

Cold gas and dust: Hunting spiral-like structures in early-type galaxies.

M. K. Yıldız^{1,2,3,4}, R. F. Peletier⁴, P.-A. Duc¹, and P. Serra⁵ arXiv:2001.08087, A&A accepted

The fits files will be uploaded into the CDS database.

The sample:

Based on HI/UV properties of ETG Yıldız+17, Serra+12

Only field (without Virgo!)

=> HI-rich sample: 21 galaxies

HI-poor control sample: 41 galaxies

i) stellar mass M^* (Cappellari et al. 2013) within +/- 0.8 dex

ii) environment density S_3 (Cappellari+11) within +/- 0.8 dex

iii) Virgo cluster non-membership

iv) kinematical classification (fast or slow rotator; Emsellem et al. 2011);

v) distance (Cappellari et al. 2011a) within +/- 15 Mpc.

Но не раскрыта тема:

Что такое “ETG” и “gas rich/poor”?

Download:

- PDF
- [Other formats](#)

(license)

Ancillary files (details):

- [NGC0661_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC0770_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC2549_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC2577_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC2592_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC2594_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC2679_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC2685_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC2764_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC2852_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC2859_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC2950_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC3098_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC3230_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC3245_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC3248_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC3301_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC3377_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC3400_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC3414_FULL_imagesSM_P1_](#)
- [NGC3458 FULL imagesSM P1](#)

Table 2. Control sample galaxies for each HI-rich galaxy.

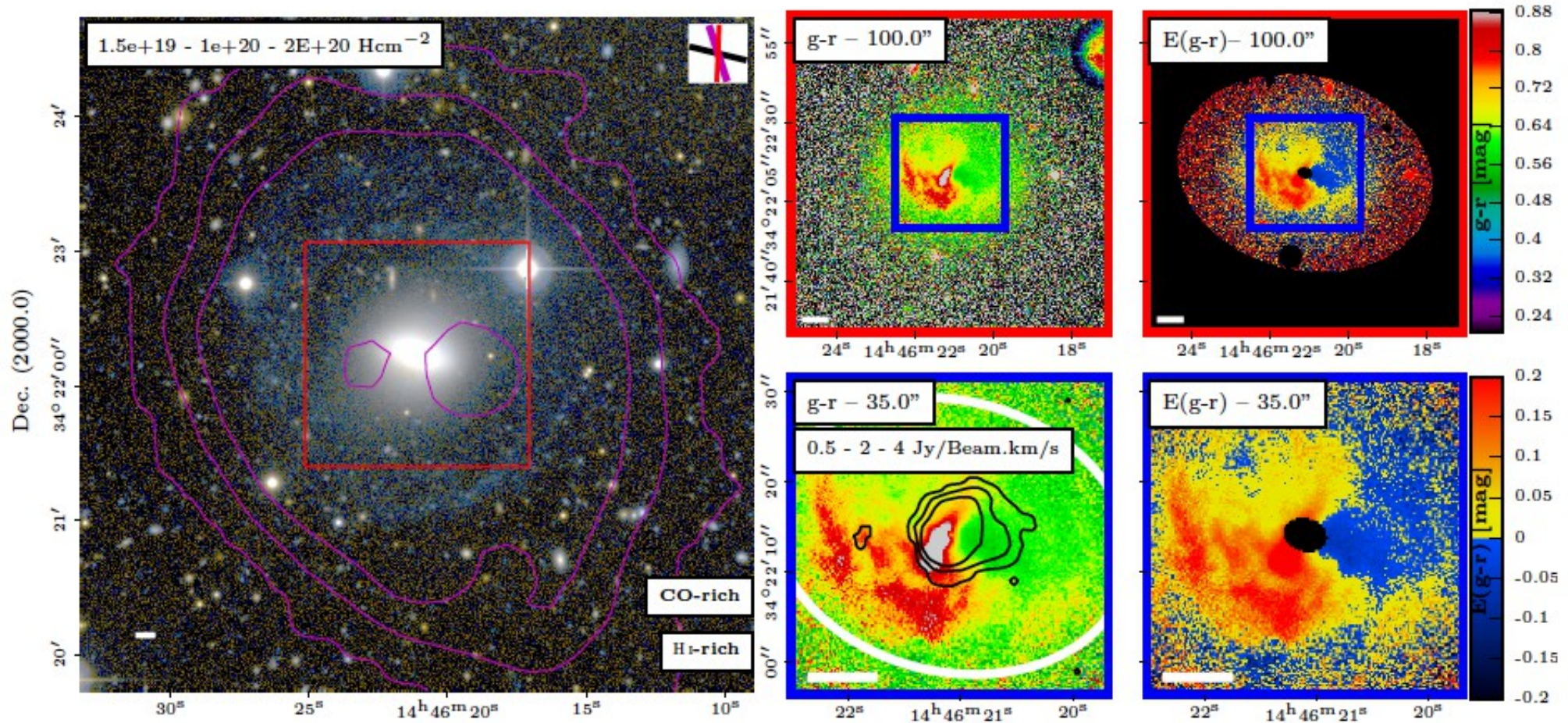
HI-rich	Control 1	Control 2	Control 3	Control 4
NGC 2594	NGC 5611	-	-	-
NGC 2685	NGC 2549	NGC 2852	NGC 5273	NGC 3098
NGC 2764	NGC 4078	NGC 2592	NGC 0770	-
NGC 2859	NGC 3230	NGC 3458	-	-
NGC 3414	NGC 5322	-	-	-
NGC 3522	NGC 3796	PGC 050395	-	-
NGC 3619	NGC 5308	NGC 3658	NGC 5342	-
NGC 3626	NGC 3377	NGC 5500	NGC 5473	-
NGC 3838	NGC 2950	NGC 4283	-	-
NGC 3941	NGC 3605	NGC 3301	NGC 3248	-
NGC 3945	NGC 3674	NGC 3648	-	-
NGC 3998	NGC 3610	-	-	-
NGC 4036	NGC 3613	NGC 6548	NGC 3665	UGC 08876
NGC 4203	NGC 3245	NGC 3757	-	-
NGC 4278	NGC 5485	-	-	-
NGC 5173	NGC 3400	-	-	-
NGC 5582	NGC 2577	NGC 2679	-	-
NGC 5631	NGC 0661	-	-	-
NGC 6798	NGC 6547	-	-	-
UGC 06176	UGC 04551	-	-	-
UGC 09519	NGC 7457	-	-	-

HI rich

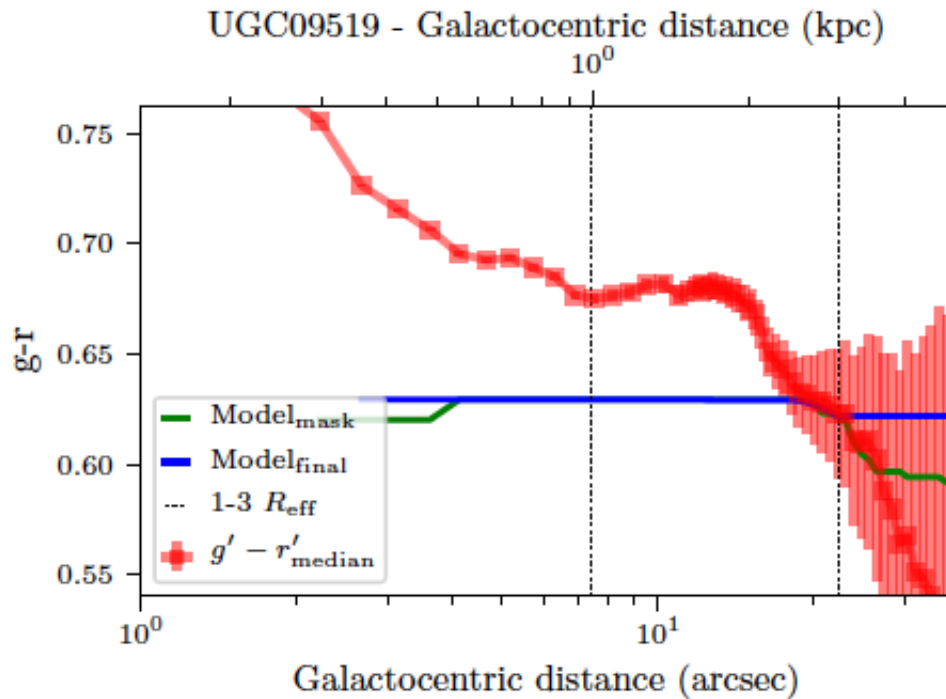
HI poor

Observations: CFHT, MegaCam, $\sim 28.5 \text{ mag arcsec}^{-2}$ in the g' ann r'

The observations were obtained as part of the MATLAS/ATLAS^{3D} programme- Duc +15



Подробно описан итерационный процесс вычитания среднего распределения (g-r)



Маски, усреднения, но некоторые манипуляции спорные (запрет покраснения с радиусом и пр):

dust-free colour. We manipulated this first model as follows: (i) We set the colour within $R_{\text{eff}}/2$ to the value at $R_{\text{eff}}/2$. If an effective radius is larger than 15 arcsec, we used the colour at $7.5''^{13}$. (ii) Since early-type galaxies without a significant cold ISM are known to have smooth colour profiles, which become slowly bluer with an increasing radius beyond $R_{\text{eff}}/2$ (e.g. Franx et al. 1989; Peletier et al. 1990, 1999, 2012), we did not allow our model to become redder towards a larger radius. Therefore, the

Appendix B: HI and dust mass estimation

Модель пыли, распределение по размерам (по Goudfrooij et al. (1994))

$$\frac{\langle N(\text{HI}) \rangle}{\langle E(g' - r') \rangle} = 4.9 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2} \text{ mag}^{-1}.$$

By using the conversion from column density for HI ($1 M_{\odot} \text{ pc}^{-2} = 8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-2}$),

$$M_{\text{HI}} = 36.8 \times \langle E(g' - r') \rangle \times A \quad M_{\odot},$$

$$Q_{\text{ext, silicate}} = \begin{cases} 0.8 a/a_{\text{silicate}} & \text{for } a < a_{\text{silicate}}, \\ 0.8 & \text{for } a \geq a_{\text{silicate}} \end{cases}$$

$$Q_{\text{ext, graphite}} = \begin{cases} 2.0 a/a_{\text{graphite}} & \text{for } a < a_{\text{graphite}}, \\ 2.0 & \text{for } a \geq a_{\text{graphite}}. \end{cases}$$

Но, на удивление, оценки массы пыли и HI (!) по покраснению оказались разумными:

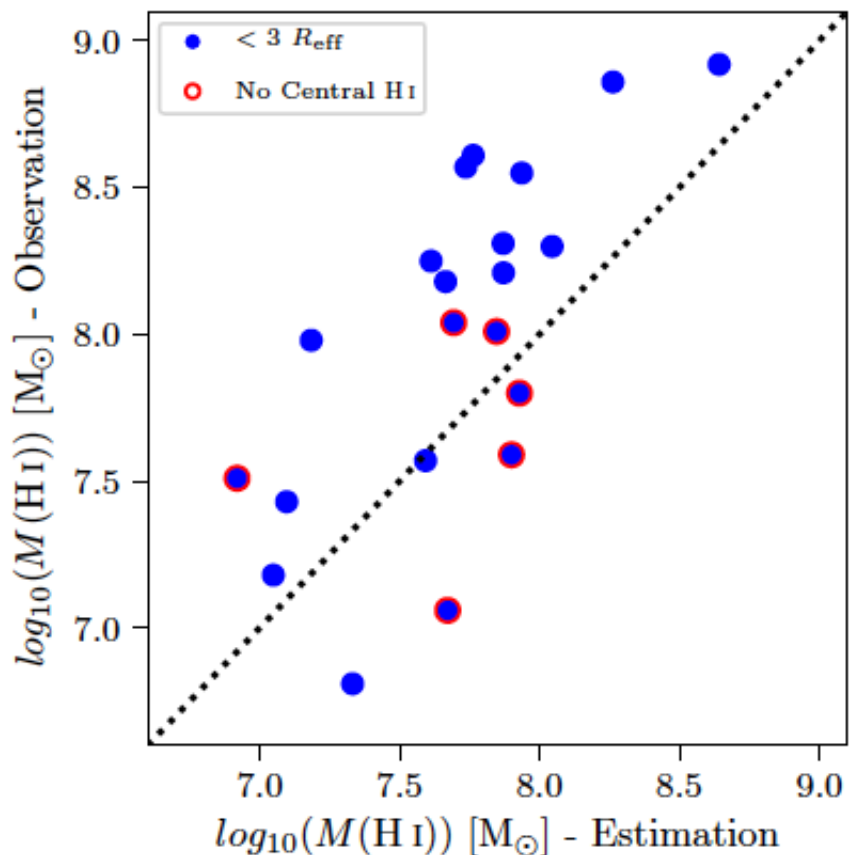


Fig. 5. Observed HI mass vs. the HI mass estimated based on the colour excess (see text). The observed HI mass was calculated based on the HI images in Serra et al. (2012) within the same region where we detected a colour excess. The dotted line shows the one-to-one rela-

Есть отличия в зависимости HI-dust для нашей Галактики и ETG

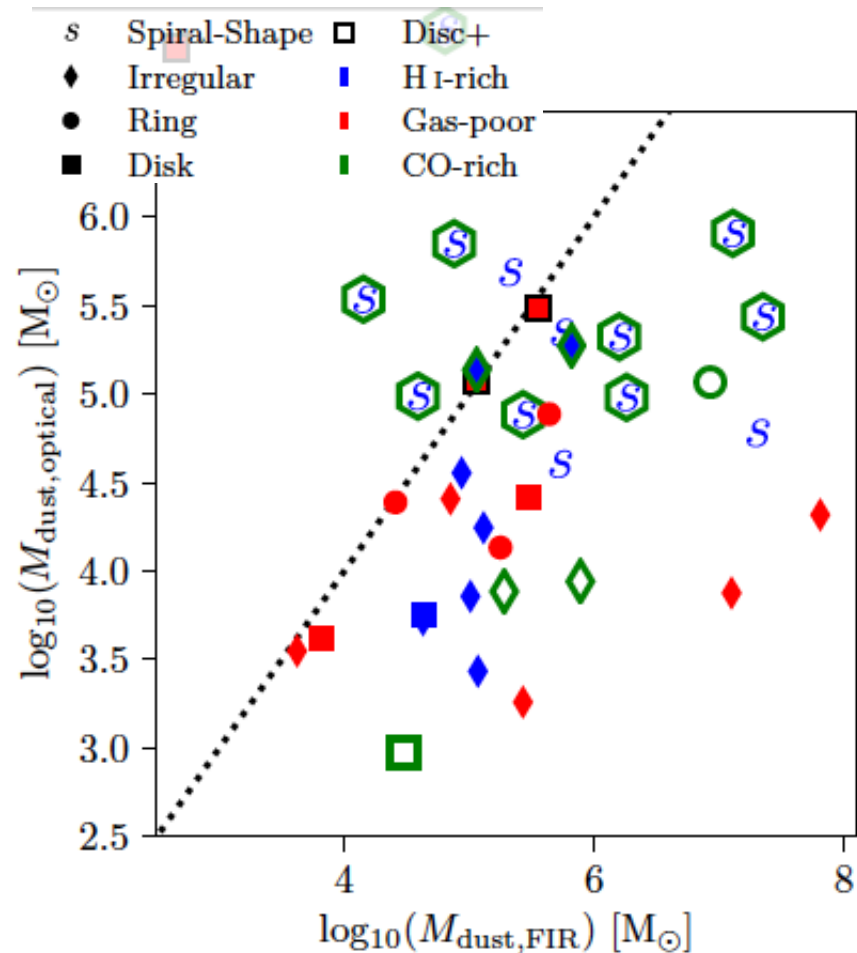
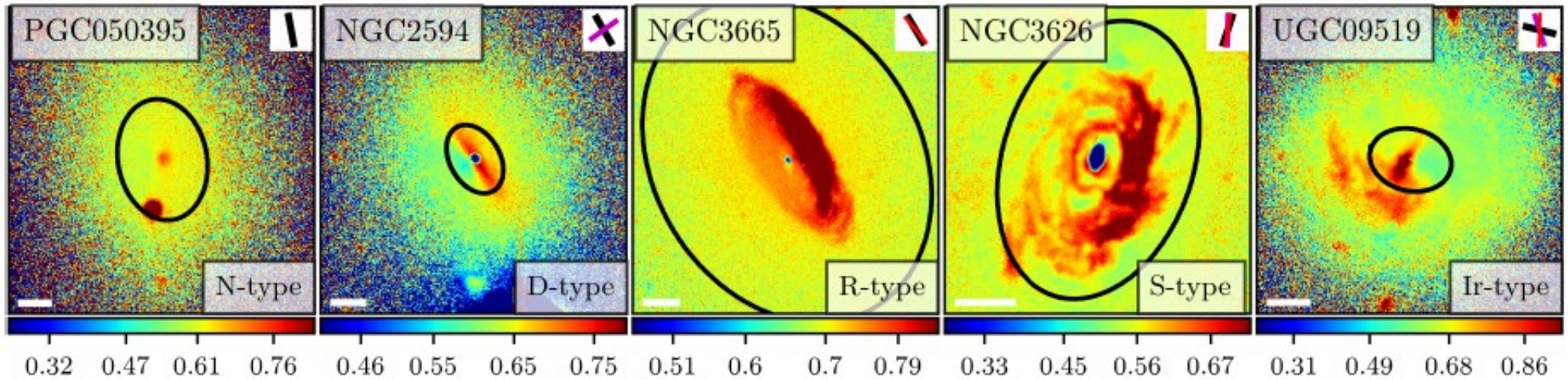


Fig. 7. Dust masses estimated from optical absorption in this study vs. infrared emission (Kokusho et al. 2019). The black dotted line shows

Уже известная недооценка массы пыли по E(g-r), но при этом масса этой пыли (“холодной”?) в gas-rich в ~6 раз выше, чем в HI-poor

Классификация пылевого поглощения:



Кольца (R) - только для $r > 0.5$ кпк, так как часто перекоп в ядрах
 Много внимания к дискам (D) – чтобы не перепутать с особенностями звездного населения, сравнивают $(g-r)$ с предсказанием SSP моделей, T, Z – из McDermit+15

$$g' - r' = \begin{cases} 0.7 + 0.25(T - 9.5) + 0.375 Z & \text{if } T > 9.5 \\ 0.7 + 0.50(T - 9.5) + 0.375 Z & \text{if } T < 9.5 \end{cases}, \quad (2)$$

where T is the age in units of Gyr and Z is the metallicity. This equation estimates a $g' - r'$ colour for stellar populations older than 1 Gyr based on the single-burst models of Bruzual & Charlot (2003). We used the stellar ages and metallicity values from McDermid et al. (2015) and we classify a galaxy as a D object,

Актуально только для 6 галактик, где PA пылевого диска и звезд хорошо совпадают

Основные результаты: пыль в 44/62 (71% ETG):

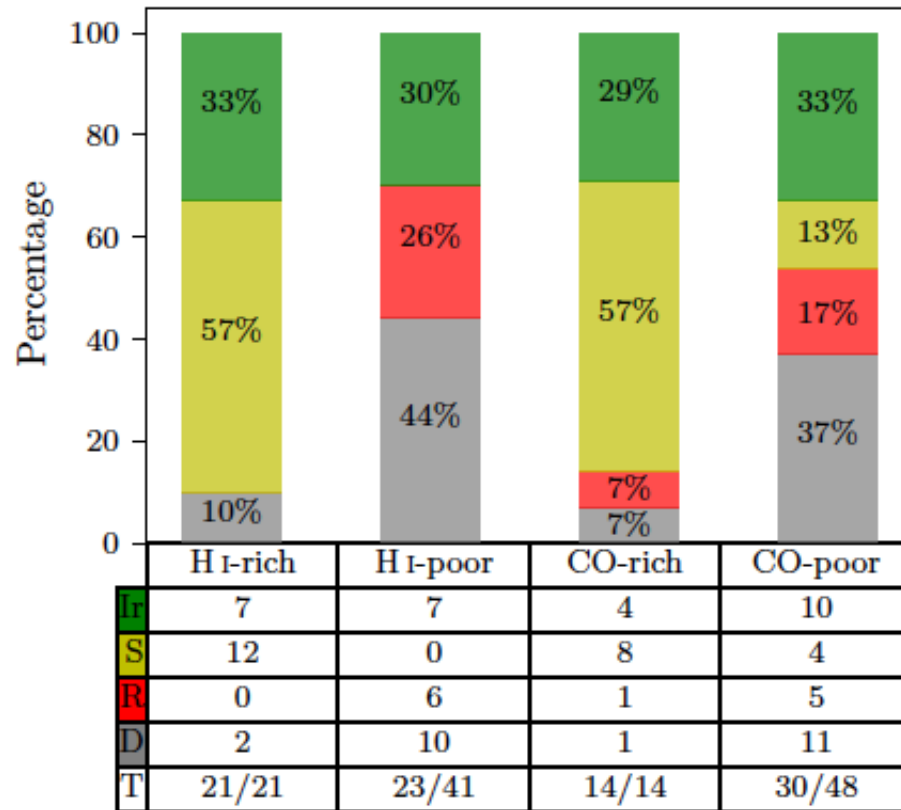


Fig. 3. Number of galaxies containing dust according to their dust-type and cold gas content. The colour code is based on dust morphology defined in this paper. The percentage of the groups are written on the

1) Пыль найдена в **100%** HI-rich и только в половине (56%) HI-poor

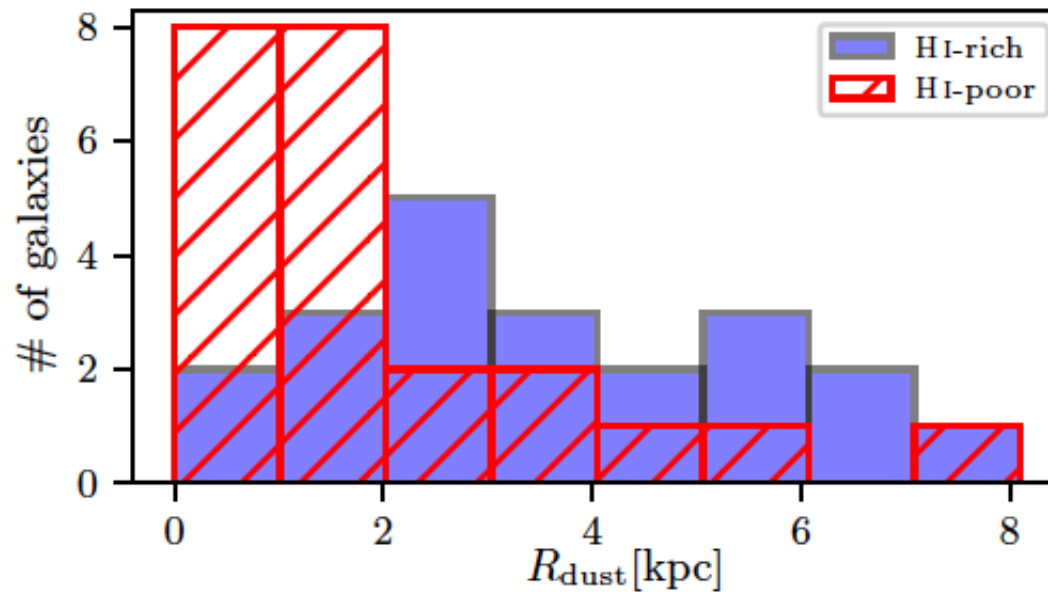
2) Спиральная морфология доминирует в HI и CO-rich

3) Наличие пыли **во внутренних** областях, в то время как бывает, что HI – **только во внешних**:

the presence of a large HI disc or ring in an ETG indicates a dust structure in the centre, even if there is no HI in central regions.

the presence of HI out to large radii always implies the presence of dust in the stellar body, whereas the opposite is not true.

Основные результаты: протяженность пылевых структур



$\langle R_{\text{dust}} \rangle$ (without 3 edge-on):
HI-rich = 3.7 ± 0.4 kpc
HI-poor = 1.6 ± 0.3 kpc

Fig. 4. Histogram showing the number of galaxies as a function of dust radius. Small (i.e. $R_{\text{dust}} \leq 1$ kpc) and large (i.e. $R_{\text{dust}} > 1$ kpc) dust structures tend to be in HI-rich (blue bars) and HI-poor (red hatched bars) ETGs, respectively.

Сравнение с другими методами поиска пыли в ETG:

SDSS-ATLAS³²: 19% - недооценка в 4 раза!

HST (Lauer +05): 47%, совпадает с MegaCAM (52 \pm 6%, если без дисков, которые на Хаббле игнорировали)

Но протяженность другая, NGC4203 – 0.23 kpc (HST), 2 kpc (MegaCAM)

Выводы

- 1) Пылевые структуры в 100% HI-rich и только в 56% HI-poor
- 2) Спиральная морфология пыли в 76% (? на графике и в таблице – 57%) HI-rich
- 3) Более протяженные структуры в HI-rich. И при этом “менее регулярные”, чем в gas-poor
- 4) Наличие пыли во внутренних областях связано с HI, даже когда HI присутствует только на больших радиусах

Основной вывод – пыль **связана с внешней аккрецией газа** (так как и HI во многих случаях здесь внешний). То, что нет связи массы пыли и параметров звездного населения на тех же масштабах – проверялось Kokusho+2019, т.е. пыль произведена не звездами галактики

Мои замечания:

- В целом, работа осторожная и довольно тщательная, много сравнений/обсуждений
- Но не очень внятные критерии отбора
- Есть ли связь содержания/распределения пыли с кинематикой и HI? Посмотреть самим?