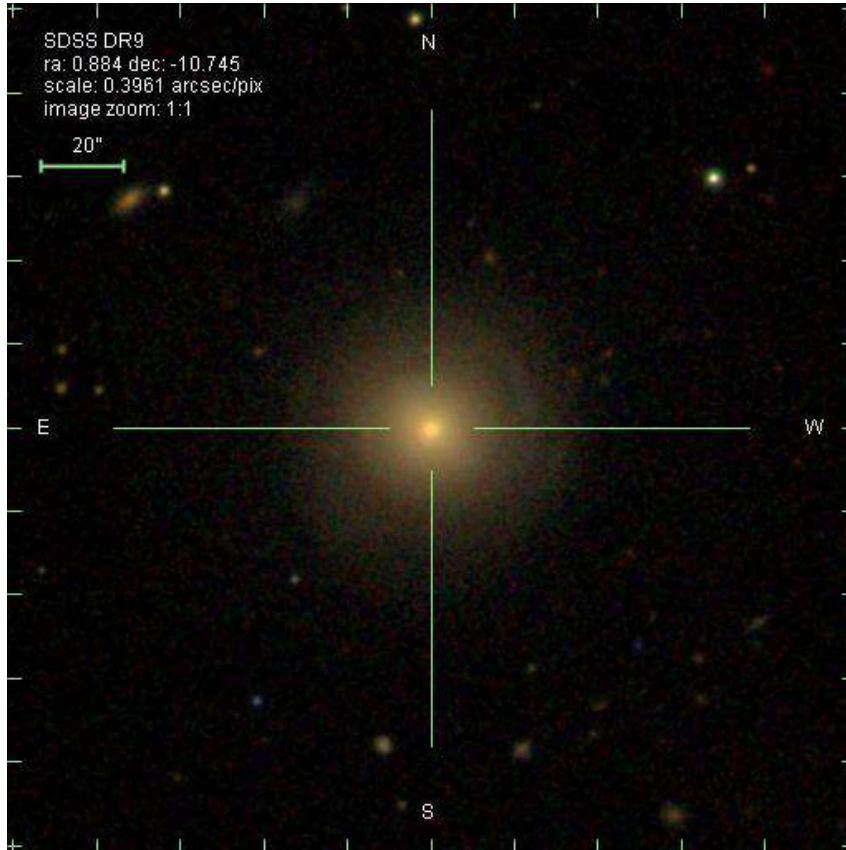


# NGC 2697

$y\phi$



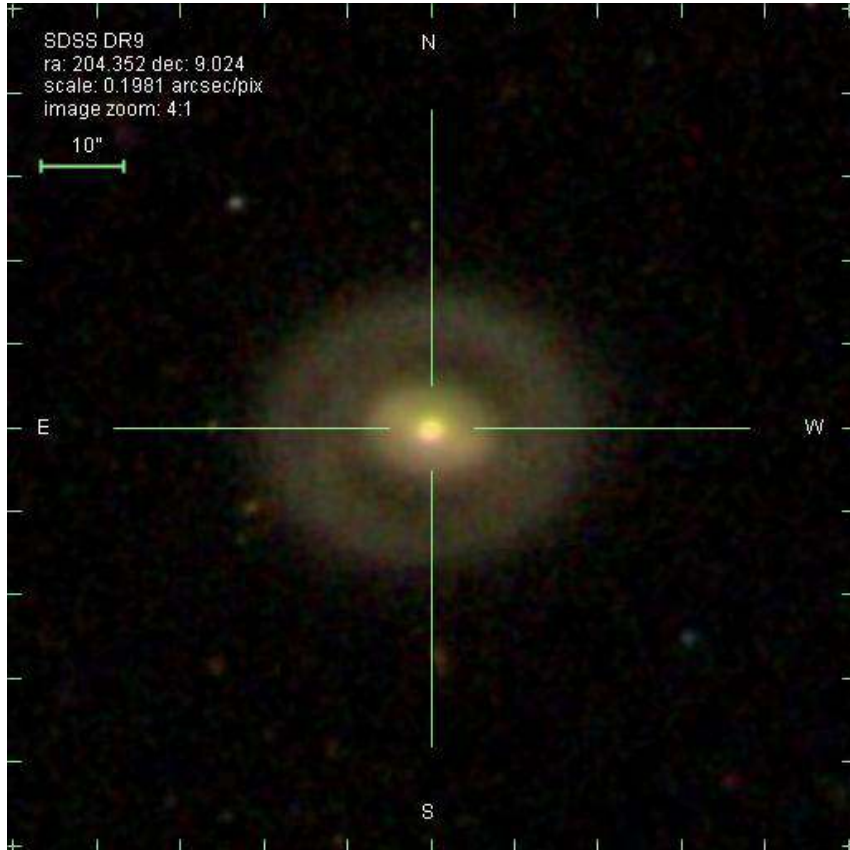
# NGC 7808



$\gamma\phi$



# PGC 48114

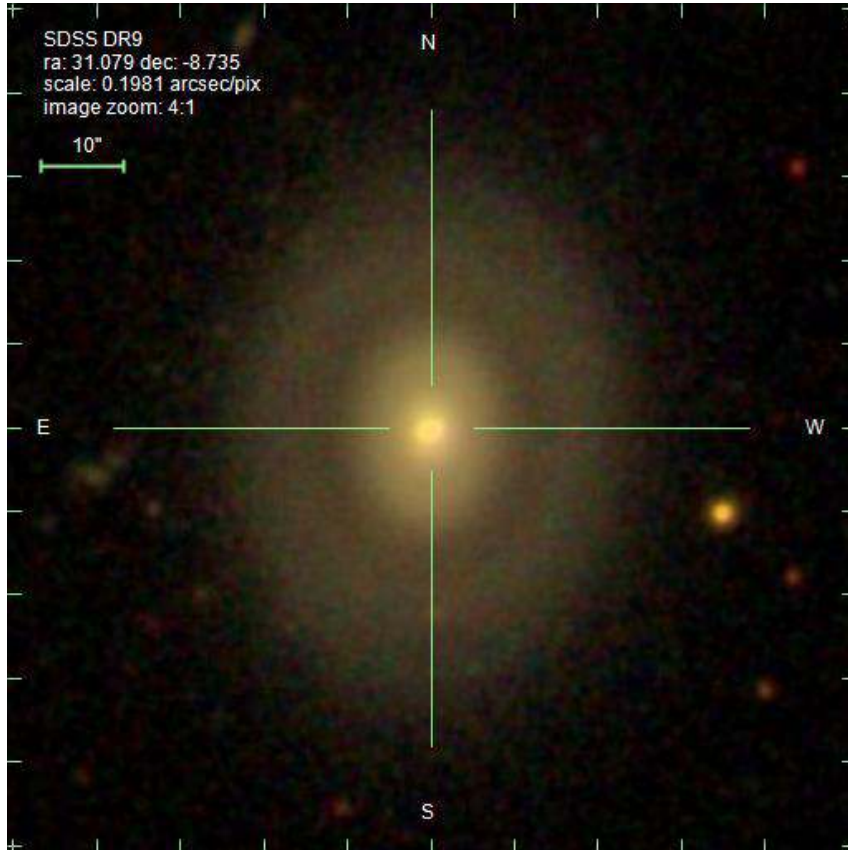


$y\phi$



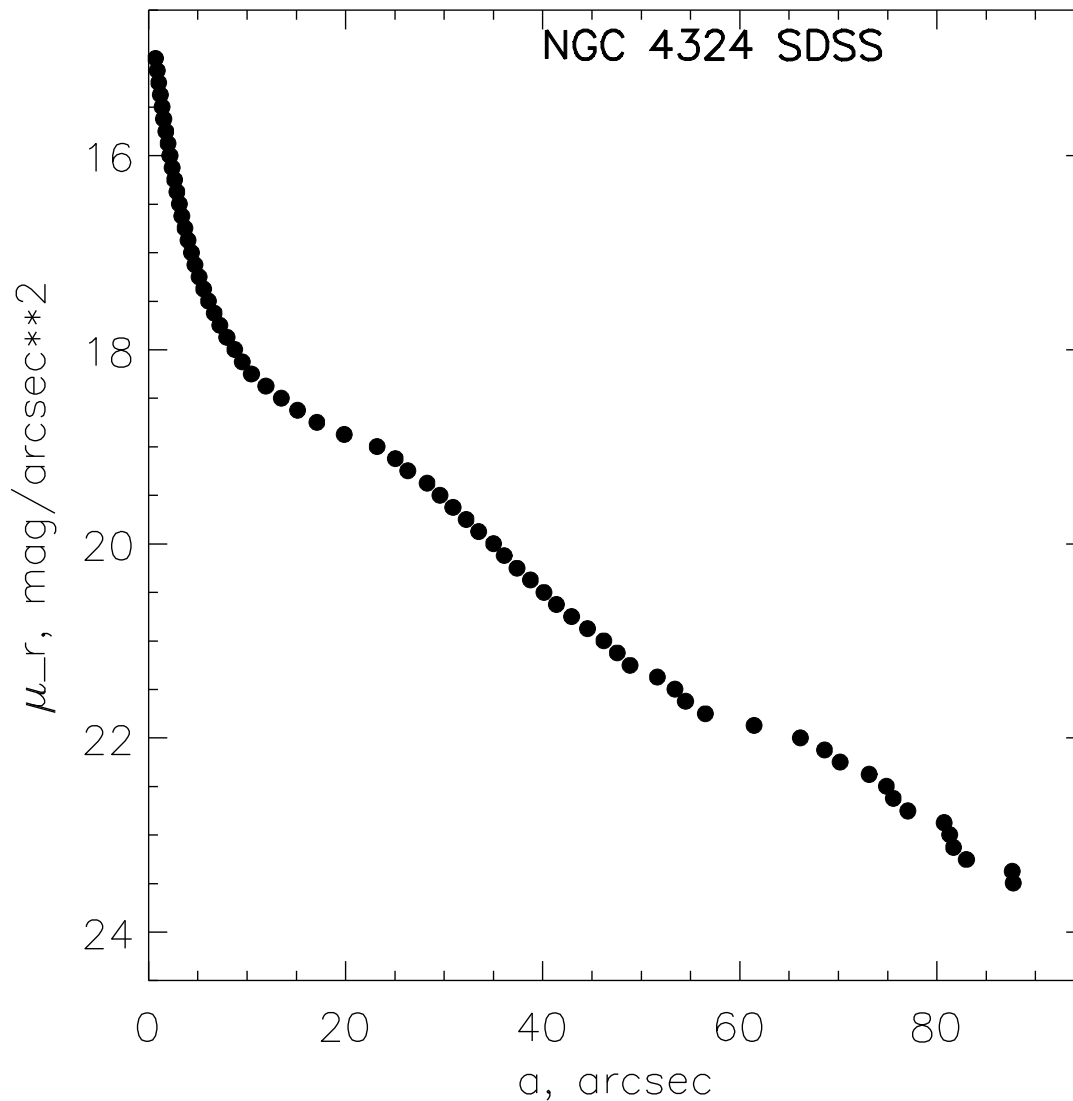
# NGC 809

$y\phi$

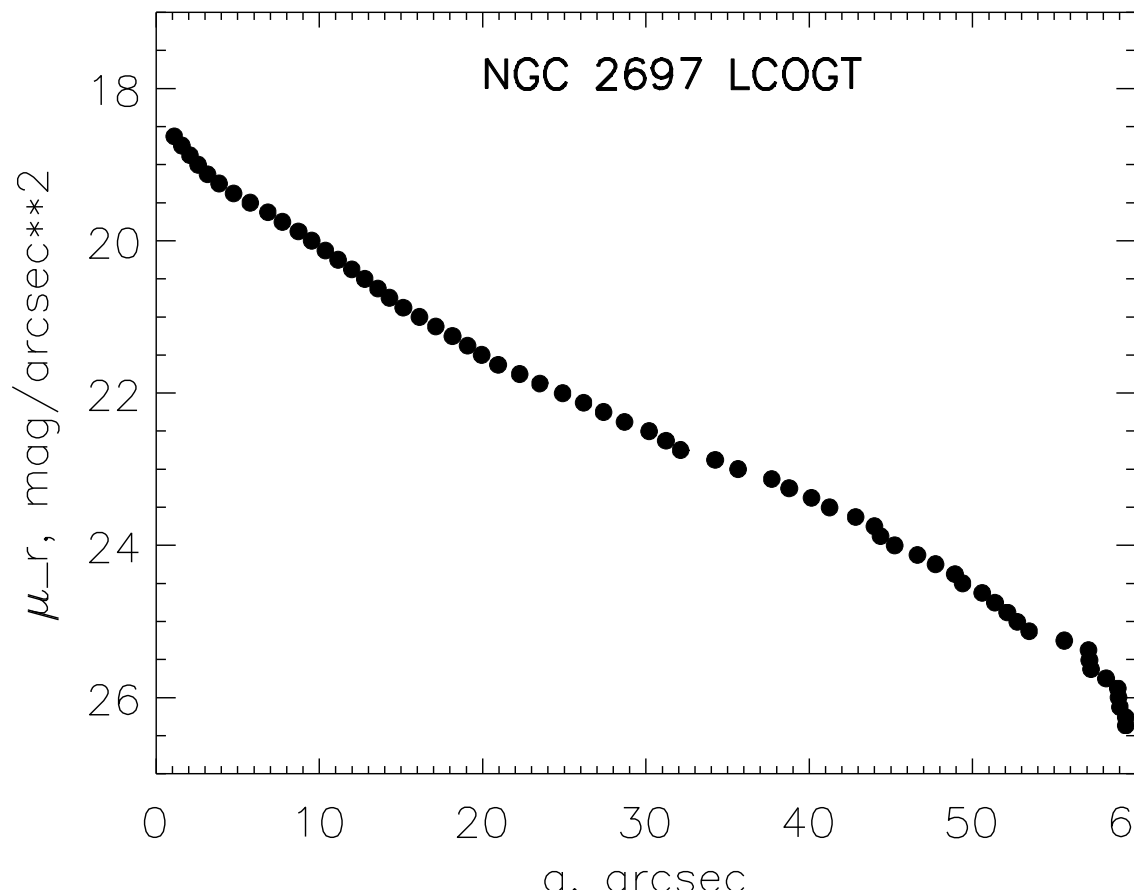




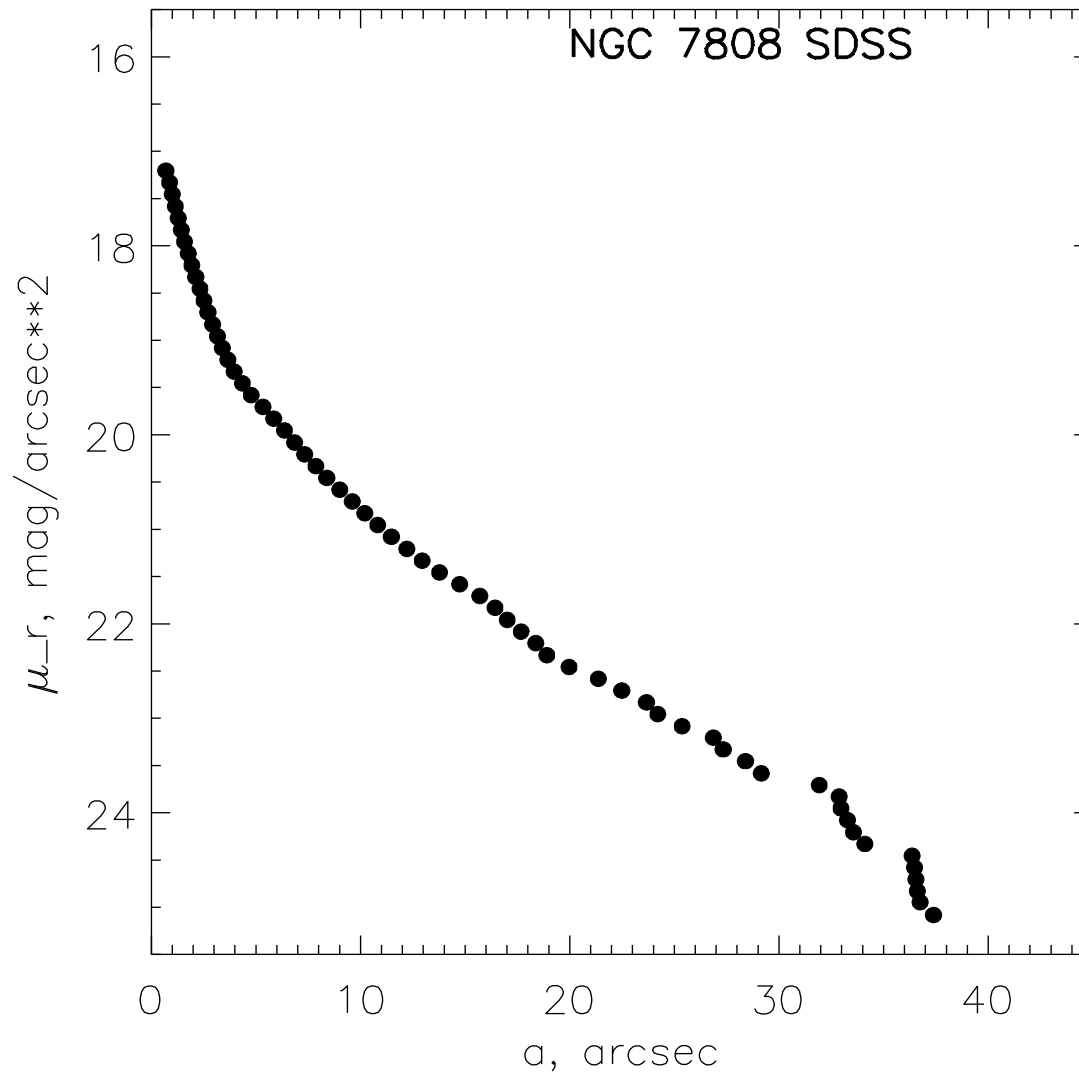
# Профили поверхностной яркости галактик



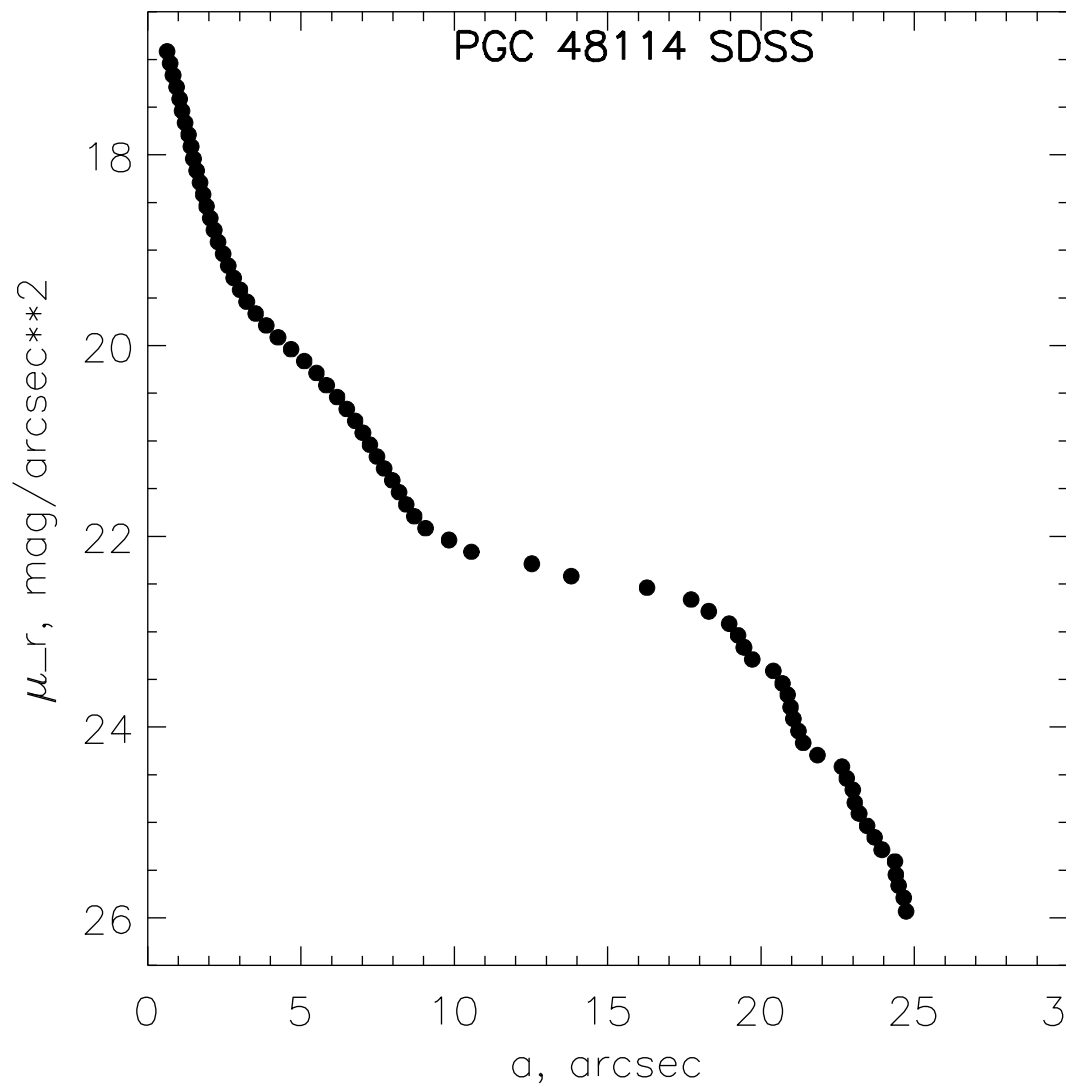
# Профили поверхностной яркости галактик



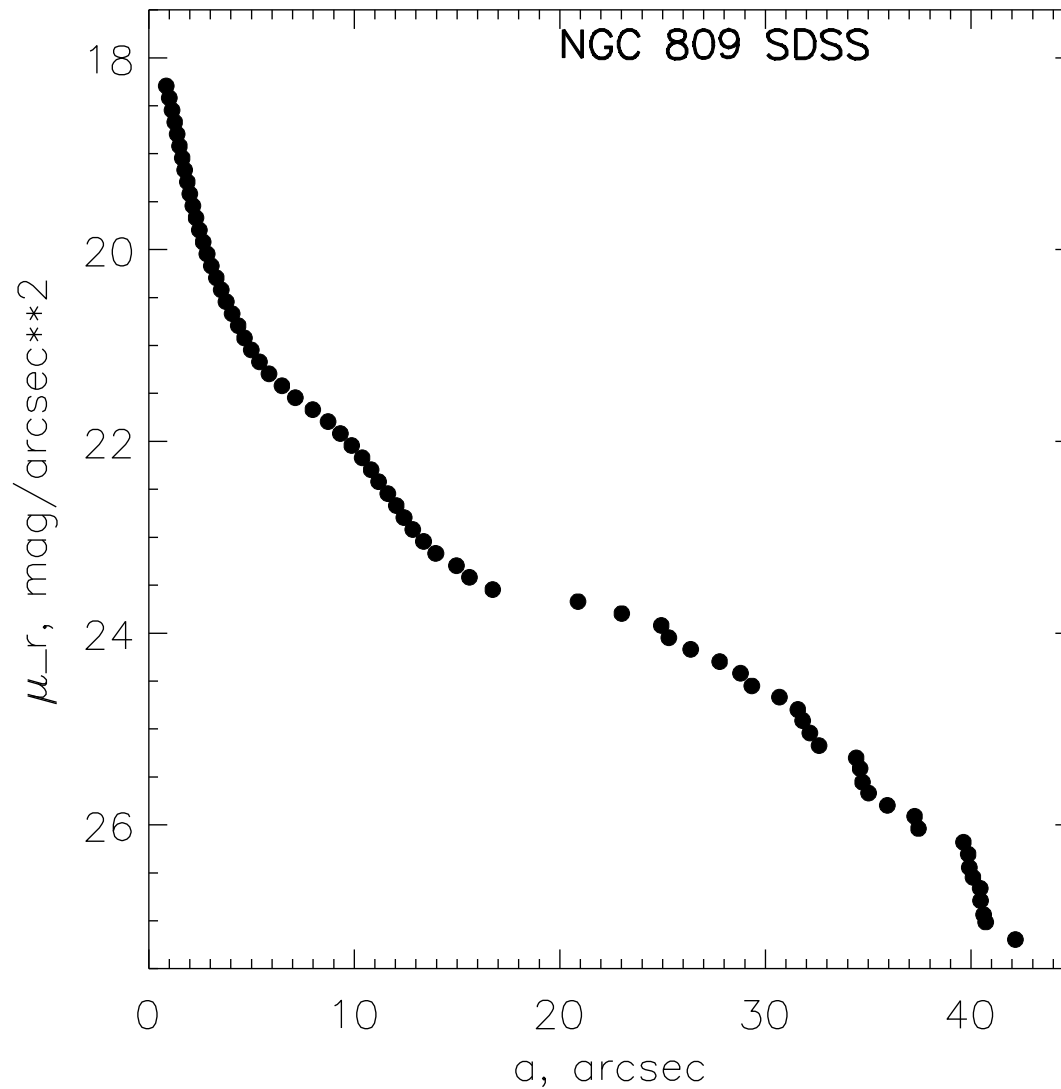
# Профили поверхностной яркости галактик



# Профили поверхностной яркости галактик



# Профили поверхностной яркости галактик



# Результаты обработки фотометрических данных

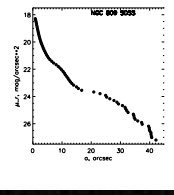
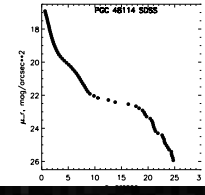
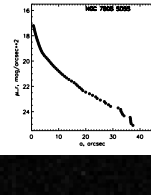
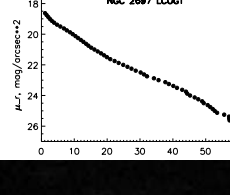
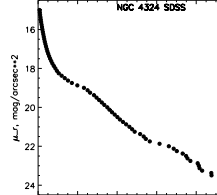
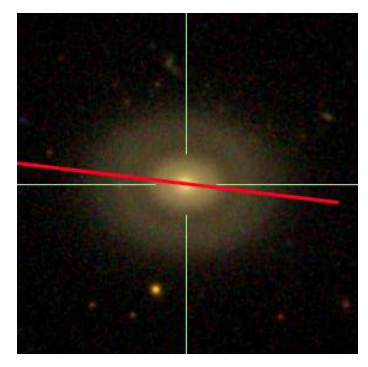
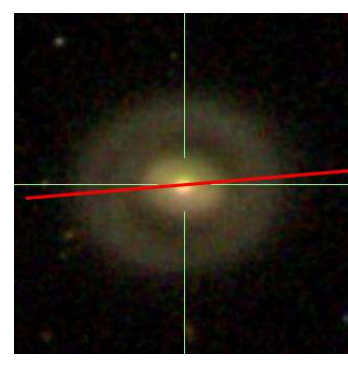
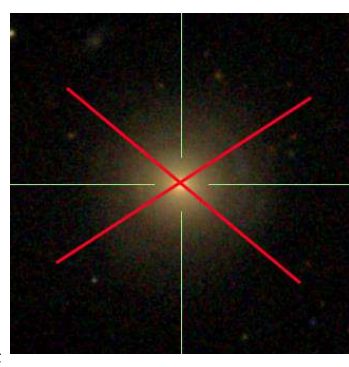
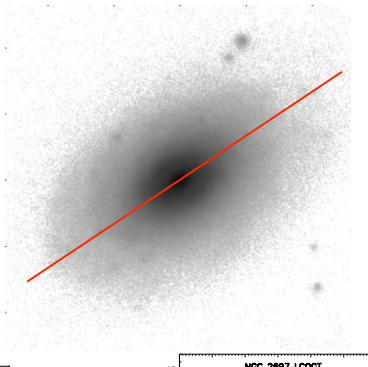
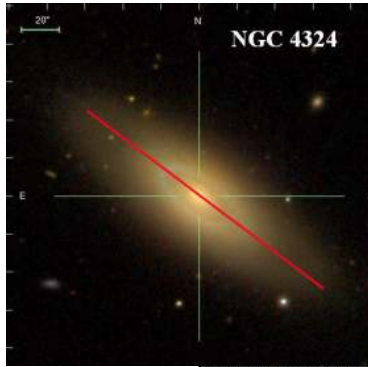
NGC 4324

NGC 2697

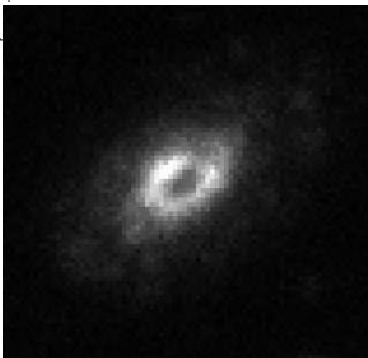
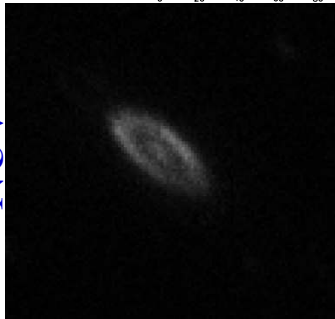
NGC 7808

PGC 48114

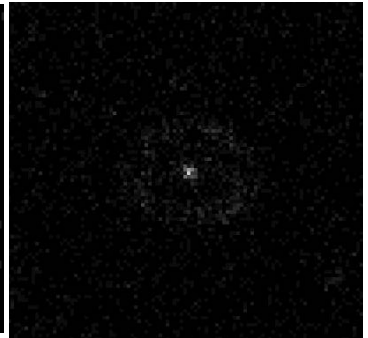
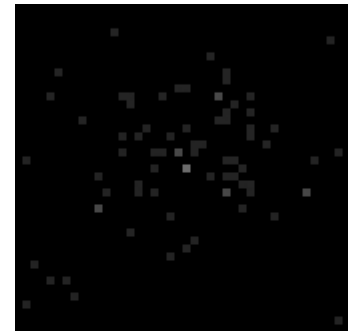
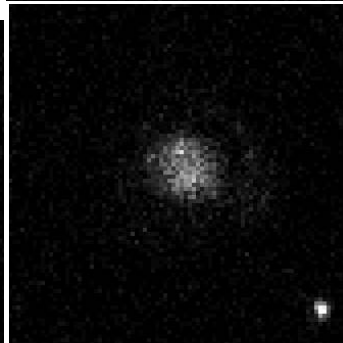
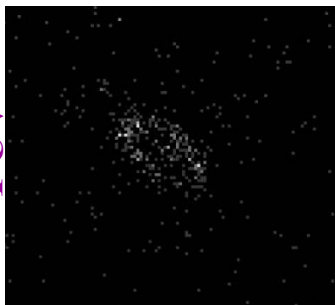
NGC 809



NUV



FUV



# Результаты обработки фотометрических данных

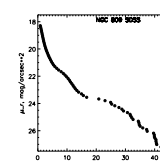
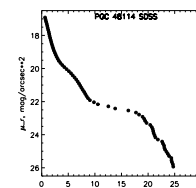
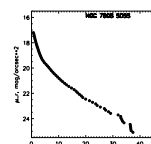
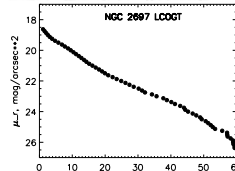
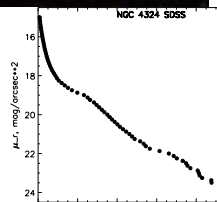
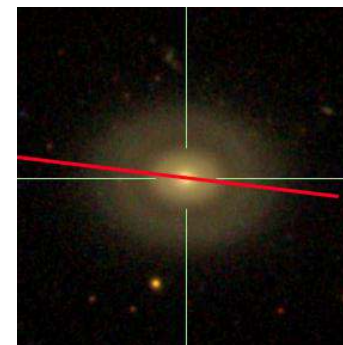
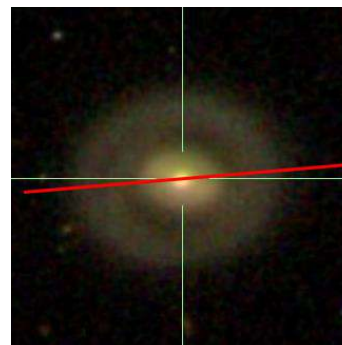
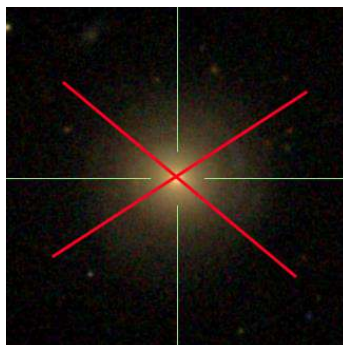
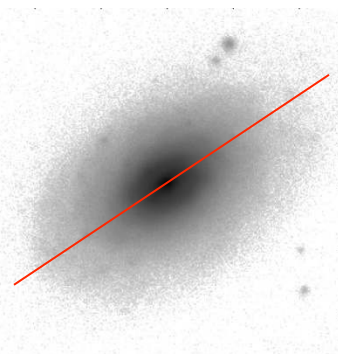
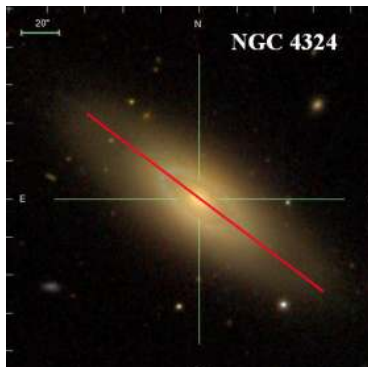
NGC 4324

NGC 2697

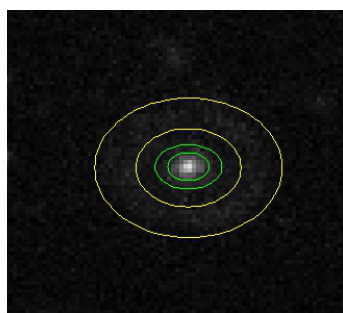
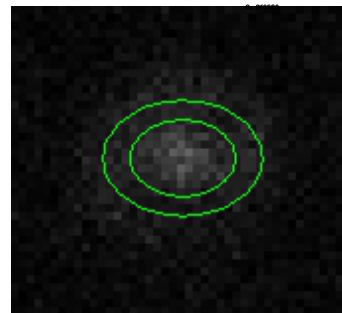
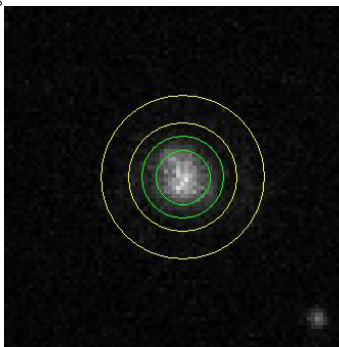
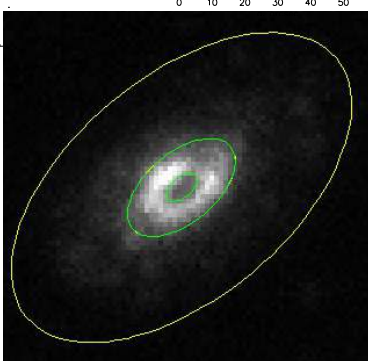
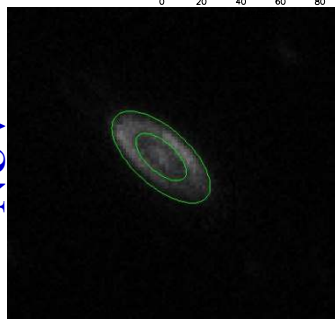
NGC 7808

PGC 48114

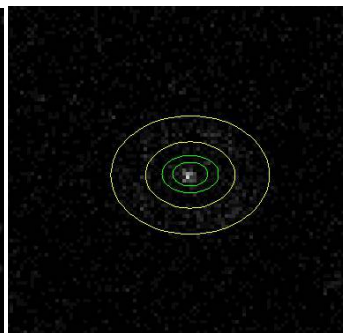
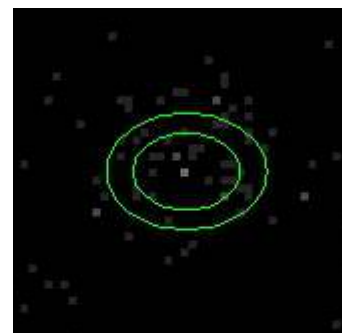
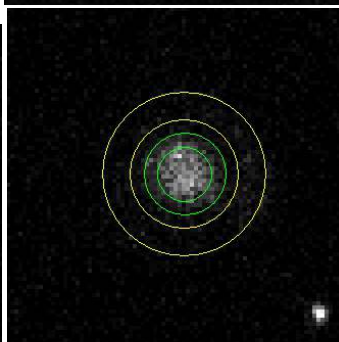
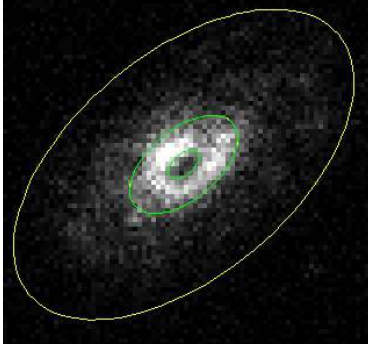
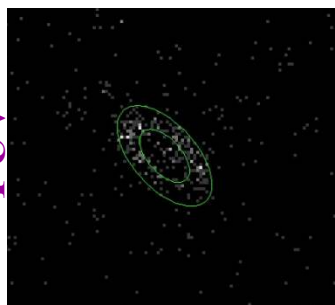
NGC 809



NUV



FUV

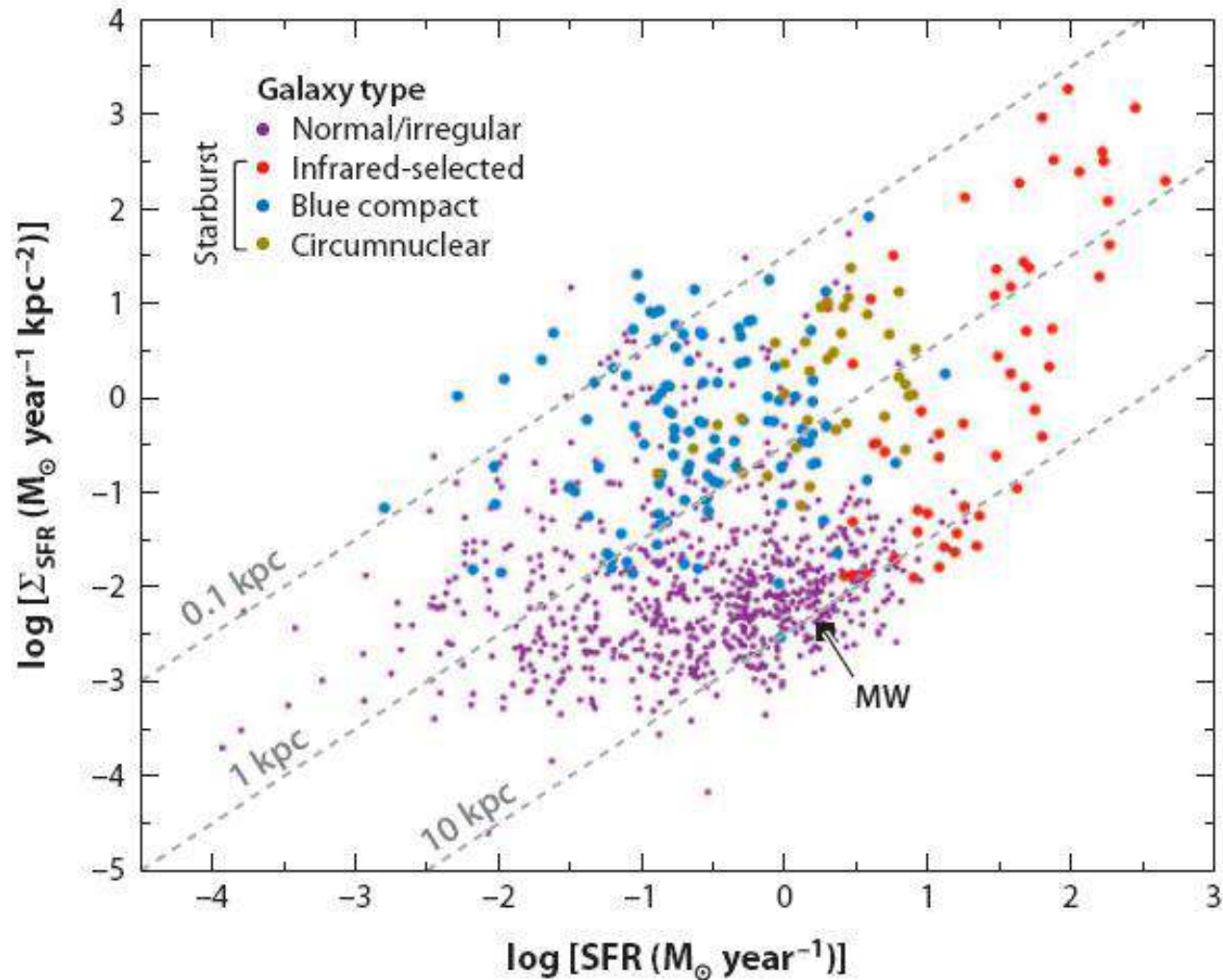


## Сравнение темпов звездообразования в кольцеобразных областях в УФ-диапазоне

Галактика	Границы кольца в УФ-диапазоне		Т е м п звездообразования $SFR_{FUV}$ , ( $M_{sun}/$ год*кпк <sup>2</sup> )	Т е м п звездообразования $SFR_{NUV}$ , ( $M_{sun}/$ год*кпк <sup>2</sup> )
	r, arcsec	R, arcsec		
<b>NGC 4324</b>	15.4	30	<b><math>4.58 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b><math>5.73 \cdot 10^{-3}</math></b>
<b>NGC 2697</b>	6	20.6	<b><math>7.47 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b><math>9.38 \cdot 10^{-3}</math></b>
	20.6	65	<b><math>1.26 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b><math>1.38 \cdot 10^{-3}</math></b>
	35	45	<b><math>1.44 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b><math>1.58 \cdot 10^{-3}</math></b>
<b>NGC 7808</b>	10	15	<b><math>2.27 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b><math>2.58 \cdot 10^{-3}</math></b>
	20	30	<b><math>0.66 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b><math>0.73 \cdot 10^{-3}</math></b>
<b>PGC 48114</b>	10	15	<b><math>0.62 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b><math>0.80 \cdot 10^{-3}</math></b>
<b>NGC 809</b>	7.5	12	<b><math>0.55 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b><math>0.79 \cdot 10^{-3}</math></b>
	19	34	<b><math>0.29 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b><math>0.36 \cdot 10^{-3}</math></b>

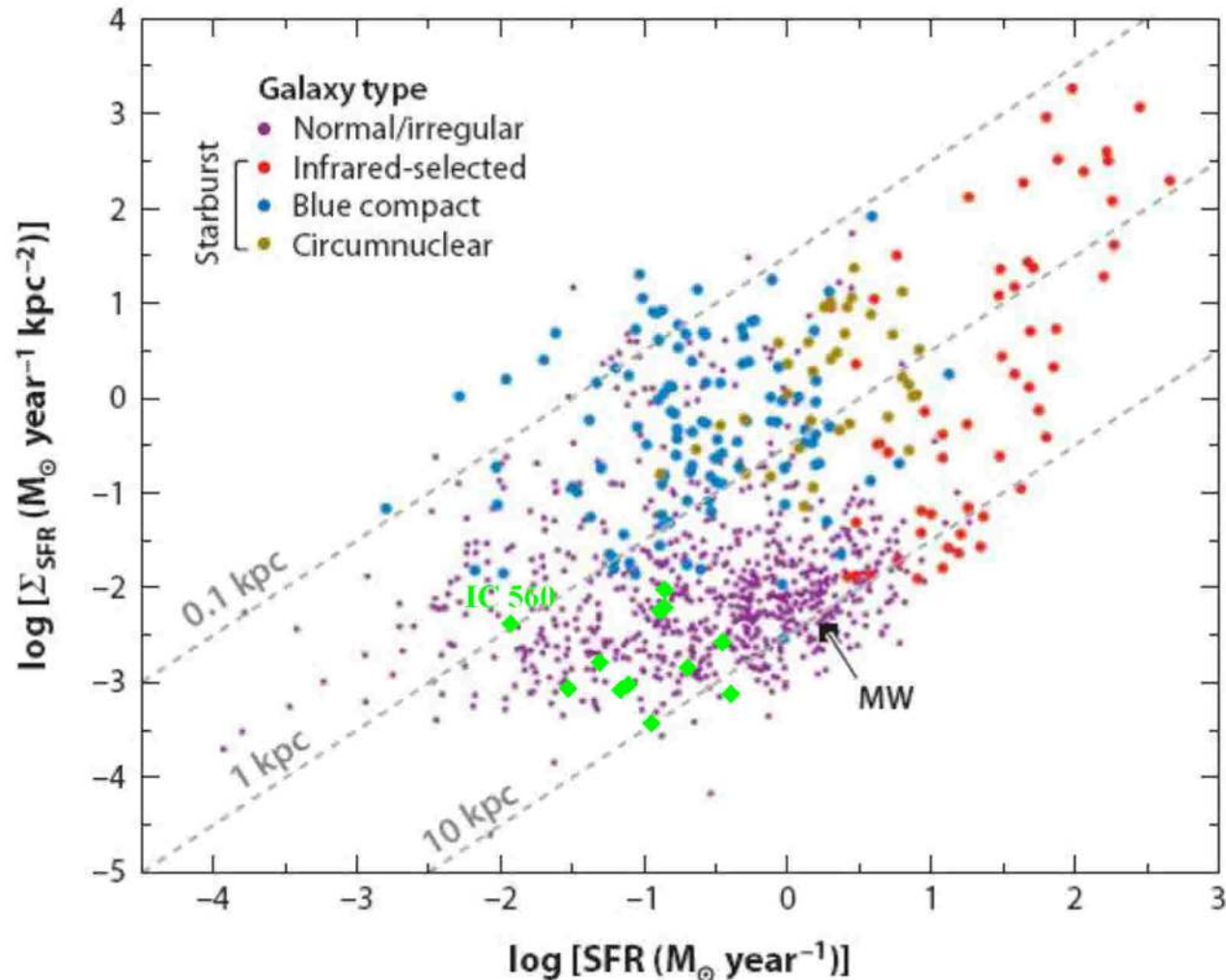


# Диаграмма сравнения интегральных свойств темпов звездообразования в галактиках локальной Вселенной



Примечание. Рисунок взят из статьи R.C. Kennicutt, N. J. Evans. Annu. Rev. Astron. Astrophys. 2012. 50:531–608

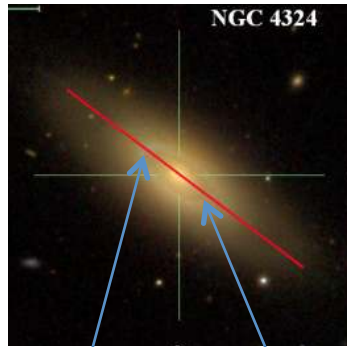
# Диаграмма сравнения интегральных свойств темпов звездообразования в галактиках локальной Вселенной



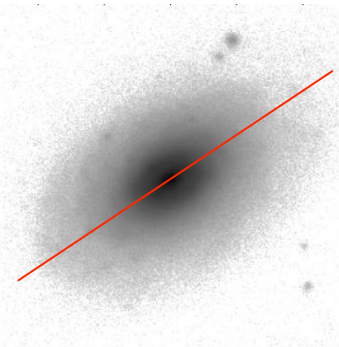
Примечание. В качестве подложки - рисунок из статьи R.C. Kennicutt, N. J. Evans. Annu. Rev. Astron. Astrophys. 2012. 50:531–608

# Результаты обработки спектральных данных

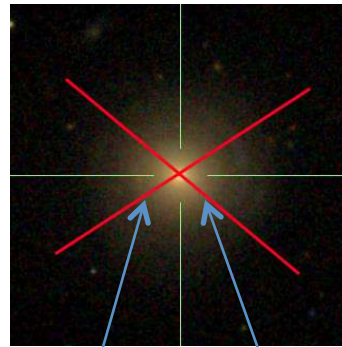
NGC 4324



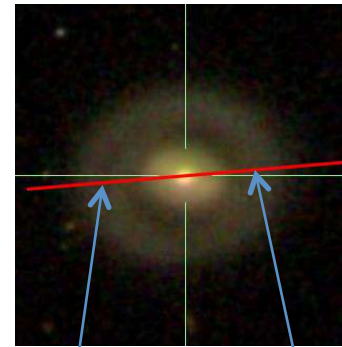
NGC 2697



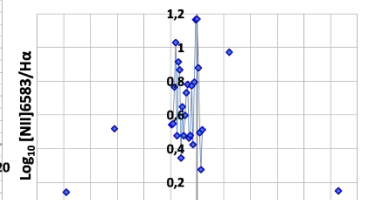
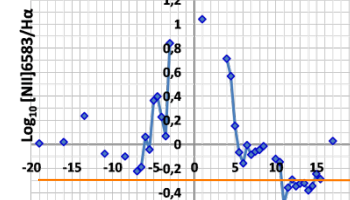
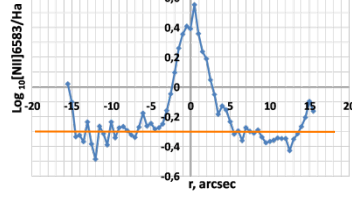
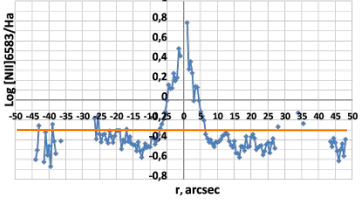
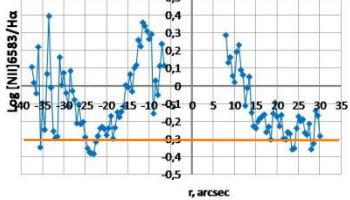
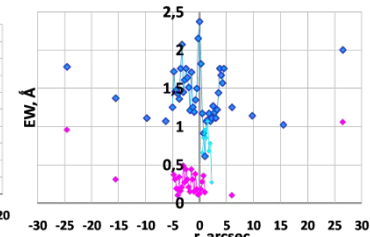
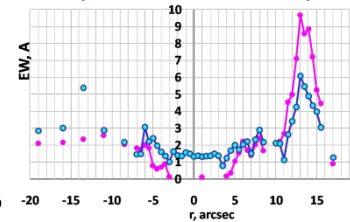
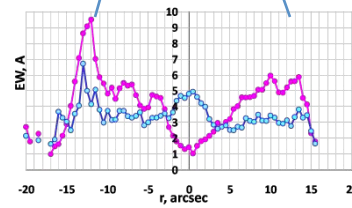
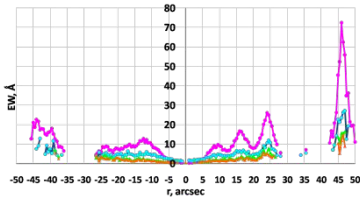
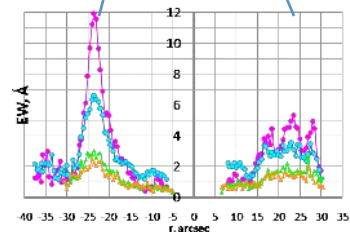
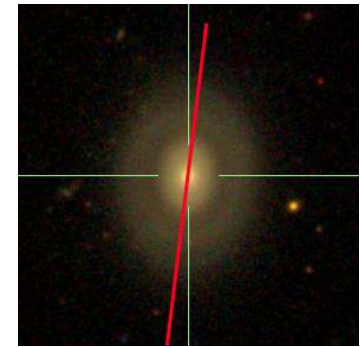
NGC 7808



PGC 48114



NGC 809

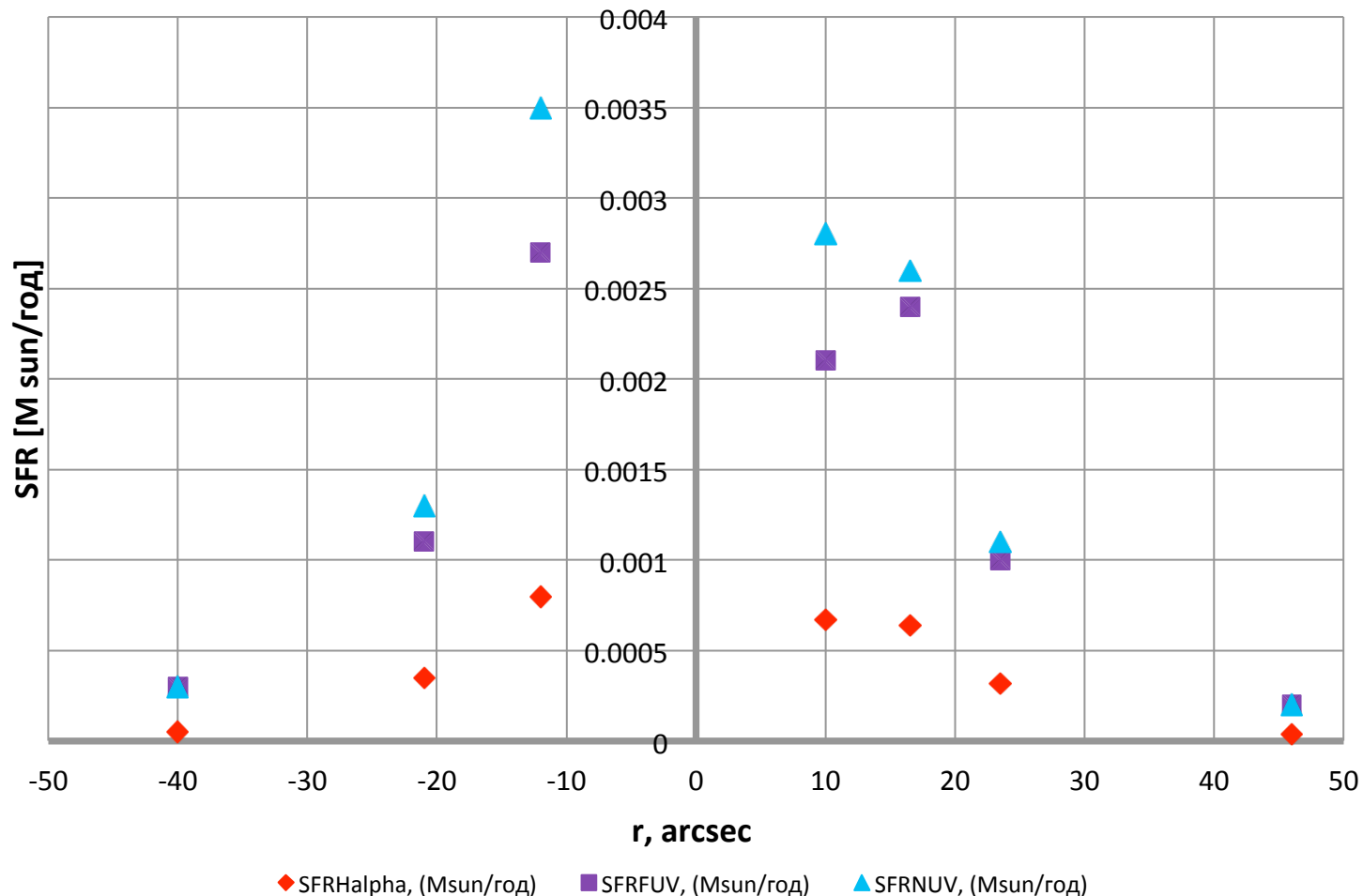


Примечание. Для определения областей звездообразования использовались BPT-диаграммы из работы Kewley L. J., Groves B., Kauffmann G., Heckman T., 2006, MNRAS, 372, 961

## Темпы звездообразования в областях с диагностируемым звездообразованием, измеренных вдоль щели

Галактика	Области звездообразования, arcsec	$SFR_{\text{H}\alpha}$ , ( $M_{\text{sun}}/\text{ГОД}$ )	$SFR_{\text{FUV}}$ , ( $M_{\text{sun}}/\text{ГОД}$ )	$SFR_{\text{NUV}}$ , ( $M_{\text{sun}}/\text{ГОД}$ )
<b>NGC 4324</b>	-67.5" NE	$0.01 \cdot 10^{-3}$	-	$0.04 \cdot 10^{-3}$
	-22" ...-25" NE	$0.16 \cdot 10^{-3}$	$0.7 \cdot 10^{-3}$	$1.1 \cdot 10^{-3}$
	+23.5" ...+24.5" SW	$0.07 \cdot 10^{-3}$	$0.4 \cdot 10^{-3}$	$0.4 \cdot 10^{-3}$
	+28" ...+28.5" SW	$0.03 \cdot 10^{-3}$	-	$0.1 \cdot 10^{-3}$
	+93.5" ...+94" SW	$0.007 \cdot 10^{-3}$	-	$0.02 \cdot 10^{-3}$
<b>NGC 2697</b>	-36.5" ...-44" SE	$0.05 \cdot 10^{-3}$	$0.3 \cdot 10^{-3}$	$0.3 \cdot 10^{-3}$
	-17" ...-25" SE	$0.35 \cdot 10^{-3}$	$1.1 \cdot 10^{-3}$	$1.3 \cdot 10^{-3}$
	-6.5" ...-17" SE	$0.80 \cdot 10^{-3}$	$2.7 \cdot 10^{-3}$	$3.5 \cdot 10^{-3}$
	+6.5" ...+12.5" NW	$0.67 \cdot 10^{-3}$	$2.1 \cdot 10^{-3}$	$2.8 \cdot 10^{-3}$
	+13" ...+20" NW	$0.64 \cdot 10^{-3}$	$2.4 \cdot 10^{-3}$	$2.6 \cdot 10^{-3}$
	+20.5" ...+26.5" NW	$0.32 \cdot 10^{-3}$	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$1.1 \cdot 10^{-3}$
	+43.5" ...+48" NW	$0.04 \cdot 10^{-3}$	$0.2 \cdot 10^{-3}$	$0.2 \cdot 10^{-3}$
<b>NGC 7808</b>	-7" ...-14.5" W	$7.8 \cdot 10^{-3}$	$25.4 \cdot 10^{-3}$	$28.8 \cdot 10^{-3}$
	+5.5" ...+13.5" E	$10.2 \cdot 10^{-3}$	$29.1 \cdot 10^{-3}$	$36.4 \cdot 10^{-3}$
<b>PGC 48114</b>	+11" ...+15.5" W	$0.9 \cdot 10^{-3}$	-	$3.6 \cdot 10^{-3}$
<b>NGC 809</b>	-19" ...-34" N	-	$1.7 \cdot 10^{-3}$	$1.8 \cdot 10^{-3}$
	-7.5" ...-12" N	-	$0.9 \cdot 10^{-3}$	$1.3 \cdot 10^{-3}$
	+7.5" ...+12" S	-	0	$0.6 \cdot 10^{-3}$
	+19" ...+34" S	-	$1.2 \cdot 10^{-3}$	$1.5 \cdot 10^{-3}$

# Изменение темпов звездообразования в областях с диагностируемым звездообразованием, измеренных вдоль щели по потокам в $H\alpha$ , FUV и NUV для NGC 2697

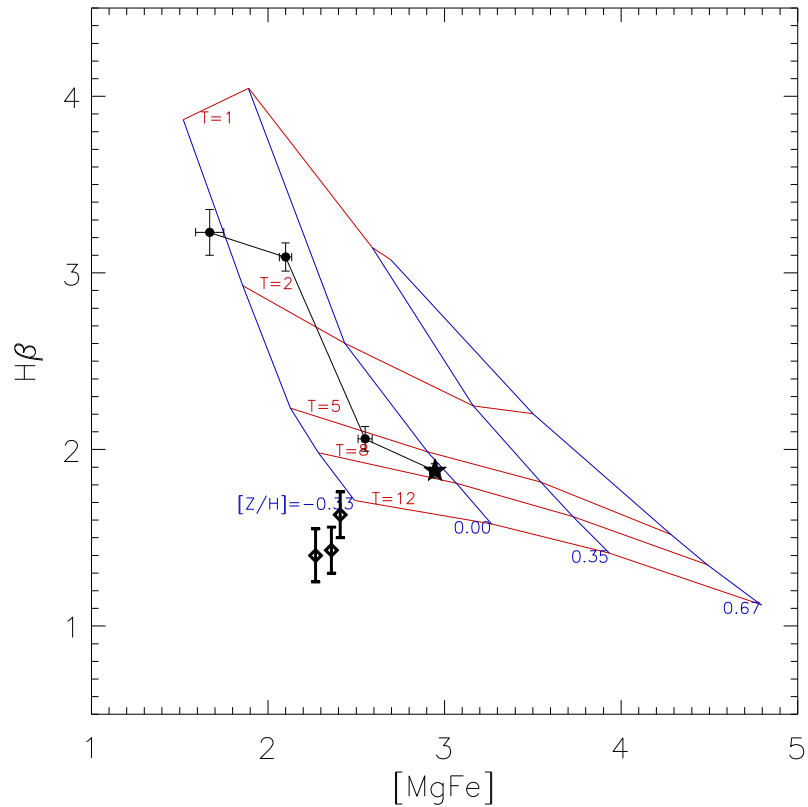


# Сравнение металличностей звёзд и газа на различных радиусах в галактиках

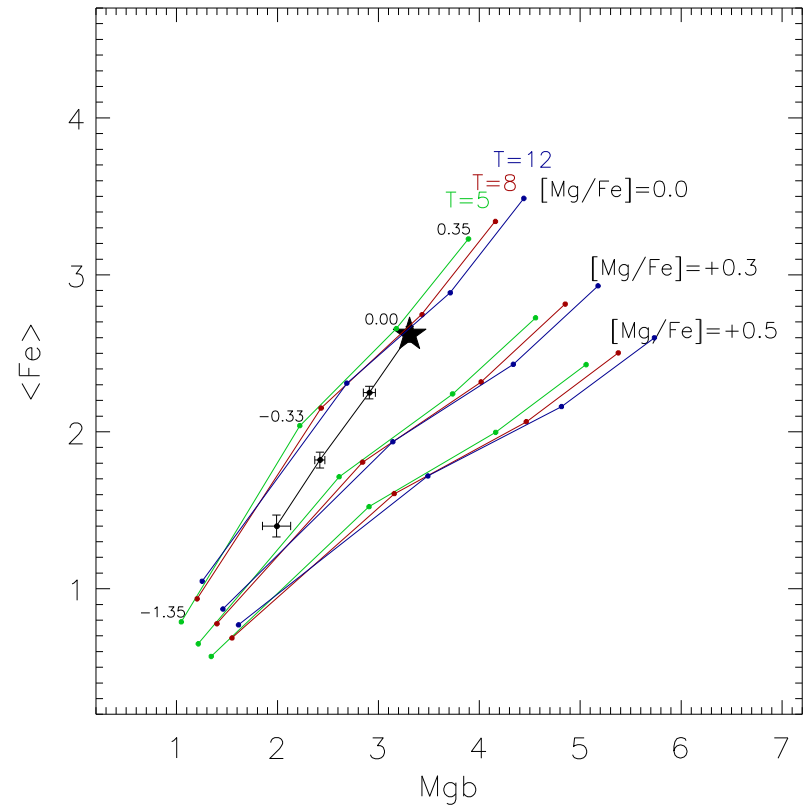
Галактика	Расстояние от центра галактики r, arcsec	Металличность звёзд, [Z/H]	Металличность газа (по отношению к солнечному значению), <b><math>12+\log(\text{O}/\text{H})-8,66</math></b>
NGC 4324	+93,5...+94	-	-0,08±0,01
	-24,5...-22,5	< -0,33	+0,03±0,01
	-67,5	< -0,33	+0,03±0,01
NGC 2697	-36,5...-44	-	-0,05±0,04
	-20...-25	-	+0,03±0,01
	-15,5...-19,5	< -0,33	+0,02±0,01
	-15...-10,5	~ -0,33	-0,03±0,01
	-10...-8	-0,33...0	0±0,01
	+7,5...10,5	-0,33...0	-0,01±0,01
	+11...+14	< -0,33	+0,02±0,01
	+14,5...+16,5	~ -0,33	-0,05±0,01
	+19...+22	< -0,33	-0,01±0,01
	+22,5...+27	-	-0,03±0,01
+43,5...+48	-	-0,03±0,01	
NGC 7808	-9,5...-14,5	< -0,33	+0,05±0,01
	-7...-9	< -0,33	+0,07±0,01
	+7,5...+9,5	< -0,33	+0,06±0,01
	+10...+15	~ -0,20	+0,04±0,01
PGC 48114	+11...+15,5	~ -1,35	+0,05±0,01

# NGC 2697

Оценка среднего возраста и металличности звёздного населения галактики NGC 2697 в центре ( $r < 2''$ ), в области  $2,5'' < r \leq 7''$  и в кольцах с яркой эмиссией газа в диске ( $7'' < r < 11''$  и  $11'' \leq r < 21''$ )

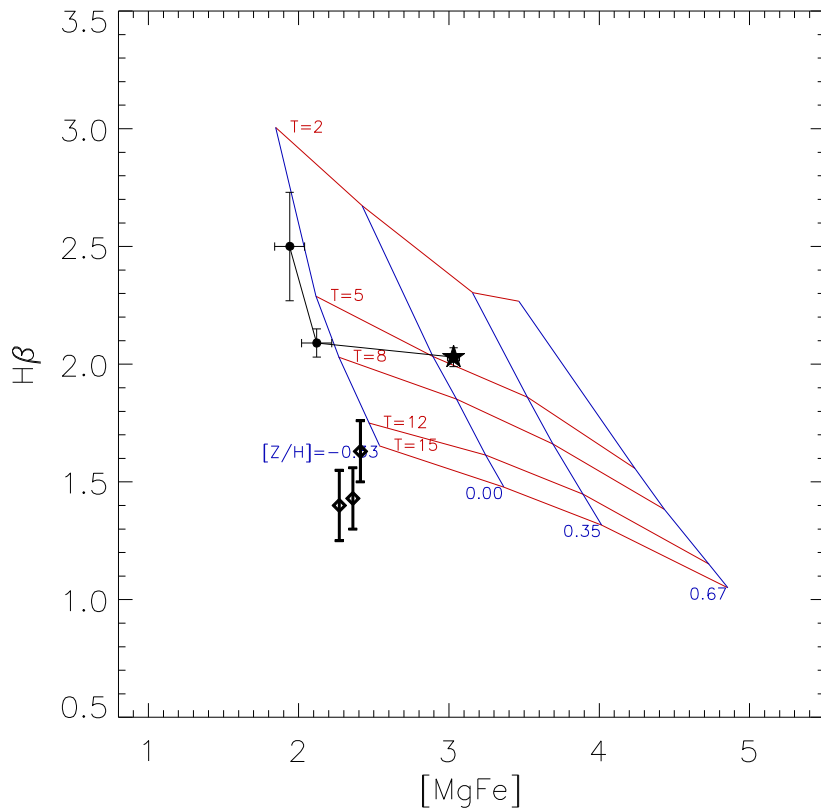


Оценка отношения [Mg/Fe] в NGC 2697 на различных расстояниях от центра

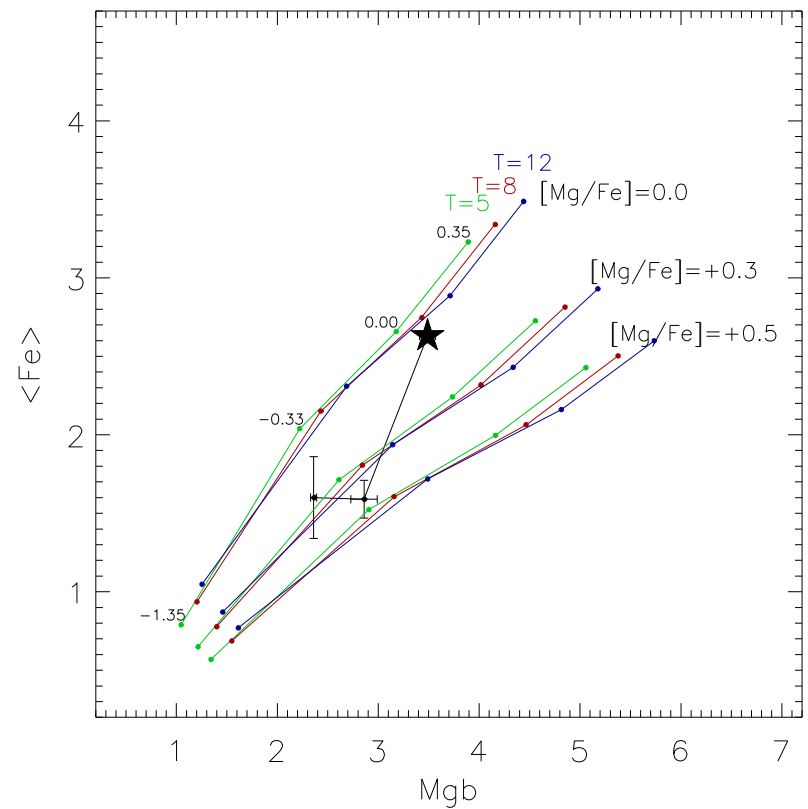


# NGC 7808

Оценка среднего возраста и металличности звёздного населения галактики NGC 7808 в центре ( $r < 4,5''$ ), в средней части диска ( $r = 5'' \dots 9,5''$ ) и в кольце с яркой эмиссией H $\alpha$  ( $r = 10'' \dots 15''$ )



Оценка отношения [Mg/Fe] в NGC 7808 на различных расстояниях от центра





# Выводы

- В исследуемых линзовидных галактиках обнаружен ионизованный газ (с разной природой возбуждения).
- Газ, возбуждённый звездообразованием, прослеживается на расстоянии от центров галактик и образует кольцеобразные структуры.
- Звездообразование в этих областях длится уже около 200 млн. лет и затухает со временем.
- На одних и тех же расстояниях от центров галактик металличность звёзд и газа различны: металличность газа близка к солнечному значению и варьируется в диапазоне 8,58...8,77; а металличность звёздного населения много меньше солнечного значения.
- Металличность звёздного населения достигает максимальных (солнечных и околосолнечных) значений в центральных частях галактик и уменьшается от центра к периферии галактики.
- Звездообразование в исследуемых галактиках протекает в областях с продвинутой химической эволюцией газа (либо родительской галактики, либо аккрецировавшего с другой галактики).

Спасибо за внимание!