



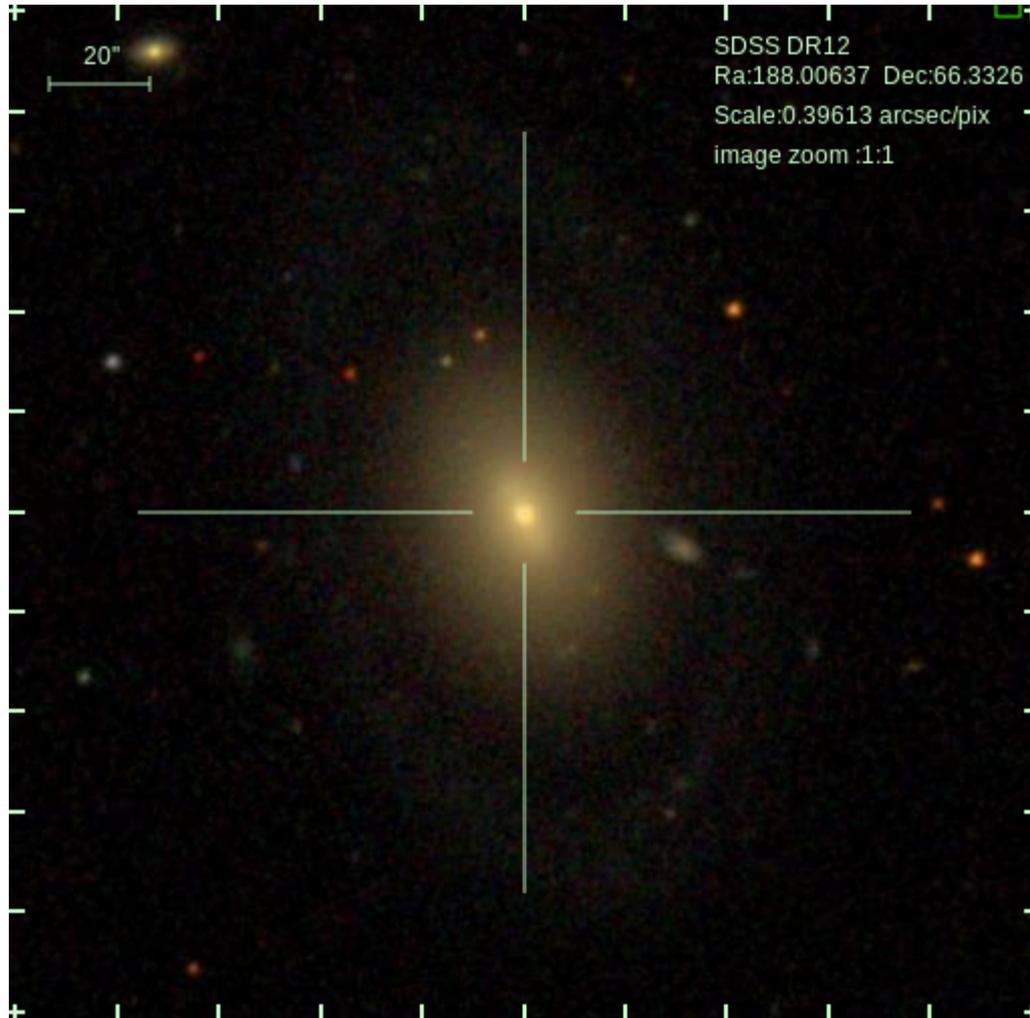
NGC 4513: аккреционное кольцо высокометаллического газа вокруг линзовидной галактики пониженной металличности

Прошина И.С., Моисеев А.В., Сильченко О.К.

ГАИШ МГУ

19 апреля 2018 г.

NGC 4513

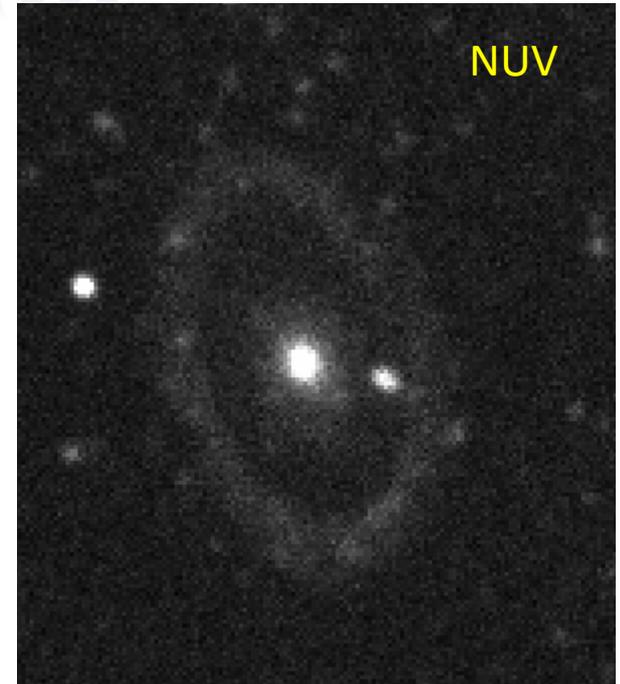
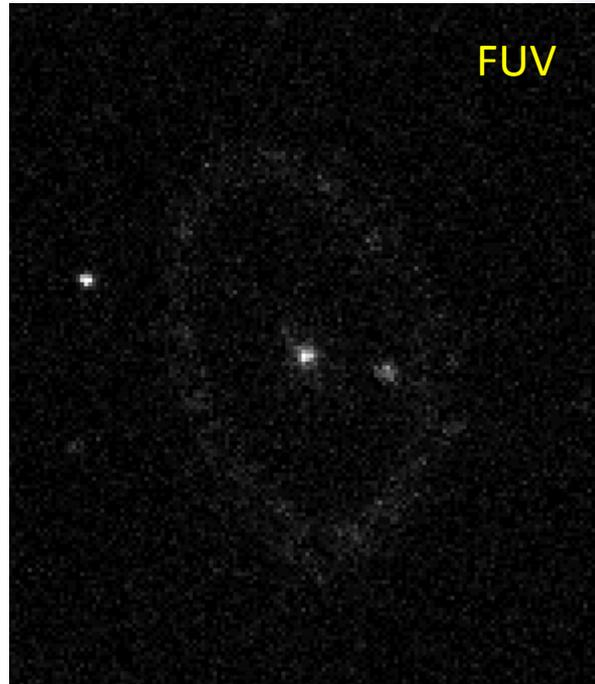


M_B , mag (<i>HyperLeda</i>)	-18,99
M_H , mag	-22,84
v_{sys} , km/s (<i>NED</i>)	2304
z (<i>NED</i>)	0,0077
Расстояние, Мпк (<i>NED</i>)	33.2
Шкала, кпк/ уг.сек	0,161
Окружение (<i>HyperLeda</i> , <i>NED</i>)	Галактика в паре с PGC2683704 на расстоянии 270 кпк

NGC 4513

Оптика

УФ



Наблюдательные данные

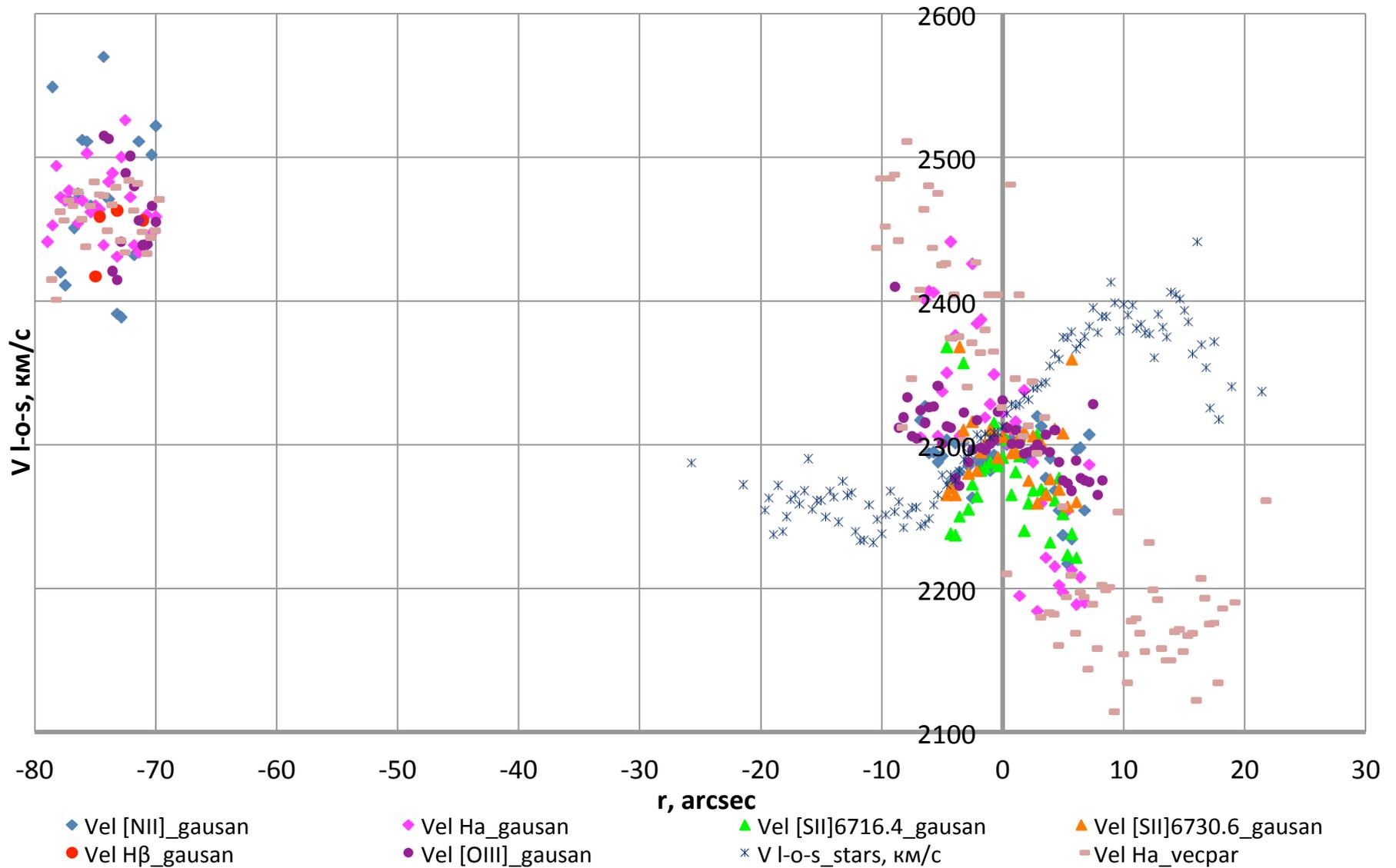
- Галактика наблюдалась на спектрографе с длинной щелью SCORPIO-2 6-метрового телескопа БТА CAO РАН.
Щель 1", голографическая решётка 1200 штрихов/мм, спектральное разрешение 5,2 Å, спектральный диапазон от 3600 Å до 7070 Å.
- Для построения профиля поверхностной яркости использовано оптическое изображение SDSS в полосе g.
- Из архива MAST для исследуемой галактики взяты доступные изображения GALEX в FUV (1539 Å) и NUV (2316 Å) диапазонах.
- Использовано изображение WISE в полосе W4 (22 мкм) для учёта поглощения пыли в исследуемой галактике.

Скорости звёзд и газа в галактике

Скорости звёздного компонента галактики определены с помощью кросс-корреляции спектра галактики со спектром звезды К-гиганта.

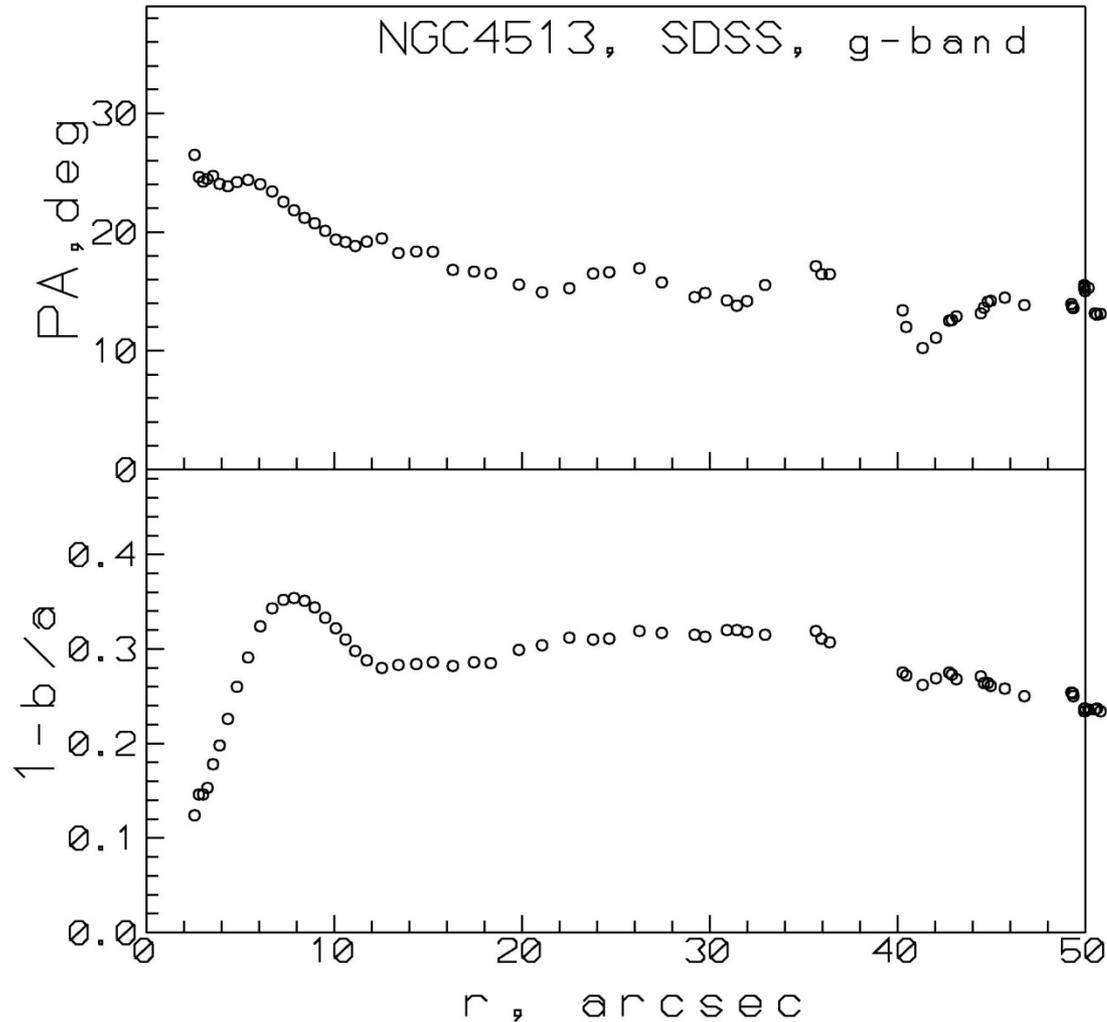
Скорости газовой компоненты галактики измерены с помощью гауссанализа по эмиссионным линиям $H\alpha$, [NII], [SII], [OIII], а также с помощью программы vespar.

Лучевые скорости звёзд и газа в NGC 4513



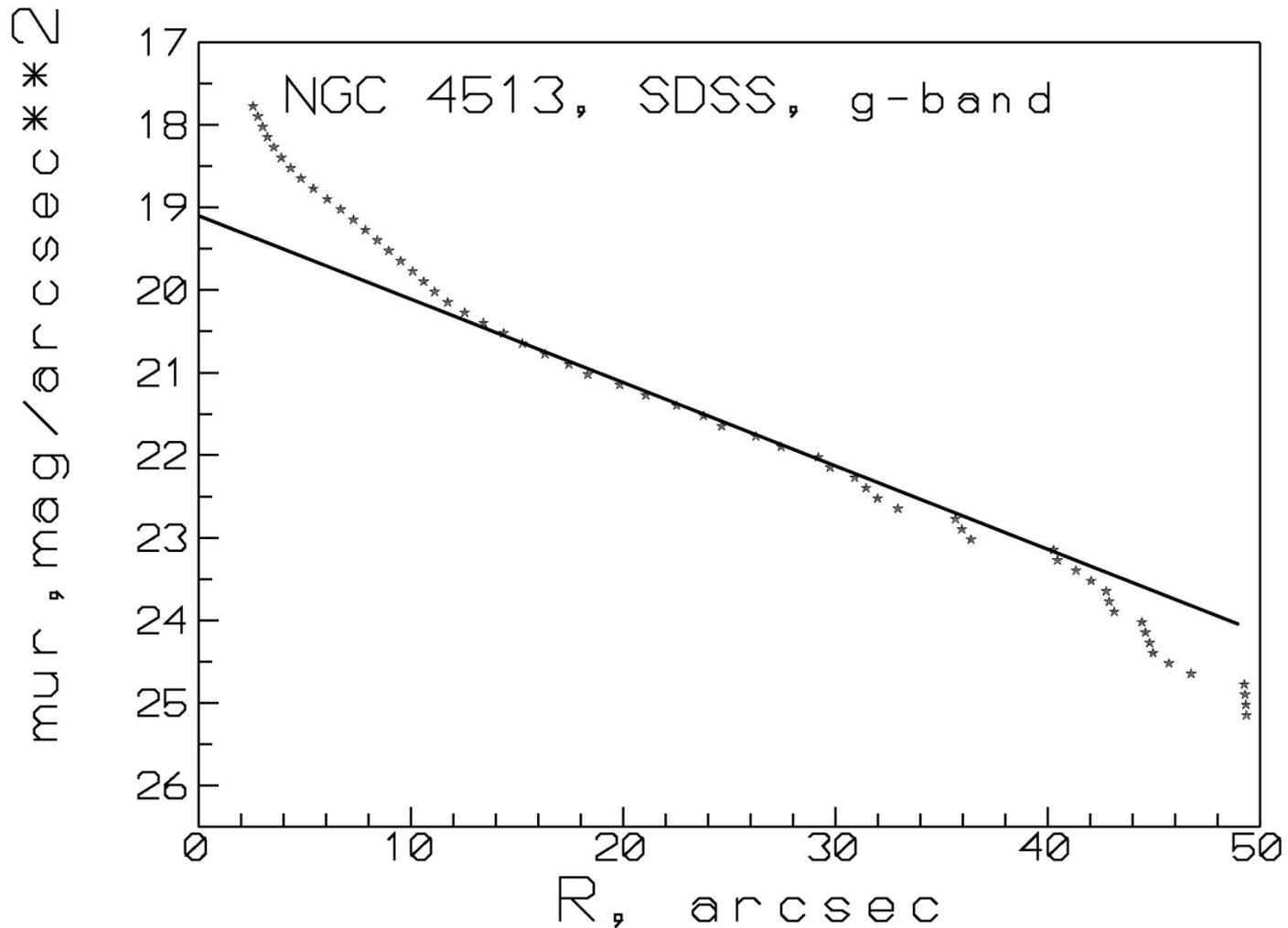
Результаты изофотного анализа

Изменение позиционного угла и эллиптичности изофот галактики NGC 4513 вдоль радиуса



Результаты изофотного анализа

Профиль поверхностной яркости галактики NGC 4513

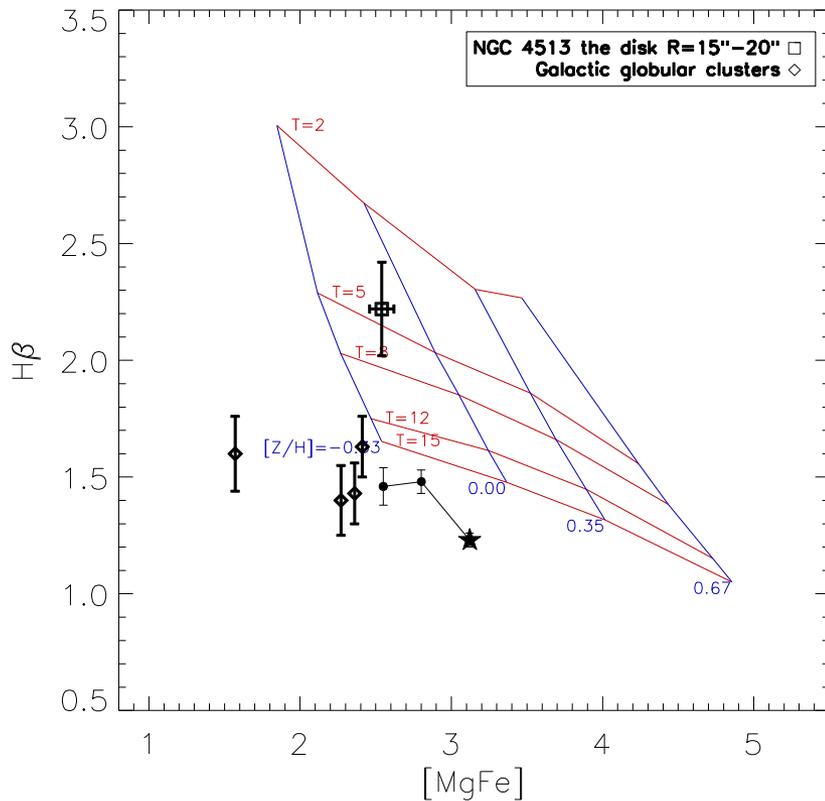


Свойства звёздного населения галактики NGC 4513

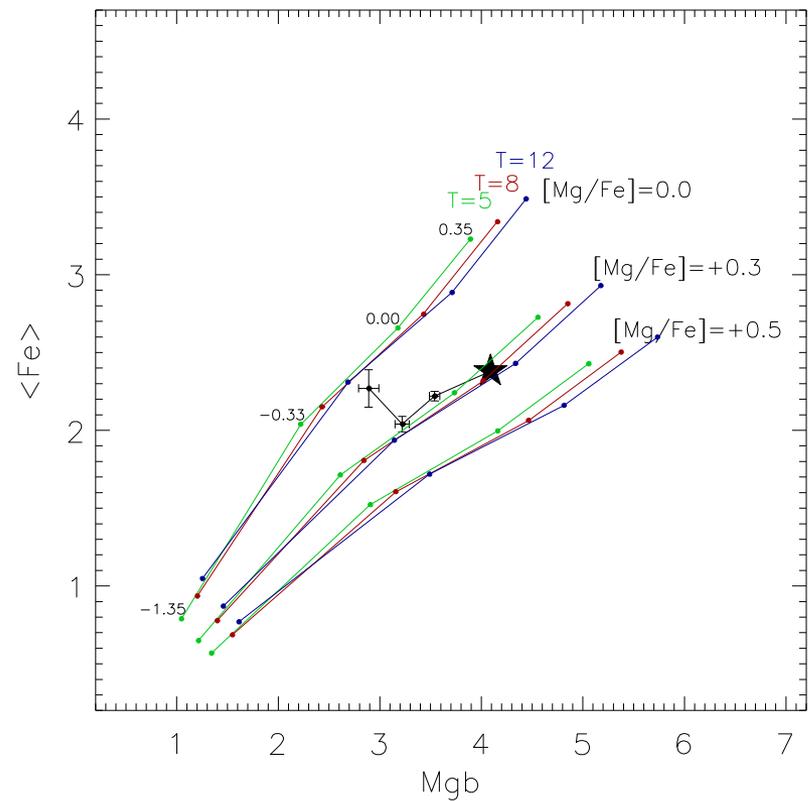
- Измерение Ликских индексов
- Оценка среднего возраста и металличности звёздного населения галактик, а также обилия α -элементов с помощью диагностических диаграмм (Thomas D., Maraston C., Bender R., 2003)

Свойства звёздного населения галактики NGC 4513

Оценка среднего возраста и металличности звёздного населения галактики NGC 4513 в центре ($r \leq 4''$; $4'' < r \leq 8''$) и в диске ($r = 8'' \dots 15''$) и ($r = 15'' \dots 24''$)

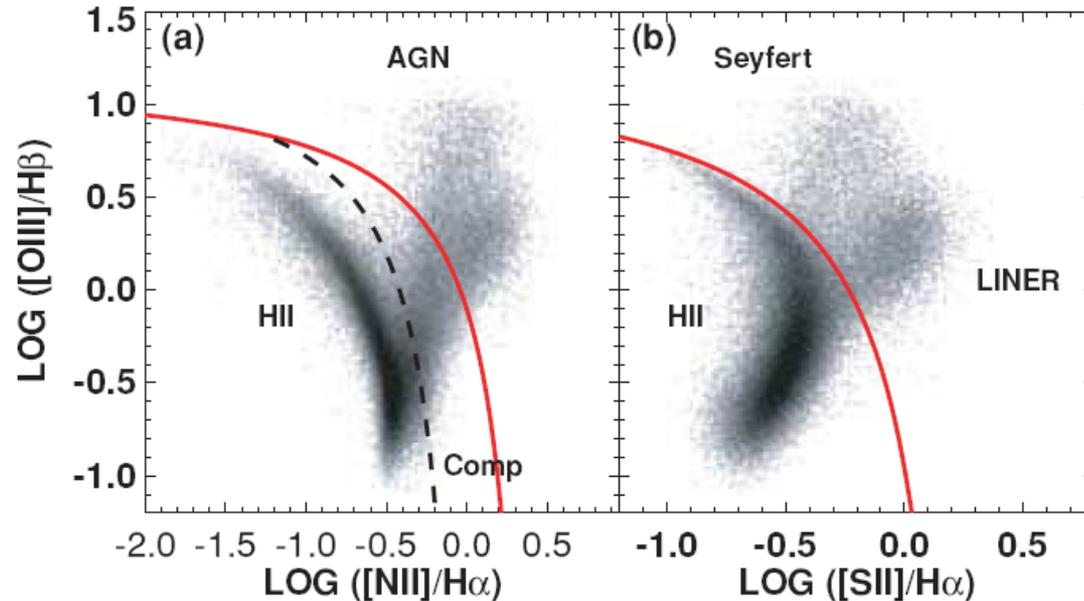


Оценка отношения [Mg/Fe] в NGC 4513 на различных расстояниях от центра



Анализ газовой компоненты галактики NGC 4513

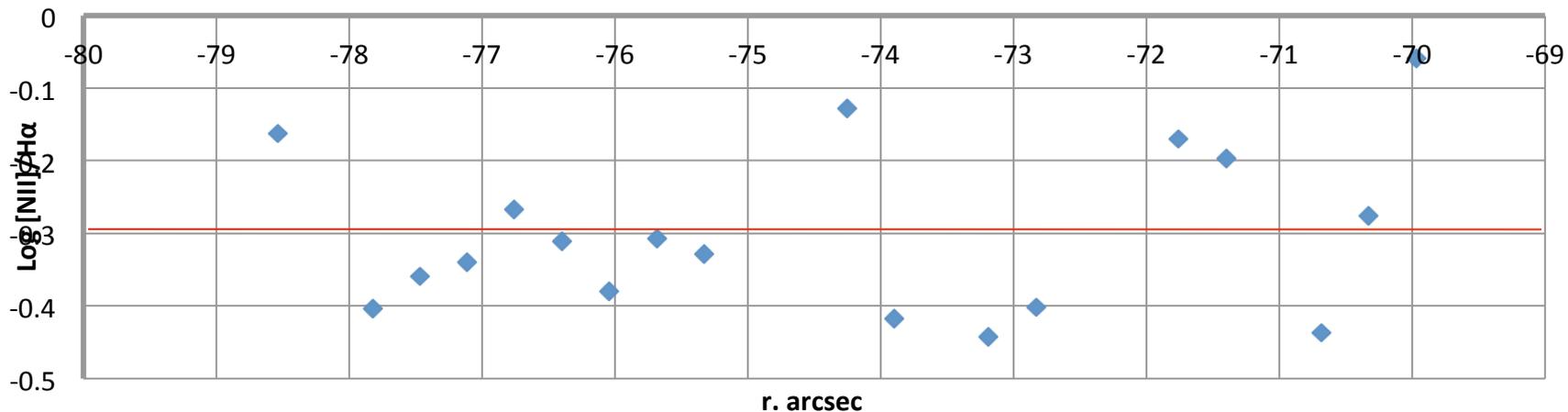
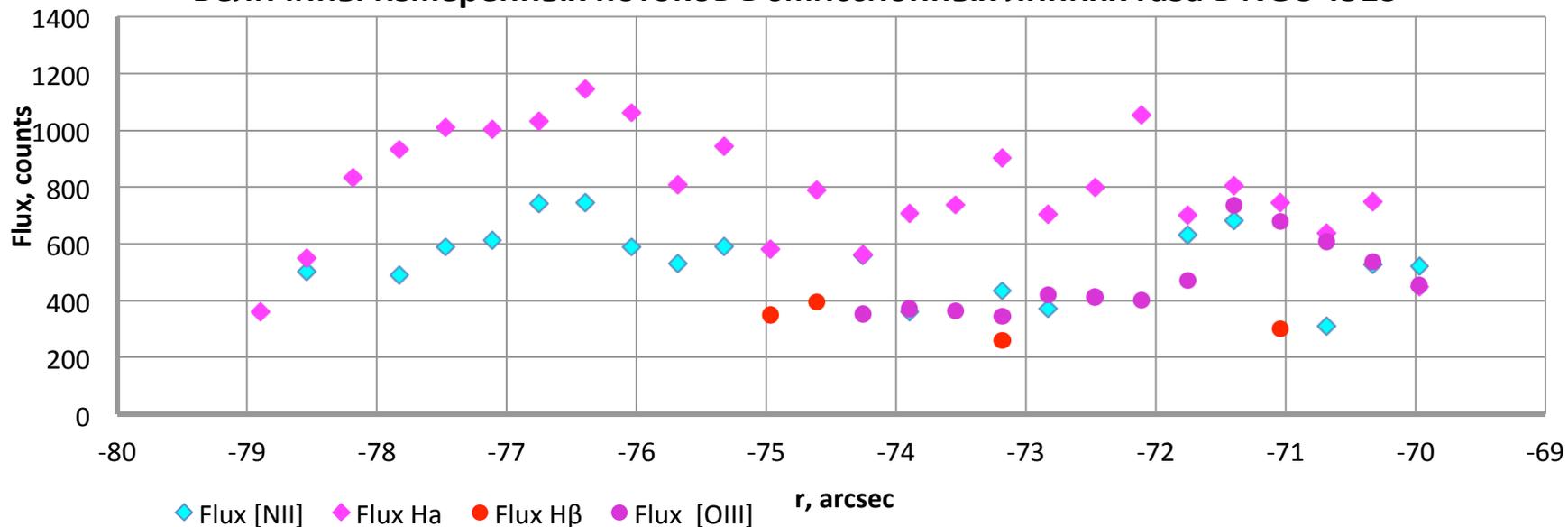
- Изменение EW H α , EW [NII] и EW [SII] вдоль радиуса галактики
- Изменение величины Log₁₀ [NII]/H α вдоль радиуса галактики
- BPT-диаграммы для определения механизма возбуждения газа (Kewley L.J. et al., 2006)



- Оценка металличности газа по формуле (Pettini & Pagel, 2004):
$$12 + \log(O/H) = 8.90 + 0.57 * (\log\{[NII]\lambda 6583/H\alpha\})$$

Анализ газовой компоненты галактики NGC 4513

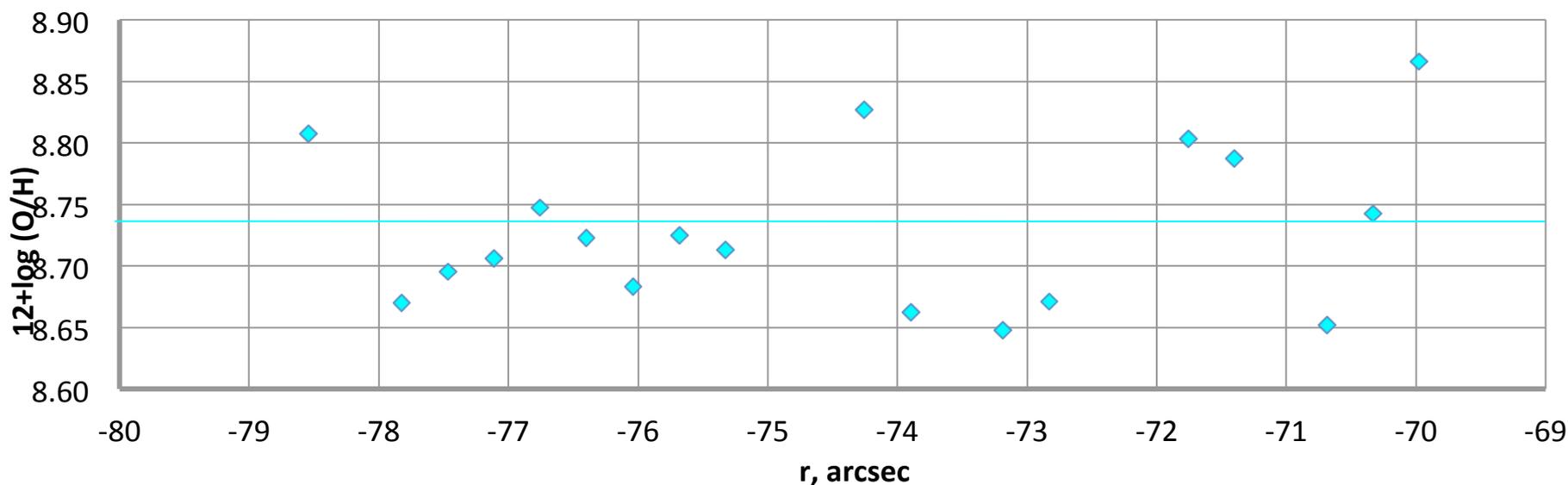
Величины измеренных потоков в эмиссионных линиях газа в NGC 4513



Анализ газовой компоненты галактики NGC 4513

Оценка металличности газа по формуле из работы Pettini & Pagel, 2004
(для областей, где газ возбуждён звездообразованием):

$$12+\log(\text{O}/\text{H})=8,90+0,57*(\log\{[\text{NII}]\lambda 6583/\text{H}\alpha\})$$

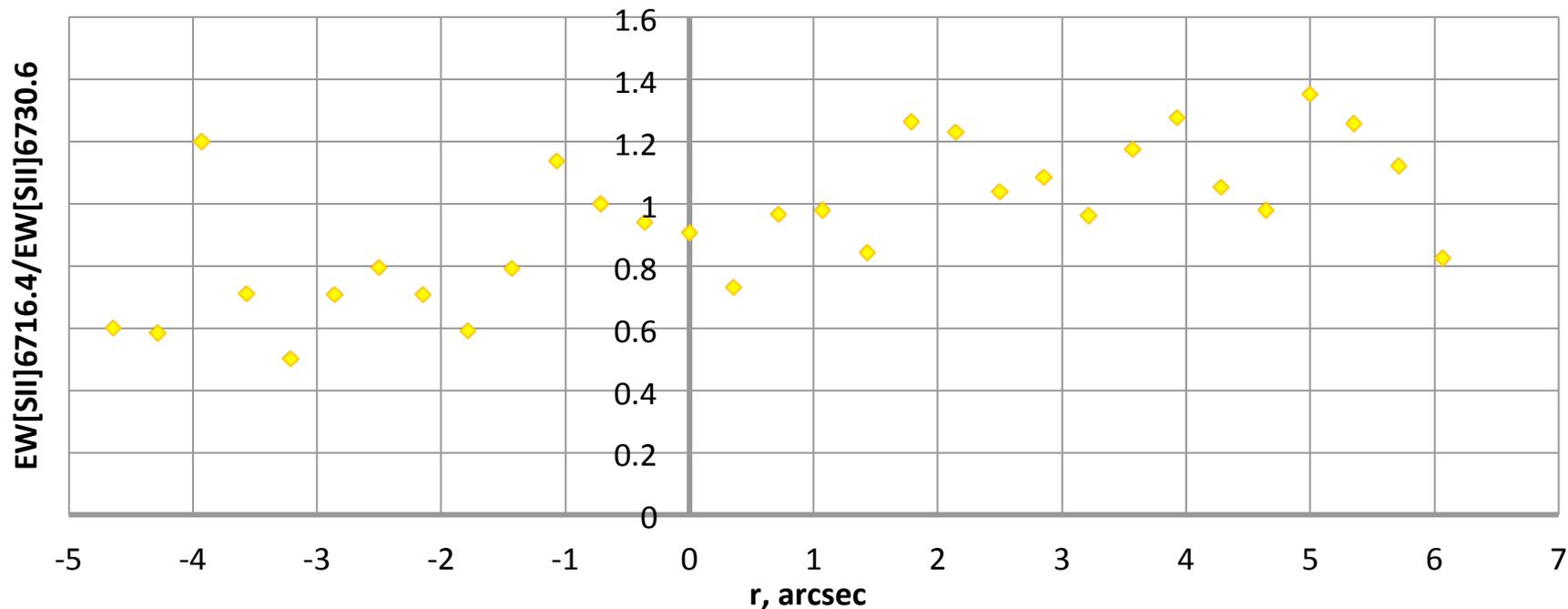


$$12+\log(\text{O}/\text{H})= 8,73$$

Анализ газовой компоненты галактики NGC 4513

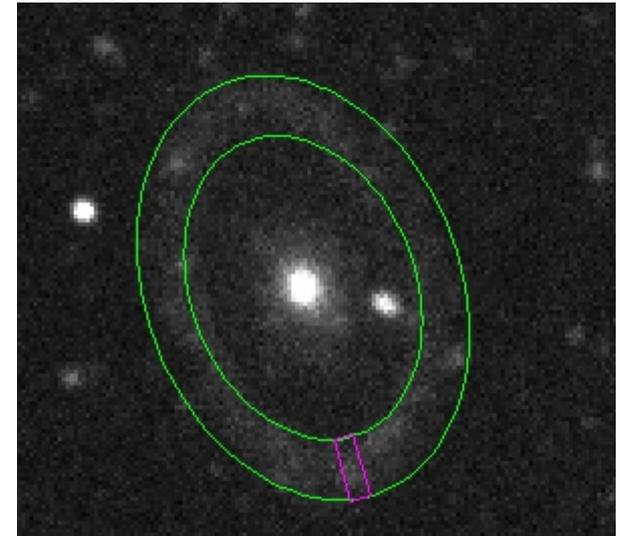
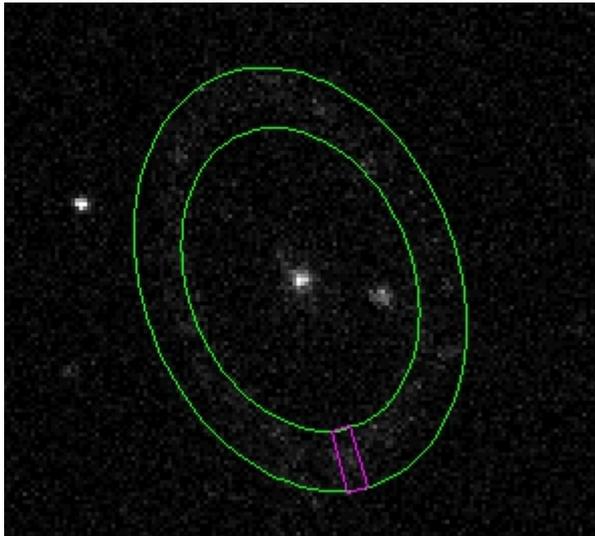
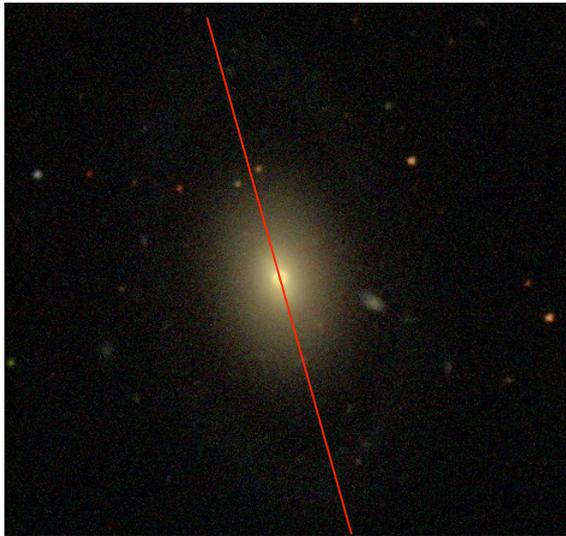
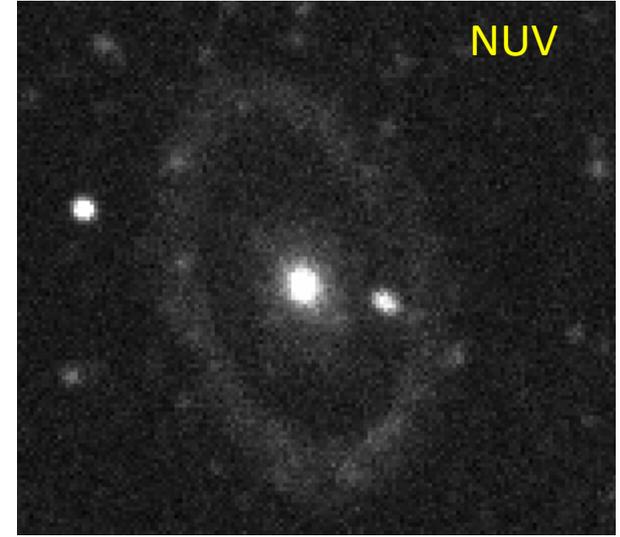
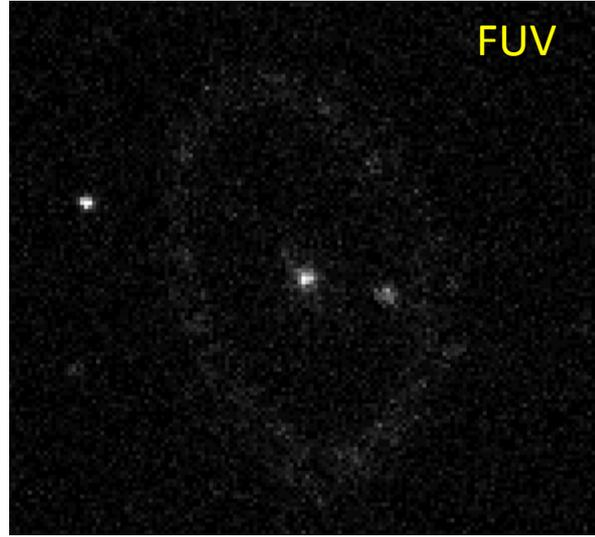
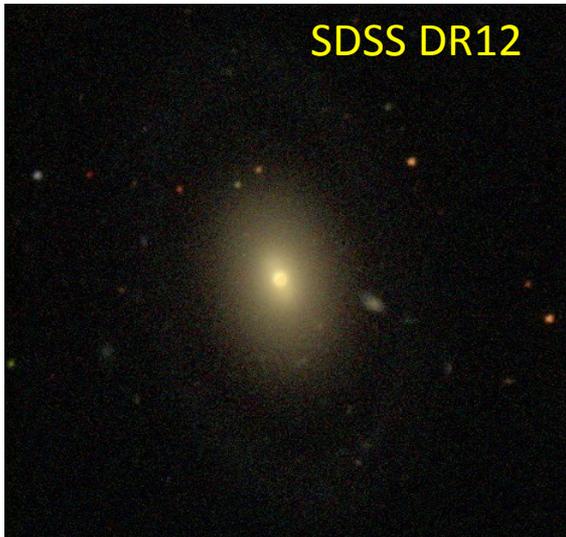
Оценка электронной плотности ионизованного газа, используя значение отношения $EW[SII]_{6716.4}/EW[SII]_{6730.6}$ и номограмму Osterbrock & Ferland (2006)

Отношение $EW[SII]_{6716.4}/EW[SII]_{6730.6}$ вдоль радиуса галактики NGC 4513



r, arcsec	$EW[SII]_{6717}/EW[SII]_{6731}$	$\Delta EW[SII]_{6717}/EW[SII]_{6731}$	$\langle Ne \rangle, \text{cm}^{-3}$
-3	0,71	$\pm 0,07$	2000
0	0,92	$\pm 0,04$	900
4	1,13	$\pm 0,04$	400

Результаты обработки фотометрических данных



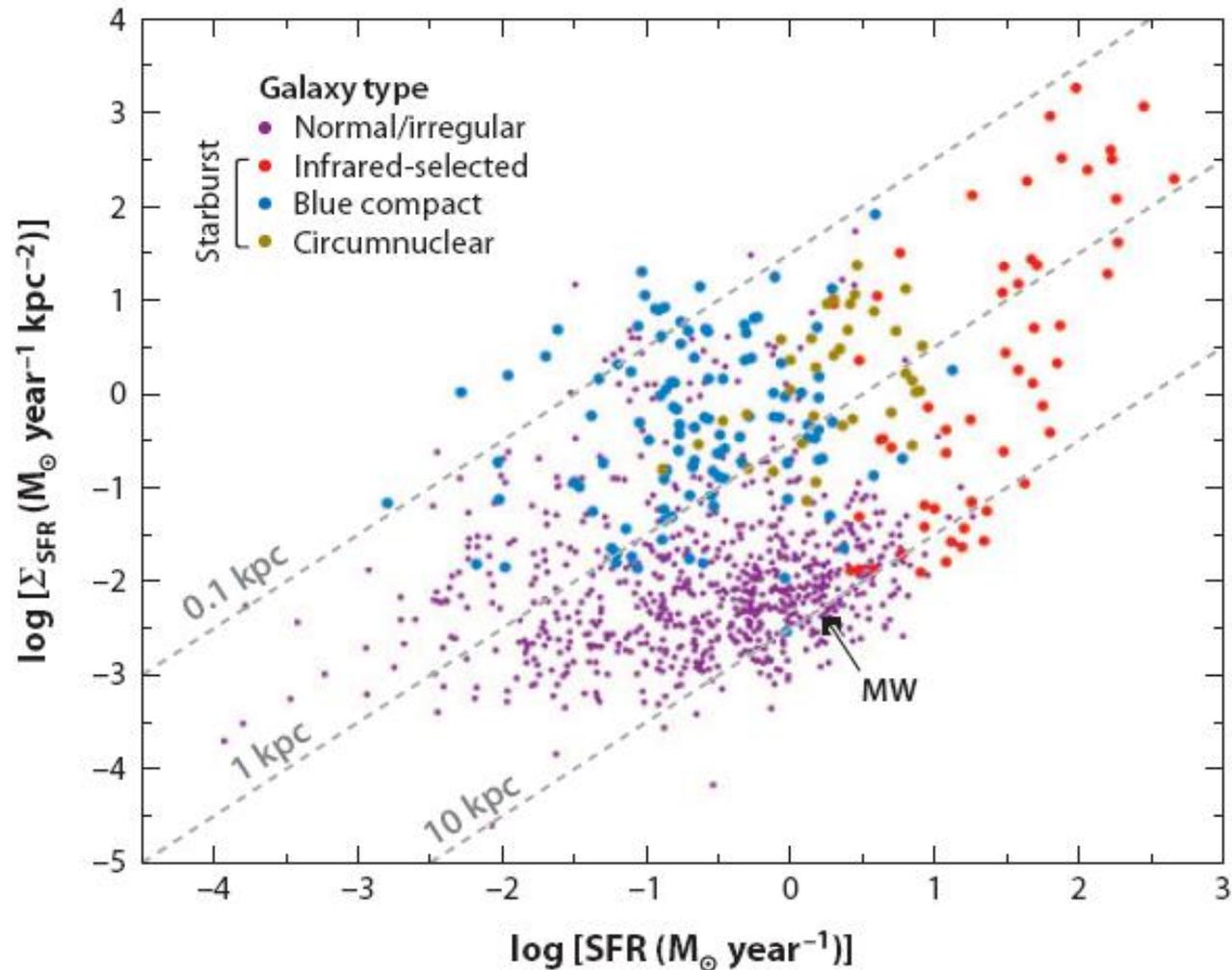
Сравнение темпов звездообразования в кольце в УФ-диапазоне

Галактика	Границы кольца в УФ-диапазоне		Т е м п звездообразования SFR_{FUV} , ($M_{sun}/$ год*кпк ²)	Т е м п звездообразования SFR_{NUV} , ($M_{sun}/$ год*кпк ²)
	r, arcsec	R, arcsec		
NGC 4513	59	82	$0.07 \cdot 10^{-3}$	$0.1 \cdot 10^{-3}$

Темпы звездообразования в области с диагностируемым звездообразованием, измеренной вдоль щели

Галактика	Область звездообразования, arcsec	$SFR_{H\alpha}$, ($M_{sun}/$ год)	SFR_{FUV} , ($M_{sun}/$ год)	SFR_{NUV} , ($M_{sun}/$ год)
NGC 4513	-82" ... -59" S	$2.3 \cdot 10^{-8}$	$0.65 \cdot 10^{-3}$	$0.8 \cdot 10^{-3}$

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

FUV

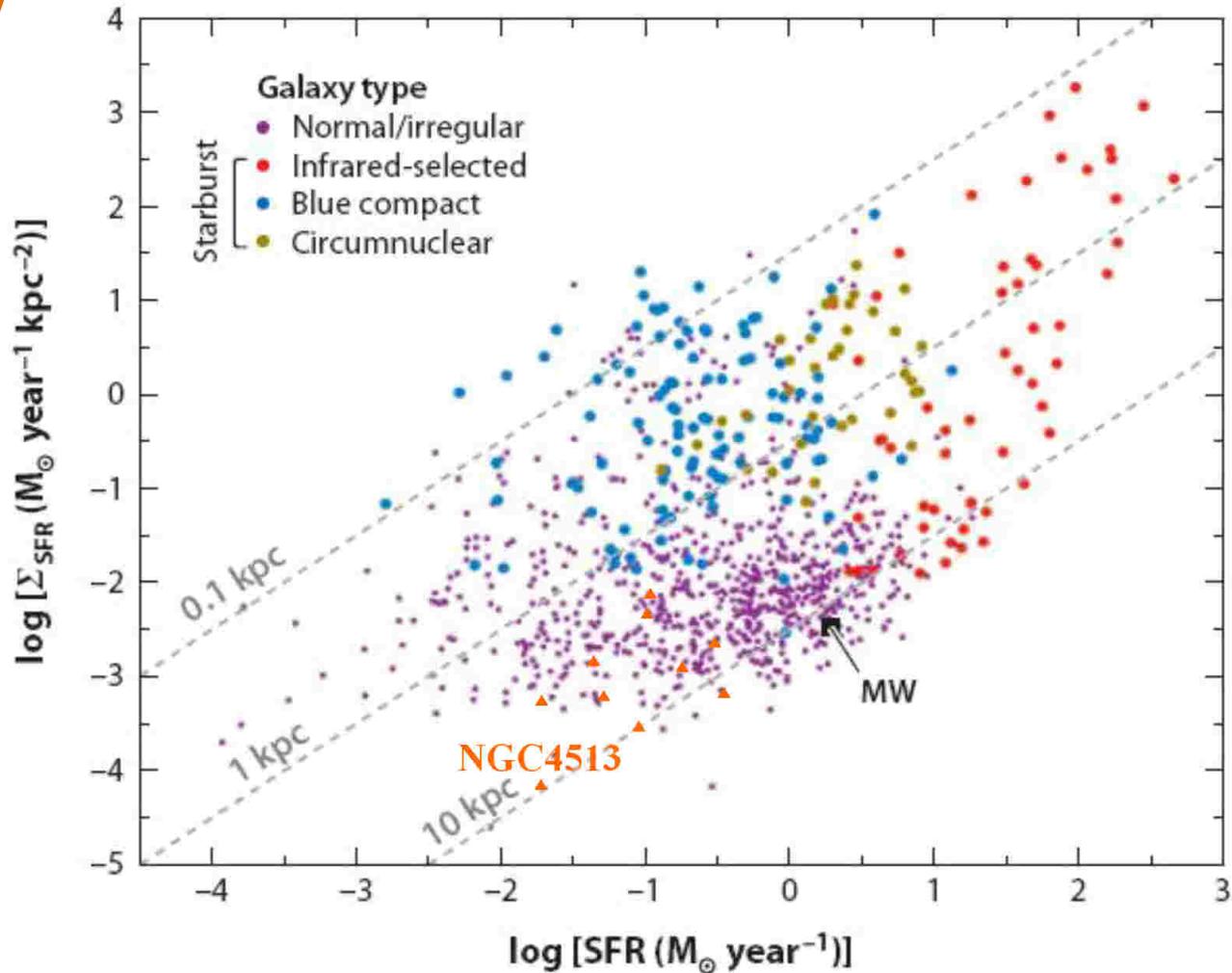
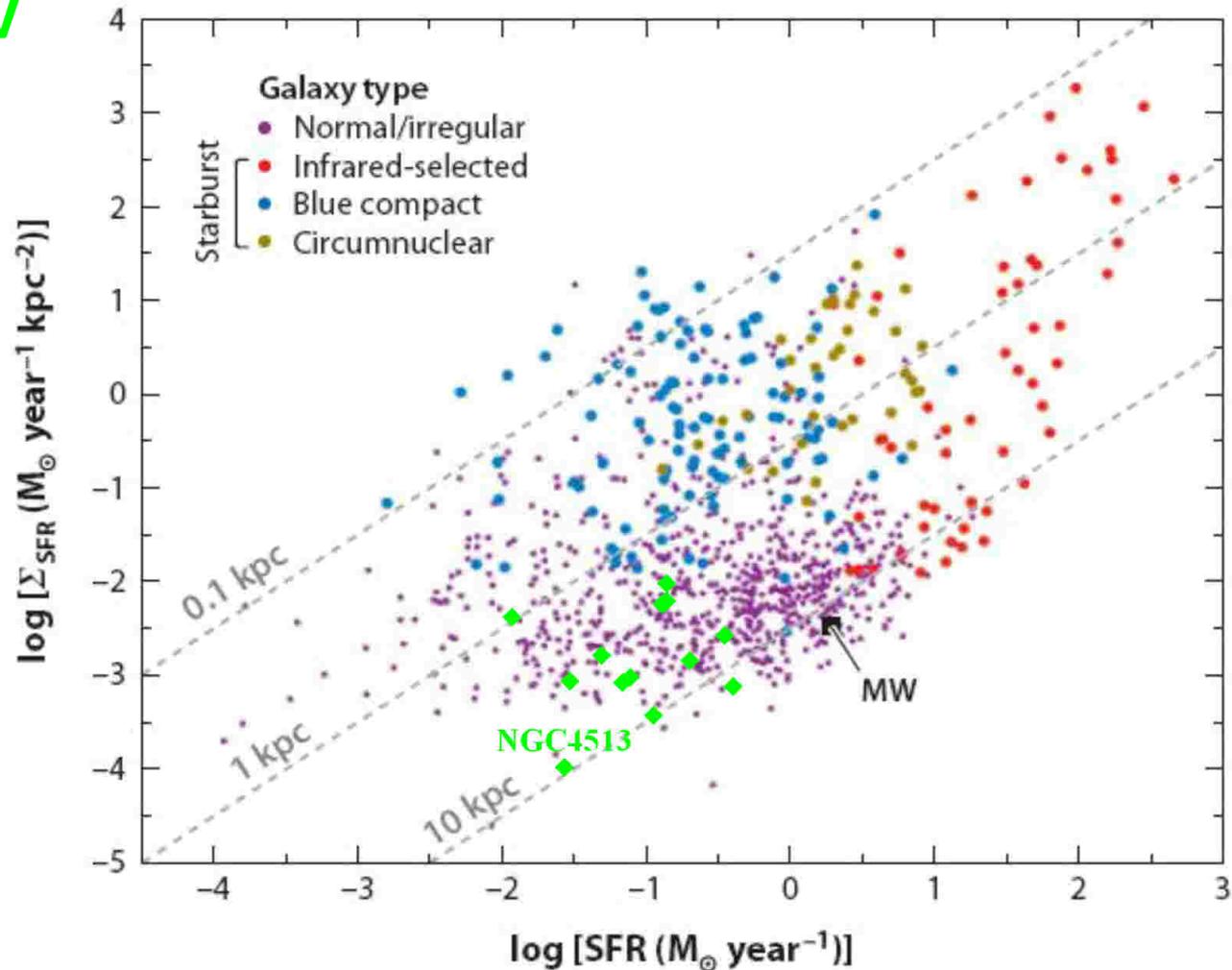
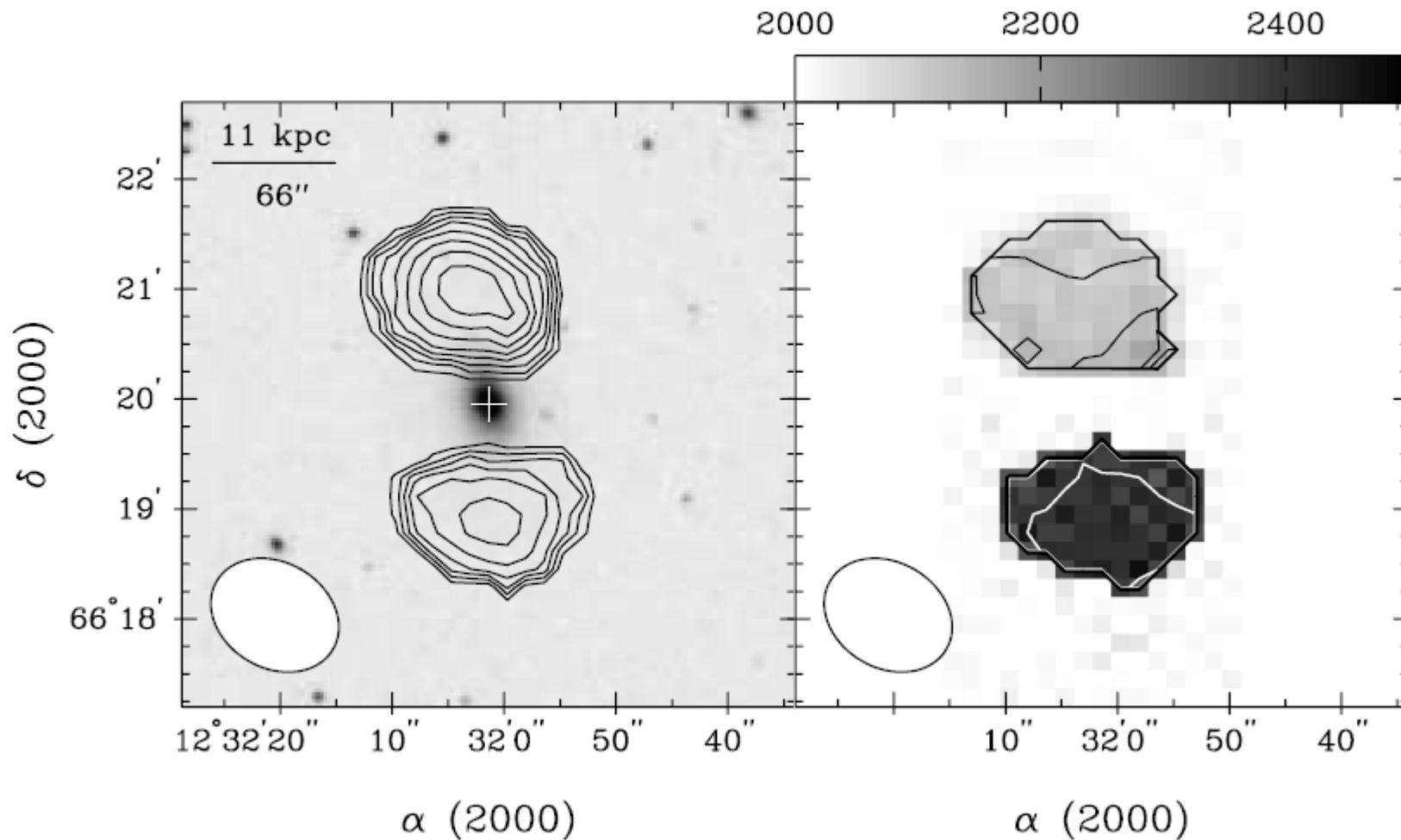


Диаграмма сравнения интегральных свойств темпов звездообразования в галактиках локальной Вселенной

NUV

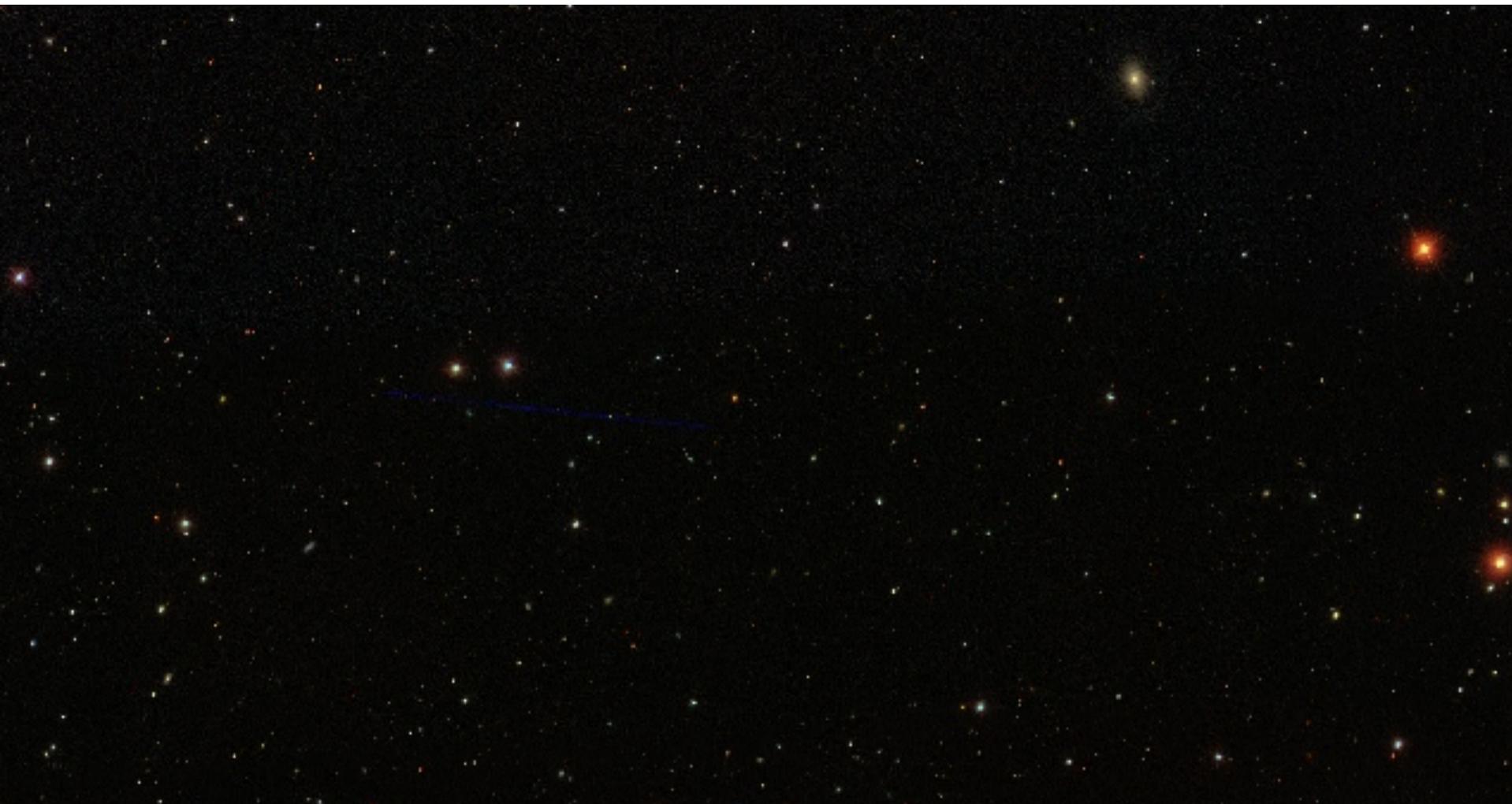


Вращение газового диска атомарного водорода (HI) (по линии 21 см)

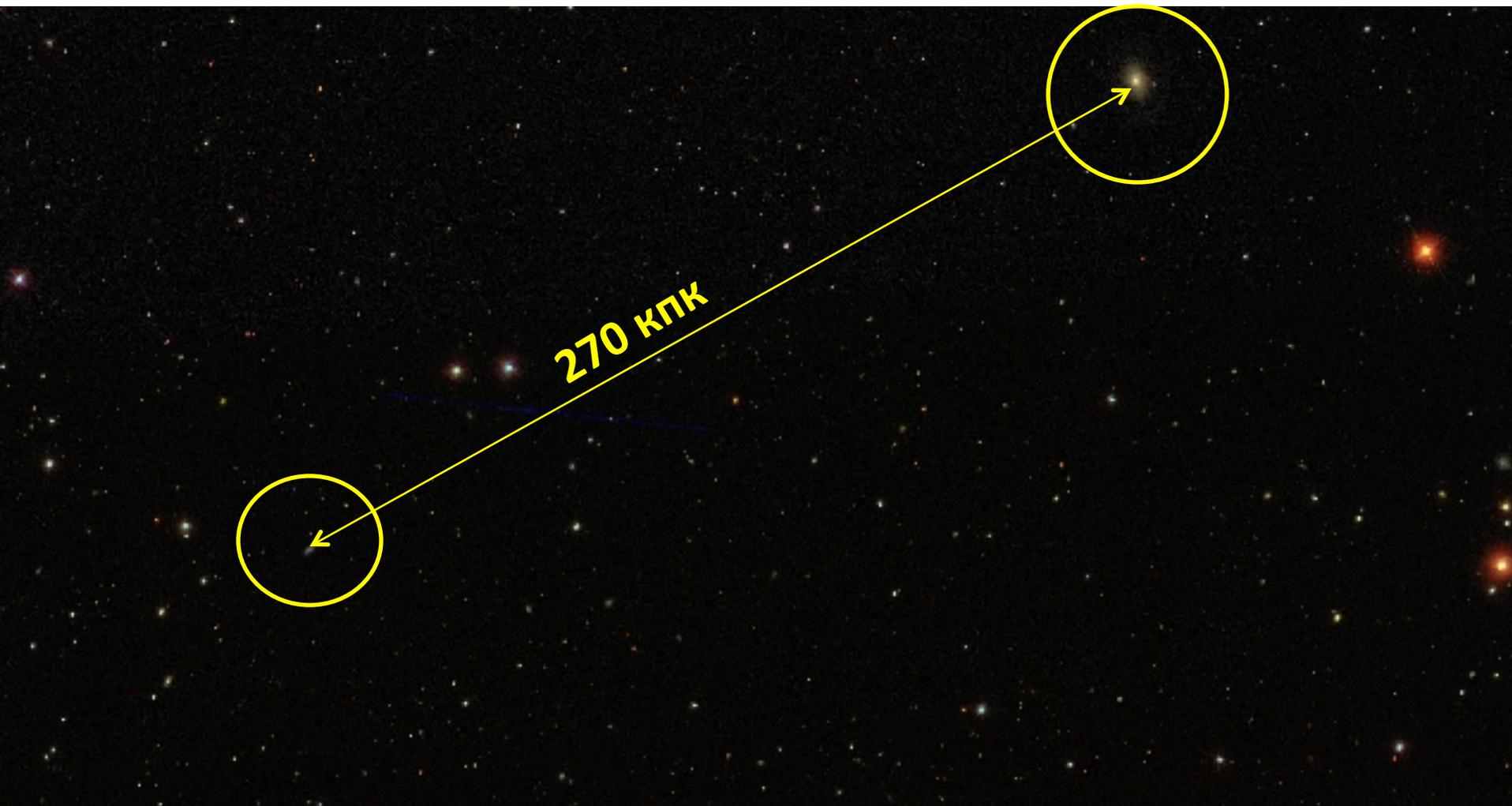


Примечание. Рисунок взят из статьи Y.-W. Tang et al. The Astrophysical Journal, 2008. 679: 1094–1127

Окружение



Окружение



Выводы

- В исследуемой линзовидной галактике NGC 4513 обнаружен ионизованный газ (с разной природой возбуждения).
- Газ, возбуждённый звездообразованием, прослеживается в виде кольца на расстоянии 80 arcsec (12 кпк) от центра галактики.
- Звездообразование в этой области длится уже около 200 млн. лет и на данный момент затухает.
- Газ во внешнем кольце находится в противовращении по отношению к звёздному диску галактики, что указывает на аккрецию газа из внешнего источника.
- В центральной области (в пределах 8 arcsec от центра) газ имеет ударное возбуждение, что указывает на возможное наличие бара.
- Металличность звёздного населения галактики ниже солнечного значения .
- Металличность газа во внешнем кольце (там, где идёт звездообразование) имеет околосолнечное значение и составляет $12 + \log(O/H) = 8,73$.
- Т.о. вокруг линзовидной галактики пониженной металличности наблюдается **аккреционное** кольцо относительно высокометалличного газа.
- Источник аккреции газа повышенной металличности не наблюдается.

Спасибо за внимание!