

# From Nuclear to Circumgalactic: Zooming in on AGN-Driven outflows at $z \sim 2.2$ with SINFONI

arXiv:2004.02891

REBECCA L. DAVIES,<sup>1</sup> N.M. FÖRSTER SCHREIBER,<sup>1</sup> D. LUTZ,<sup>1</sup> R. GENZEL,<sup>1</sup> S. BELLI,<sup>1,2</sup> T.T. SHIMIZU,<sup>1</sup> A. CONTURSI,<sup>1,3</sup> R.I. DAVIES,<sup>1</sup> R. HERRERA-CAMUS,<sup>1,4</sup> M.M. LEE,<sup>1</sup> T. NAAB,<sup>5</sup> S.H. PRICE,<sup>1</sup> A. RENZINI,<sup>6</sup> A. SCHRUBA,<sup>1</sup> A. STERNBERG,<sup>7</sup> L.J. TACCONI,<sup>1</sup> H. ÜBLER,<sup>1</sup> E. WISNIOSKI,<sup>8,9</sup> AND S. WUYTS<sup>10</sup>

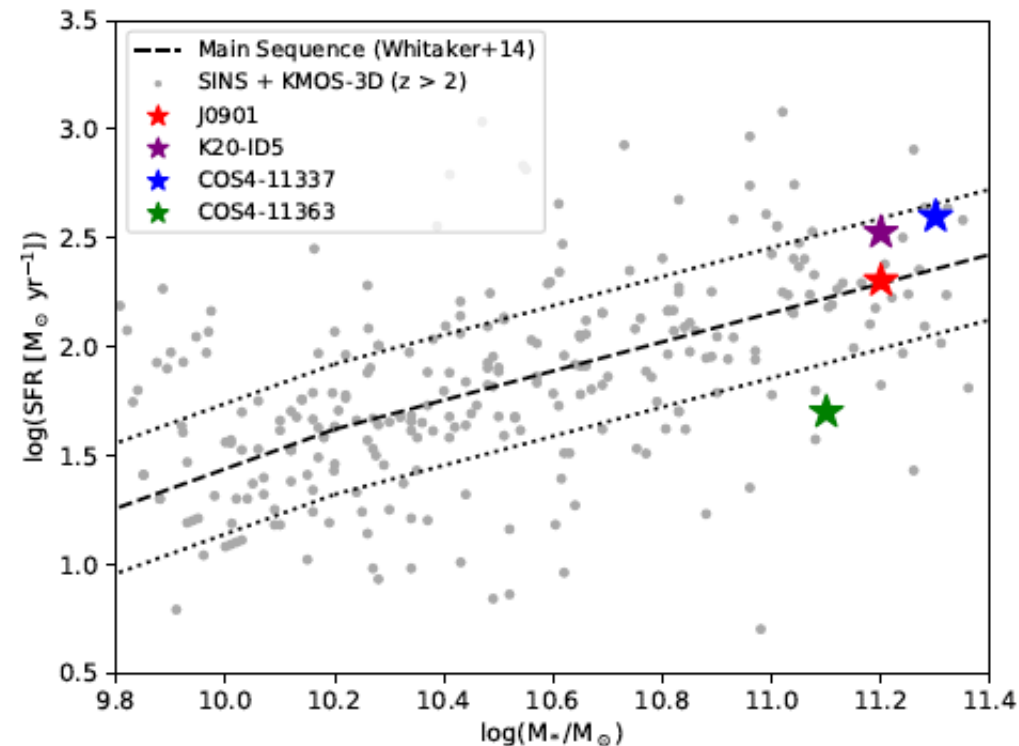
Table 1. Physical properties of the galaxies in our sample, derived as described in Section 2.

Galaxy	RA	DEC	Redshift	$\log(M_*/M_\odot)$	$v_{\text{escape}}$ ( $\text{km s}^{-1}$ )	$\text{SFR}_{\text{best}}$ ( $M_\odot \text{ yr}^{-1}$ )	SFR Type	$A_V$	$\log\left(\frac{L_{\text{AGN}}}{\text{erg s}^{-1}}\right)$
K20-ID5	03:32:31.4	-27:46:23.2	2.224	11.2	720	335	UV + IR	1.3	45.6
COS4-11337	10:00:28.70	+02:17:44.8	2.096	11.3	450	395	UV + IR	0.8	46.2
COS4-11363	10:00:28.71	+02:17:45.4	2.097	11.1	...	50	UV + IR	0.9	...
J0901	09:01:22.4	+18:14:32.3	2.259	11.2	780	200	IR	1.2	46.3

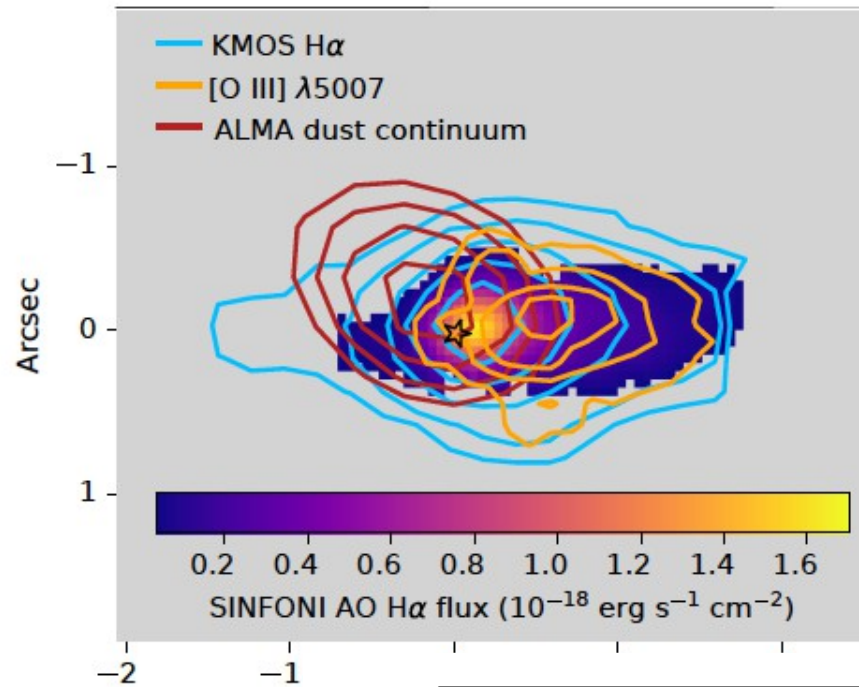
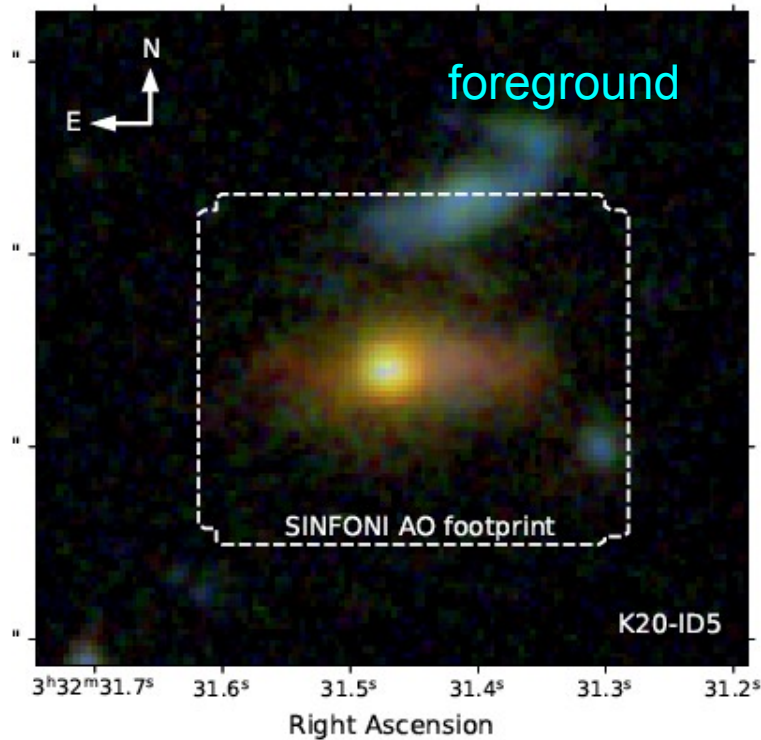
Рассматриваются три системы  
AGN на  $z \sim 2.2$   
Наблюдались ранее  
KMOS-3D + HST.  
Сейчас: SINFONI+AO (, 0.2", Tint=5-20 h!)

Очень массивные системы!

Анализ – только газ (H $\beta$ , H $\alpha$ +[NII])  
Жалобы, что сигнала не хватает

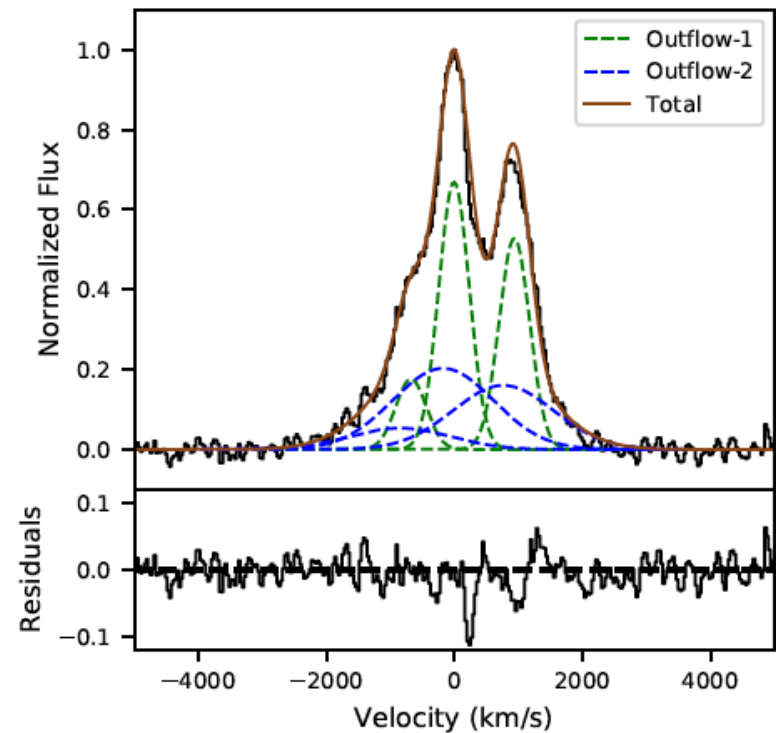


# Obj 1: K20-ID5

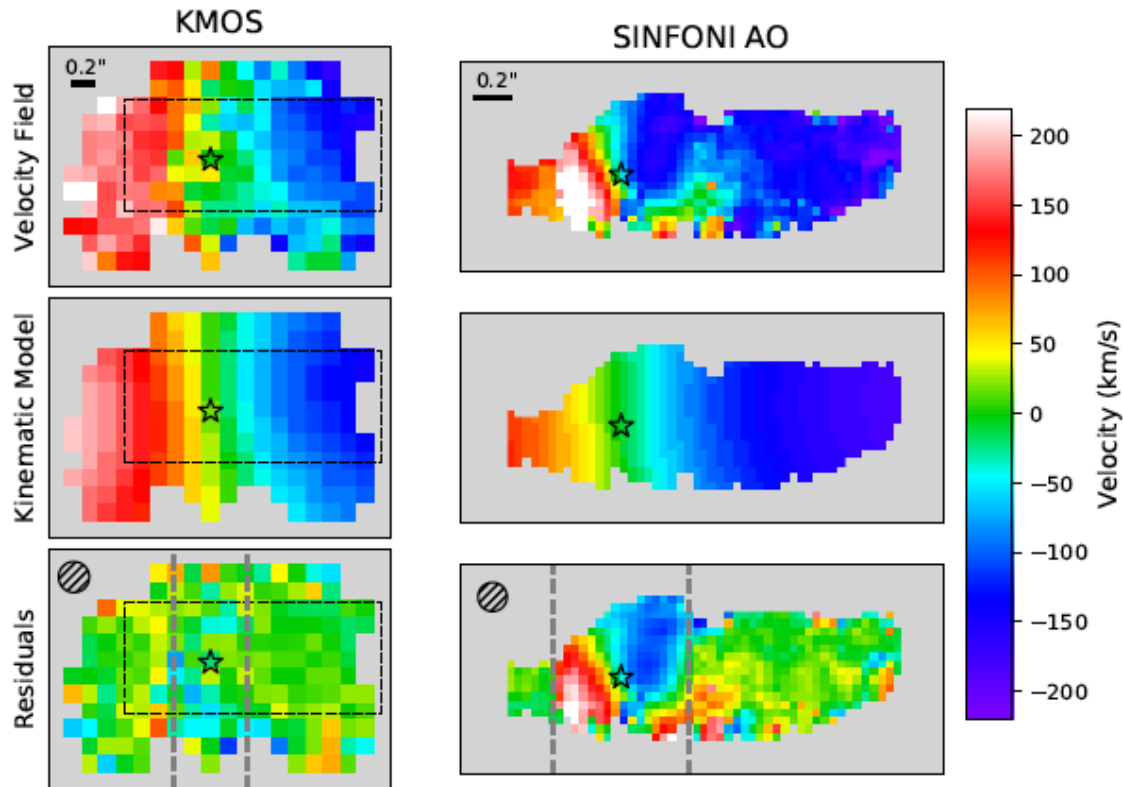


$$\dot{M}_{\text{out}} (\text{M}_{\odot} \text{yr}^{-1}) = 33 \left( \frac{1000 \text{ cm}^{-3}}{n_e} \right) \left( \frac{v_{\text{out}}}{1000 \text{ km s}^{-1}} \right) \times \left( \frac{1 \text{ kpc}}{R_{\text{out}}} \right) \left( \frac{L_{\text{H}\alpha, \text{out}}}{10^{43} \text{ erg s}^{-1}} \right) \quad (1)$$

of 30 AGN-driven outflows at  $0.6 < z < 2.6$ , and found that the average electron density of the outflowing material is  $\sim 1000 \text{ cm}^{-3}$ . Their stack includes two of the three galaxies in our sample. Several recent studies of



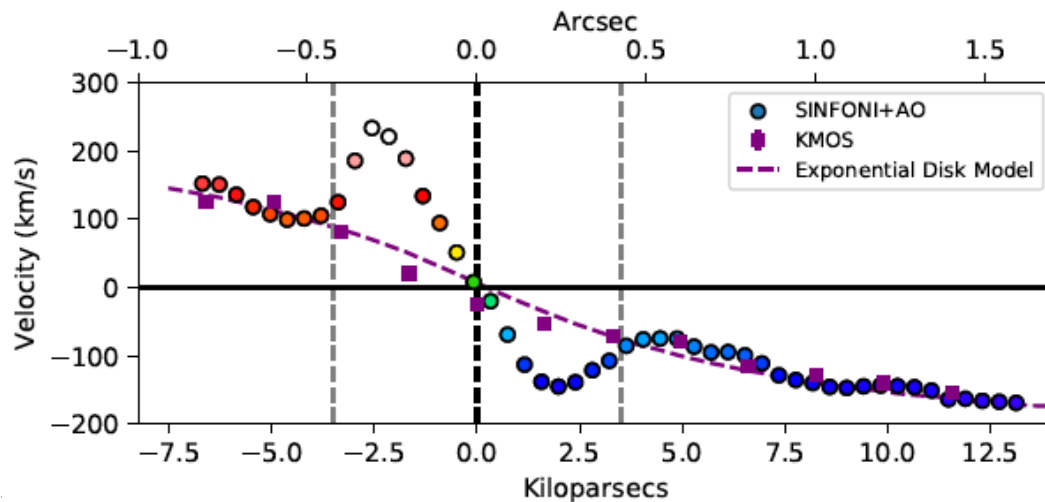
# Obj 1: K20-ID5



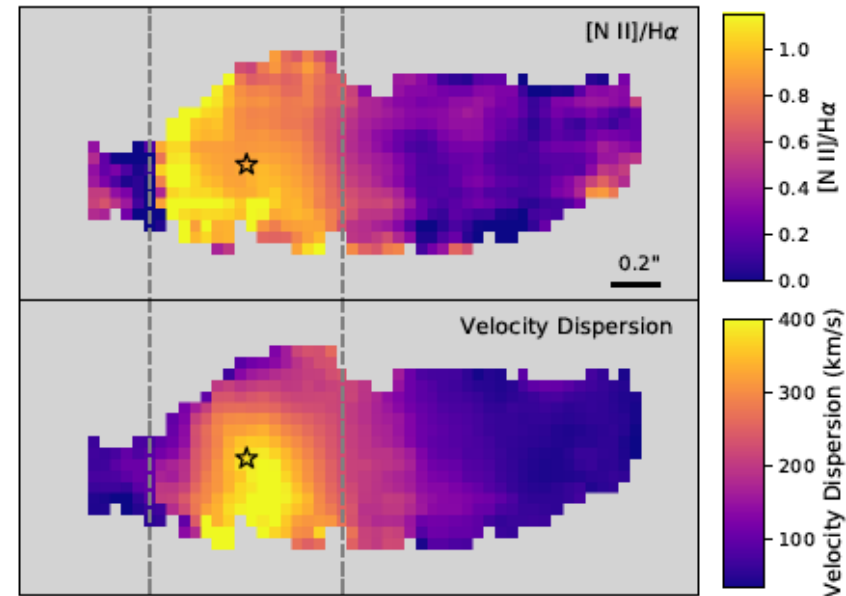
Видят истечение и в широком к-те (1500 км/с) и в узком – в остаточных скоростях до 240 км/с, но вычитали только модель ехр-диска

Утверждение о широком (квази-сферическом) истечении

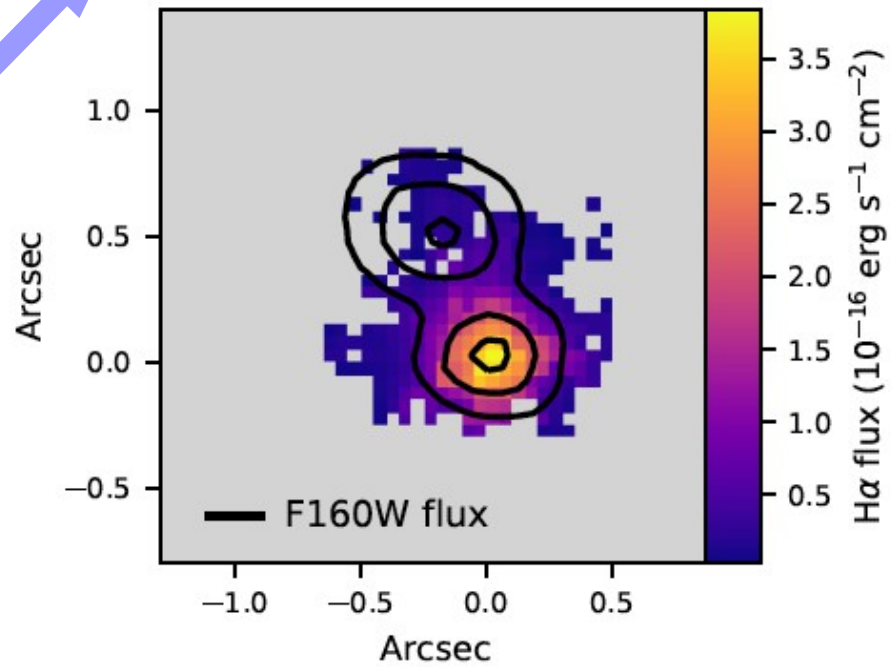
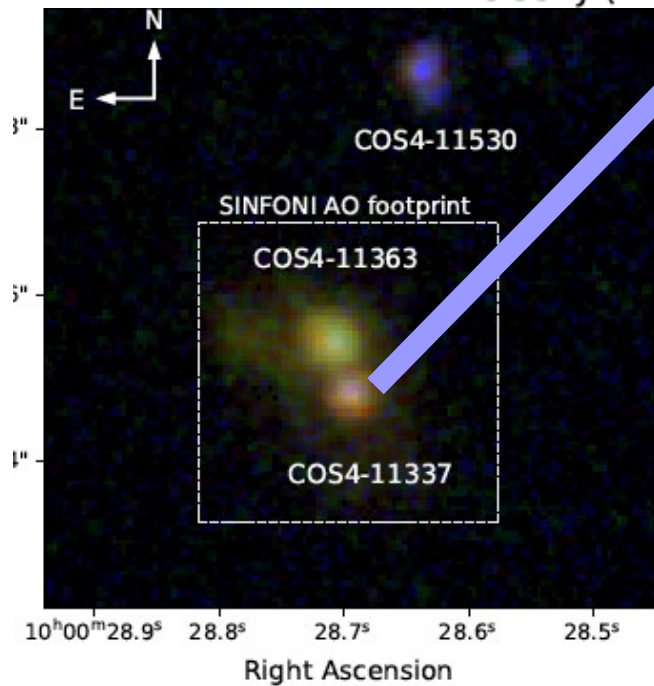
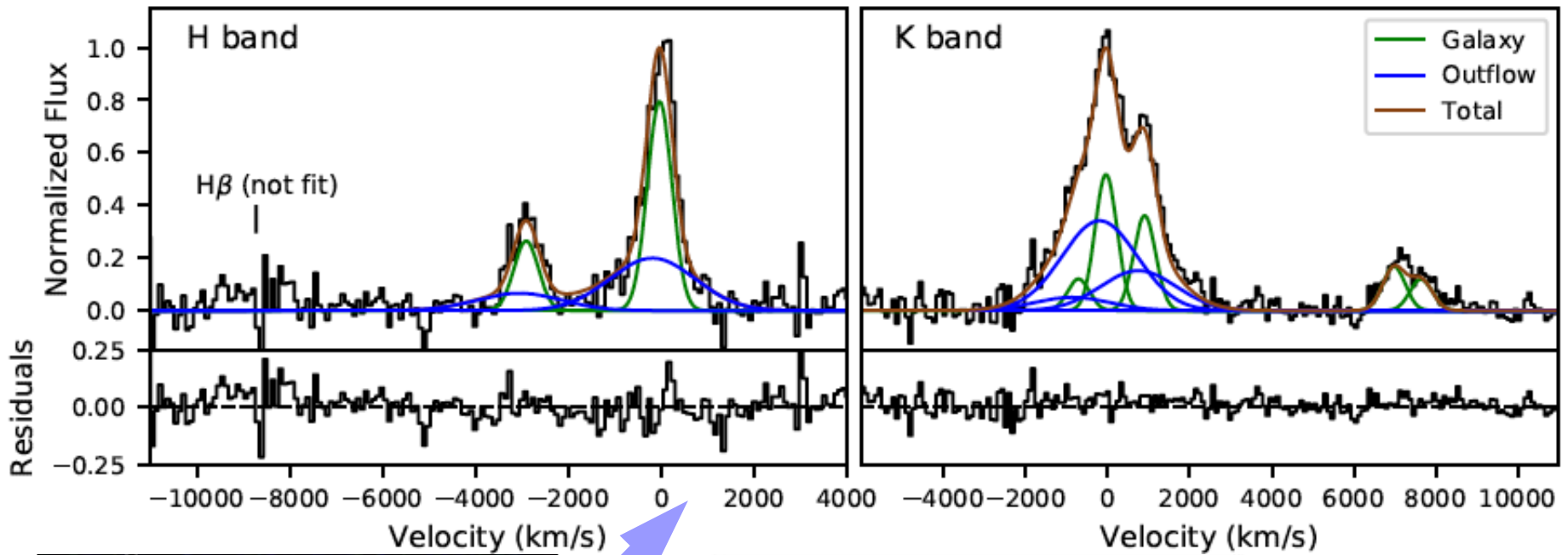
Рост в ядре  $[N II]/H\alpha$  и  $\sigma$



Семинар 10.05.2024, 15/07/2020, Moscow

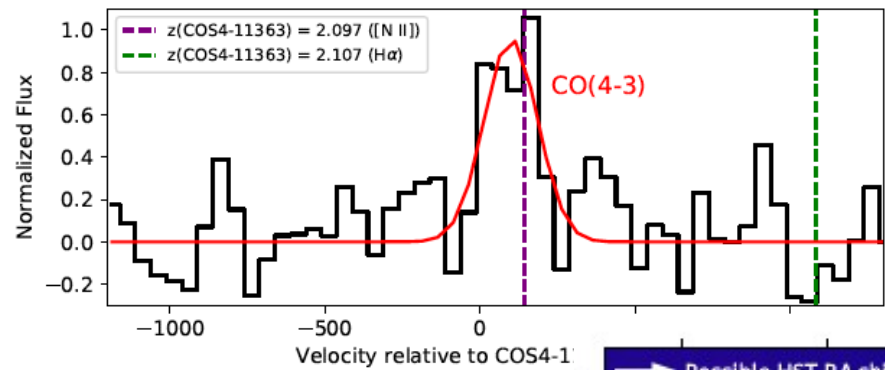
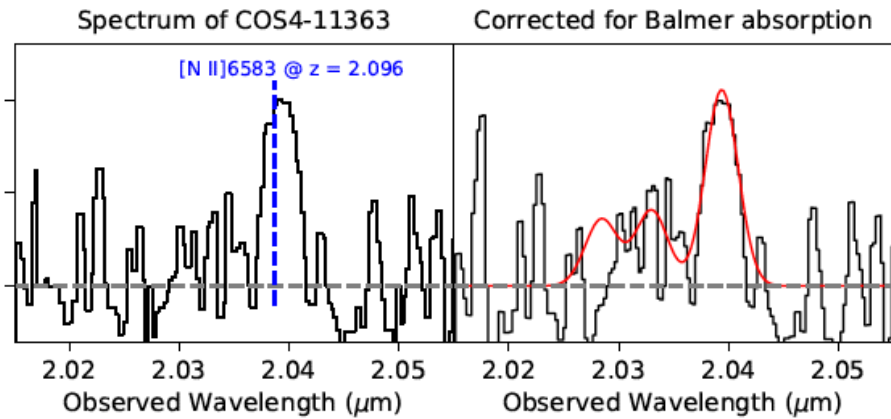


# Obj 2: COS4-11337/COS4-11363

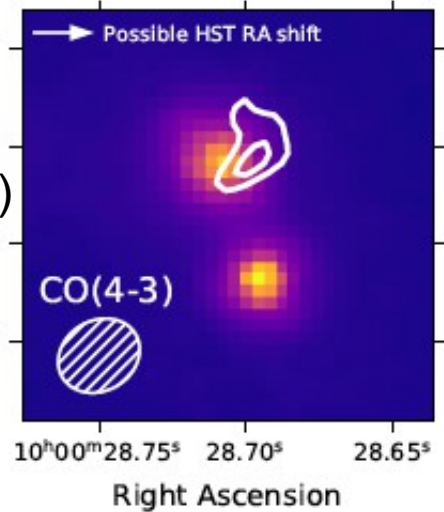
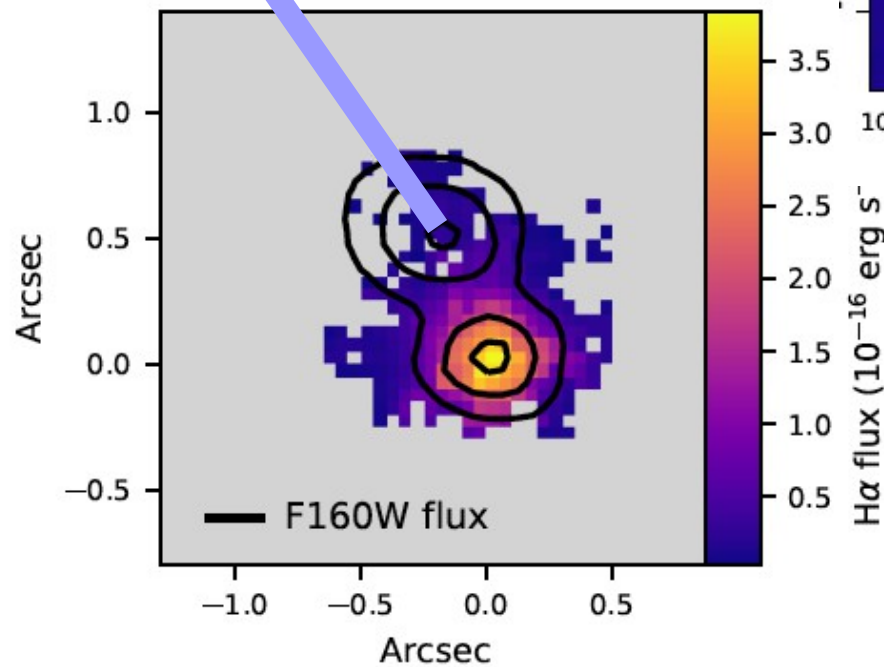
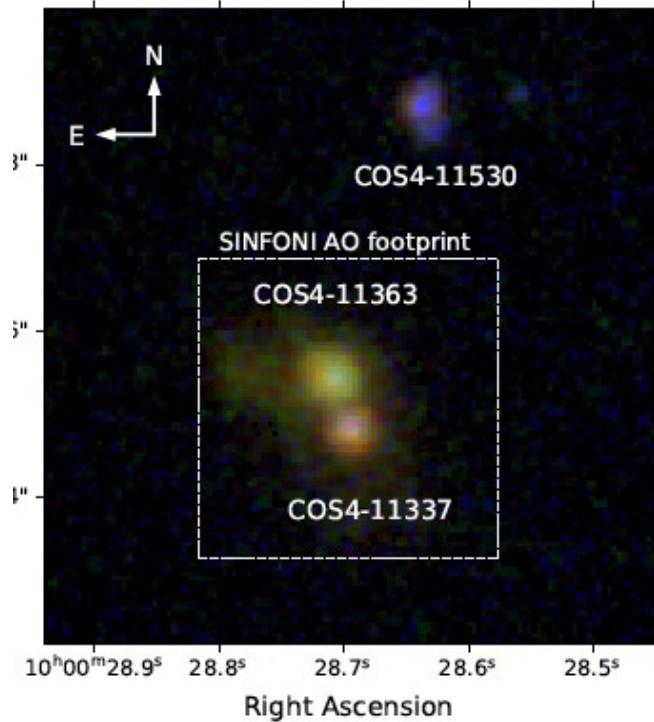




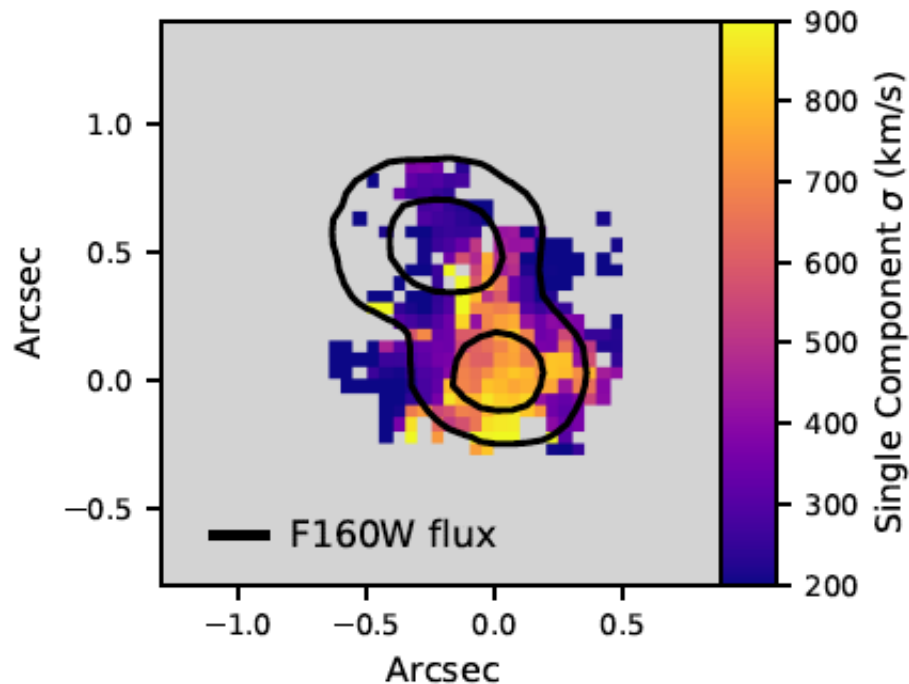
# Obj 2: COS4-11337/COS4-11363



ALMA говорит, что с z угадали верно (140 км/с смещение от AGN)



## Obj 2: COS4-11337/COS4-11363



В спутнике –  $[\text{NII}]/\text{Ha}=2.6\pm 0.4$

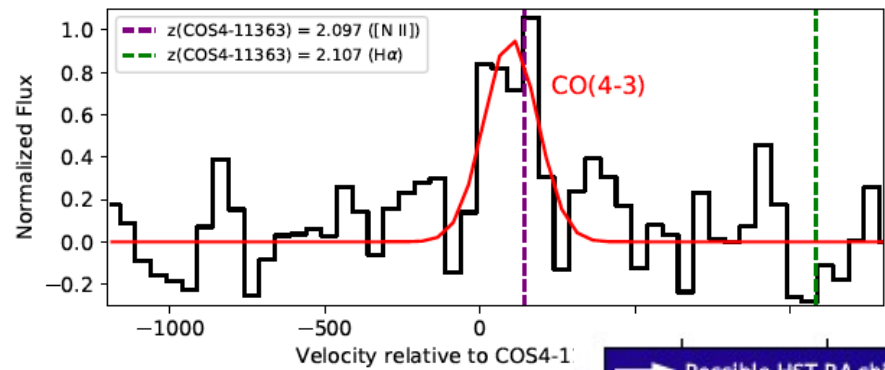
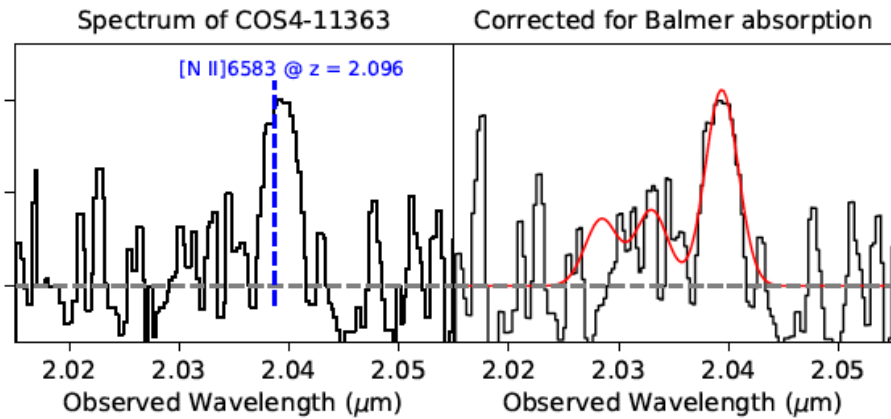
Рост дисперсии скоростей в его направлении

=> удар, связанный с истечением  
(за  $\sim 4$  Муг дойдет до спутника)

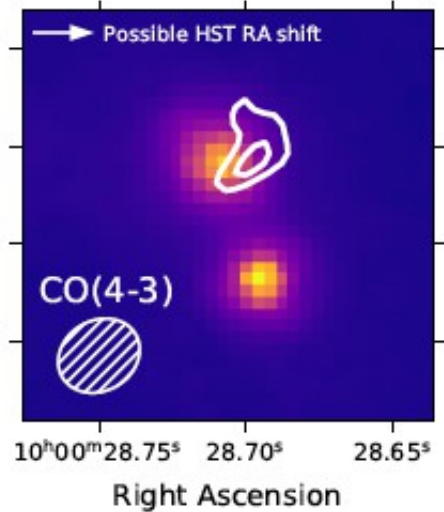
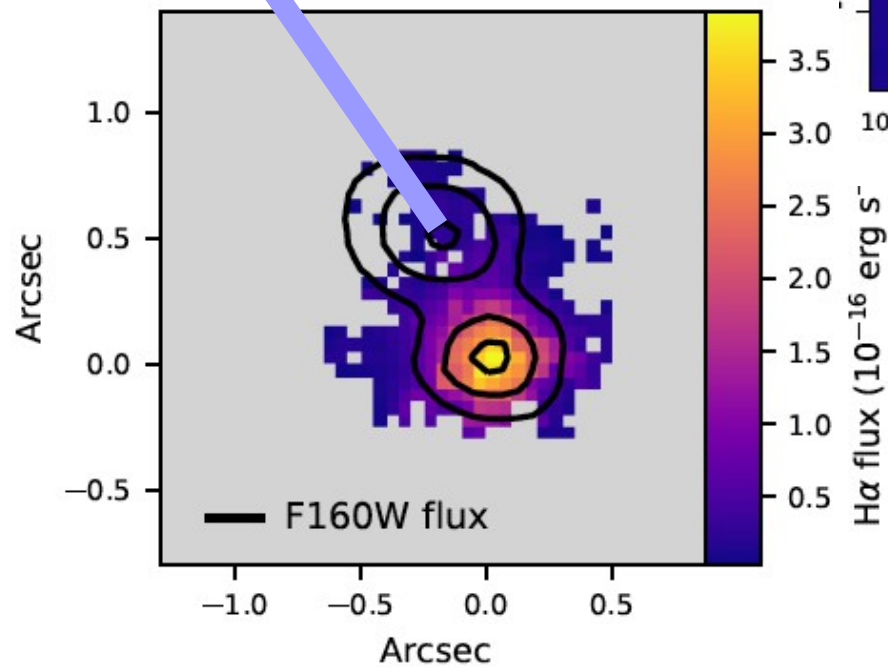
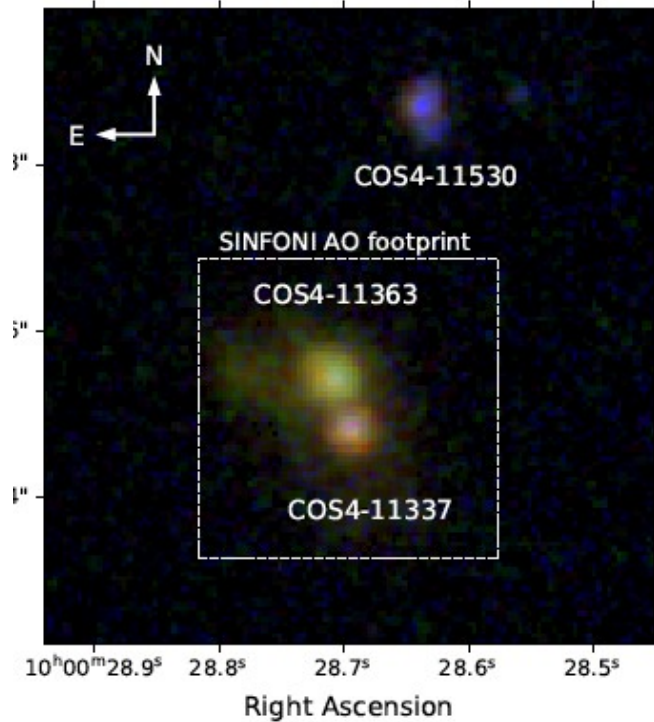
Или удар, связанный со взаимодействием  
(менее вероятно)

**Figure 12.** Map of the single component velocity dispersion across the COS4-11337/11363 system. The velocity disper-

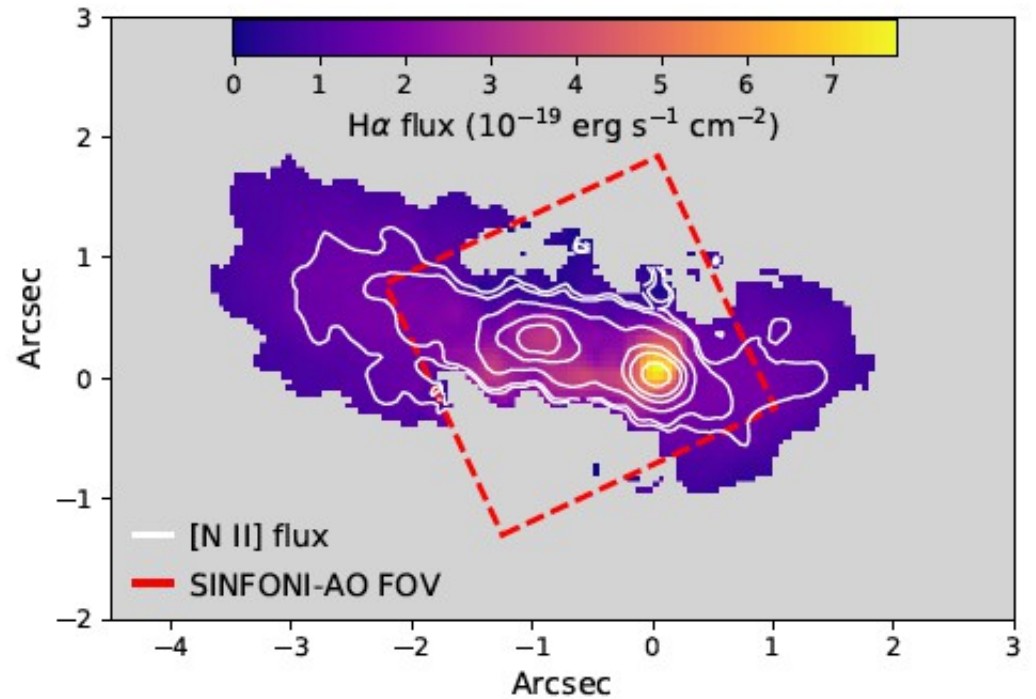
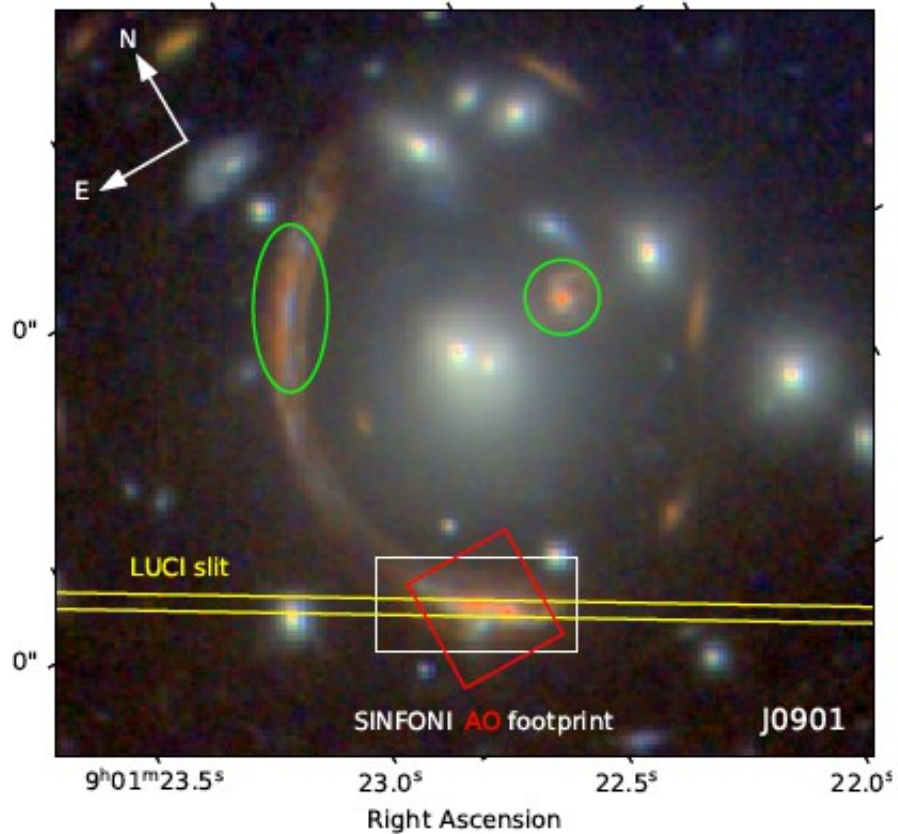
# Obj 2: COS4-11337/COS4-11363



ALMA говорит, что с  $z$  угадали верно (140 км/с смещение)



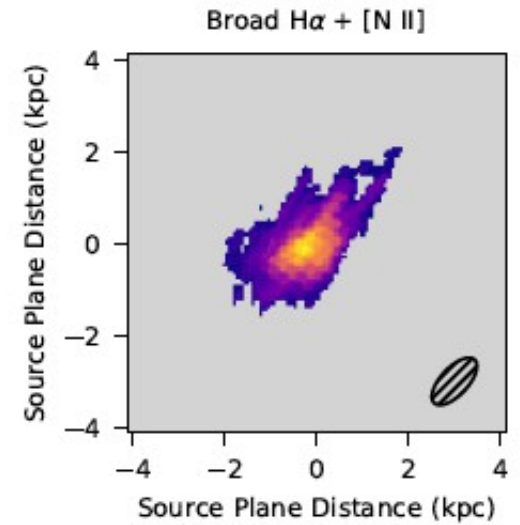
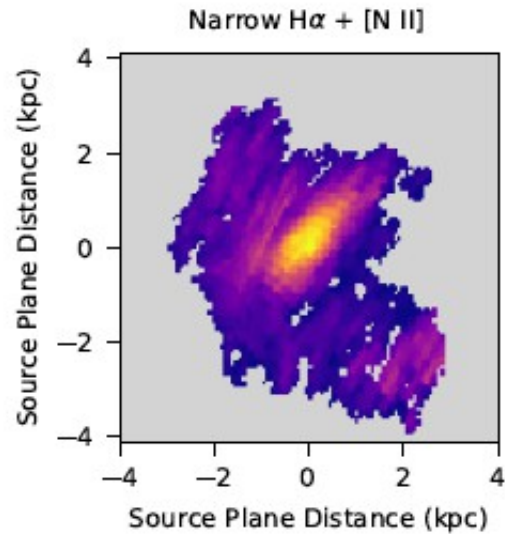
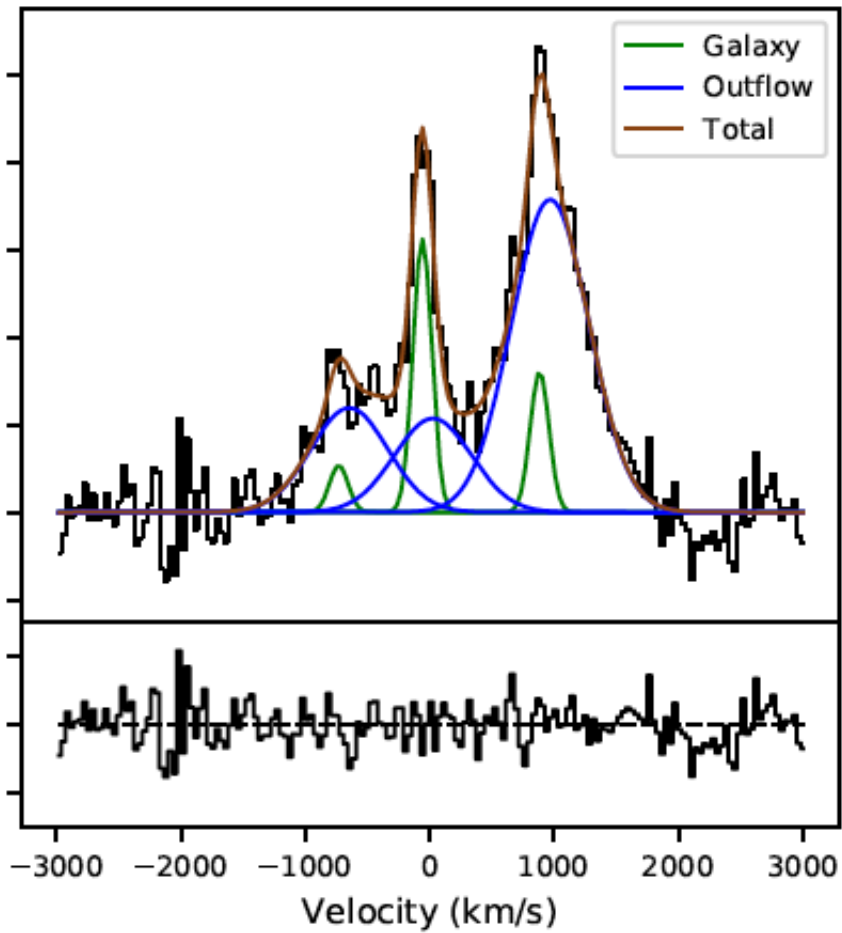
# Obj 3: J0901



Линзирование на скоплении  $z=0.36$ , построена модель линзы (увеличение – в два раза)



# Obj 3: J0901

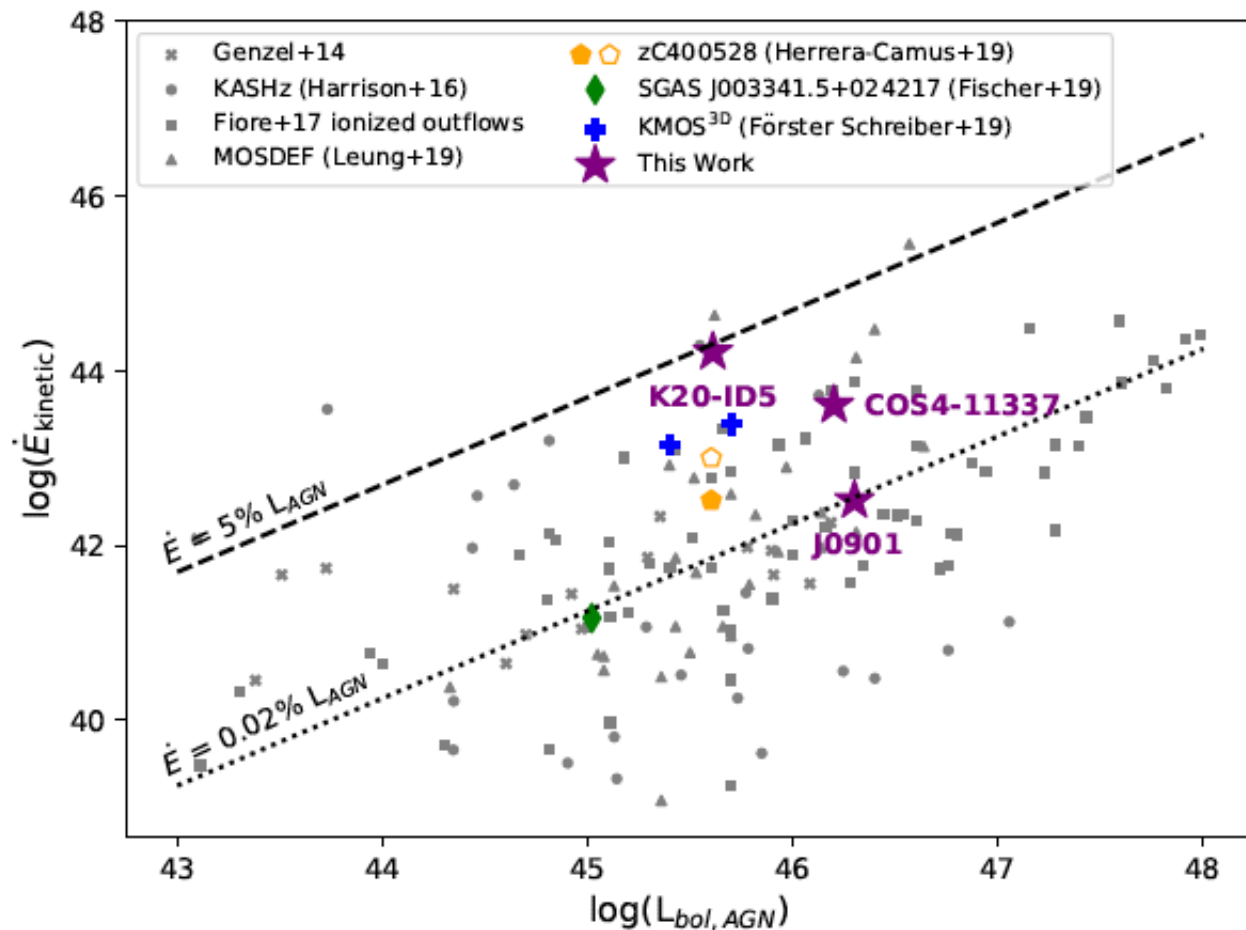


Истечение лишь немного шире, чем PSF  
De-convolving  $r=470$  pc  
( $>2$  раза компактнее, чем в предыдущих)

Table 3. Derived outflow parameters.

Galaxy	K20-ID5		COS4-11337		J0901
Model Type	Outflow	Galaxy + Outflow	Galaxy + Outflow	Galaxy + Outflow	Galaxy + Outflow
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5)
a) $R_{\text{out}}$ (kpc)		$1.0 \pm 0.2$	$0.9 \pm 0.2$	$0.47 \pm 0.07$	
b) $v_{\text{out}}$ ( $\text{km s}^{-1}$ )		$1410 \pm 56$	$1459 \pm 66$	$650 \pm 46$	
c) $\dot{M}_{\text{out}}$ ( $M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ )	$262 \pm 76$	$103 \pm 30$	$61 \pm 6$	$25 \pm 8$	
d) $\eta$ ( $= \dot{M}_{\text{out}}/\text{SFR}_{\text{best}}$ )	$0.78 \pm 0.23$	$0.31 \pm 0.09$	$0.15 \pm 0.03$	$0.12 \pm 0.04$	

Много ссылок и рассуждений, в том числе о том, что добавка молекулярного газа лишь в два раза увеличит  $\dot{E}_{\text{kin}}$



## Выводы:

- The outflows in K20-ID5 and COS4-11337 have small half-light radii (1 kpc) but can be traced to large galactocentric distances ( $>5$  kpc)  $V \sim 1500$  km/s
- The outflow in J0901... is barely resolved, and has a half light radius of 470 70 pc and a velocity of 650 km/s.  
Предлагается, что это более ранняя стадия эволюции AGN и истечение еще не успело развиться...

В целом же говорится, что истечения мощные и пртяженные, должны влиять на молекулярные резервуары, т.е. приводить к скорому выключению ЗО.

## Общее ощущение от статьи:

- много полезных ссылок, сам материал интересен для сравнения с близкими галактиками
- но материал неоднороден, основные оценки – по интегральным спектрам в общих предположениях,  $n_e$  не оценивали, холодную составляющую – тоже  
Поле скоростей – только в obj1, странный анализ кинематики и т.д.
- очень много воды...
- Не хватает радио-джетов!