

Протяжённые облака ионизованного газа вокруг сейфертовской галактики Mrk78

Козлова Д. В.^{1,2}, Моисеев А.В.¹, Смирнова А.А.¹

1 – Специальная Астрофизическая Обсерватория
Российской Академии Наук

2 – Уральский Федеральный Университет



Каково происхождение активного ядра галактики (АЯГ)?

В центре большинства галактик – чёрная дыра



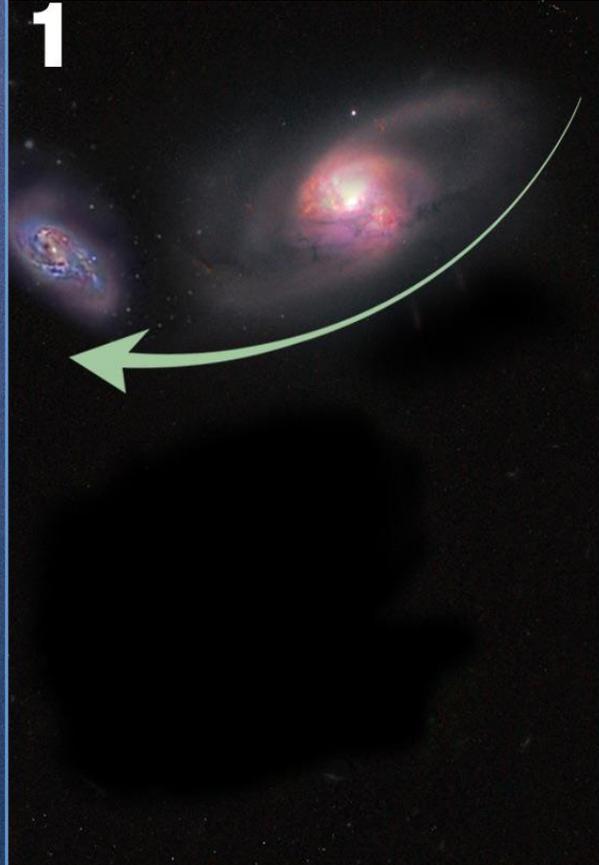
Аккреция газа на околоядерную область (например, при взаимодействии галактик)



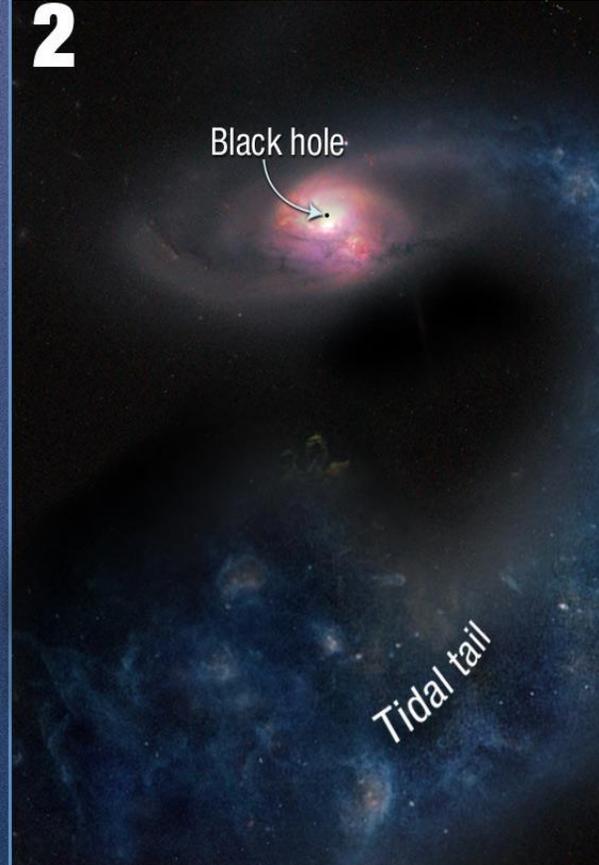
Временная активность ядра

Как часто возникает активность и как долго она сохраняется?

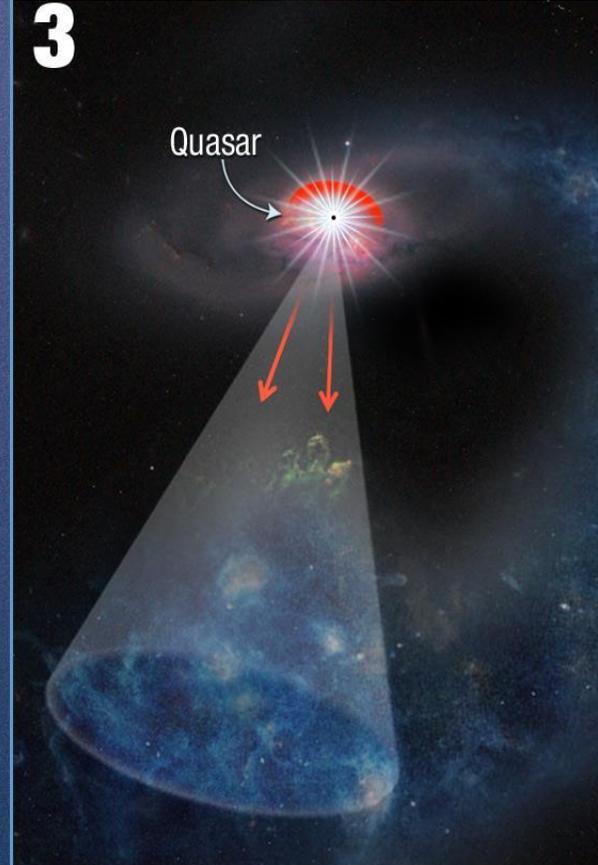
Объект Ханни Форвэпер



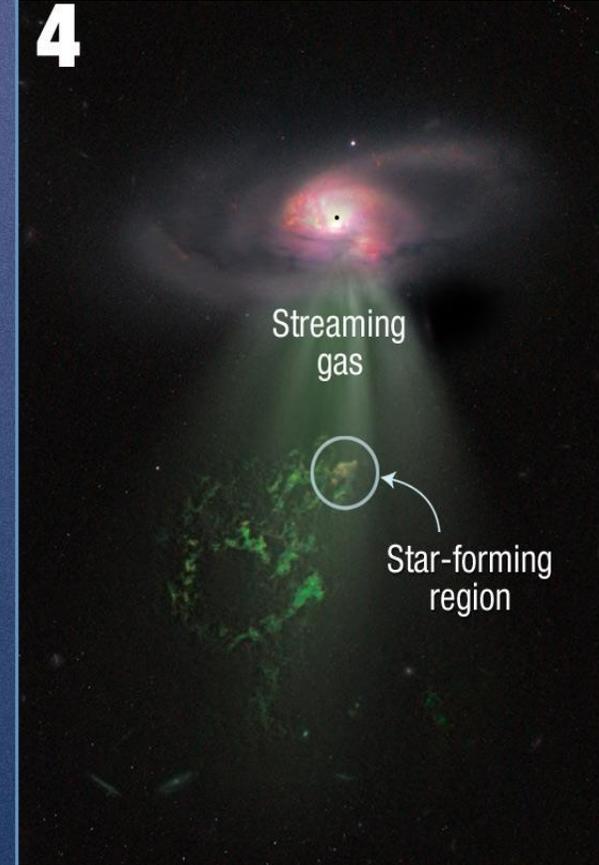
Взаимодействие с близлежащей галактикой



Возникновение приливного хвоста вне плоскости диска галактики



Часть структуры попадает в конус ионизации



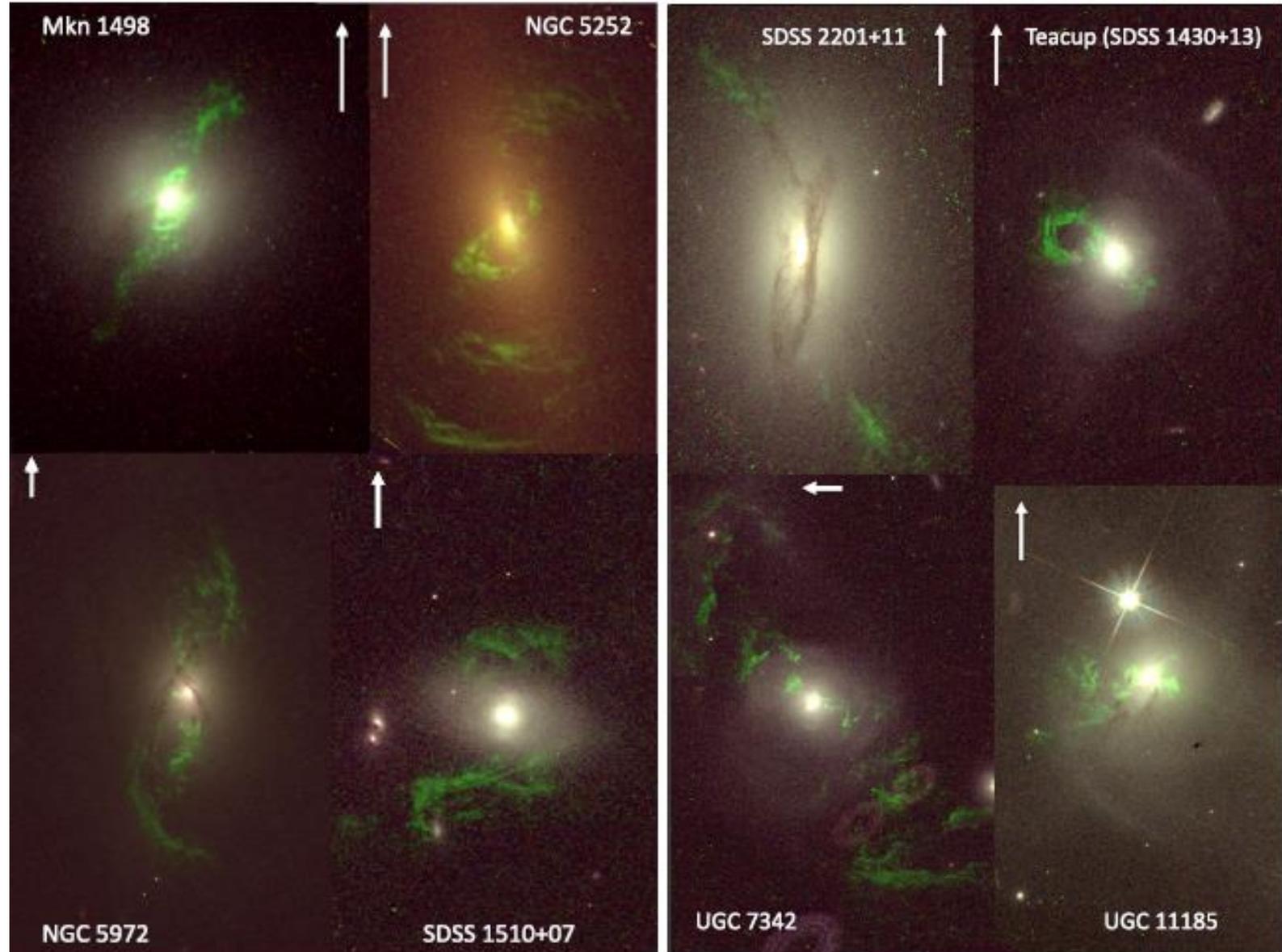
Наблюдается протяжённая эмиссионная область

Поиск удалённого ионизованного газа вокруг галактик с АЯГ

Keel et al, 2012 – Galaxy Zoo, 24 кандидата, длинная щель, подтверждение ионизации облаков АЯГ

Keel et al, 2015 – 8 кандидатов с недостаточной светимостью, карты лучевых скоростей и дисперсии, выброс из АЯГ не влияет на ионизацию облаков, причина – удачное попадание в конусы ионизации

Сейчас – выборка кандидатов с достаточной светимостью

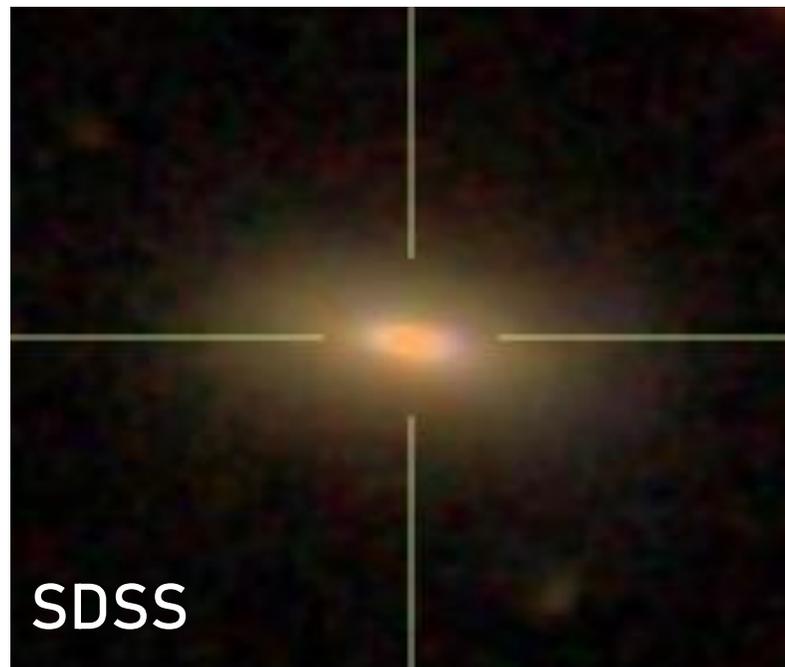
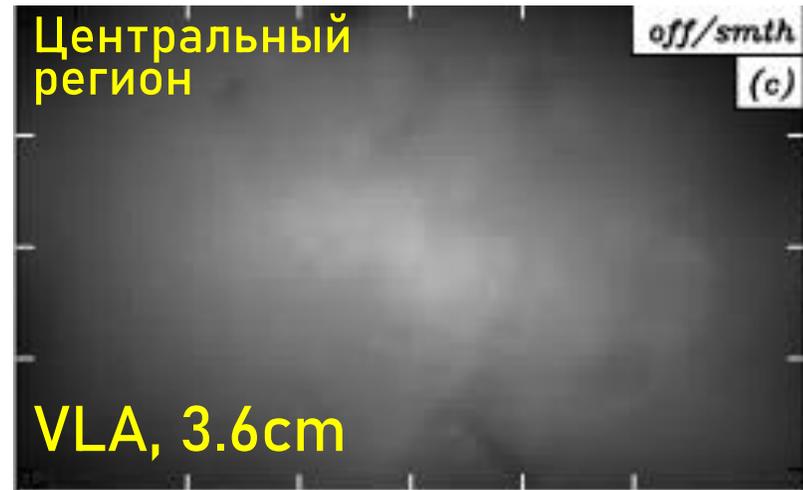
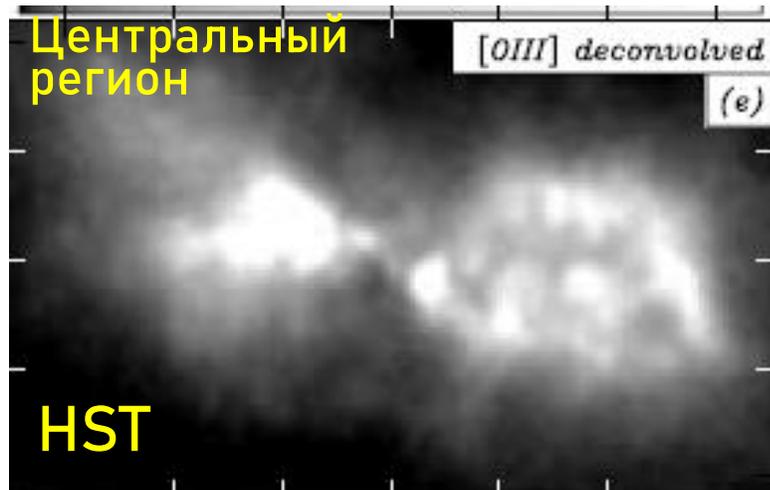


Mrk78

- Тип: Seyfert 2
- Центр: $\alpha=7\text{h}42\text{m}41\text{s}$
 $\delta=+65^\circ10'38''$
- Расстояние: $z=0.03715$
- Масштаб:
0.803 кпк/".

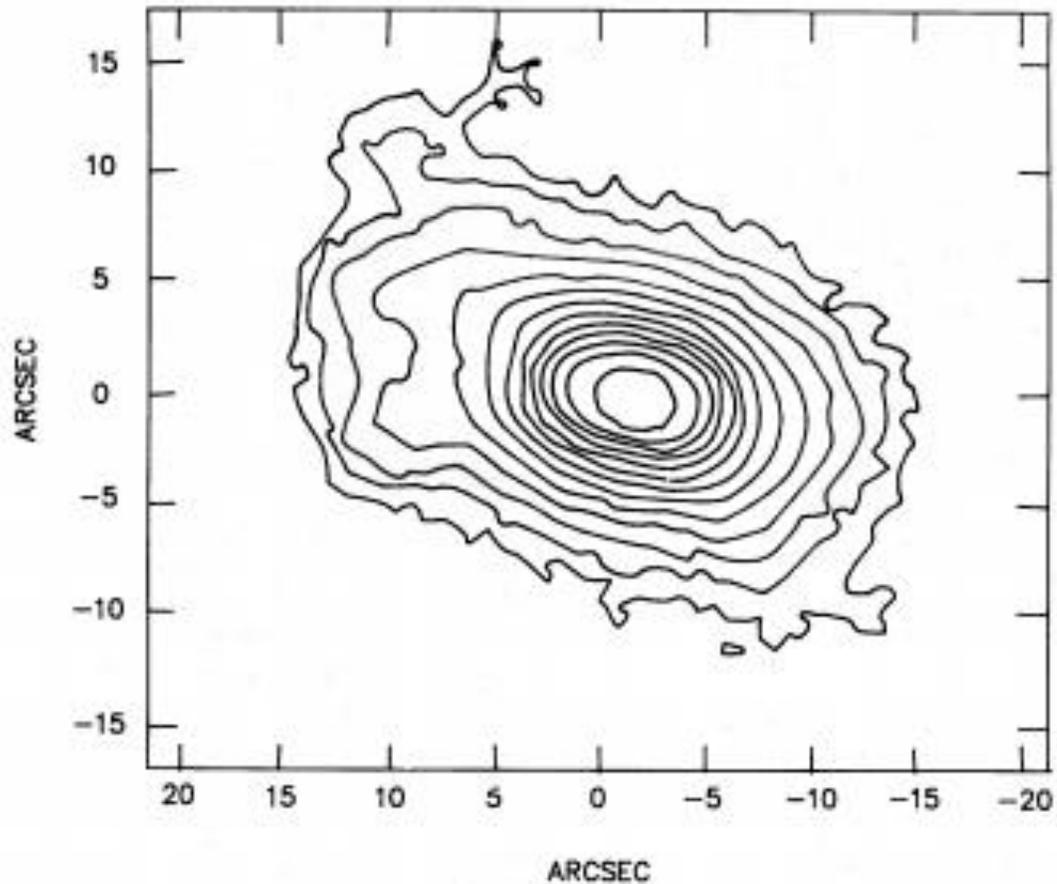
Спектральные наблюдения: слабая эмиссия на удалении в 13 кпк от ядра (Afanasiev & Sil'chenko, 1991)

Предположение о наличии эмиссионных облаков по изображениям SDSS (Keel et al., 2012)

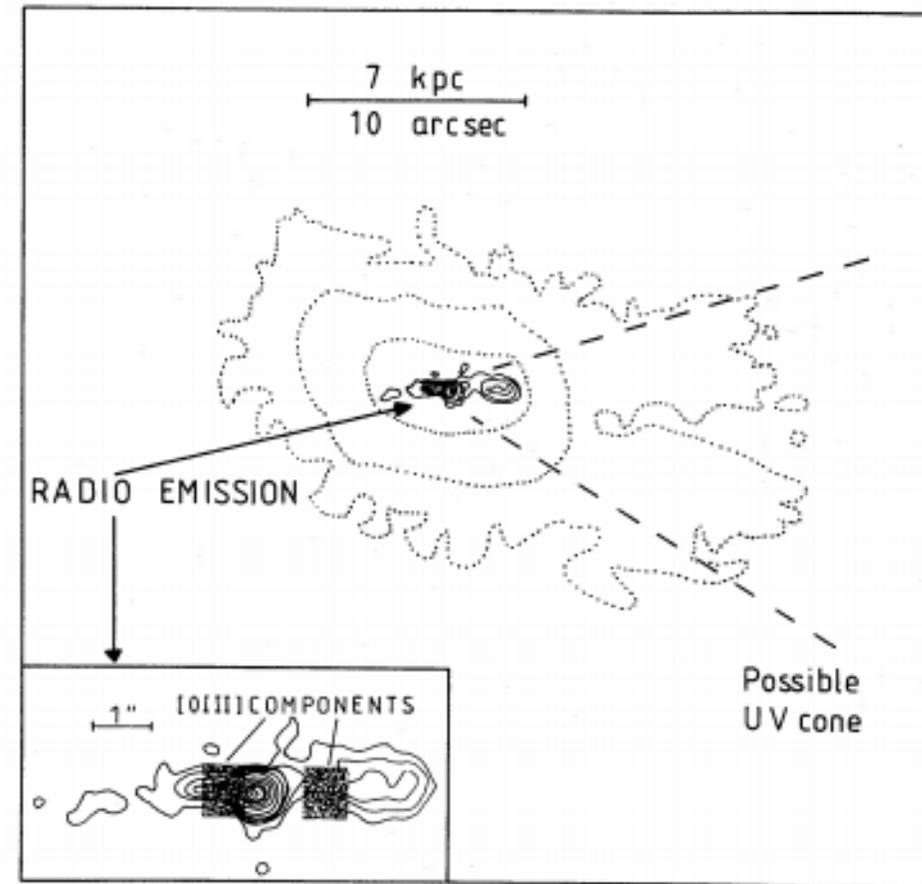


... И даже раньше

M. M. De Robertis, 1987



A. Pedlar et al., 1989



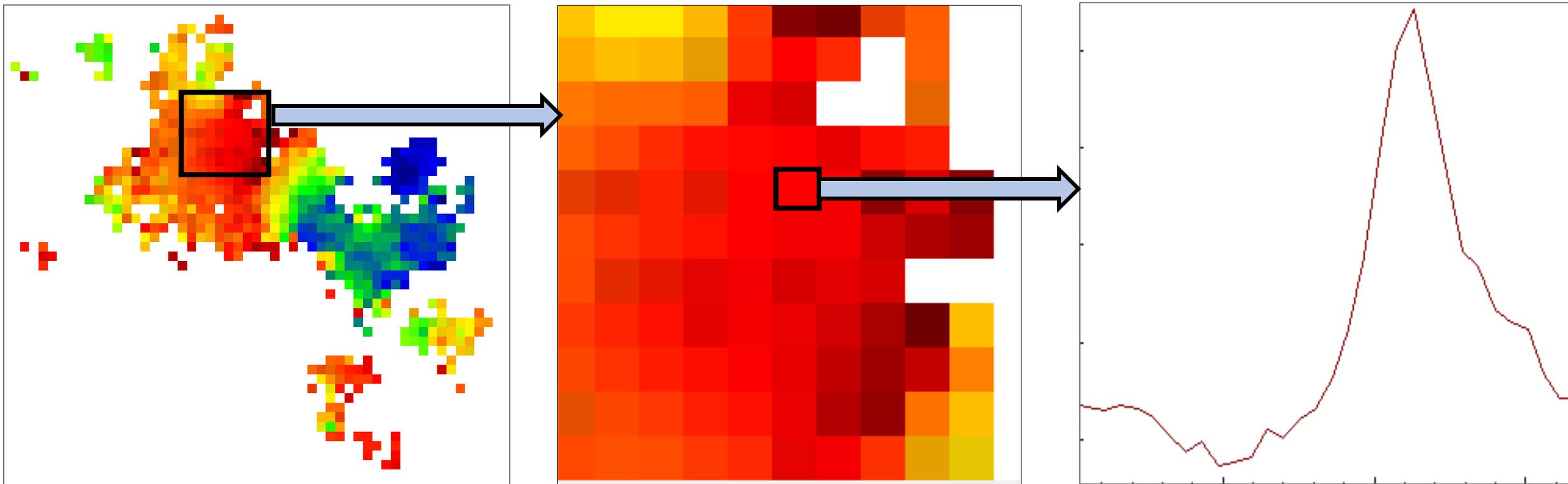
Наблюдения на 6-м телескопе САО РАН

- 3 D спектроскопия со сканирующим интерферометром Фабри-Перо (ИФП) на SCORPIO-1 (Afanasiev & Moiseev, 2011)
- длиннощелевая спектроскопия на SCORPIO-2
- 3 D спектроскопия с мультизрачковым спектрографом MPFS (Afanasiev et al, 2001)



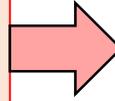
Анализ результатов 3 D спектроскопии с ИФП

Куб данных – каждый пиксел содержит индивидуальный спектр



Модель квазикругового вращения

Делим поле скоростей на эллиптические кольца шириной 1.5"



В каждом кольце наблюдаемое распределение лучевых скоростей описываем моделью квазикругового вращения

$$V_{obs}(r, PA) = V_{sys} + V_{rot}(R(r)) \frac{\cos(PA - PA_0) \sin i}{(1 + \sin^2(PA - PA_0) \tan^2 i)^{1/2}}$$

$$R(r) = r(1 + \sin^2(PA - PA_0) \tan^2 i)^{1/2}$$

i – наклонение орбиты

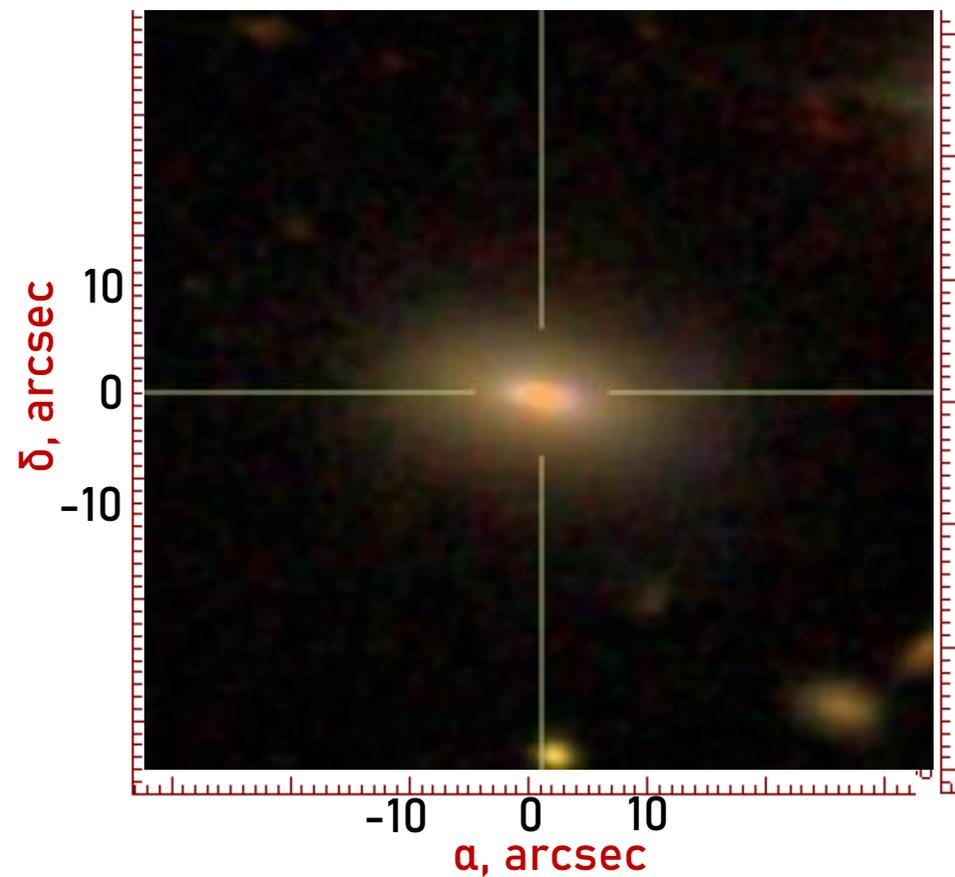
PA_0 – позиционный угол главной кинематической оси

V_{rot} – скорость вращения

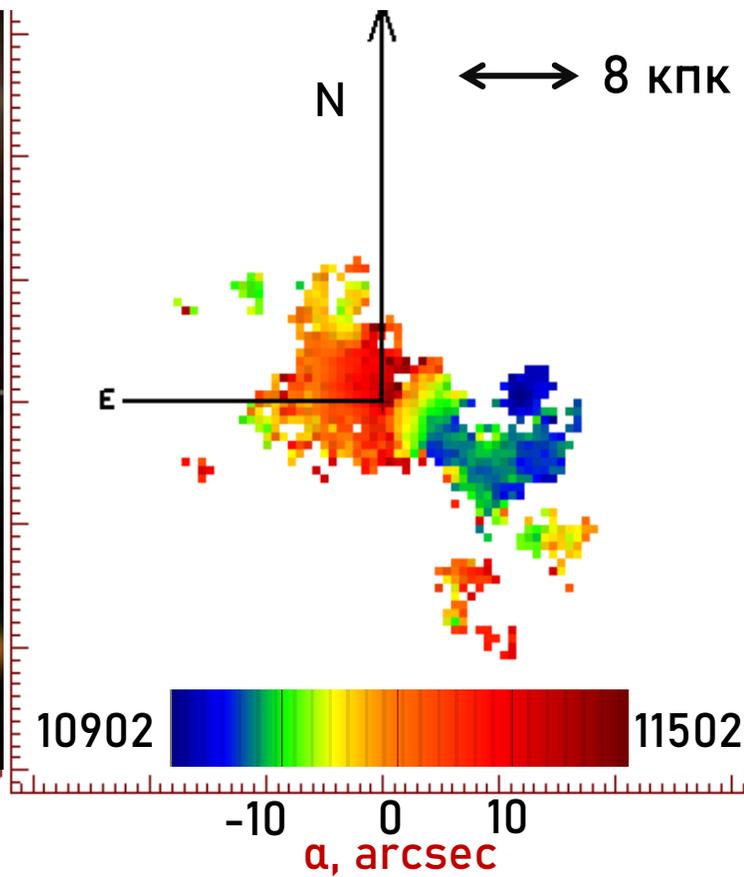
V_{sys} – скорость ядра (систематическая)

r – расстояние от ядра

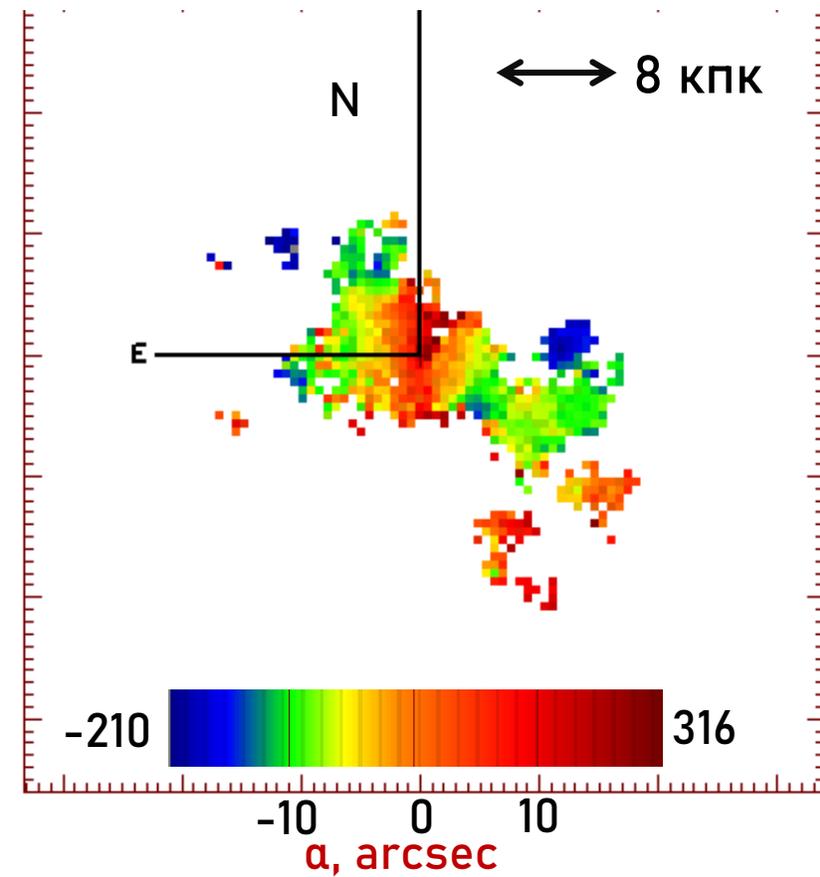
Текущие результаты. 3 D спектроскопия



Изображение SDSS



Лучевые скорости, [OIII]



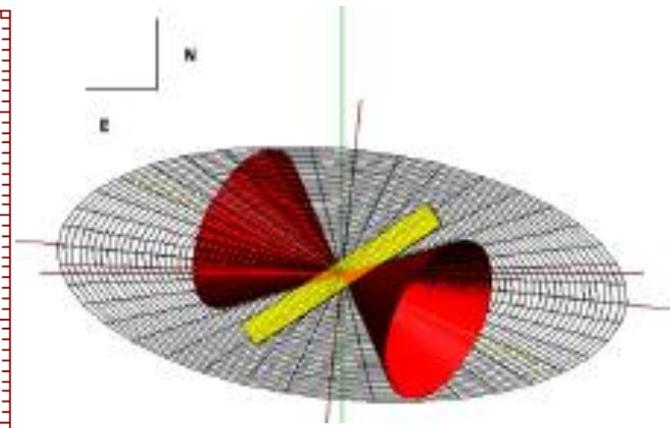
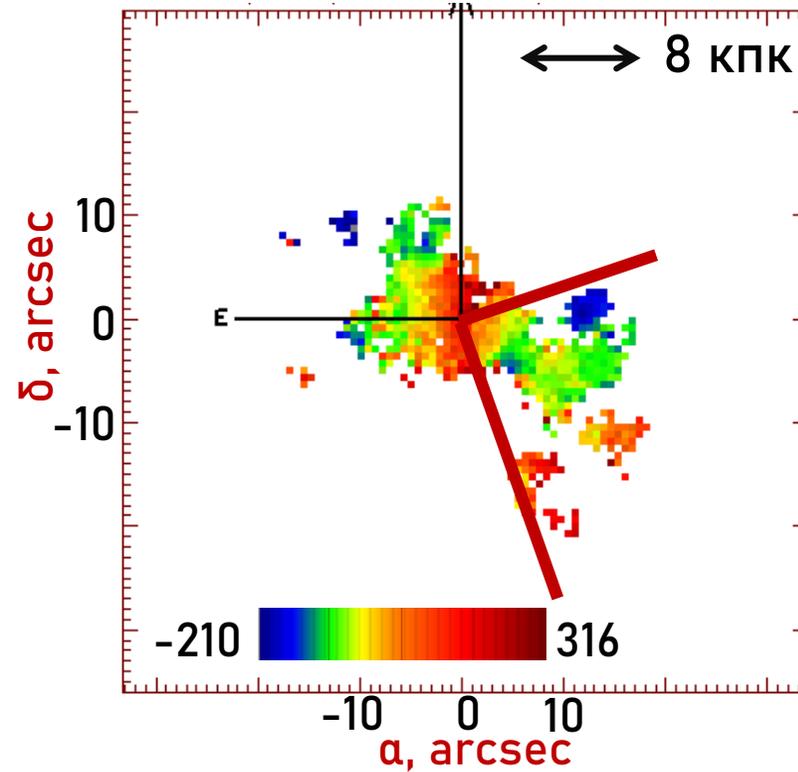
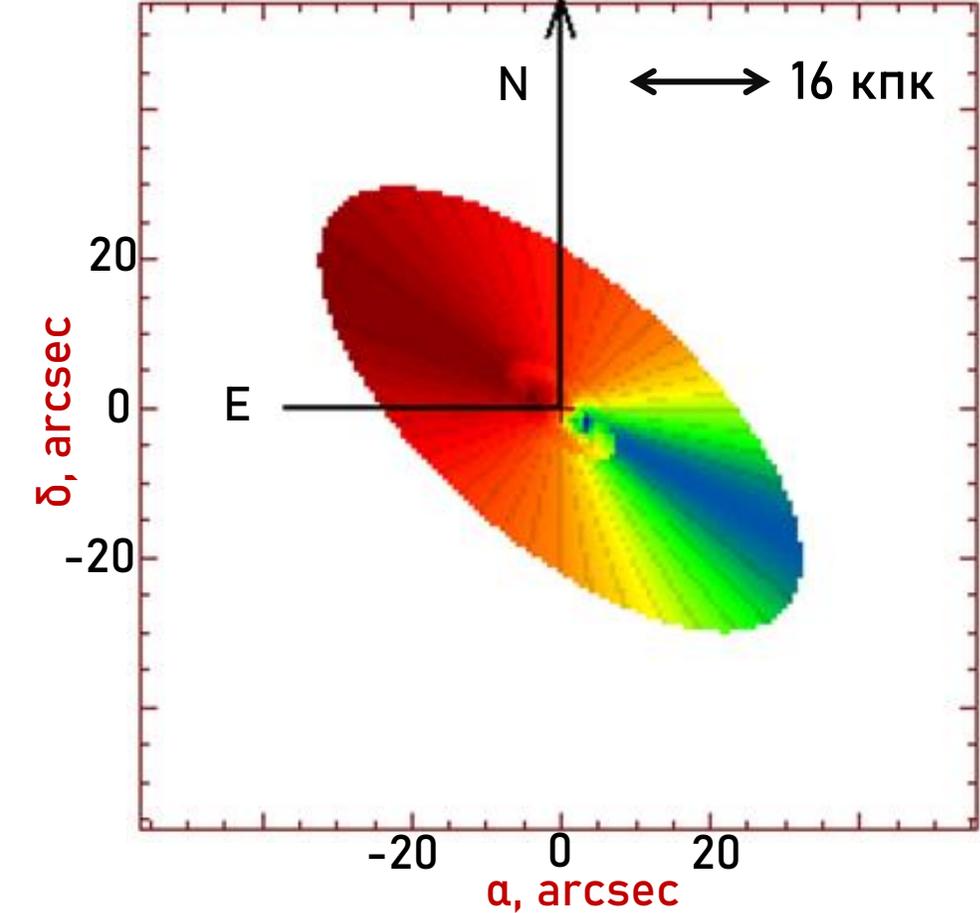
Остаточные скорости, [OIII]

$PA=84^\circ$

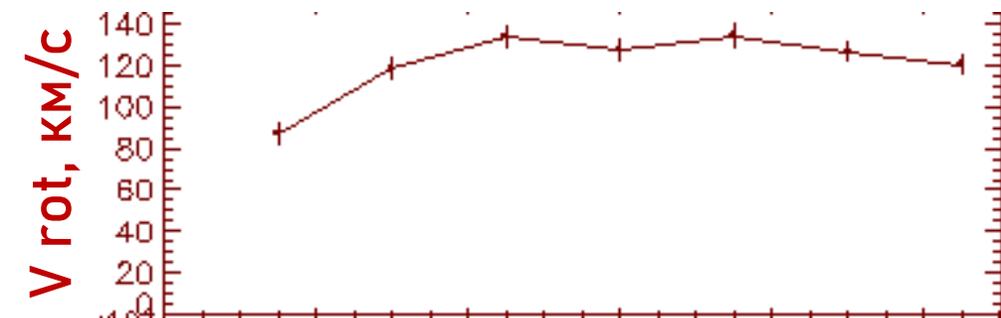
$i=64^\circ$

Масштаб: 0.7 "/pix

$V_{sys}=11159.0$ км/с

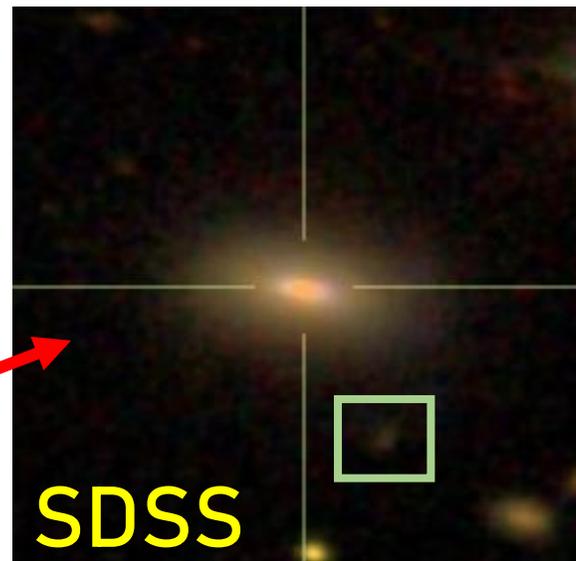
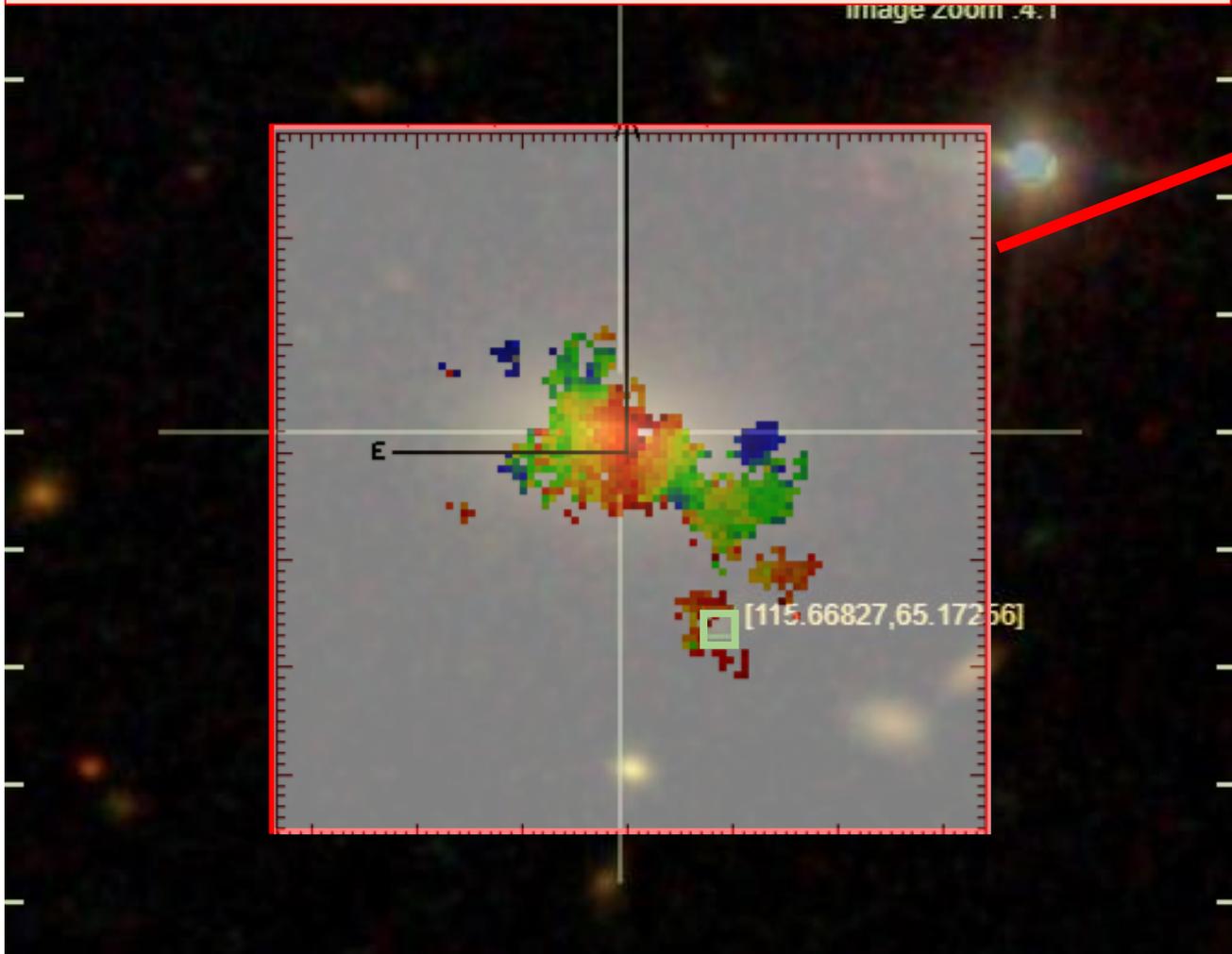
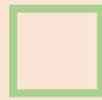


T.C.Fischer et al., 2011



Взаимодействие «джет-облака» – остаточные скорости центральных областей ~ 300 км/с
Газовые структуры вне галактического диска – остаточные скорости ~ 250-300 км/с .
Ионизация АЯГ – структуры в конусах ионизации
Удаление облаков от ядра – ~11 и ~12кпк

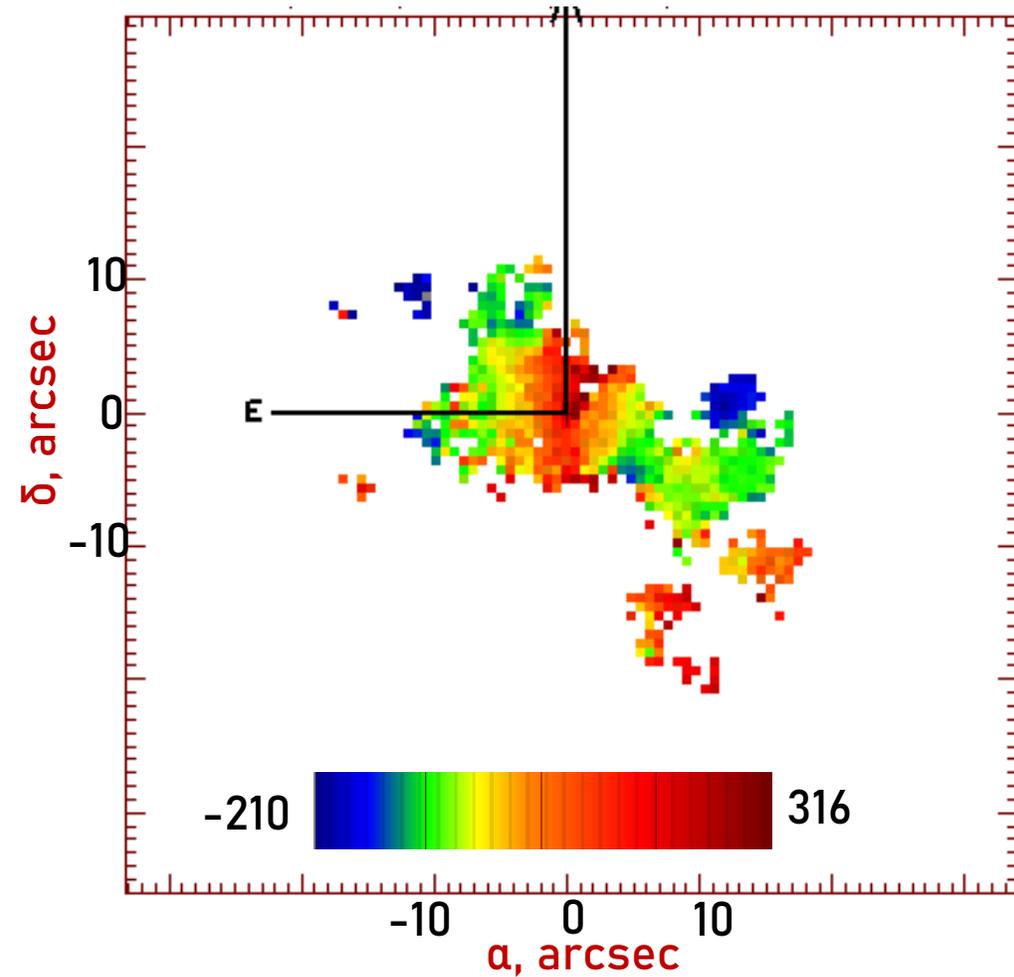
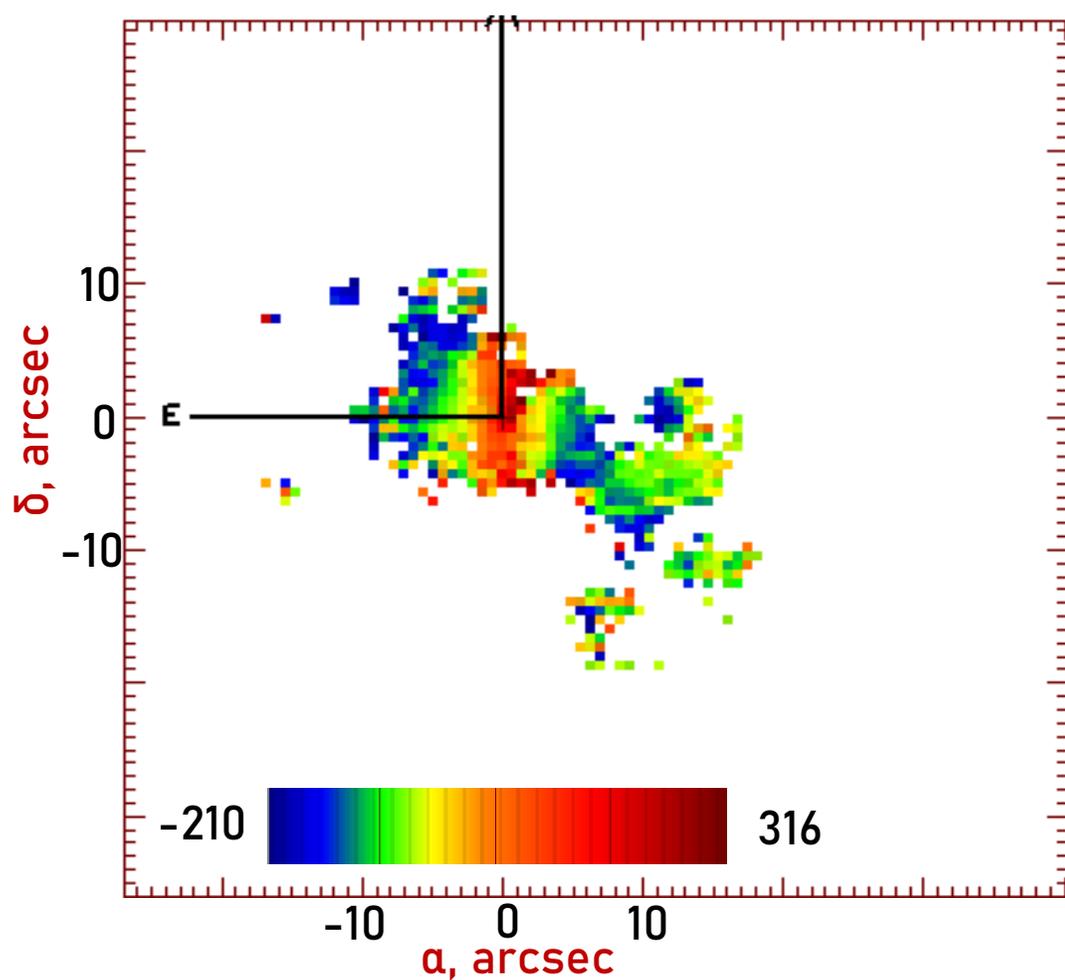
Возможный спутник помечен
зелёным квадратом



ra	115.66822
dec	65.17262
type	GALAXY
u	24.25
g	22.38
r	21.44
i	21.10
z	20.87



Выбор модели



Возможно, облака есть и над звёздным диском в параллельной плоскости с ним и вне плоскости звёздного диска вообще

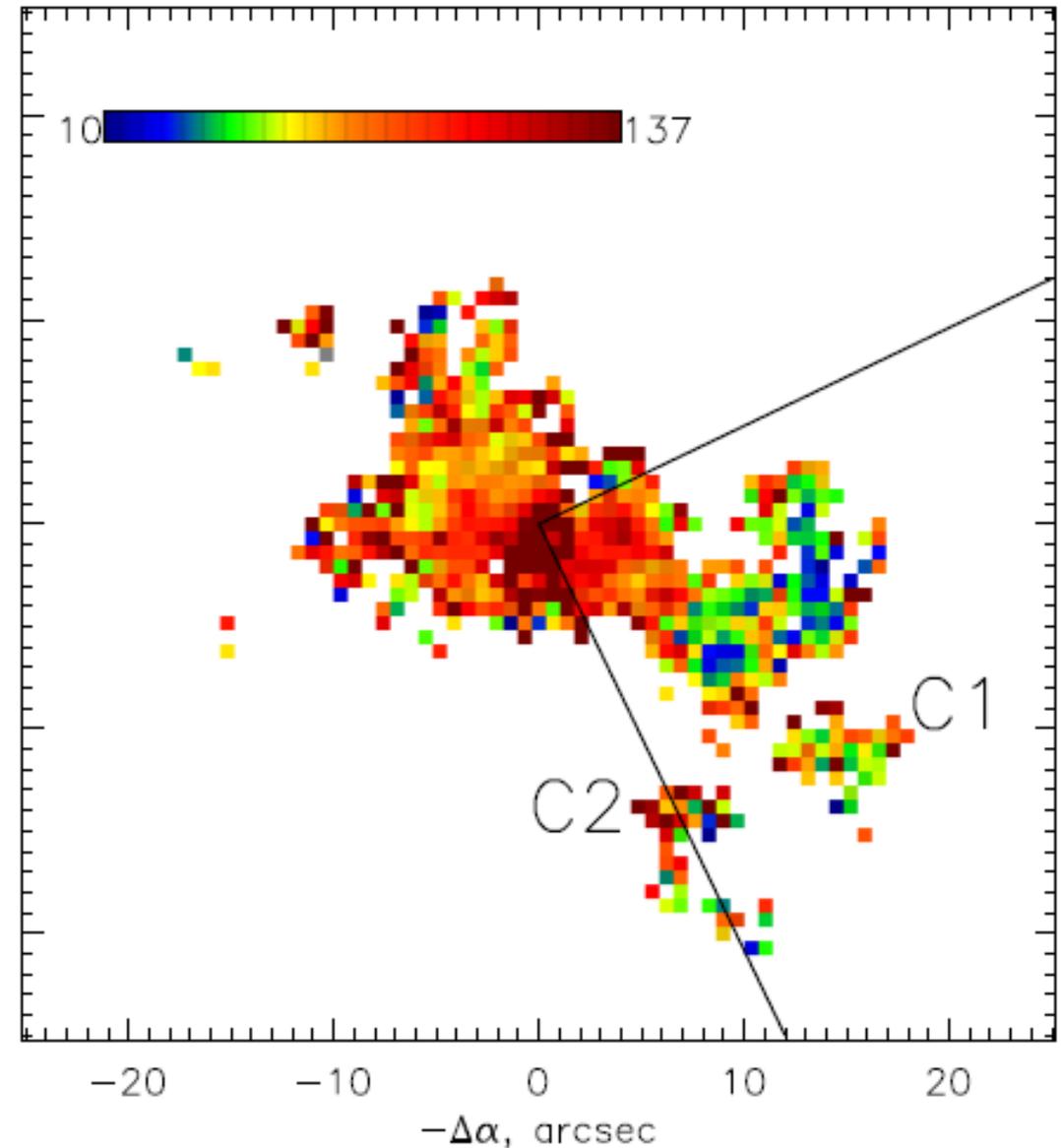
Природа облаков

Это не истечения из АЯГ!
Газ динамически холодный.

Возможные варианты:

- приливная структура (где спутник?)
- внешняя аккреция

Такая картина наблюдается почти во всех эмиссионных облаках в сейфертовских галактиках (Keel et al., 2015, ссылки в ней)

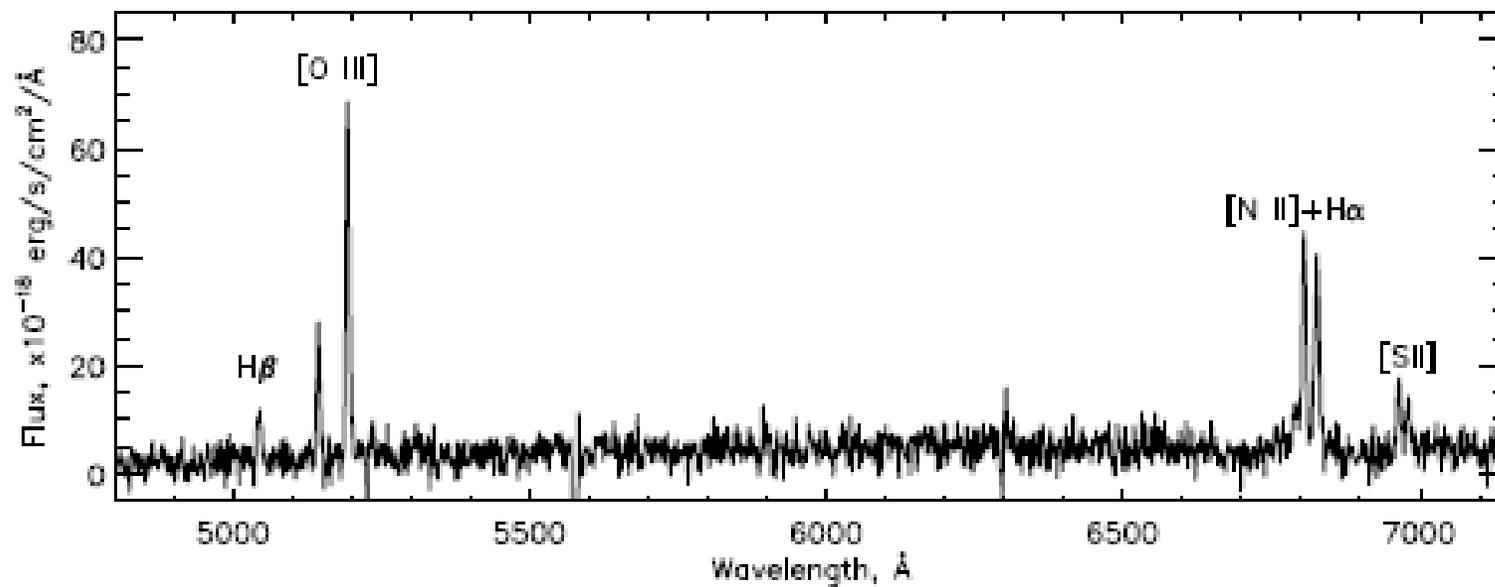
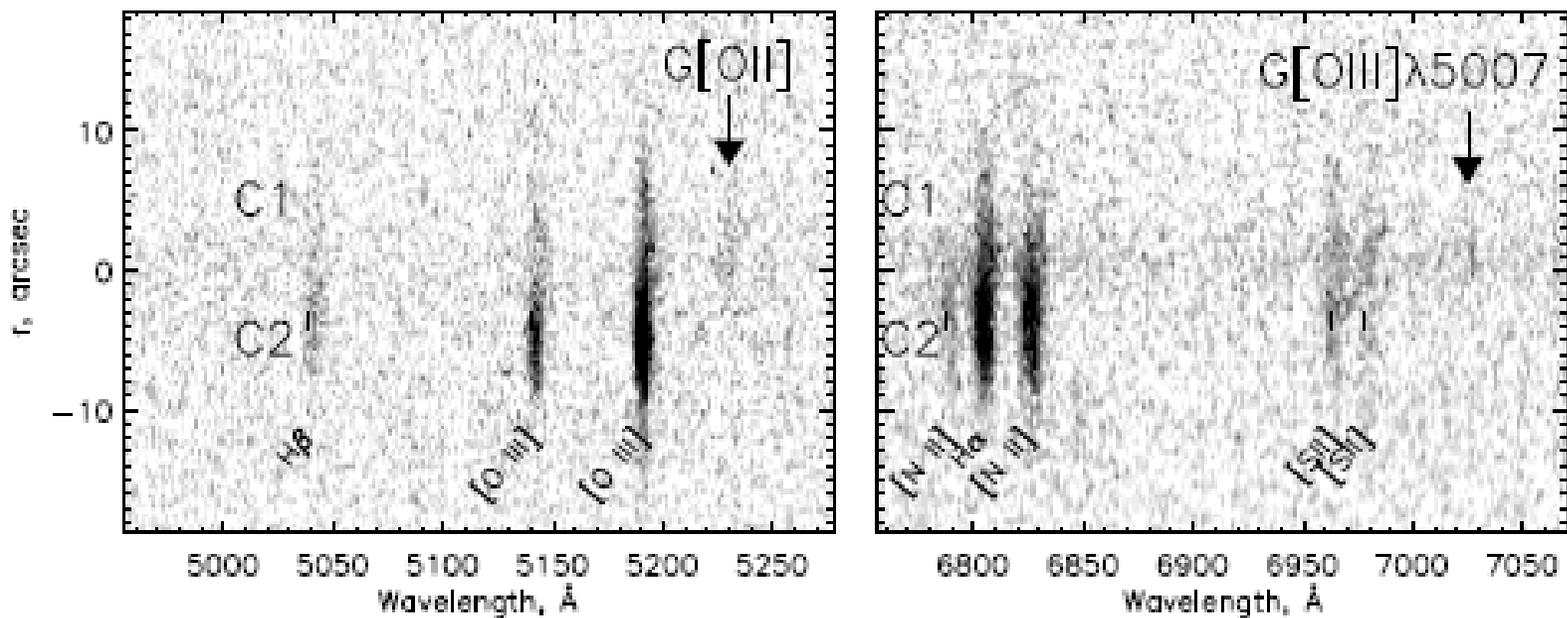


Текущие результаты. Длиннощелевая спектроскопия

Положение щели



Текущие результаты. Длиннощелевая спектроскопия



Текущие результаты. Длиннощелевая спектроскопия

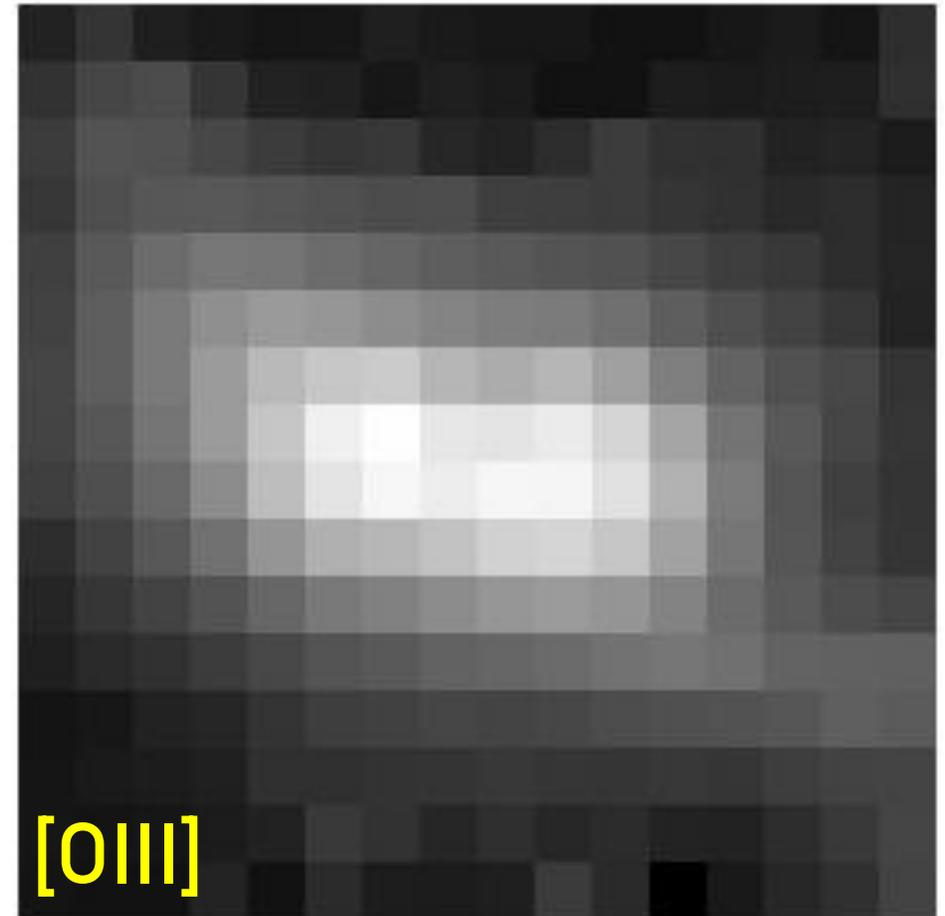
- Наблюдаемые эмиссионные линии:
H β , [O III] $\lambda\lambda$ 4959,5007, [N II] $\lambda\lambda$ 6548,6583, H α ,
[S II] $\lambda\lambda$ 6717,6731
- 4 ([S II]) < S/N < 32 ([O III])
- Наблюдаемое расстояние до Mrk 78: $z=0.037$
- Наблюдаемое расстояние до предполагаемого спутника: $z=0.308$

Это удалённая галактика фона.

3 D с мультисрачковым спектрографом MPFS

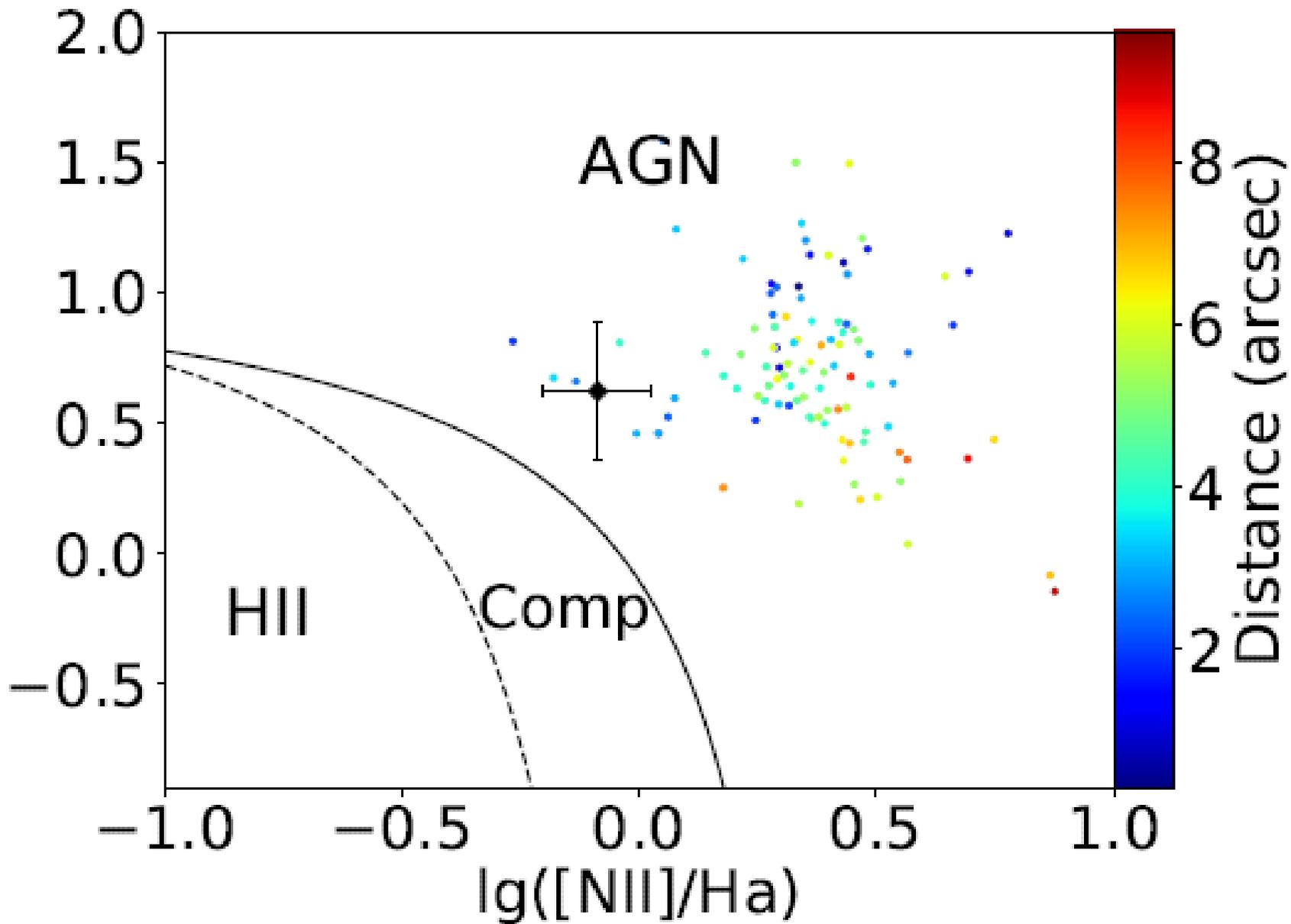
- Размер поля: 16x16 pix²
- Масштаб: 1 arcsec/pix
- Поле зрения
центрировано на ядро

Теперь мы можем сравнить
состояние ионизации
околядерного газа и
ионизационного состояния
лежащих вне плоскости
диска облаков



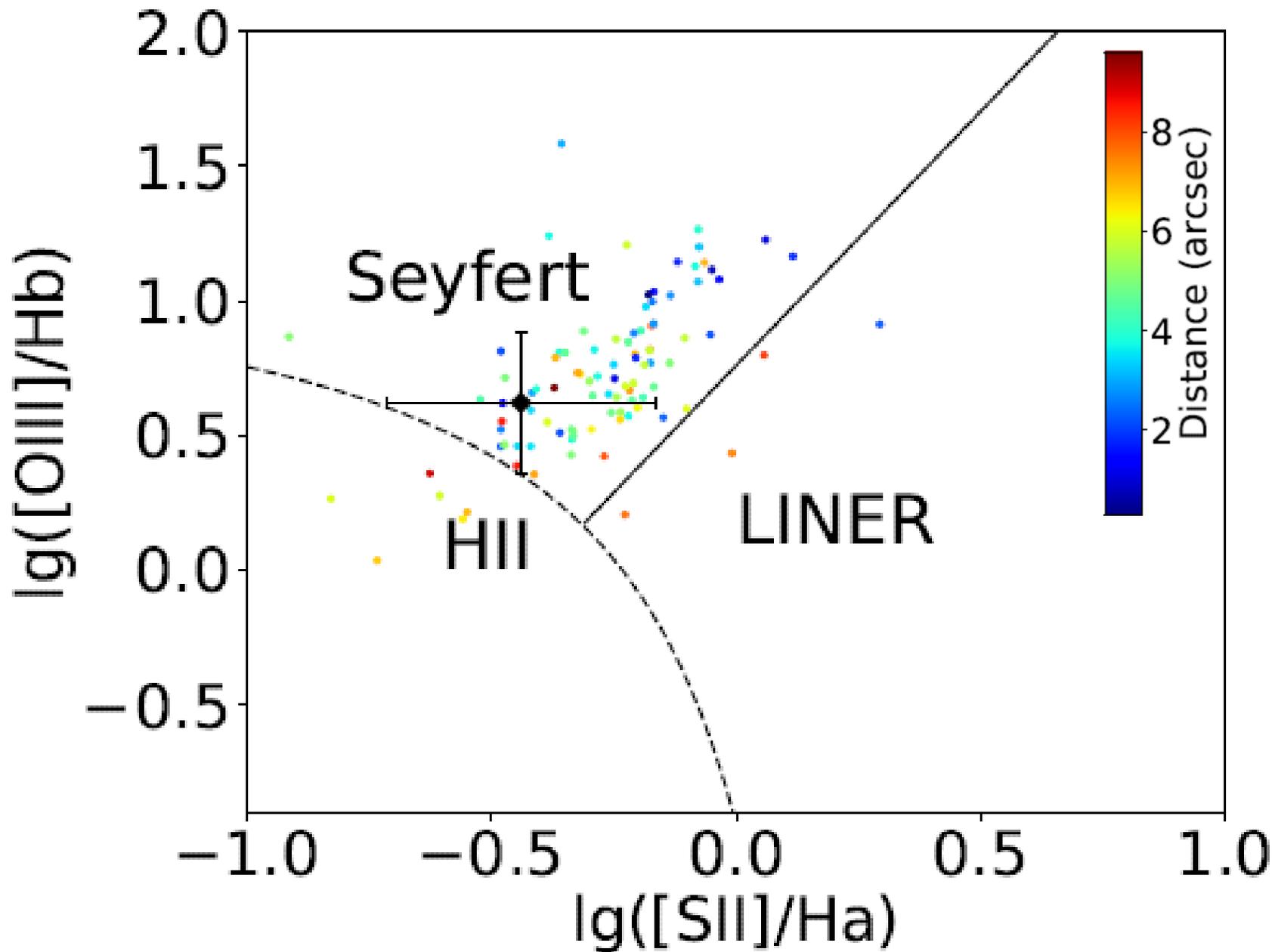
1.27e-017

1.94e-014



Оптические
диагностические
диаграммы:
Baldwin, Phillips
& Terlevich, 1981

Линии раздела:
Kewley et al., 2006



Оптические
диагностические
диаграммы:
Baldwin, Phillips
& Terlevich, 1981

Линии раздела:
Kewley et al., 2006

Выводы

1. Обнаружены эмиссионные облака, ионизованные АЯГ посредством попадания в конусы ионизации, лежащие на расстоянии ~ 12 кпк от ядра Mrk78;
2. Вероятно, облака лежат вне диска галактики и над плоскостью звёздного диска;
3. Источник внешней аккреции газа до сих пор неизвестен, мы не нашли никаких признаков взаимодействия с окружающей средой.

Спасибо за внимание!