

Galaxy Zoo CEERS: Bar fractions up to $z \sim 4.0$

TOBIAS GÉRON ¹, R. J. SMETHURST ², HUGH DICKINSON ³, L. F. FORTSON ⁴, IZZY L. GARLAND ⁵,
SANDOR KRUK ⁶, CHRIS LINTOTT ², JASON SHINGIRAI MAKECHEMU ⁷, KAMESWARA BHARADWAJ MANTHA ^{4,8},
KAREN L. MASTERS ⁹, DAVID O'RYAN ¹⁰, HAYLEY ROBERTS ^{4,8}, B.D. SIMMONS ⁷, MIKE WALMSLEY ¹,
ANTONELLO CALABRÒ ¹¹, RIMPEI CHIBA ¹², LUCA COSTANTIN ¹³, MARIA R. DROUT ¹⁴,
FRANCESCA FRAGKOU DI ¹⁵, YUCHEN GUO ¹⁶, B. W. HOLWERDA ¹⁷, SHARDHA JOGEE ¹⁶,
ANTON M. KOEKEMOER ¹⁸, RAY A. LUCAS ¹⁸ AND FABIO PACUCCI ^{19,20}

2505.01421v1

ApJ ?

Великолепный обзор на тему баров (139 ссылок)

Подробно – о предыдущих результатах.

Постоянна ли доля дисков с барами?

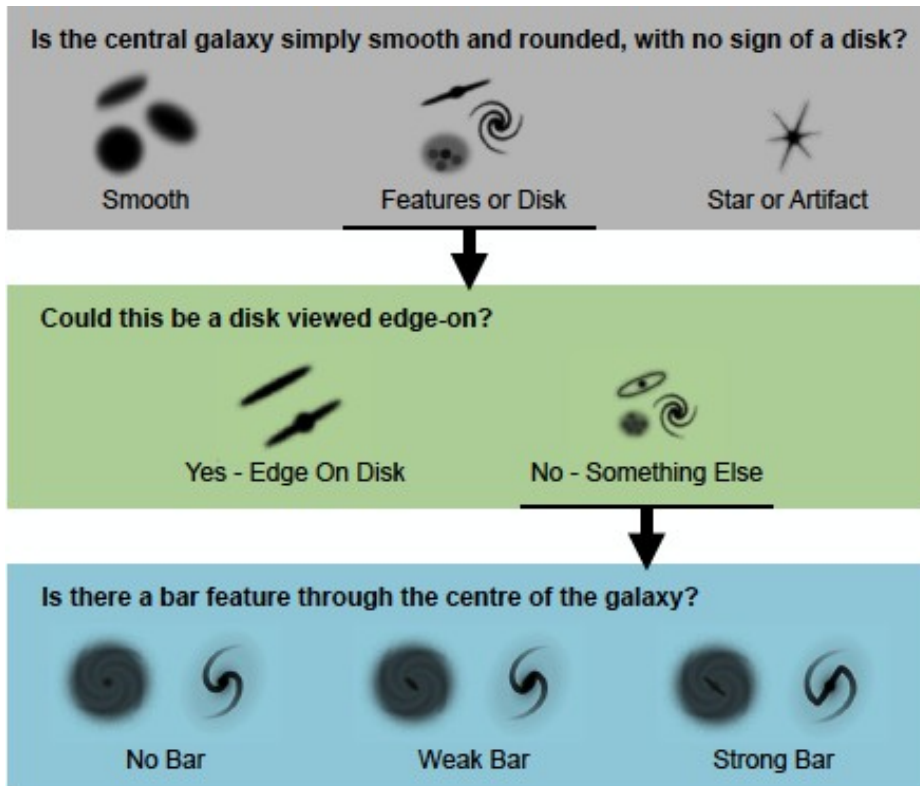
$Z=0$: 43-52% (optic) 57-73% (NIR)

Визуальная классификация vs PA/ell: *Lee et al. (2019) show that ellipse fitting techniques miss ~15% of bars*

JWST Cosmic Evolution Early Release Science Survey =CEERS:
F115W, F150W, F200W, F277W, F356W, F444W + F410M

Redshift – from CANDELS (phot+spec)

Gal Zoo classification tree



Threshold	Sample size
(1)	(2)
GZ CEERS	7,679
Deduplication	6,640
Match to CANDELS	6,135
$p_{\text{features/disc}} > 0.3$	1,952
$p_{\text{not edge-on}} > 0.54$	1,277
$N_{\text{bar}} \geq 15$	668
Volume-limit	398

На выходе – доля проголосовавших за тот или иной тип

Критерии подбирались руками, их небольшие изменения мало влияют на результат

Total: **161** bars (35 strong + 126 week)

Volume-lim: **87** bars (17 strong + 70 week)

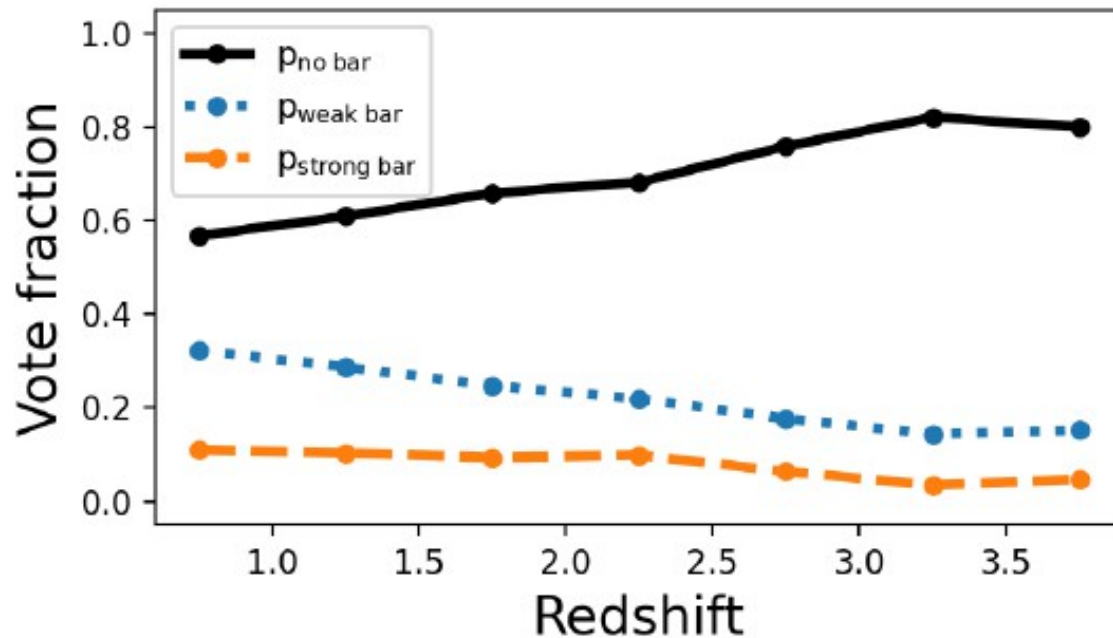
et al. 2024). To make the sample volume-limited, we constrained it to galaxies with redshifts $0.5 < z < 4$ and absolute magnitude $M < -23.77$. This lowered our



Figure 3. A collection of coloured CEERS cutouts of strongly barred (top row), weakly barred (middle row) and unbarred (bottom row) galaxies found in the parent sample. The colouring matches how the images were presented to the volunteers. A full list of the barred galaxies can be found in Appendix A. The CANDELS ID of each galaxy is shown in the top left corner of each image, while the redshift is shown in the top right corner.

Эффекты селекции

Доля голосовавших (это еще не доля баров!)

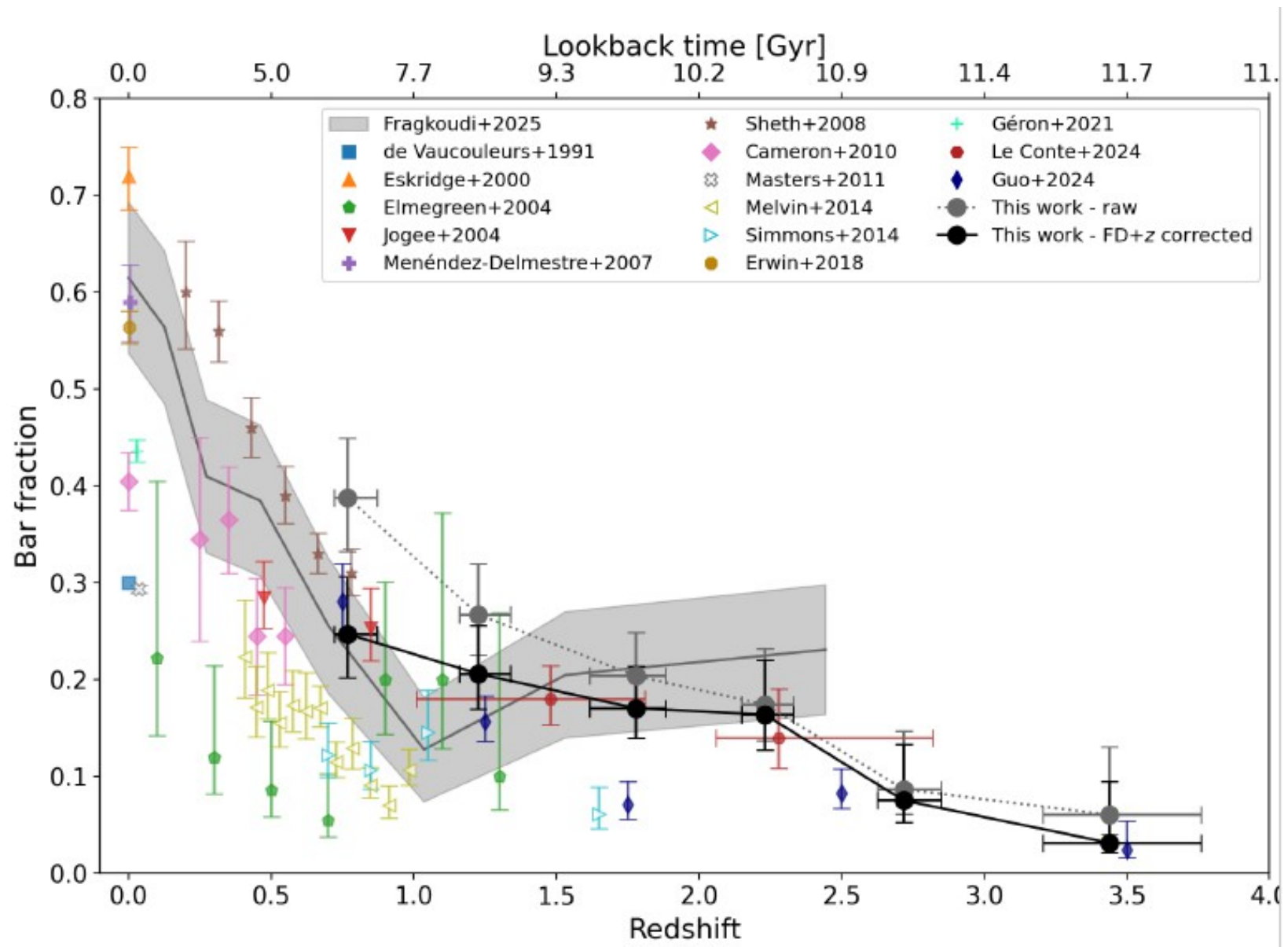


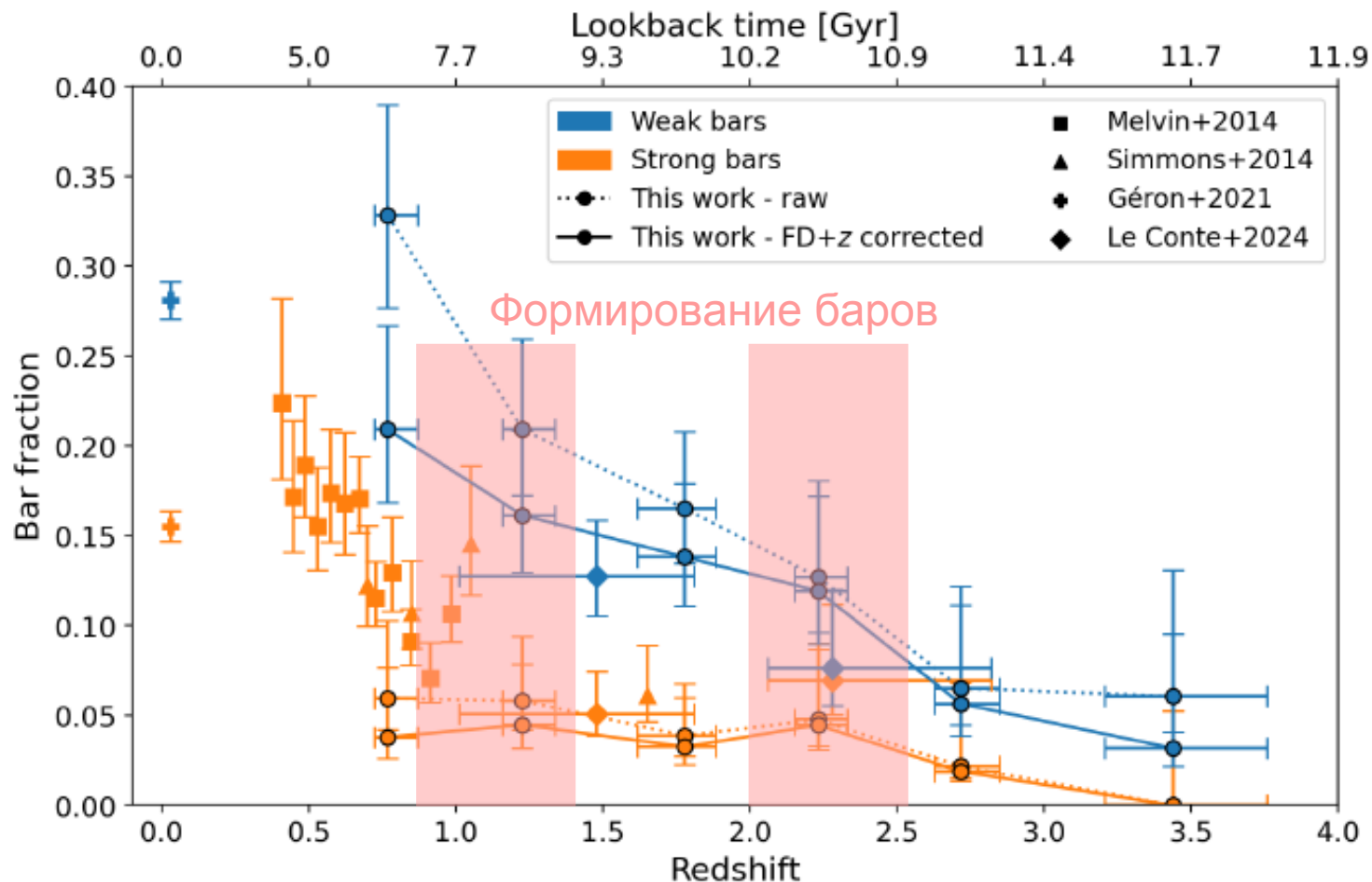
- (1) поправка за число дисков (featureless – smoothed)
- (2) за красное смещение (ухудшение разрешения), dimming

- (1) - уменьшает оценку, (2) – увеличивает.
- (1) - доминирует

$$f_{\text{bar,FD+z}} = \frac{N_{\text{bar}}}{N_{\text{featured}} + N_{\text{featureless discs}}} \cdot k$$

Полная доля баров

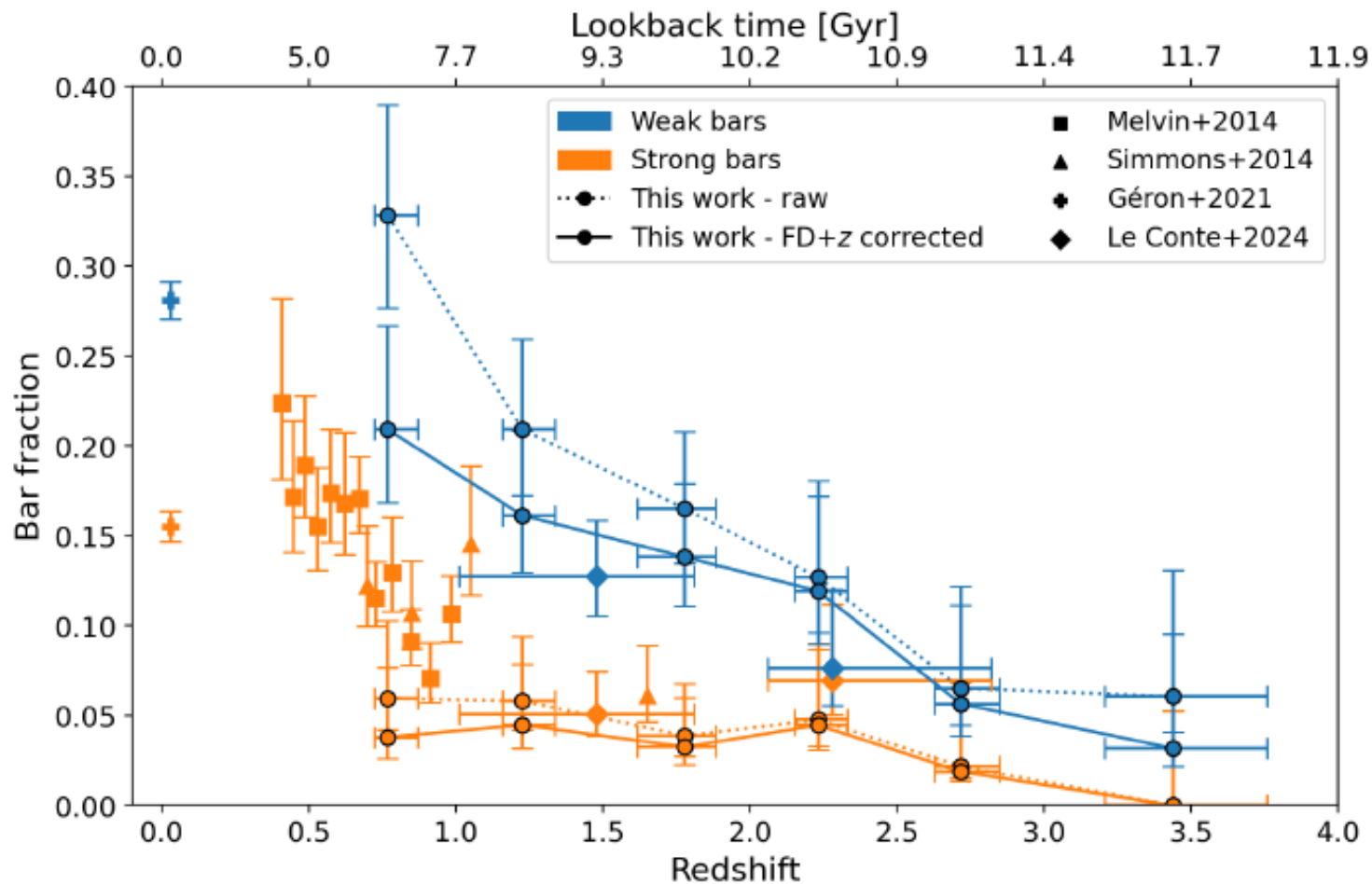




Бары есть на довольно больших $z > 3$, что говорит о том, что либо диски уже достаточно динамически холодные, либо горячие, но с доминированием барионов (Bland-Hawthorn et al. 2023-24)

Две эпохи формирования сильных баров: $z=2-2.5$ и $z=0.7-1$
Ранее говорили только о второй

Временная шкала “усиления” баров дольше, чем шкала их формирования



Доля баров падает с z , согласии с предыдущими работами

Но доля сильных баров постоянно на $z=0.5-2.5$

И быстрый рост (из слабых баров) в современную эпоху

Слабые – формировались всегда

На больших z доминировало формирование при взаимодействии, порождающее сильные бары, на малых z – неустойчивость диска, а далее из слабых - сильные