

Динамические эффекты при прохождении ПЧД через звездное скопление

Подготовил : студент группы Б17-102 Краснов М.А.

Руководитель : Белоцкий К.М.

Что такое ПЧД?

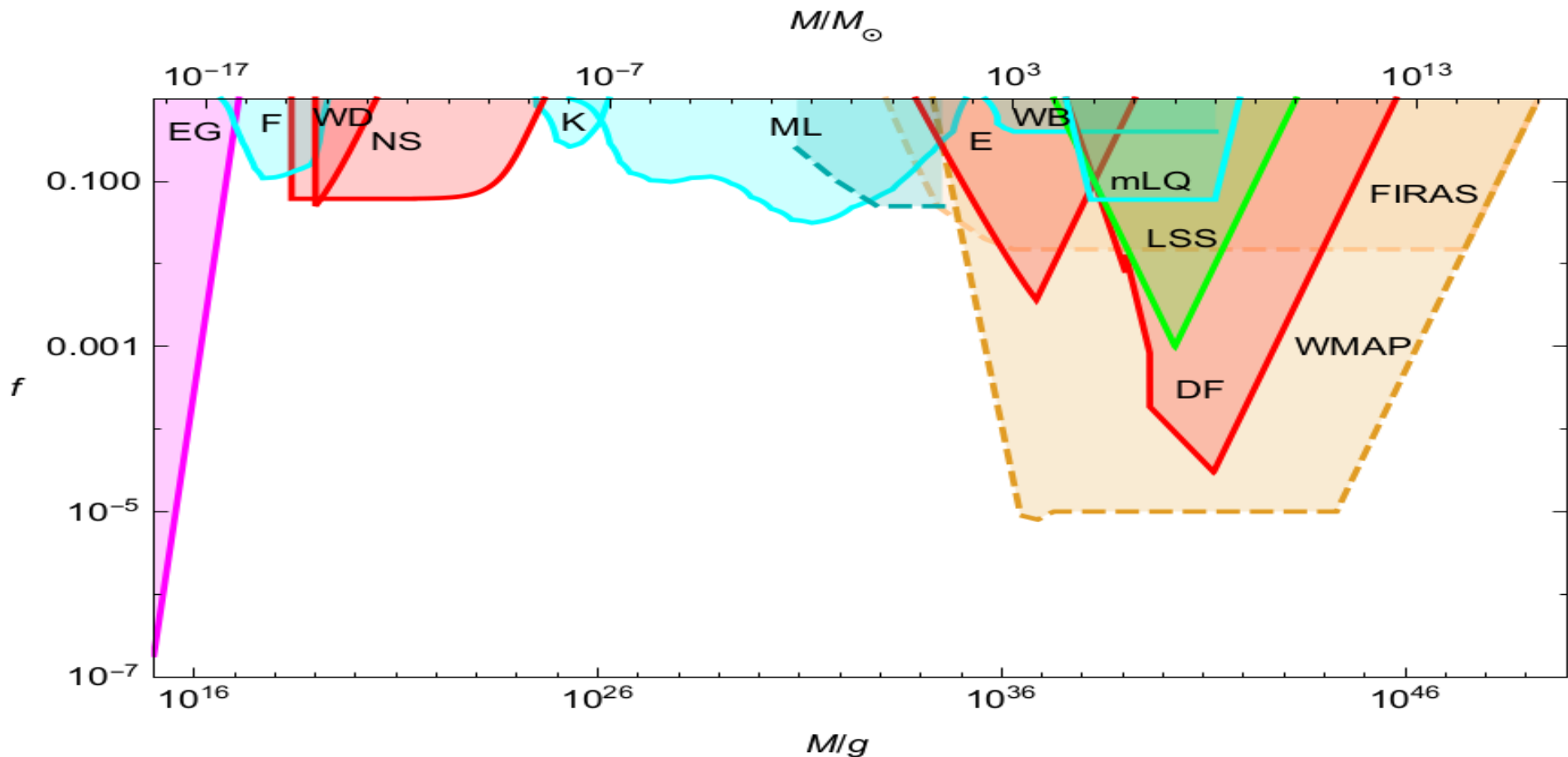
ПЧД это гипотетические черные дыры «первичного» происхождения во времена ранней Вселенной

- Их существование долгое время считалось не доказанным
- Широкий спектр масс
- Кандидат на объяснение тёмной материи



Ограничение на плотность ПЧД

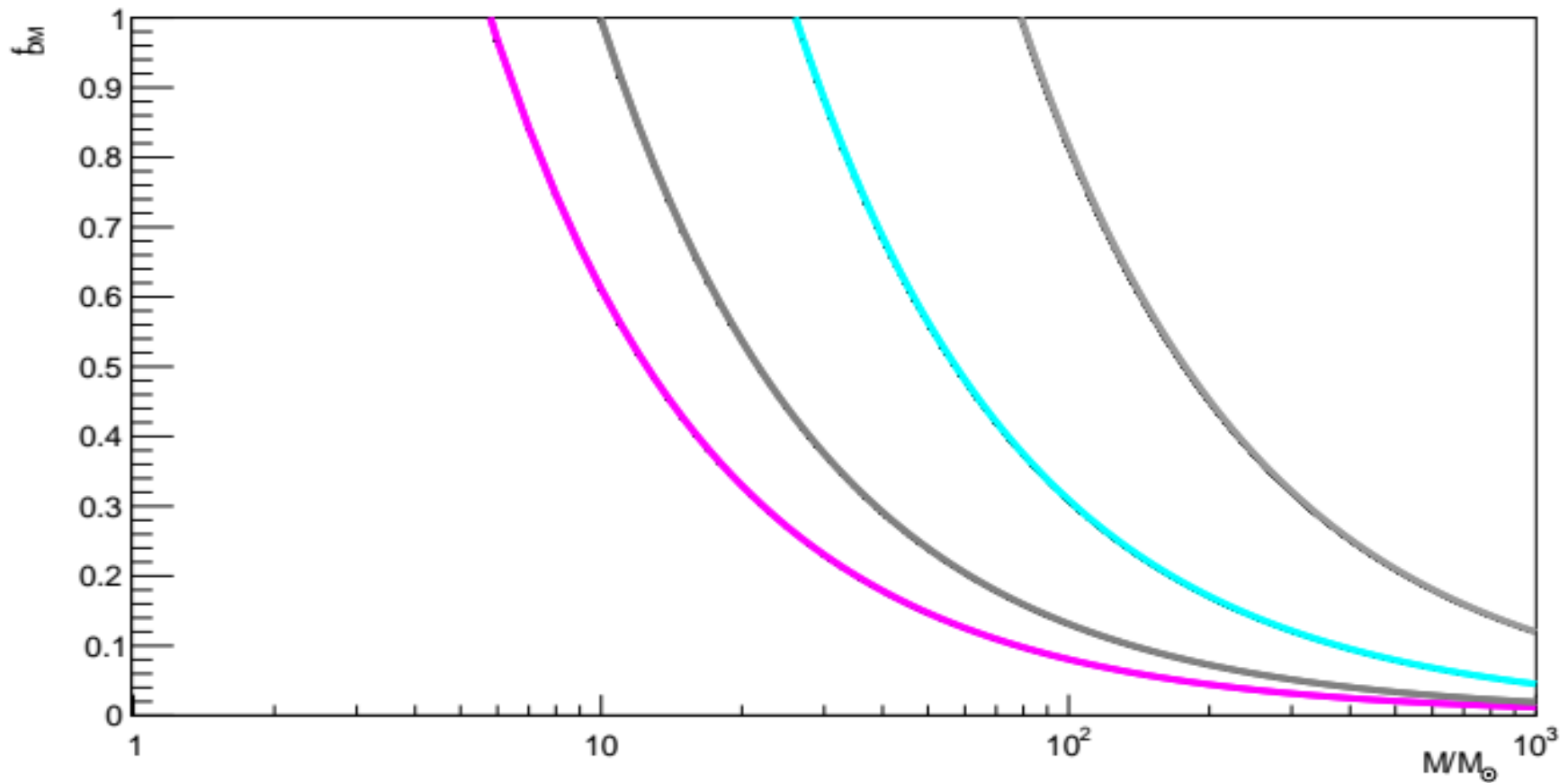
Выживание космических систем даёт ограничение на плотность ПЧД, для разных структур — разные ограничения.



Eridanus II

- Содержит шаровое скопление звёзд
- Предположительно очень старый (12 Gyr)

$f(M)$ for Eridanus II



Коэффициенты диффузии

Коэффициент диффузии показывает, как в среднем меняется заданная физическая величина в единицу времени

$$D [(\Delta v)^2] = \frac{4\sqrt{2}\pi G^2(1 - f_{DM})\rho m_a \ln \Lambda}{\sigma}$$

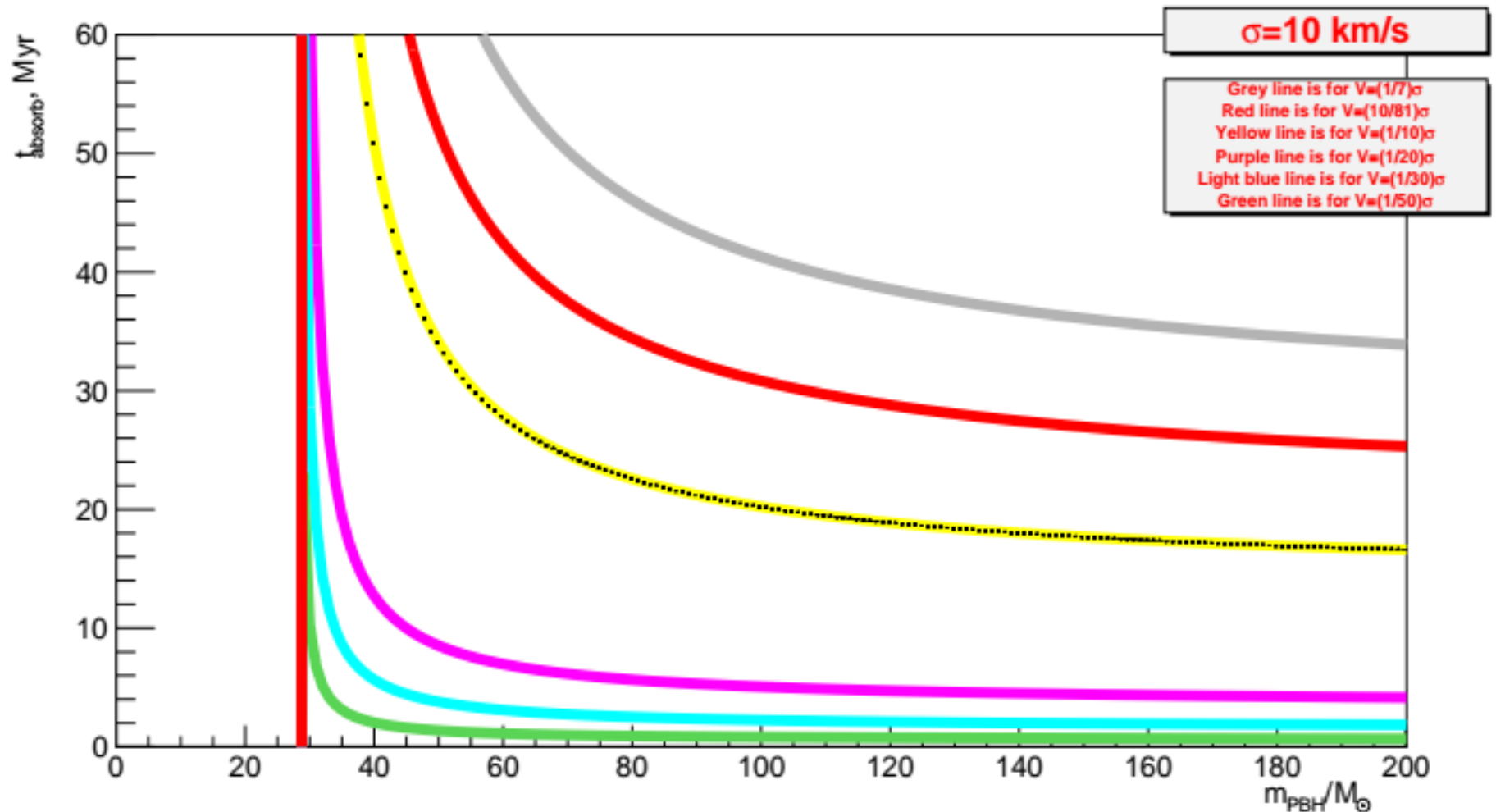
$$v_{||} D [\Delta v_{||}] = -\frac{4\pi v_* G^2(1 - f_{DM})\rho m_* \ln \Lambda}{\sigma^2} G(X)$$

$$D[(\Delta E)] = M(v_{||} D[\Delta v_{||}] + \frac{1}{2} D[(\Delta v)^2])$$

Захват ПЧД звездным скоплением

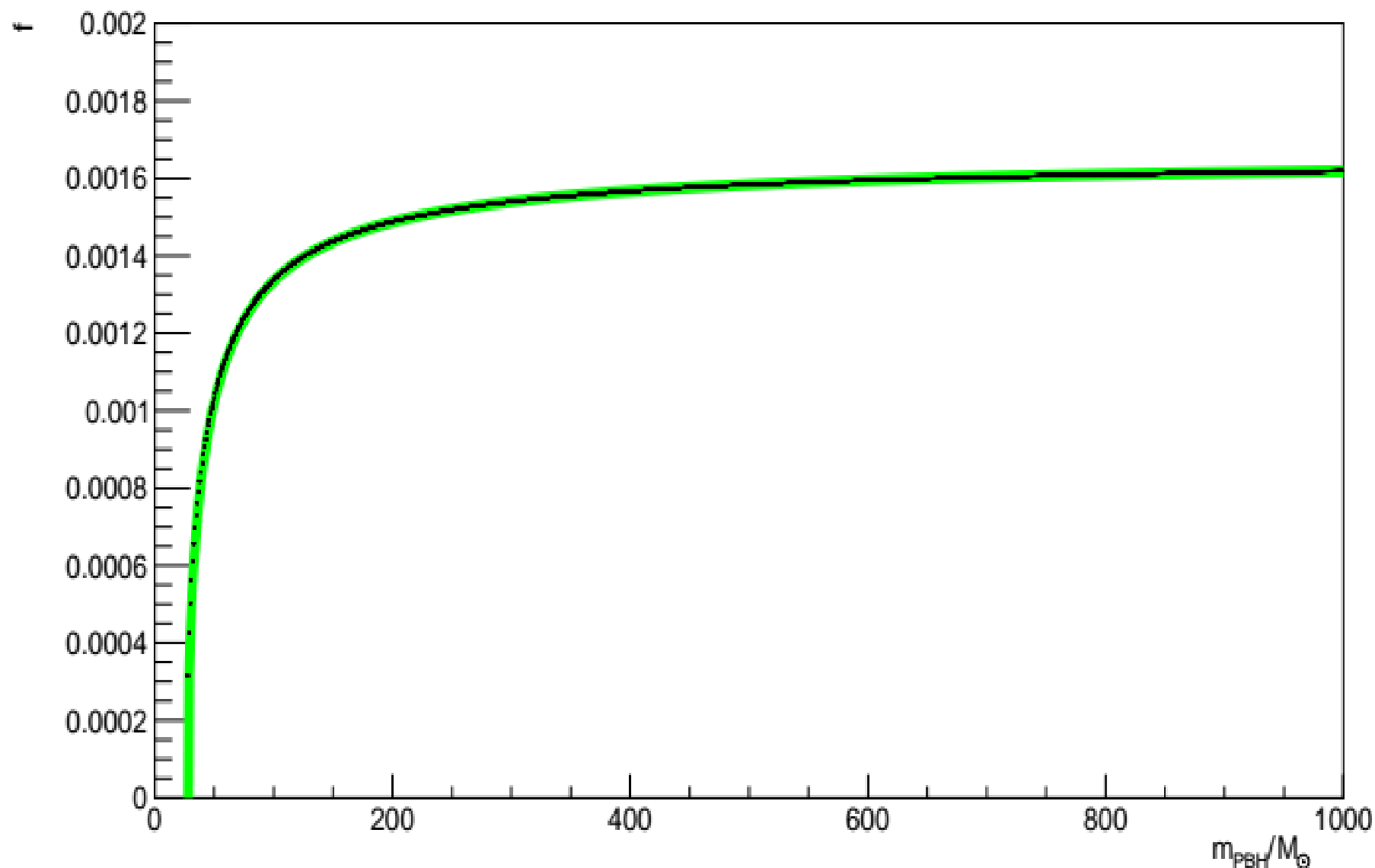
$$m_a v_a dv_a = M \left(\frac{2\sqrt{2}\pi G^2 f_{DM} \rho m_a \ln \Lambda}{\sigma} \cdot \frac{\text{erf}(X)}{X} - \frac{4\pi G^2 (1 - f_{DM}) \rho (m_a + m_*) \ln \Lambda}{\sigma} \cdot G(X) \right)$$

Time to absorb PBH's kinetic energy



Какая доля ПЧД может быть захвачена?

Part of PBHs with appropriate velocity to be captured



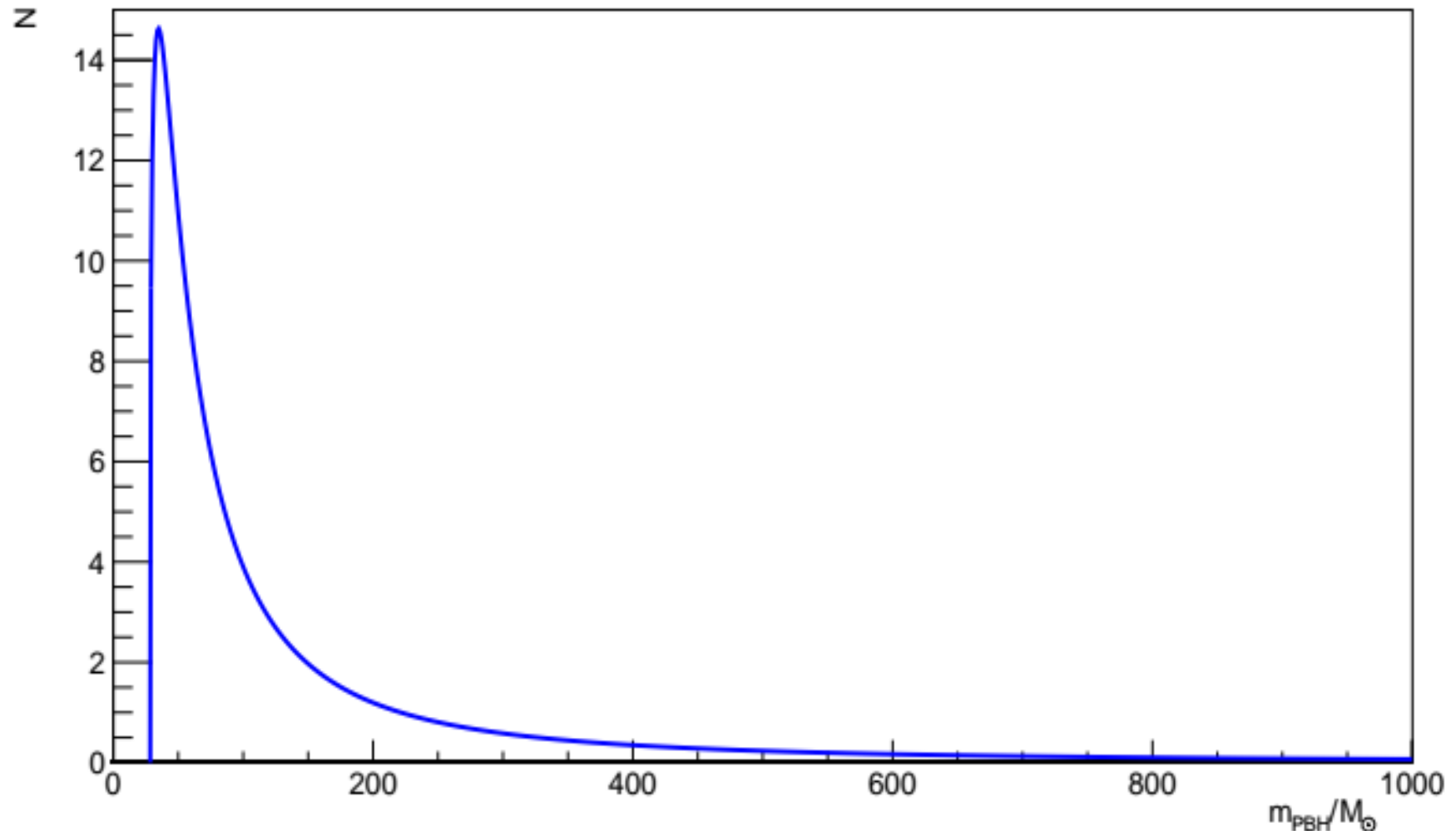
Оценка количества событий захвата вставить формулу

$$\rho_{\text{PBH}} = m_a n_{\text{PBH}} \rightarrow n_{\text{PBH}} = \frac{\rho_{\text{PBH}}}{m_a} = f_{\text{PBH}}(m_a) \frac{\rho_{\text{DM}}}{m_a}$$

$$N = n_{\text{PBH}} \sigma_{\text{сеч}} v f$$

$$f_{\text{PBH}} < 0.5 \left(1 + \frac{0.046 M_{\odot} \text{ПК}^{-3}}{\rho} \right) \left(\frac{10 M_{\odot}}{M} \right) \left(\frac{\sigma}{10 \text{км c}^{-1}} \right) \times \left(1 + 0.1 \ln \left[\frac{10 M_{\odot}}{M} \left(\frac{\sigma}{10 \text{км c}^{-1}} \right)^2 \right] \right)^{-1}$$

PBH capture events during 12 Gyr



Заключение

Коэффициенты диффузии нельзя применять к кластеру ПЧД для получения динамических ограничений.

Коэффициенты диффузии в оценке числа событий захвата ПЧД дали правильное положение максимума ожидаемых событий захвата ПЧД скоплениями.

Спасибо за внимание!