

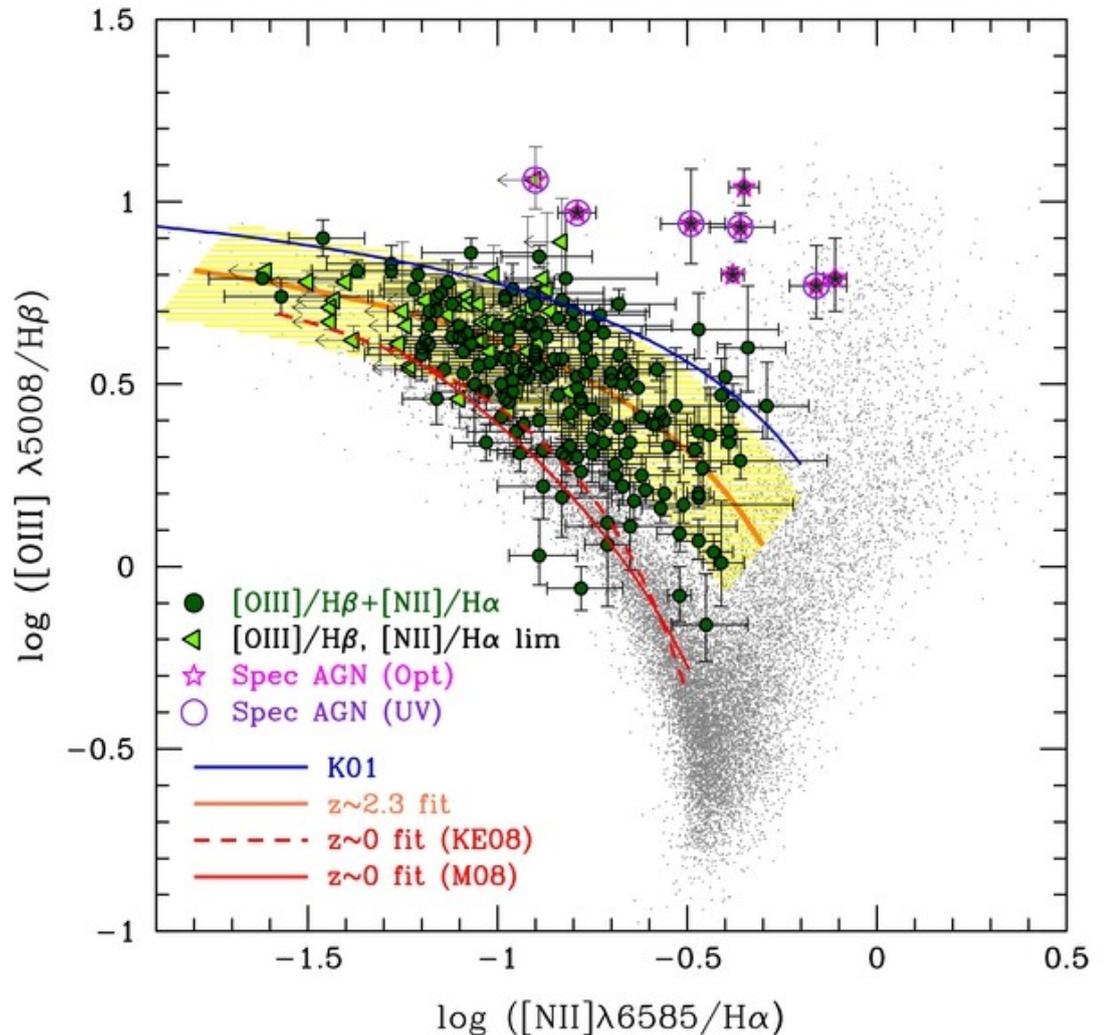
# What Drives the Redshift Evolution of Strong Emission Line Ratios?

Fuyan Bian<sup>1,2</sup>, <sup>★</sup> Lisa J. Kewley<sup>2,3</sup>, Brent Groves<sup>2,3</sup>, Michael A. Dopita<sup>2,3</sup>. arXiv:2002.02976v1  
Accepted MNRAS

Проблема – смещение галактик  $z \sim 2$  на BPT  
Хотя формально – в зоне  $< \text{max starburst}$

(e.g., Stasińska et al. 2006; Kewley et al. 2006). However, galaxies at  $z \sim 2$  do not share the same location of their local counterparts on the BPT diagram (e.g., Erb et al. 2006; Liu et al. 2008; Hainline et al. 2009; Bian et al. 2010; Steidel et al. 2014; Shapley et al. 2015). For a fixed  $[\text{N II}]\lambda 6584/\text{H}\alpha$  ratio, high-redshift galaxies tend to have a higher  $[\text{O III}]\lambda 5007/\text{H}\beta$  ratio, and vice versa. Understanding

Steidel +14



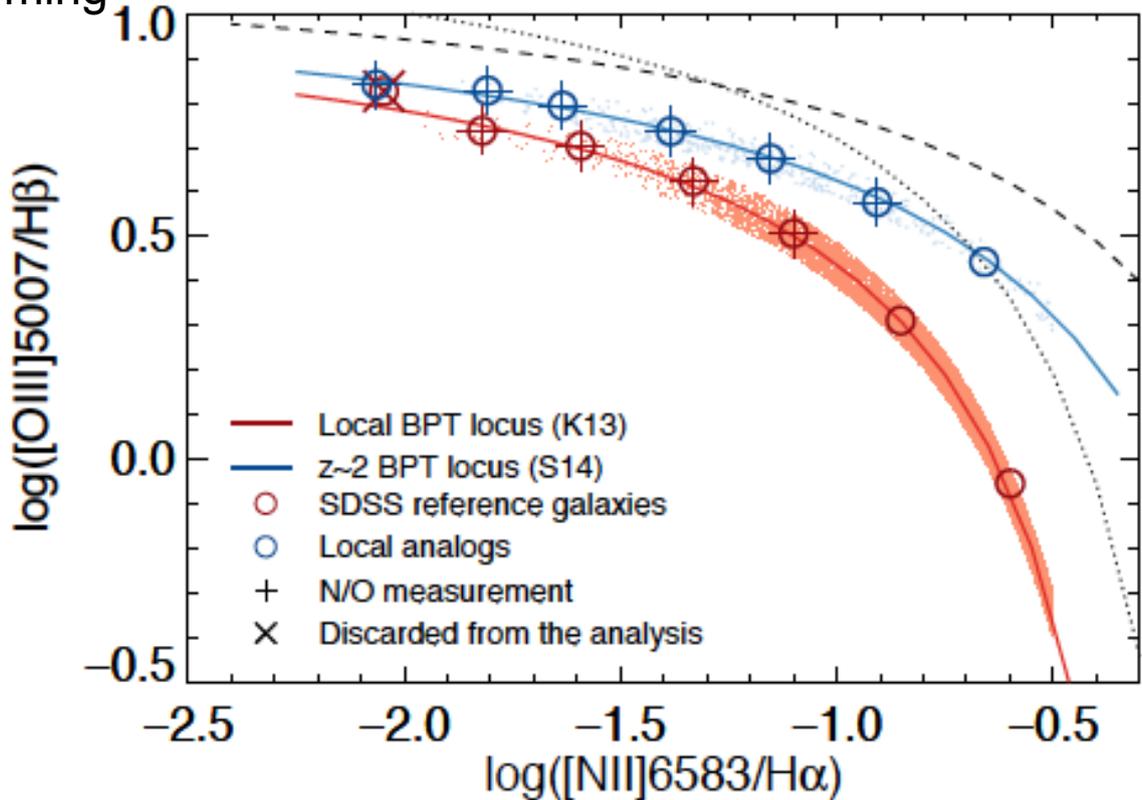
В далеких галактиках не видно слабых линий → выбрали “локальные аналоги” на BPT

**The local analogues (443):**

±0.04 dex region of the z~2 star-forming sequence defined by equation 9 in Steidel et al. (2014).

**Reference galaxies (22428):**

±0.05 dex region of the z~0 star-forming BPT sequence (eq 3 in Kewley et al. 2013b)



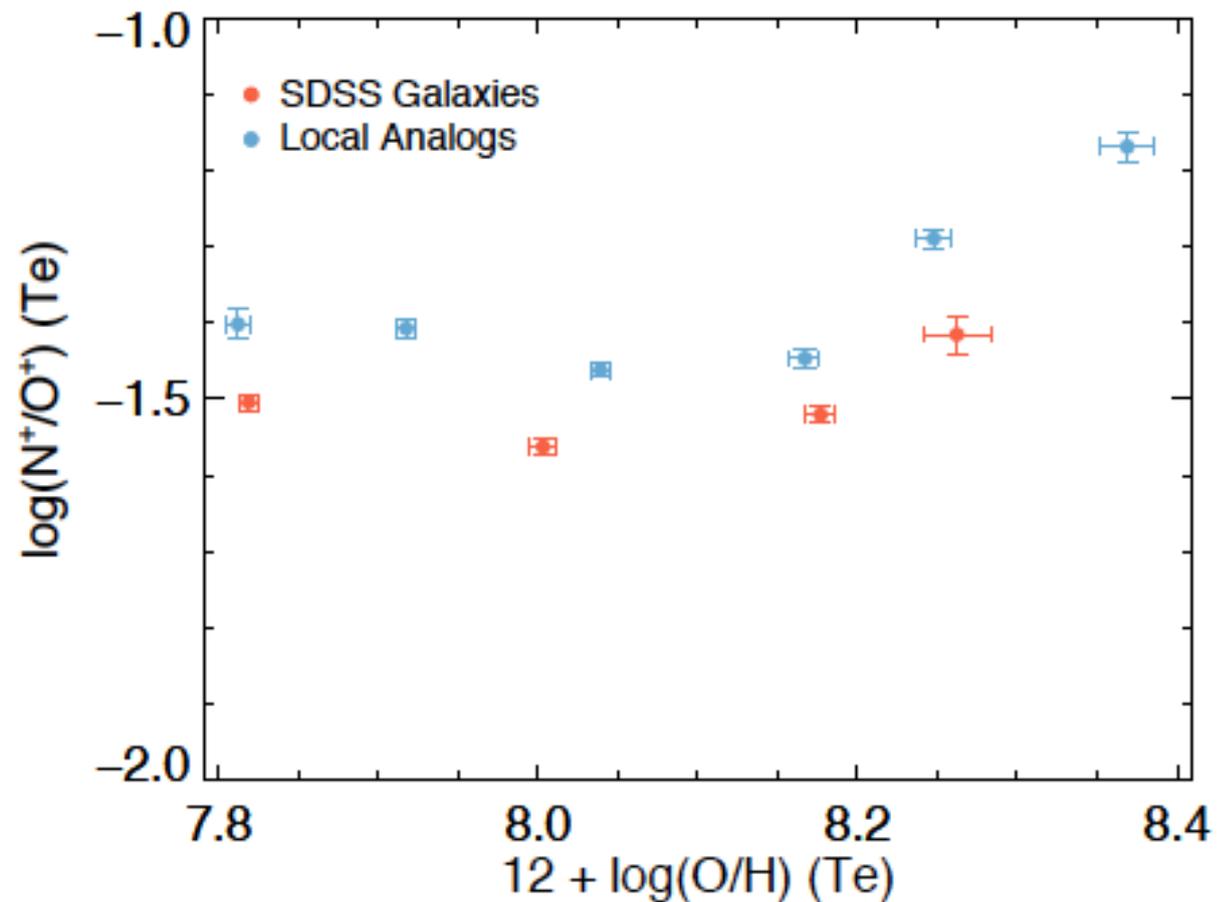
The local analogues vs. z~2:

- the same sSFR for the similar  $M^*$
- the same  $M^*$ -SFR
- biased to the low stellar mass and low  $[\text{N II}]\lambda 6584/\text{H}\alpha$  ratio end (больше похожи на La-эмитеры)

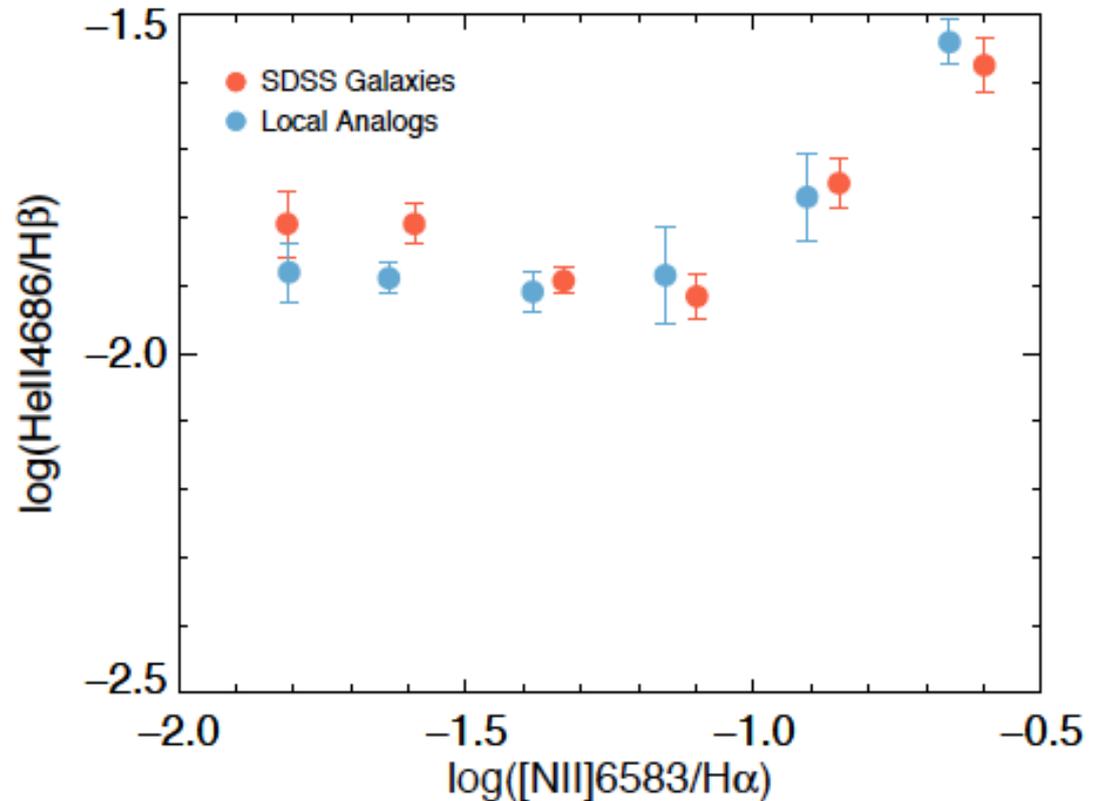
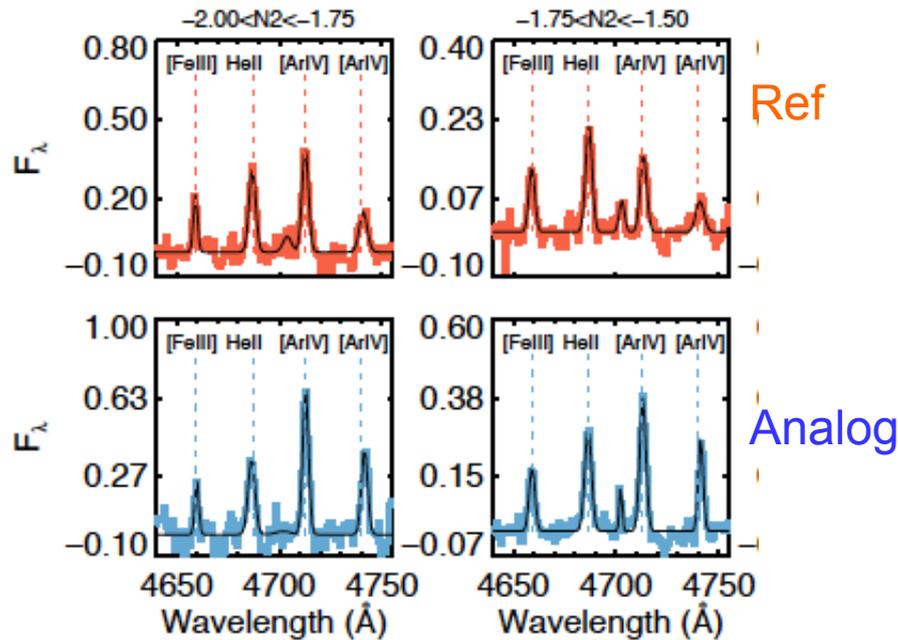
**Stacked Spectra – 0.25 dex bin**

Оценка обилия Te-методом (в реальных  $z \sim 2$  не видно [OIII] 4363, а в аналогах - есть):

- различие O/N на 0.1 dex (маловато для объяснения смещения на BPT)
- общий тренд от Te
- результат устойчив к оценкам T2(N)-T3(0)



## He II 4686: Spectral Hardness



- нет принципиальной разницы

- линия HeII узкая ( $\sigma \sim 100\text{-}200 \text{ km/s}$ )

т.е. звезды WR не доминируют (хотя с ними может быть связан рост от металличности)

AGN – сомнительно (BPT!) =>

1) X-ray binaries (про Гильфанова и его белые карлики не упоминают)

2) Integrating the binary stars and stellar rotation in the stellar synthesis models could significantly change the stellar evolution track of massive stars and increase their lifetime (e.g., Eldridge & Stanway 2009)

Есть существенная разница в ионизационном параметре

$$O32 = ([O III] \lambda\lambda 4959, 5007 / [O II] \lambda 3727)$$

$$R23 = ([O II] \lambda 3727 + [O III] \lambda\lambda 4959, 5007) / H\beta$$

Kobulnicky &  
Kewley (2004)

$$q = \frac{S_{H^0}}{n}$$

Рост  $q$  – за счет увеличения SFR и SFR/M\*, см. космологические симуляции Hirschmann +17 (SPHGal – интересная статья!)

- вносит основной вклад (на (50-75%) в смещение на BPT

- оставшиеся 25-50% - за счет O/N

(Проценты появились только в conclusion ;)

