

# arXiv:2104.04216

## Star Formation in Superthin Galaxies

Ganesh Narayanan<sup>1\*</sup> and Arunima Banerjee<sup>2†</sup>

{1, 2} *Indian Institute of Science Education and Research, Tirupati 517507, India*

12 April 2021

### ABSTRACT

Superthin galaxies (STs) are low surface brightness galaxies (LSBs) (central surface brightness in  $B$ -band  $> 23$  magarcsec<sup>-2</sup>) with a strikingly high planar-to-vertical axes ratio of  $\sim 10-20$  with no bulge component. The superthin vertical structure of STGs results in significantly lower values of disc dynamical stability (Jog 1992) and hence higher values of the predicted SFR compared to face-on LSBs. We systematically study the star formation rate (SFR) of samples of STGs and LSBs and compare their relative values. Using GALEX FUV, we estimate the SFR of 212 STGs and 158 LSBs, the median values being  $0.057 M_{\odot}/yr$  and  $0.223 M_{\odot}/yr$  respectively. We next obtain the SFR from WISE (W3) of 549 STGs and 345 LSBs, with median values of  $0.471 M_{\odot}/yr$  and  $0.17 M_{\odot}/yr$  respectively. Finally, from SED fitting of photometric data in ten bands (FUV, NUV of GALEX, u,g,r,i,z of SDSS & J, H, Ks of 2MASS) in MAGPHYS, we find the SFR for a sample of 65 STGs and 103 LSBs to be  $0.357 M_{\odot}/yr$  and  $0.616 M_{\odot}/yr$  respectively. Also, as is indicated by the median values of number of bursts after  $t_{\text{form}} = 1$  and an exponential star formation time scale parameter  $\gamma = 0.2 \text{ Gyr}^{-1}$ , the SFR remains fairly constant over time. Interestingly, in spite of having low SFR compared to ordinary star-forming galaxies, both superthins and LSBs populate the star forming blue cloud region in the specific star formation (sSFR) - stellar mass ( $M^*$ ) plane of galaxies.

**Key words:** galaxies: star formation, galaxy: evolution, ultraviolet: stars, galaxies: spiral, galaxies: disc

In this paper, we compare and contrast the SFRs of STs and LSBs in general.

**Superthin:**  $a/b > 10$ , a higher SFR is expected.

**LSB:**  $(\mu_B)_0 > 23^m/\text{sq. sec}$ , HI-rich, low SFR,

Van den Hoek et al. (2000) showed that LSBs have an exponentially decreasing SFRs, and follow same evolutionary history as HSBs, but at a slower rate.

- ОДНАКО,

По лит.данным: current SFRs of LSBs are generally higher than their past SFRs, which is again indicative of a young stellar population, and which may possibly be attributed to a late epoch of formation or a slow paced evolution.

- If LSBs are formed 2 -4 Gyrs ago, then it challenges the model of galaxy formation in the CDM cosmology.

# ОЦЕНКИ SFR

- FUV(GALEX). Чувствительность к IMF and extinction.
- WISE
- SED Fitting using MAGPHYS

$$\psi(t) \propto e^{-\gamma t}$$

$$L_{\lambda} = \int \psi(t') S_{\lambda}(t', Z) e^{-\tau_{\lambda}} dt'$$

Here Z is the metallicity of the population

- For SED fitting , we combine GALEX (NUV, FUV), SDSS (u,g,r,i,z) and NIR (J,H,Ks) photometric data.

# SAMPLES

- Near IR catalogue of LSBs of Monnier Ragaigine, D. et al. (2003).
- The STs sample was chosen from Karachentsev et al. (2003). It was cross matched with the catalogue of Bianchi et al. (2017) to obtain the GALEX FUV and NUV magnitudes.
- The absolute magnitude  $M_r$  has a range of

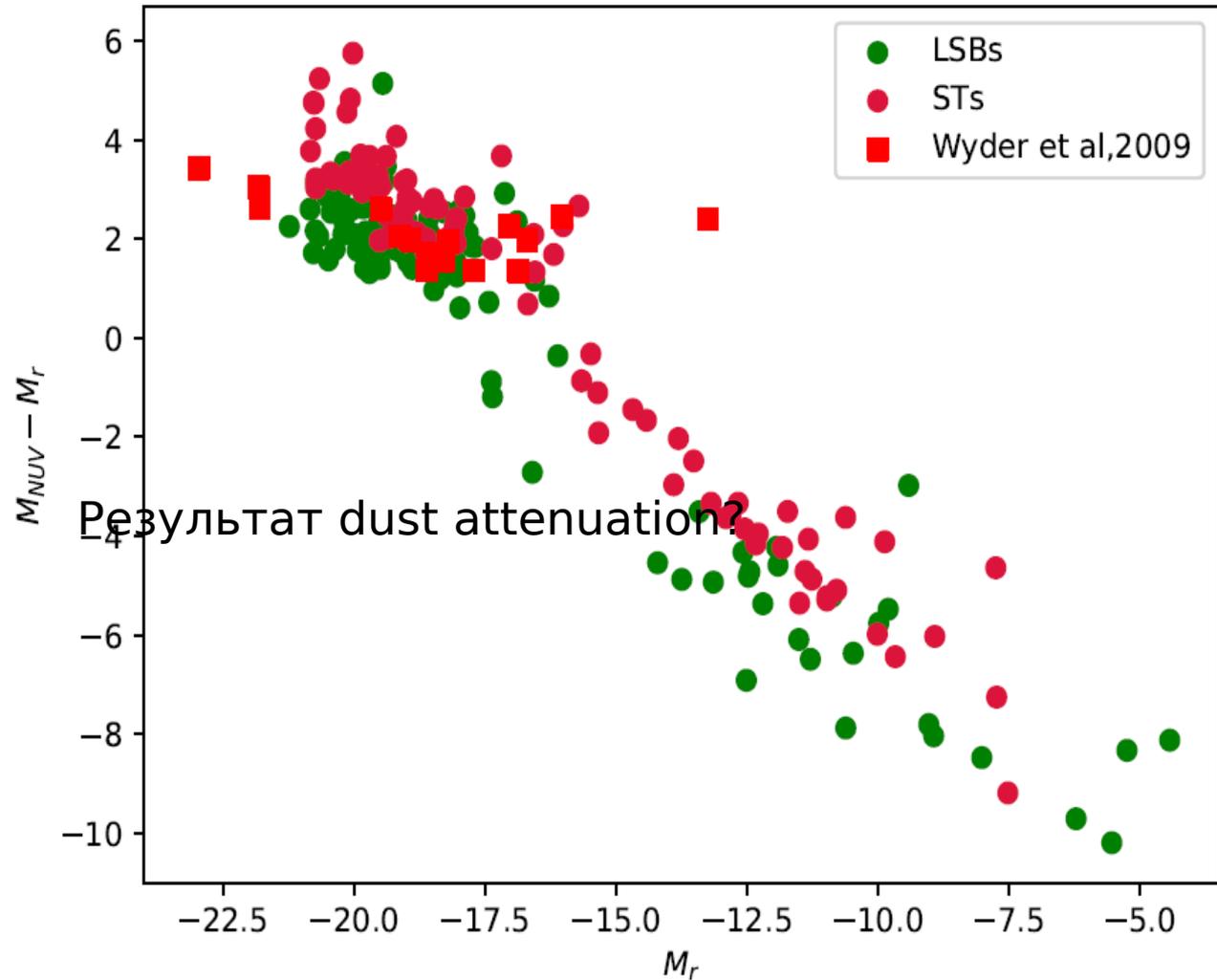
Table 1. Tracers : Sample sizes

TRACER	LSBs	STs
GALEX(FUV)	212	158
WISE(W3)	345	549
SED fitting (MAGPHYS)	103	65

-4 for

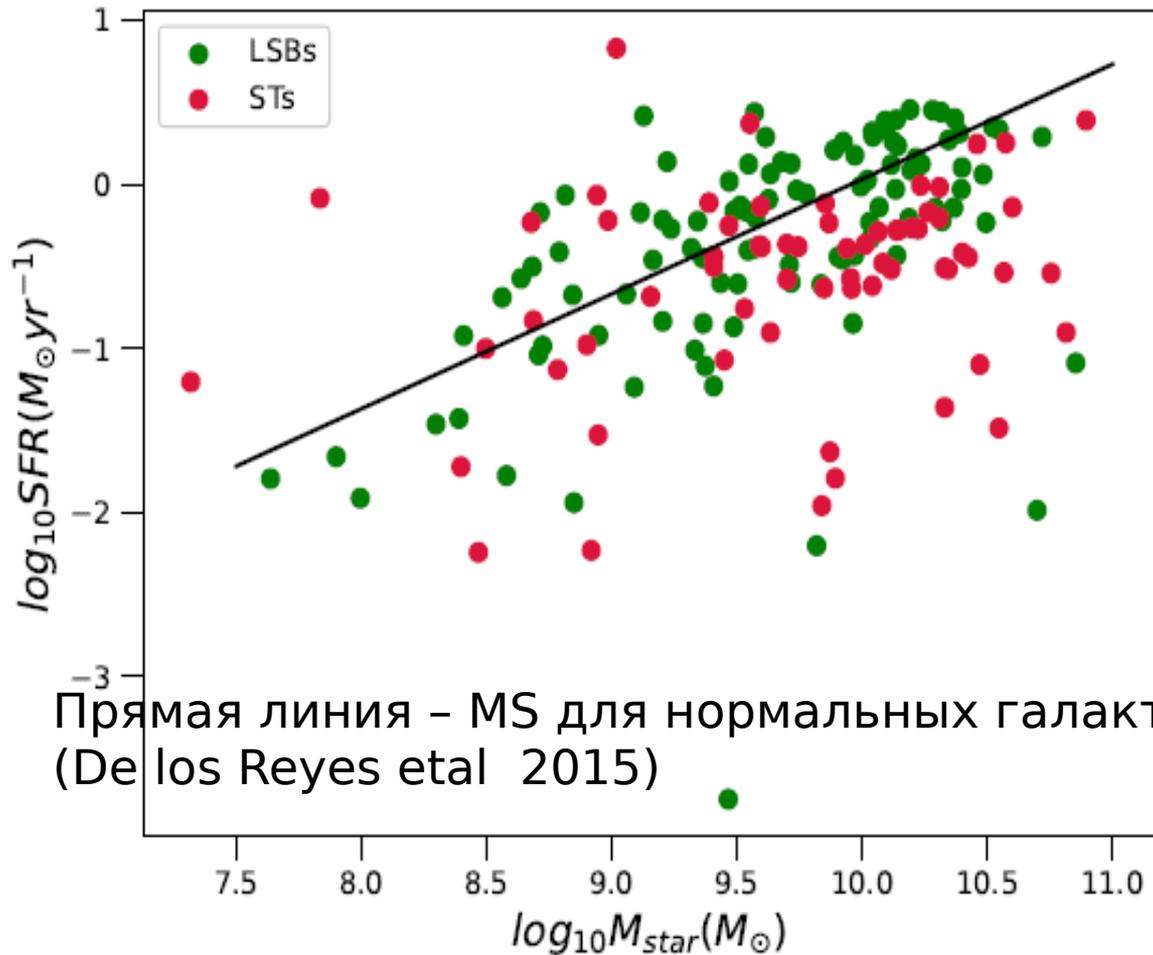
# Оценки медианных значений SFR ( $M_{\odot}/\text{yr}$ )

- По GALEX: **STG - 0.06**, LSB - 0.22
- По WISE: STG - 0.47, LSB - 0.17
- По SED fitting: STG - 0.36, LSB - 0.62
- **UV чувствительна к поглощению!**



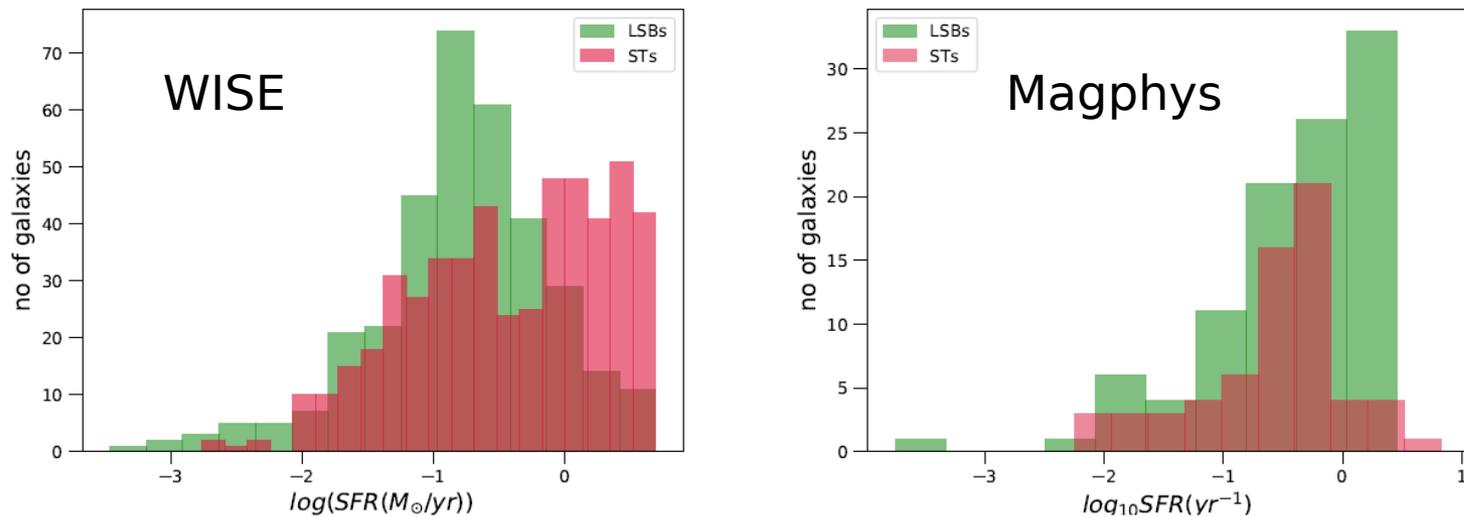
The color magnitude diagram for sample used for SED

# Зависимость SFR от $M_{star}$ (SFD)



Прямая линия - MS для нормальных галактик  
(De los Reyes et al 2015)

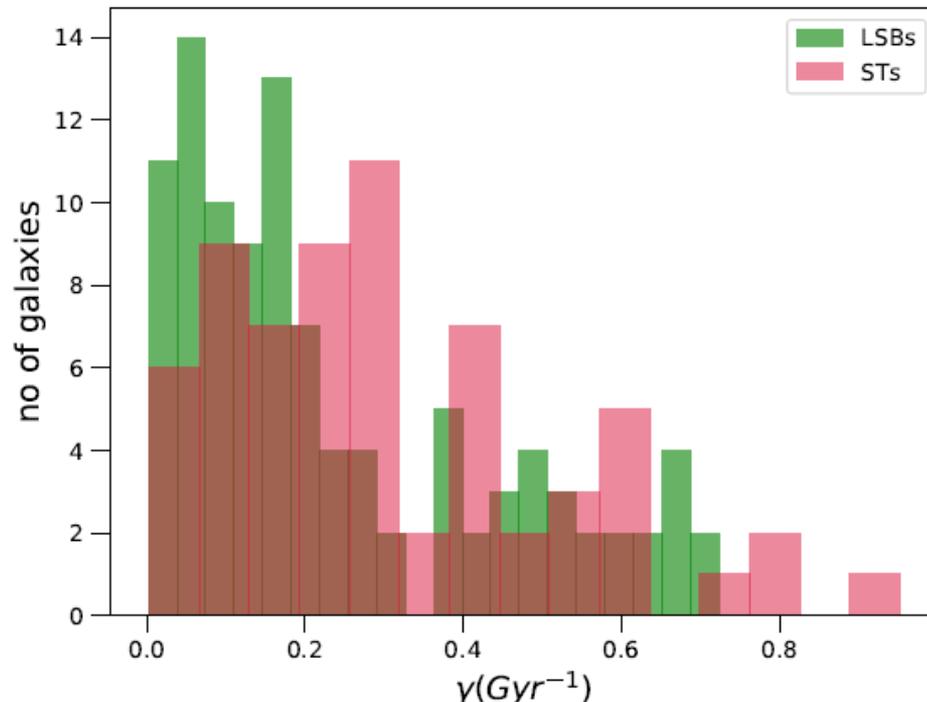
# Сравнение оценок SFR по WISE и Magphys.



**Figure 3.** The figure on left shows histogram of SFR estimates for STs and LSBs from WISE (W3) magnitudes. The figure on right shows SFR distribution of LSBs and STs from MAGPHYS. The pink rectangles denote the STs and green rectangles the LSBs in both the plots.

Эффект более сильного поглощения в STGs?

# Распределение временной шкалы затухания SF ( $\gamma$ )

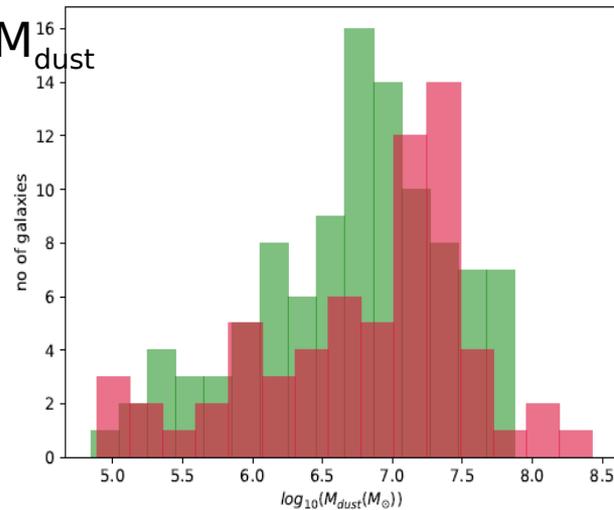


Для сравнения:  $\gamma = 0.25 - 0.5$  для нормальных спиралей разных типов (da Cunha et al., 2008)

# Масса пыли, определенная по SED

Медианные значения  $\log M_{\text{dust}}$

STG 7.03  
LSB 6.81  
Норм.г-ки 7.25



**Figure 7.** The above figure shows the distribution of dust mass for both LSBs and STs from MAGPHYS. The green rectangles is for LSBs and red rectangle is for STs.

# Выводы:

- Авторы ожидали более высоких значений SFR для галактик с тонкими дисками и более низких для LSB, но оказалось, что оба этих типа по характеристикам SFR и эволюции SF сходны как между собой, так и с HSB-галактиками.
- Больше - ни одного четкого вывода.

# Замечания

- Галактики STG , если масса гало (или скорость вращения) у них не аномально низкая, должны быть LSB- галактиками, иначе был бы динамический нагрев диска (напр., [Khoperskov, A. V.](#); [Zasov, A.V.](#); [Tyurina, N. V.](#) ,2001). Поэтому сопоставление LSB и ST – галактик не имеет большого смысла.
- Говорить об ожидаемом высоком SFR для галактик ST – теоретически нет оснований. У них должна быть низкая дисперсия скоростей звезд, но при этом не может быть «нормальной» поверхностная плотность диска, иначе - само-нагрев диска (изгибная неустойчивость).
- Вряд ли правомерно сравнивать галактики по SFR без привлечения данных о содержании газа в них, сваливая при этом в одну кучу галактики-гиганты и карлики.