

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

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

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕСМОТРА ОГРАНИЧЕНИЯ ПО БЕЛЫМ КАРЛИКАМ НА ПЛОТНОСТЬ ПЕРВИЧНЫХ ЧЕРНЫХ ДЫР ДЛЯ КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК

Научный руководитель: К. М. Белоцкий

Студент: Н. Б. Мясников

# Постановка задачи

Шаровое скопление



Карликовая галактика



# 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).

# Обозначение критериев оценки

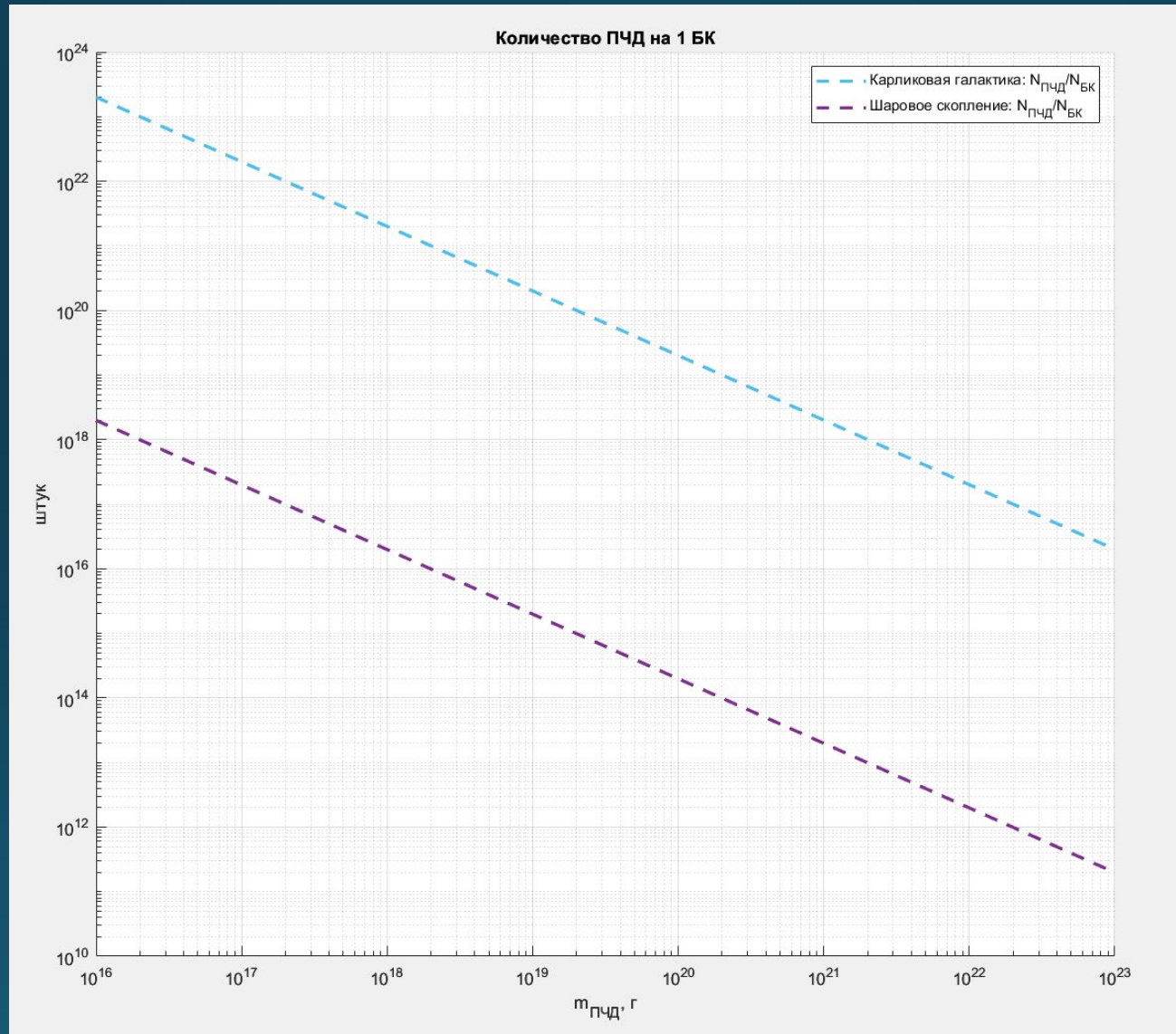
Шаровое  
скопление

vs

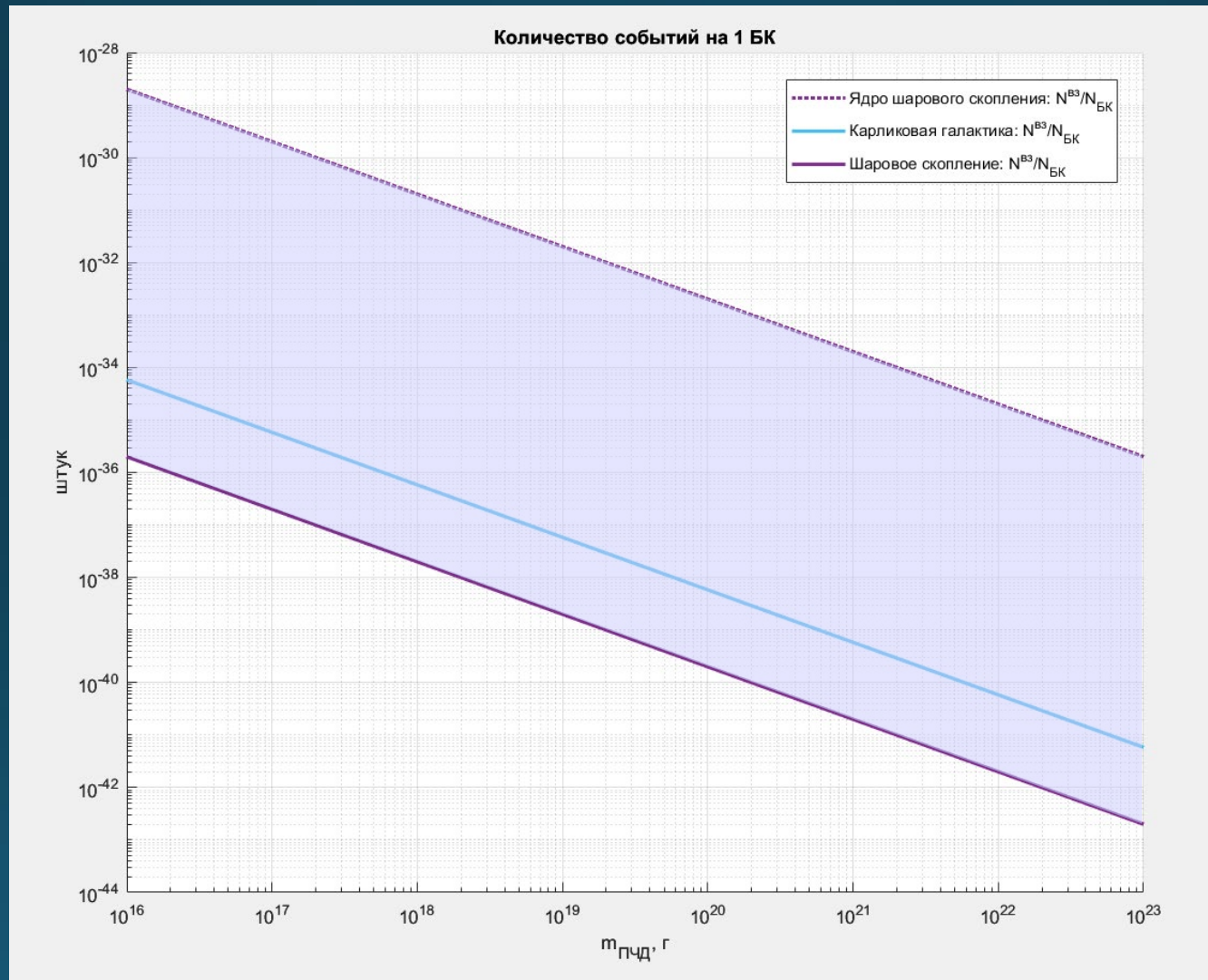
Карликовая  
галактика

- Количество первичных черных дыр (ПЧД), приходящихся на 1 белый карлик (БК)
- Количество ожидаемых событий на 1 БК

# Критерий первый

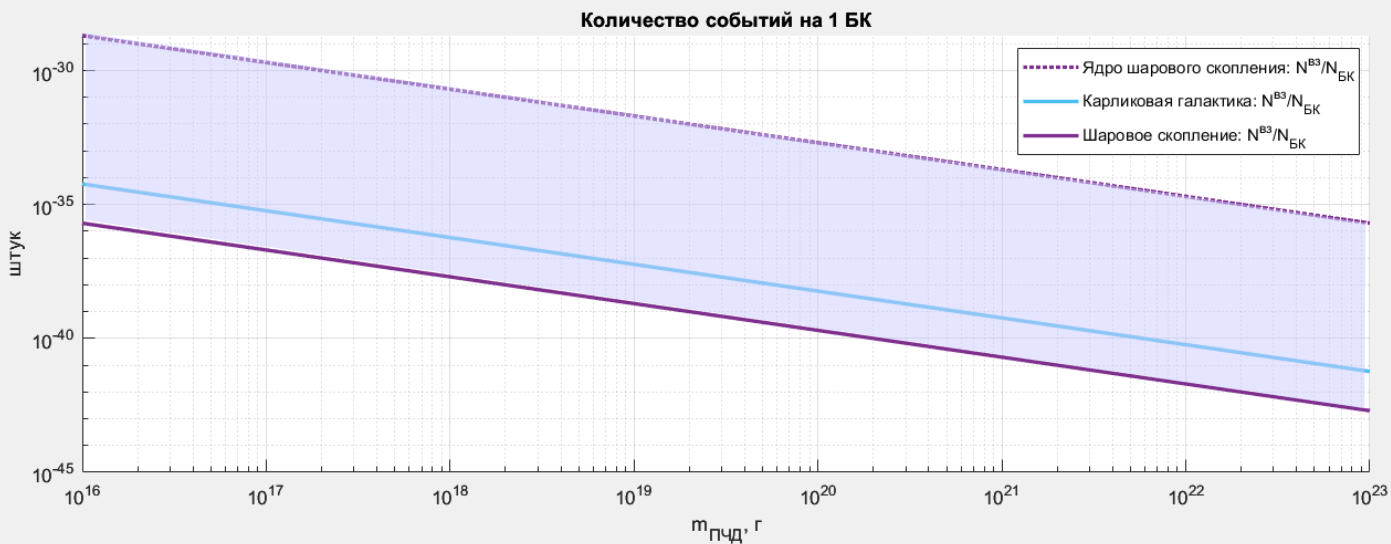
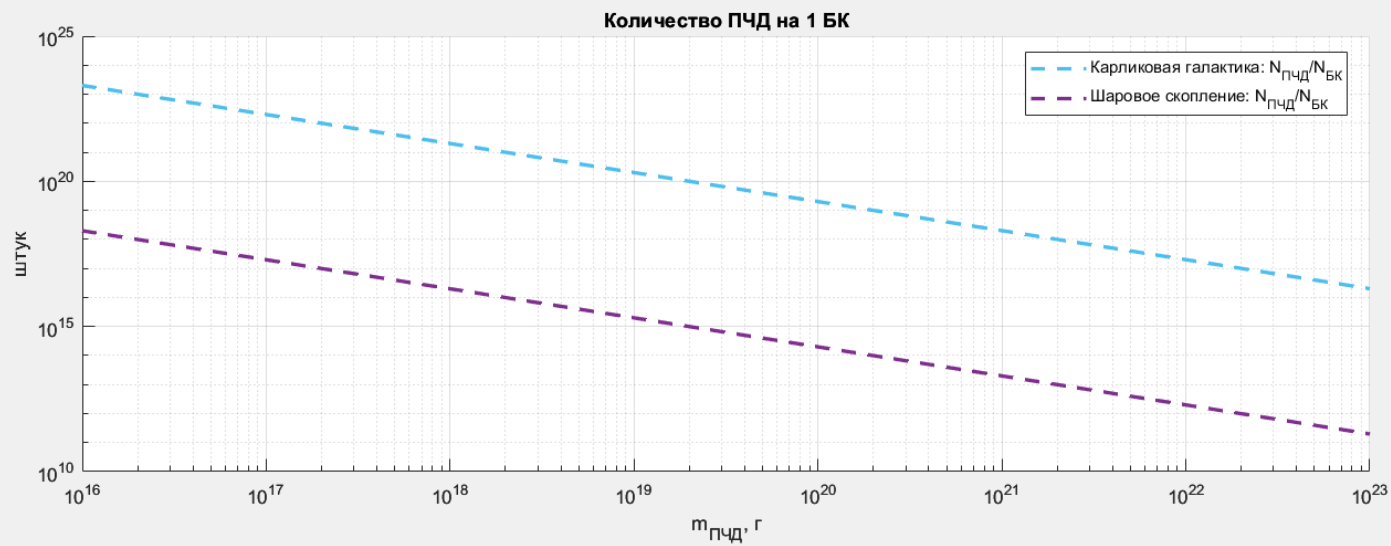


# Критерий второй





# Результат



У КГ удельное количество ПЧД на пять порядков выше

В КГ ожидаемое удельное количество событий в среднем в 100 раз больше, чем в ШС

# Заключение

Полученные результаты несут следующий смысл:  
предварительные оценки позволяют говорить о  
возможности пересмотра ограничений для карликовых  
галактик.



# Дальнейшие планы

- Получить ограничения на плотность ПЧД в карликовых галактиках по методике, изложенной в статье Капеллы, Пширкова, Тинякова
- Полученные ограничения пересмотреть (ослабить или снять) механизмом кластеризации ПЧД

# Дополнительные слайды

## Кластеризованный случай



## Некластеризованный случай

Взаимодействие с  
одиночной ПЧД



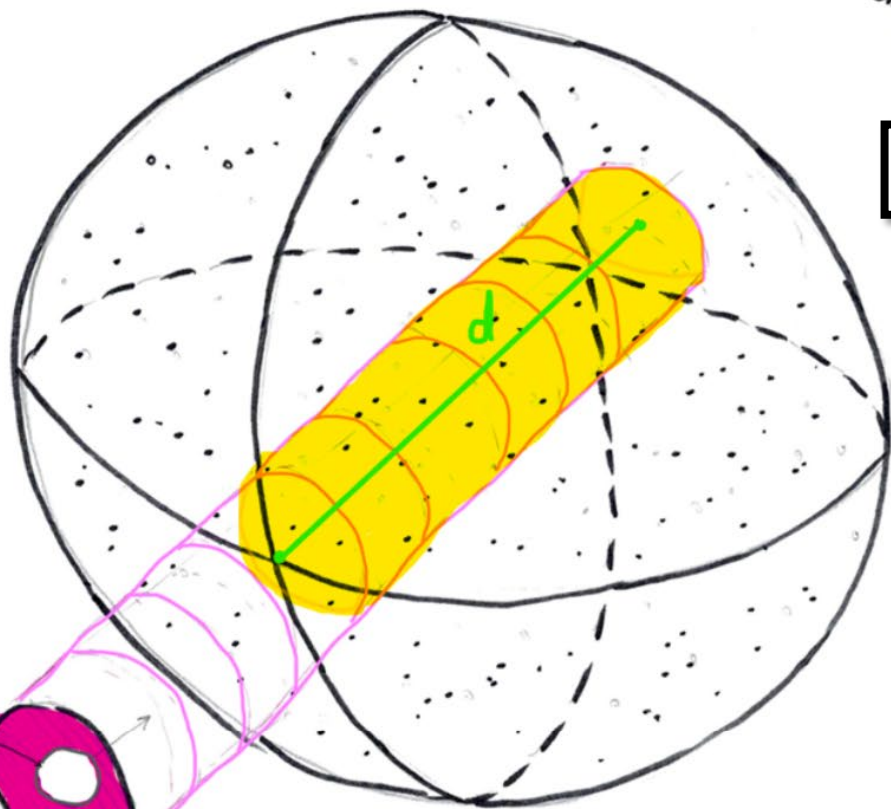
Наблюдаемое событие одно и то же – уничтожение белого карлика

Кластер ПЧД

$$[\sigma] = (\text{длина})^2$$

$$[d] = \text{длина}$$

$$[n] = \frac{\text{количество}}{(\text{длина})^3}$$



Белый карлик (БК)

БК - гравитационное сечение захвата

Одиночный БК  
влетает в кластер ПЧД

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



$$N(m_{\text{ПЧД}}, M_{\text{кл}}) = 10^8 \cdot \frac{M_{\text{кл}}^{\frac{1}{3}}}{m_{\text{ПЧД}}}$$

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

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

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

## Вероятность взаимодействия белого карлика с ПЧД

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

Некластеризованный случай

В масштабах галактики

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

Кластеризованный случай

{вероятность попадания в кластер} x {вероятность взаимодействия внутри кластера}