

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

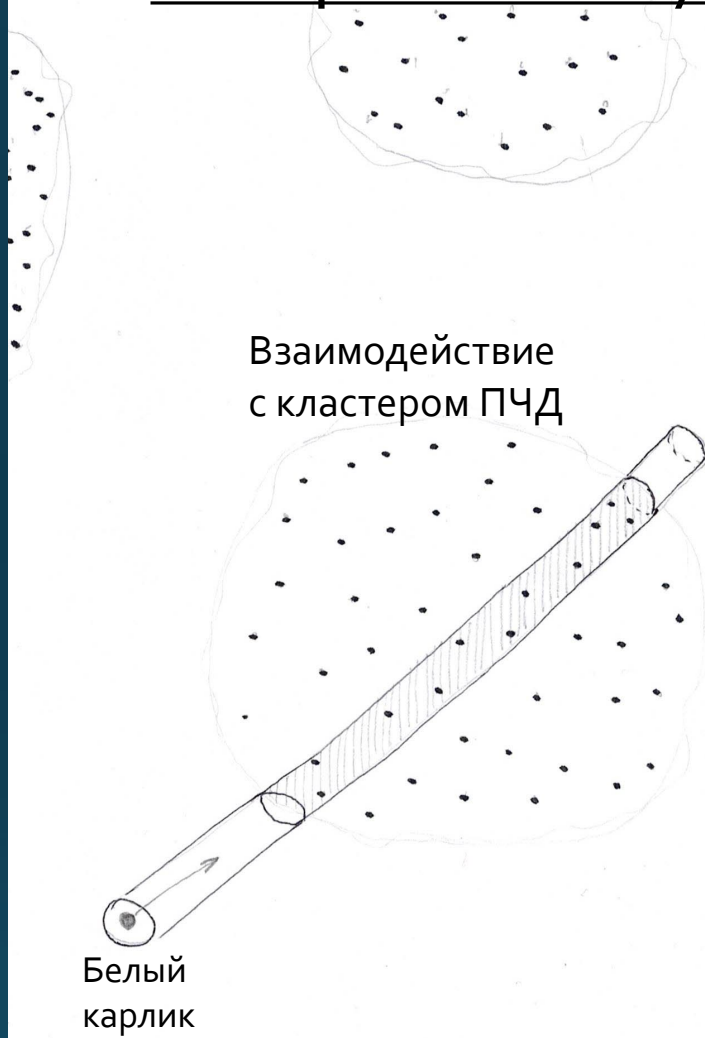
Кафедра физики элементарных частиц №40 Научная
исследовательская работа студента на тему:

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КЛАСТЕРНЫХ
СТРУКТУР
ПЕРВИЧНЫХ ЧЕРНЫХ ДЫР С БЕЛЫМИ
КАРЛИКАМИ И
НЕЙТРОННЫМИ ЗВЕЗДАМИ

Научный руководитель: К. М. Белоцкий

Студент: Н. Б. Мясников

Кластеризованный случай



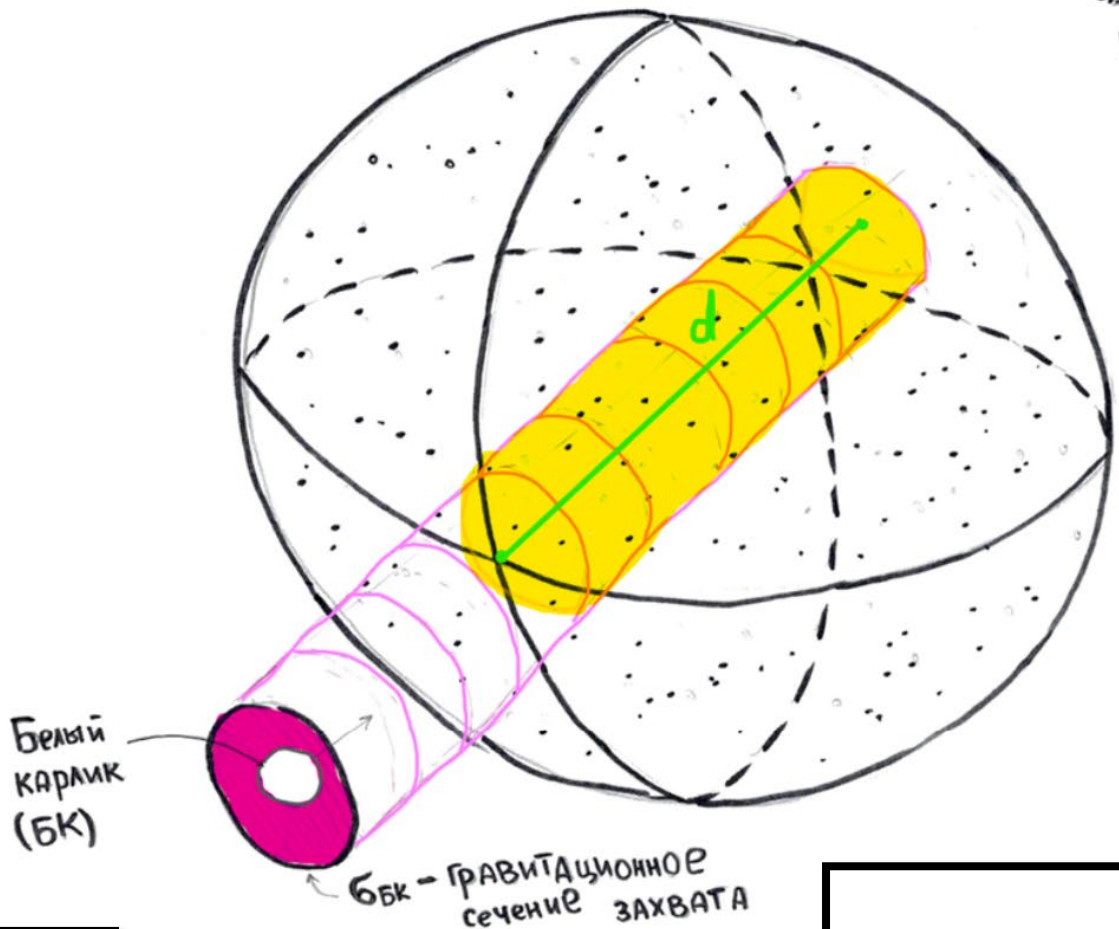
Некластеризованный случай



Наблюдаемое событие одно и то же – уничтожение белого карлика

Кластер ПЧД

Одиночный БК
ВЛЕТАЕТ В КЛАСТЕР ПЧД



$$N_1 = \sigma_{\text{БК}} \cdot d_{\text{кл}} \cdot n_{\text{ПЧД}}$$

$$\sigma_{\text{БК}} = \pi R_{\text{БК}}^2 \cdot \left(\frac{v_2}{v_\infty} \right)^2$$

$$n_{\text{ПЧД}} = \frac{N_{\text{ПЧД}}}{V_{\text{кл}}}$$

$$R_{\text{кл}} \approx \left(\frac{M_{\text{кл}}}{10^3 \cdot M_\odot} \right)^{1/3} \text{ Пк.}$$

$$[\sigma \cdot d \cdot n] \equiv \text{длина}^2 \cdot \text{длина} \cdot \frac{\text{количество}}{\text{длина}^3}$$

Количество взаимодействий белого карлика с ПЧД

$$N = n_{\text{ПЧД}} \cdot \sigma_{\text{БК}} \cdot v_{\infty} \cdot t$$

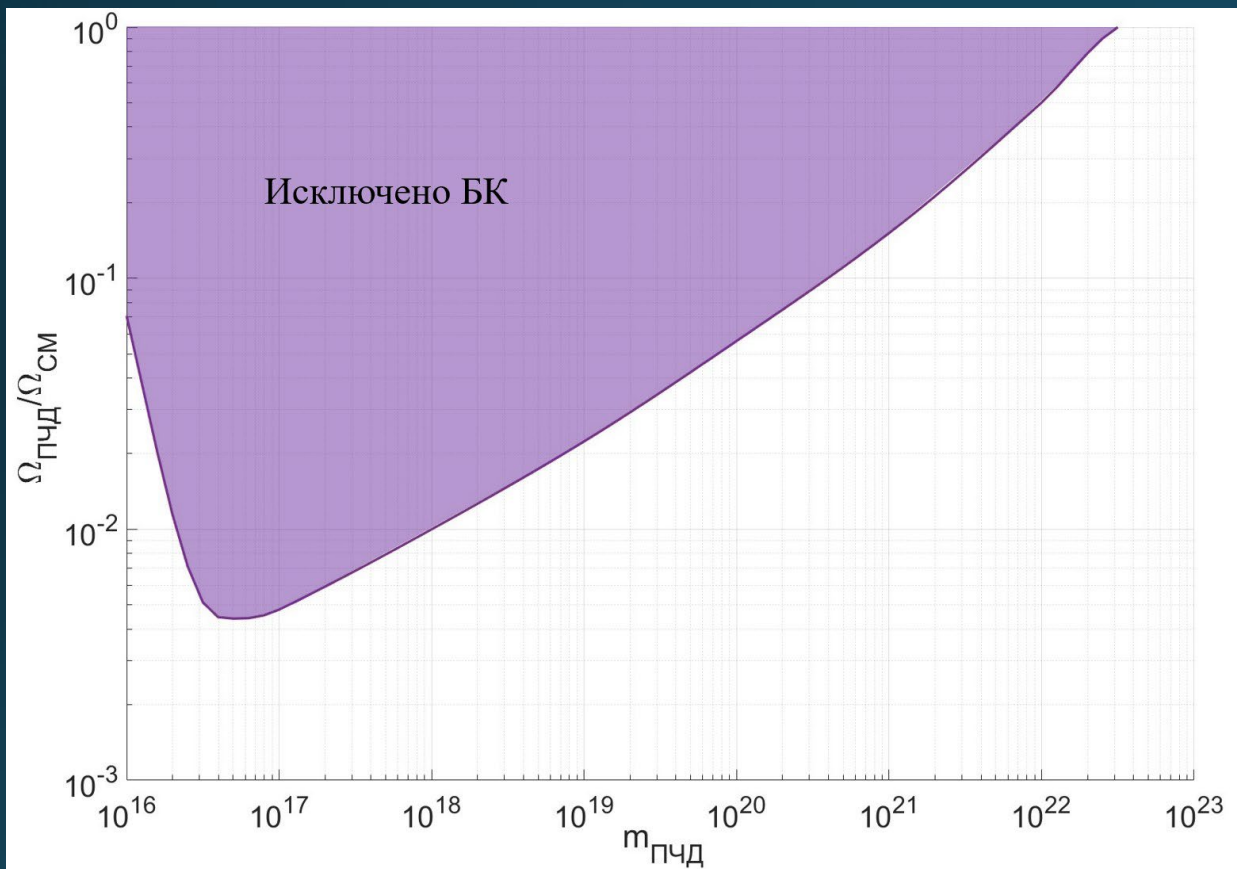
Некластеризованный случай

$$N_{\text{КЛ}} = [n_{\text{КЛ}} \cdot \sigma_{\text{КЛ}} \cdot v_{\infty} \cdot t] \times [n_{\text{ПЧД}}^{\text{КЛ}} \cdot \sigma_{\text{БК}} \cdot d_{\text{КЛ}}]$$

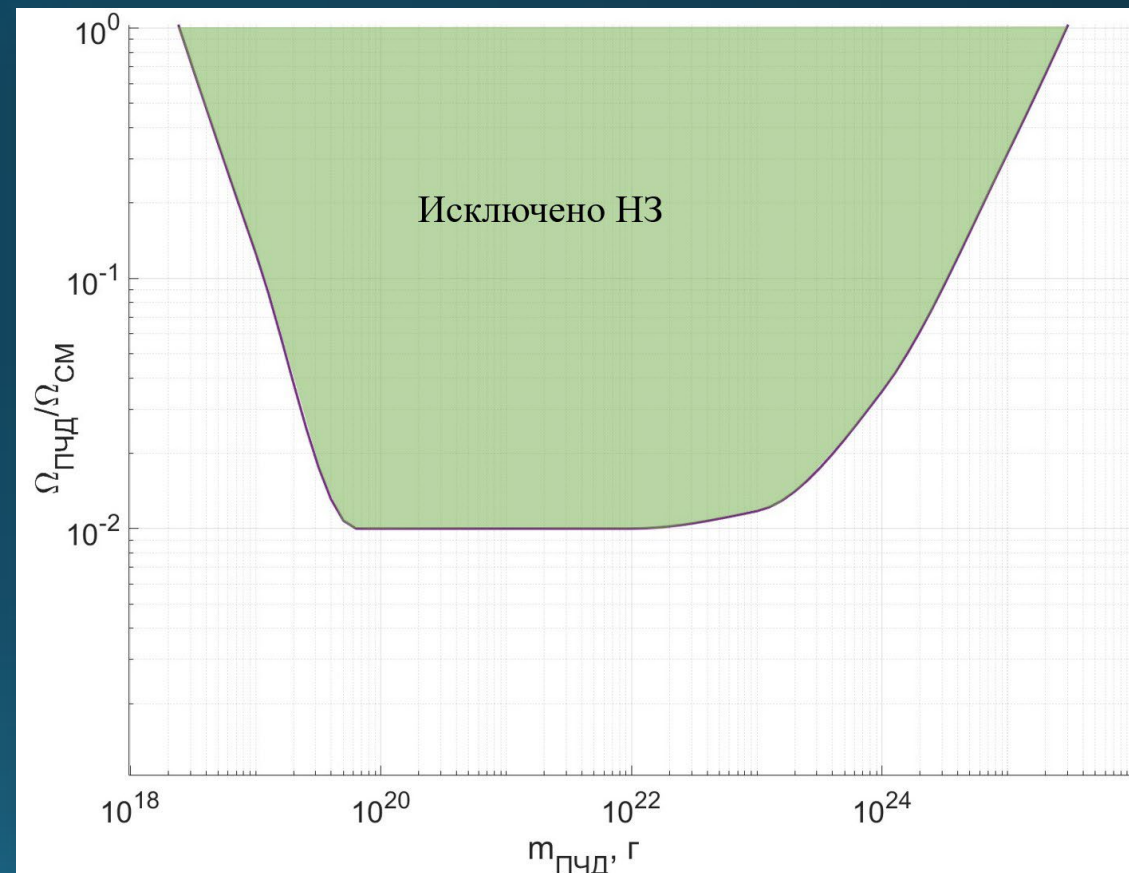
Кластеризованный случай

[Количество попаданий в кластер за время t] \times [Количество захваченных ПЧД внутри кластера]

Исходные ограничения на долю ПЧД в шаровых скоплениях

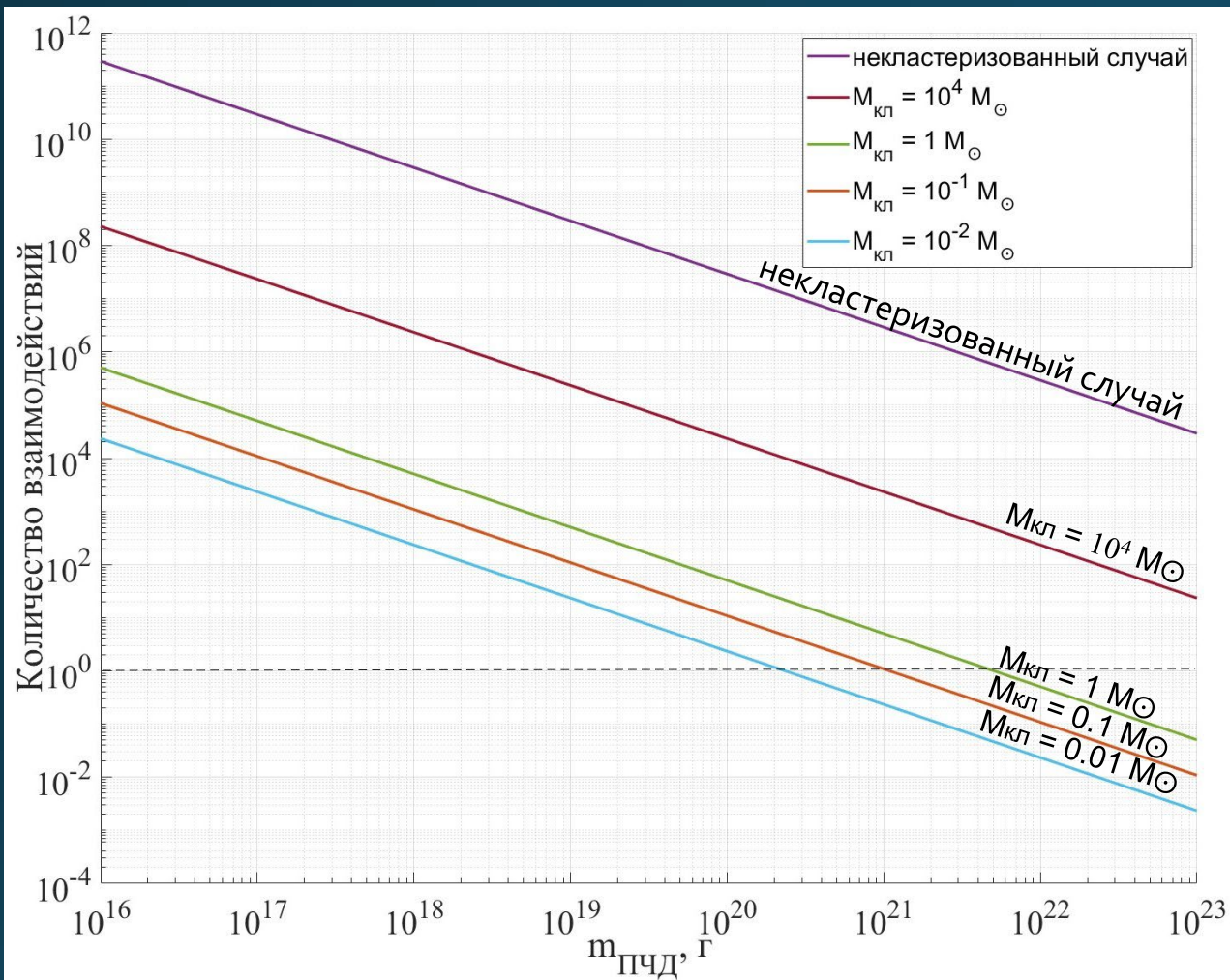


arXiv:1209.6021v3

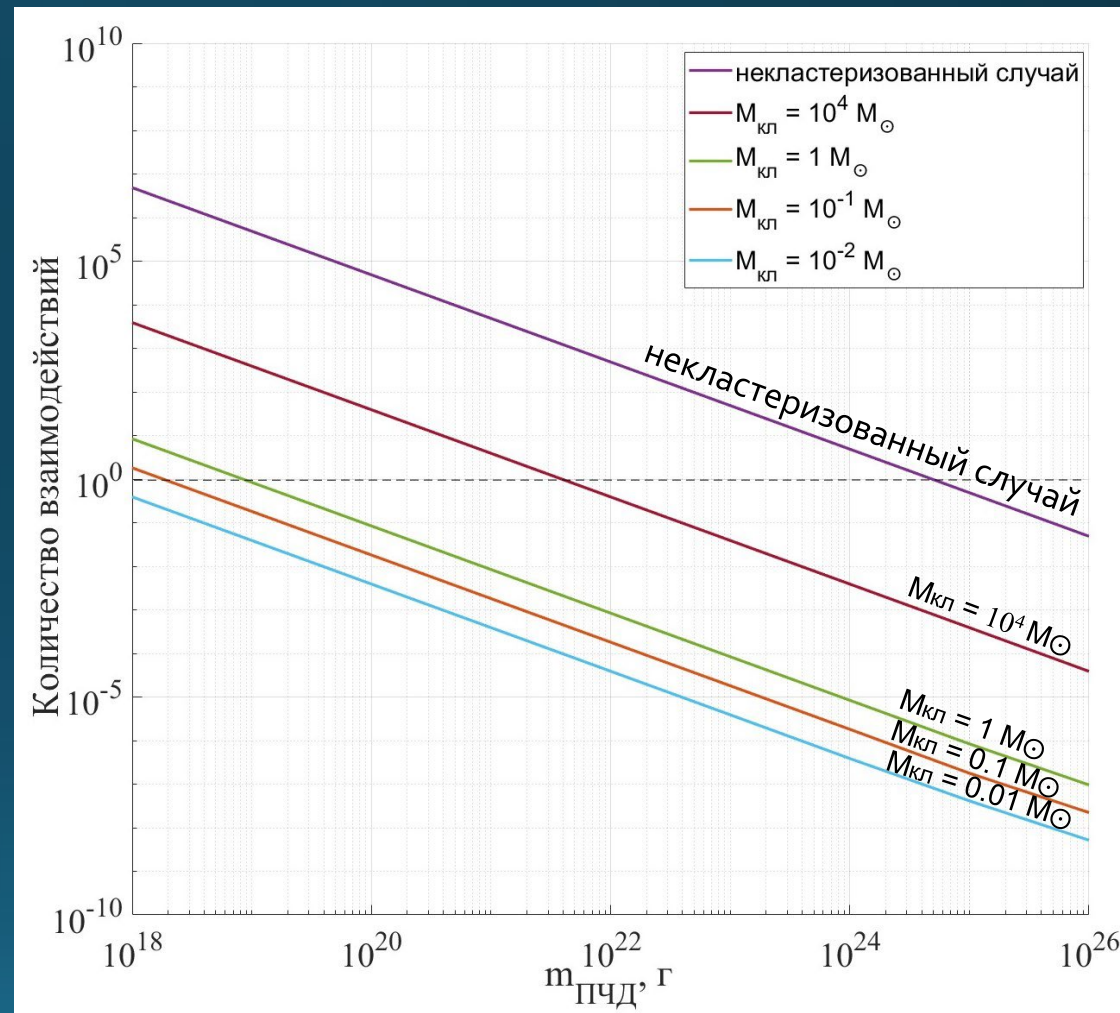


arXiv:1301.4984v3

Количество взаимодействий ПЧД с БК / НЗ от массы ПЧД при разных массах кластера



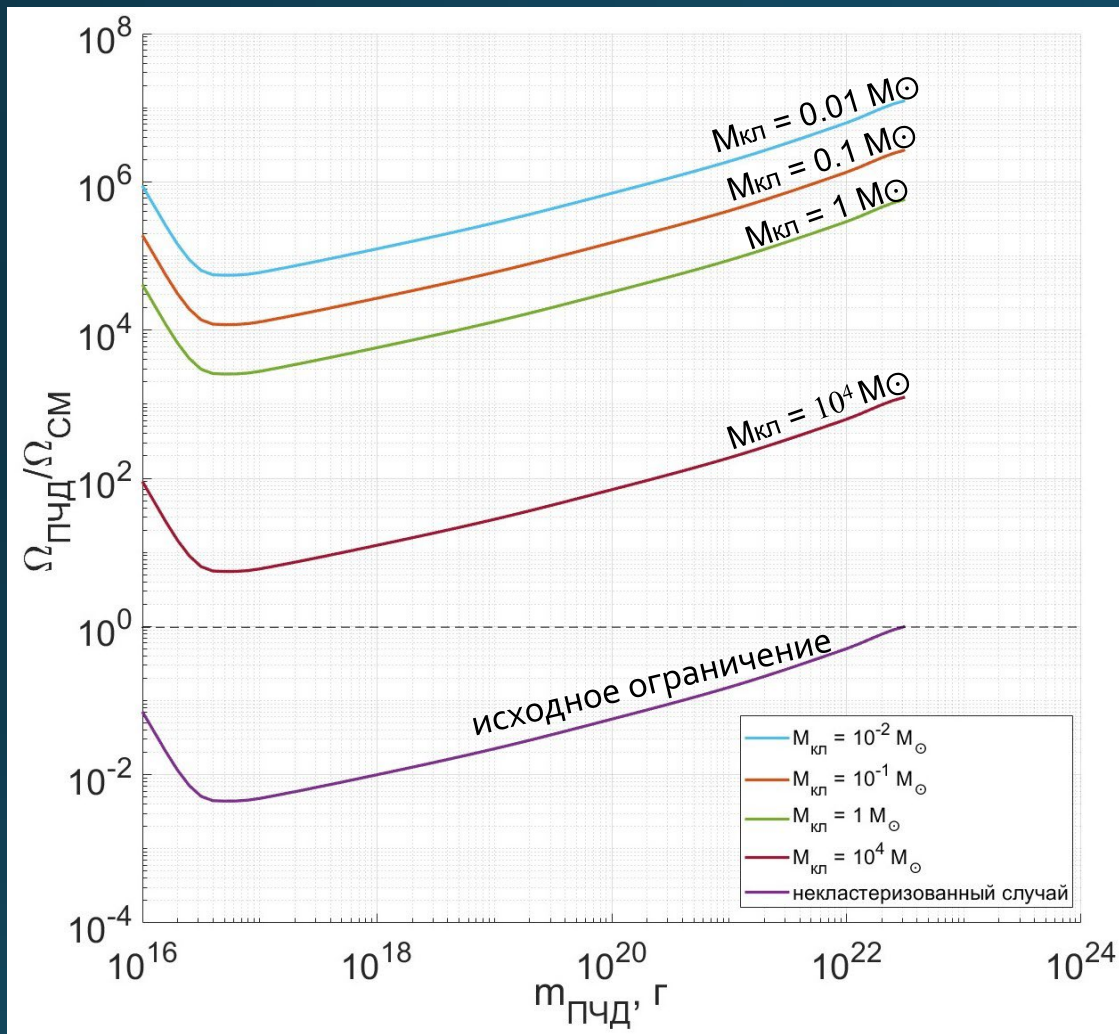
Белые карлики



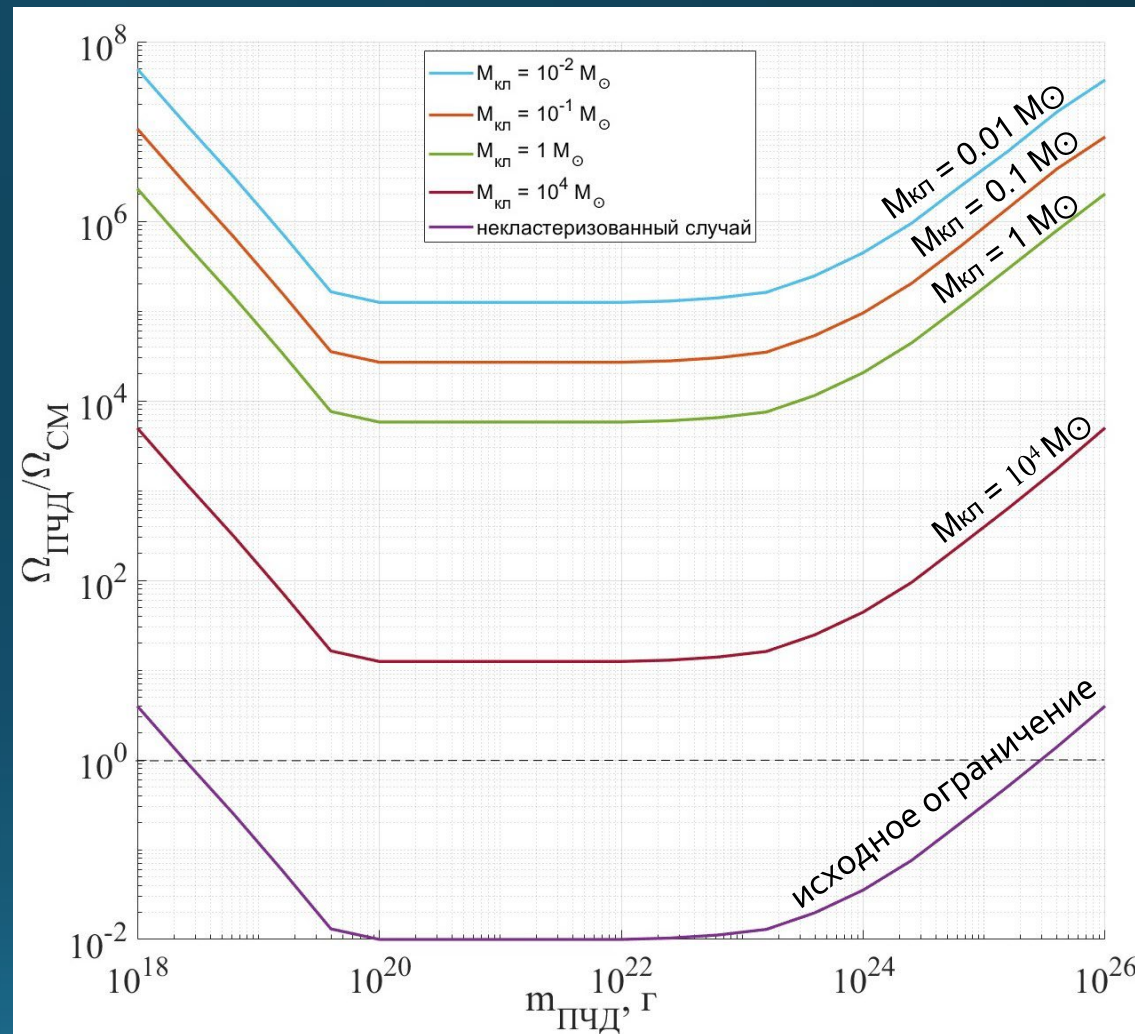
Нейтронные звёзды

$$R_{\text{кл}} \approx \left(\frac{M_{\text{кл}}}{10^3 \cdot M_{\odot}} \right)^{1/3} \text{ ПК}$$

Исходное ограничение на долю $\Omega_{\text{ПЧД}}/\Omega_{\text{СМ}}$ и новые ограничения с учетом эффекта кластеризации



Белые карлики



Нейтронные звёзды

Исследование возможности рассмотрения КГ

Шаровое скопление



Карликовая
галактика



Обозначение критериев оценки

Шаровое
скопление

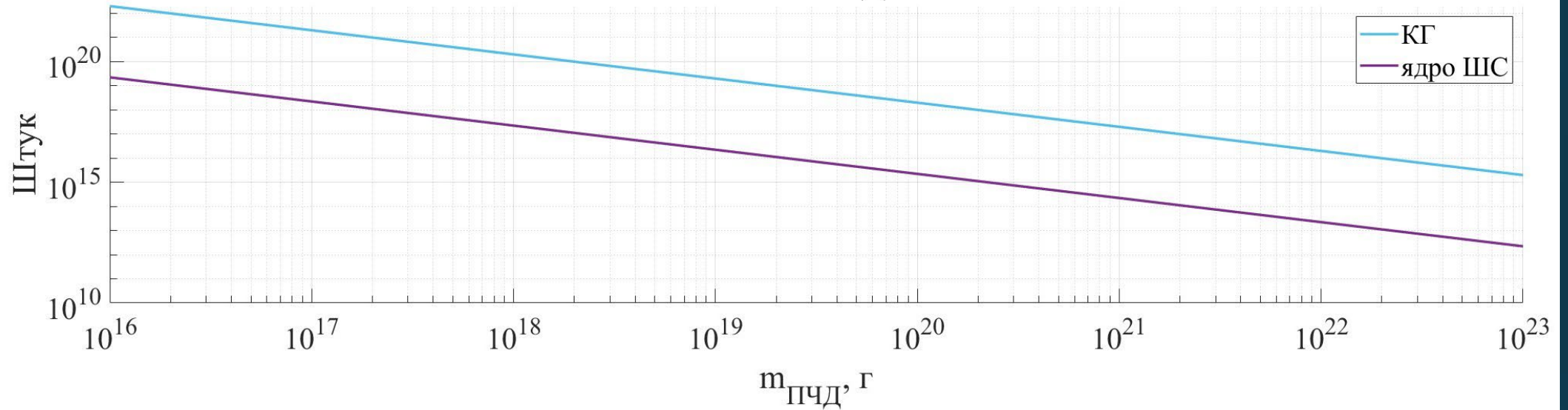
vs

Карликовая
галактика

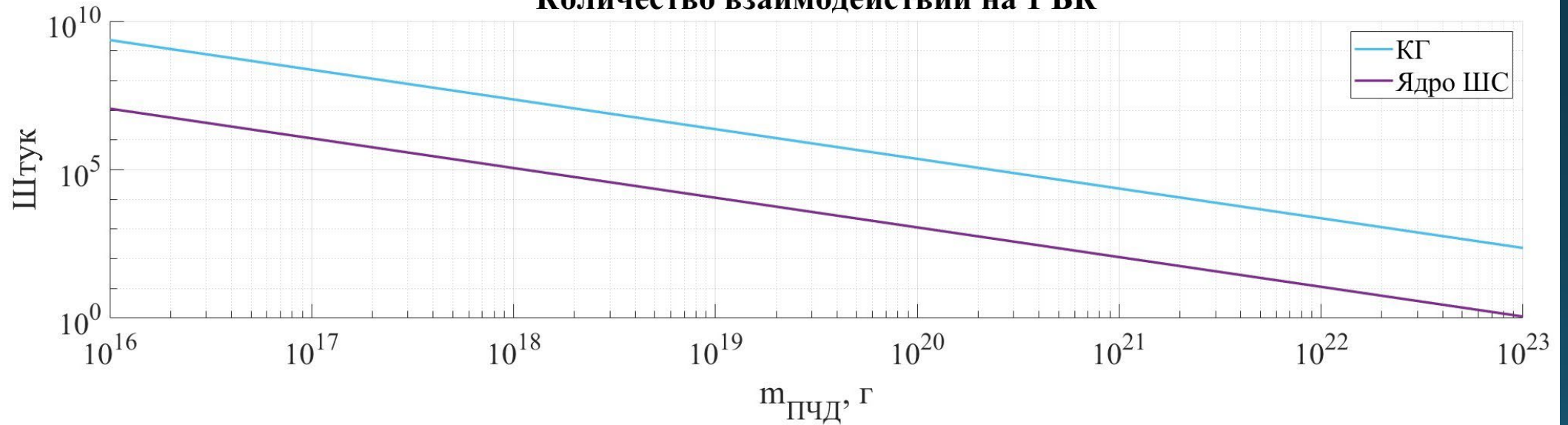
- Количество первичных черных дыр (ПЧД), приходящихся на 1 белый карлик (БК)
- Количество взаимодействий за время t на 1 БК, если бы его не уничтожали

Сопоставление шарового скопления и карликовой галактики

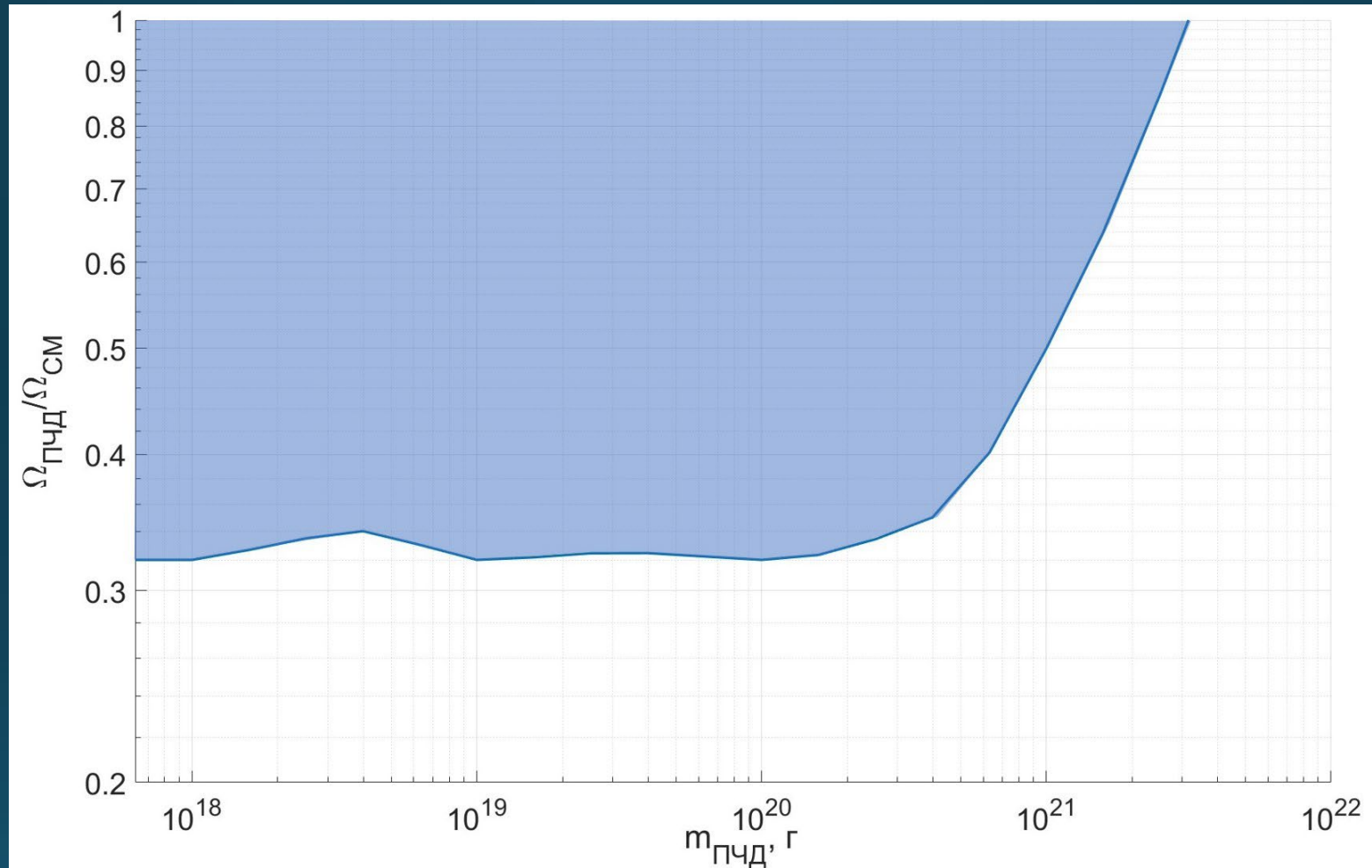
Количество ПЧД на 1 БК



Количество взаимодействий на 1 БК

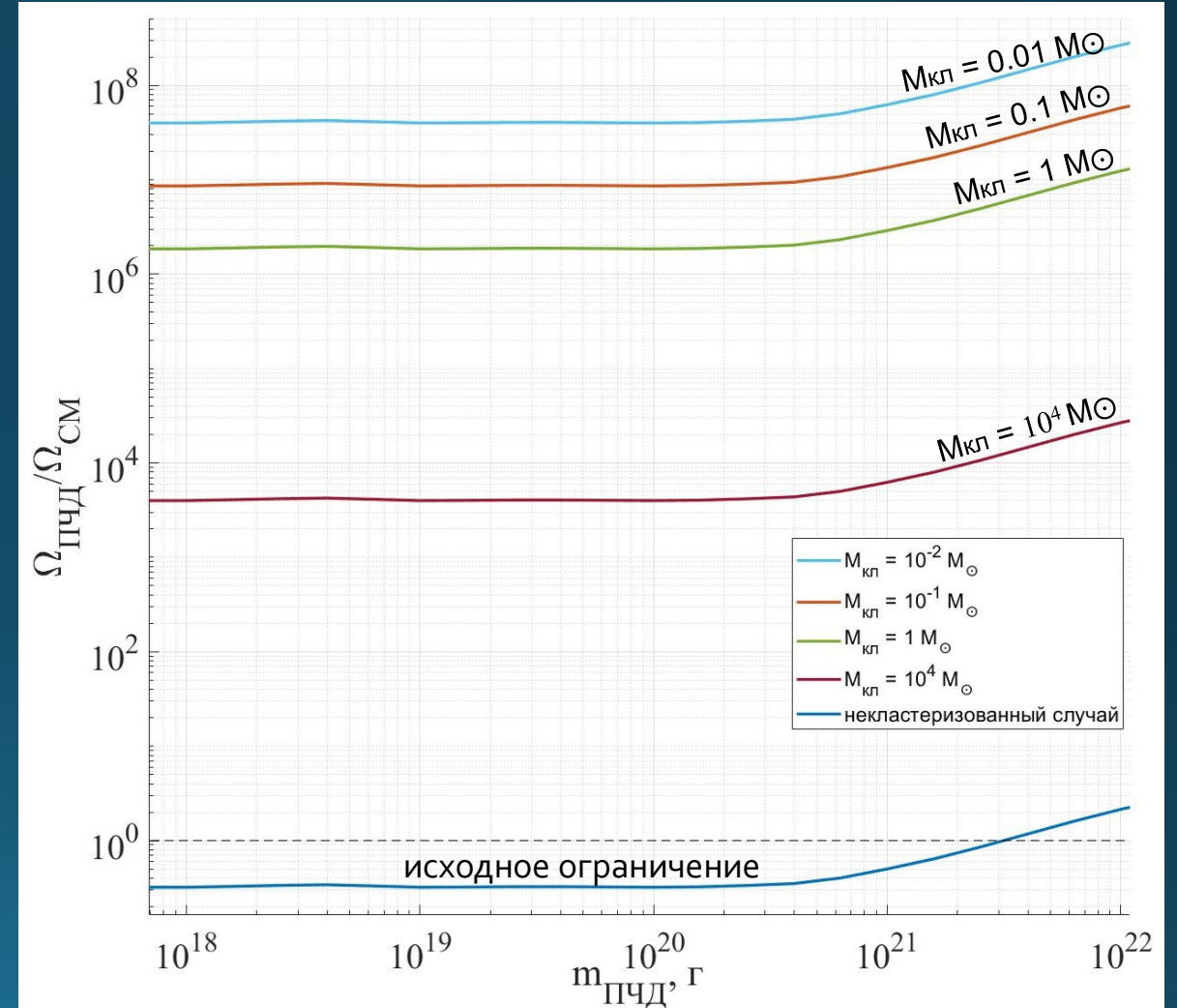
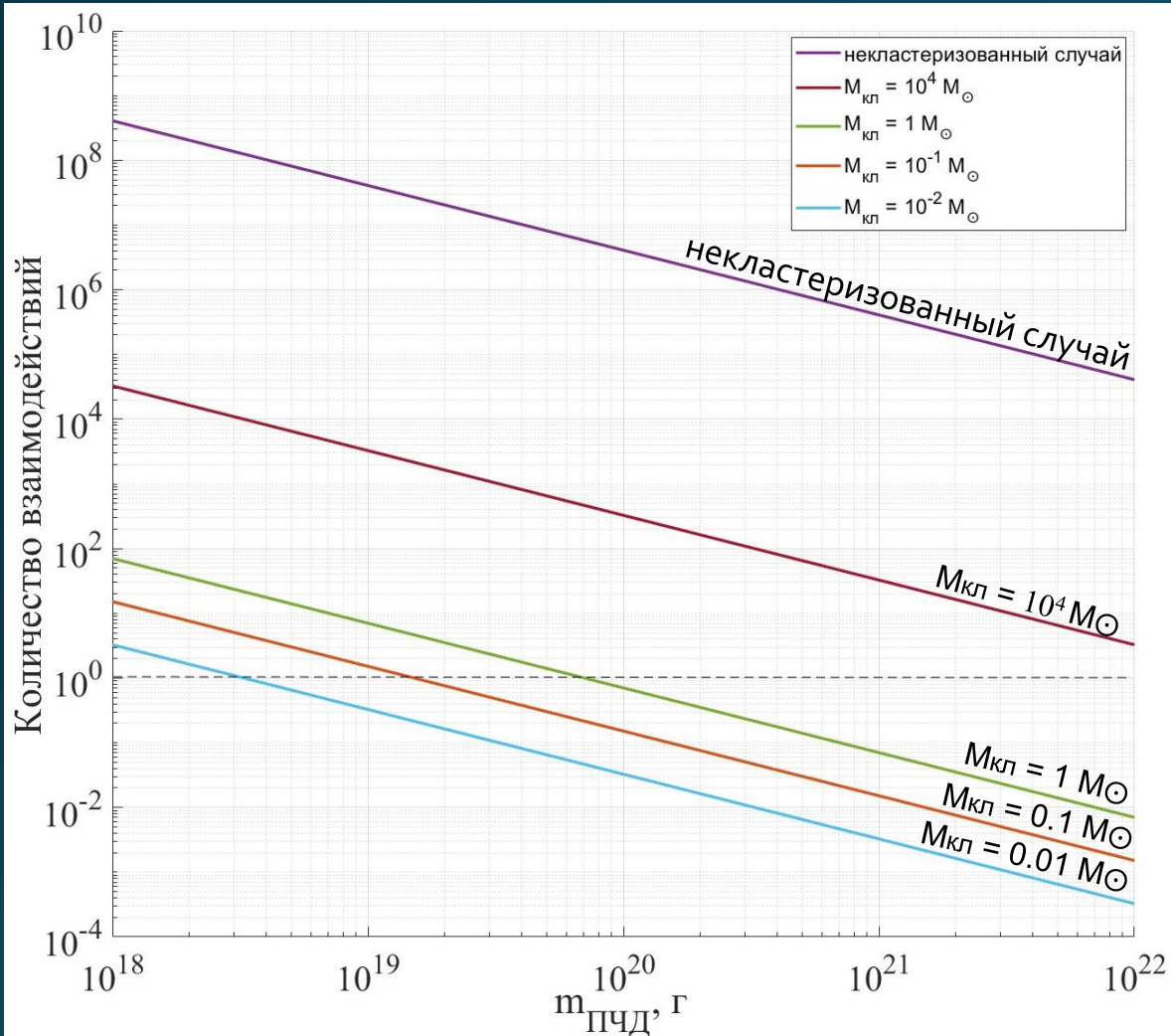


Исходное ограничение на долю ПЧД в карликовой галактике



arXiv:2207.07412v1

Пересмотр ограничения доли ПЧД в КГ



Заключение

Существующие ограничения на долю ПЧД в случае рассмотрения взаимодействия кластерных структур ПЧД с белыми карликами и нейтронными звездами могут быть сняты как в масштабах шаровых скоплений, так и в масштабах карликовых галактик. Это открывает новую возможность для объяснения всей скрытой массы Вселенной с помощью первичных черных дыр.

Дополнительные слайды

Модели образования Шаровых скоплений

Модель 1:

“Собственное гало”

Шаровое скопление (ШС) образовалось вследствие “натекания” барионного вещества в область с повышенной плотностью скрытой массы.

Если модель верна, то существуют свободные (free-floating) ШС – пока не найдены.

Модель 2:

“Барионная”

Шаровое скопление образовалось в результате флуктуаций барионного вещества. Присутствие темного гало допустимо, но в таком случае оно обусловлено материнской галактикой (host galaxy).

Рассмотрение карликовых галактик

