

Выпускная квалификационная работа

**Ограничение на скопление первичных черных дыр по наблюдению звездного скопления в галактике Эриданус.**

Подготовил: Краснов М.А.

Руководитель: Белоцкий К.М.

# Первичные черные дыры

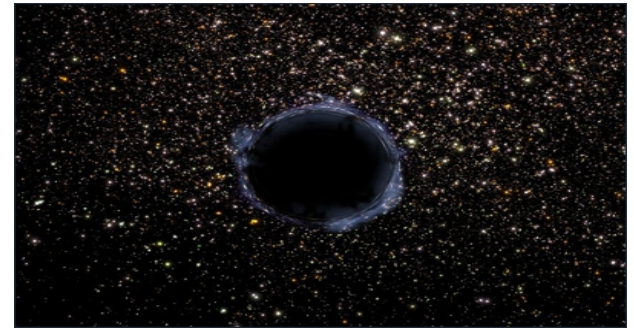
**Широкий диапазон масс**

**Незвездное происхождение**

**Могут образовать кластер**

**В данной работе**

$$\frac{dN}{dM} \propto \frac{1}{M^2}$$



# Откуда берутся ограничения на ПЧД по Эридану



Возраст:  
от 3 до 12 млрд лет

Звёздная масса:  
от 2000 до 6000 солнц

Размер: 13пк

# Модель кластера

## Свойства кластера

$$\left\{ \begin{array}{l} N = \int_{M_{min}}^{M_{max}} \frac{dN}{dM} dM \\ M_{cl} = \int_{M_{min}}^{M_{max}} M \frac{dN}{dM} dM \\ 1 = \int_{M_{max}}^{\infty} \frac{dN}{dM} dM \end{array} \right.$$

$$N = e^{W(\frac{M_{cl}}{M_{min}})} - 1 \approx e^{W(\frac{M_{cl}}{M_{min}})}$$

$$M_{max} = M_{min} \cdot e^{W(\frac{M_{cl}}{M_{min}})}$$

$$\frac{dN}{dM} = \frac{M_{max}}{M^2} = \frac{M_{min} \cdot e^{W(\frac{M_{cl}}{M_{min}})}}{M^2}$$

# Принцип получения ограничений

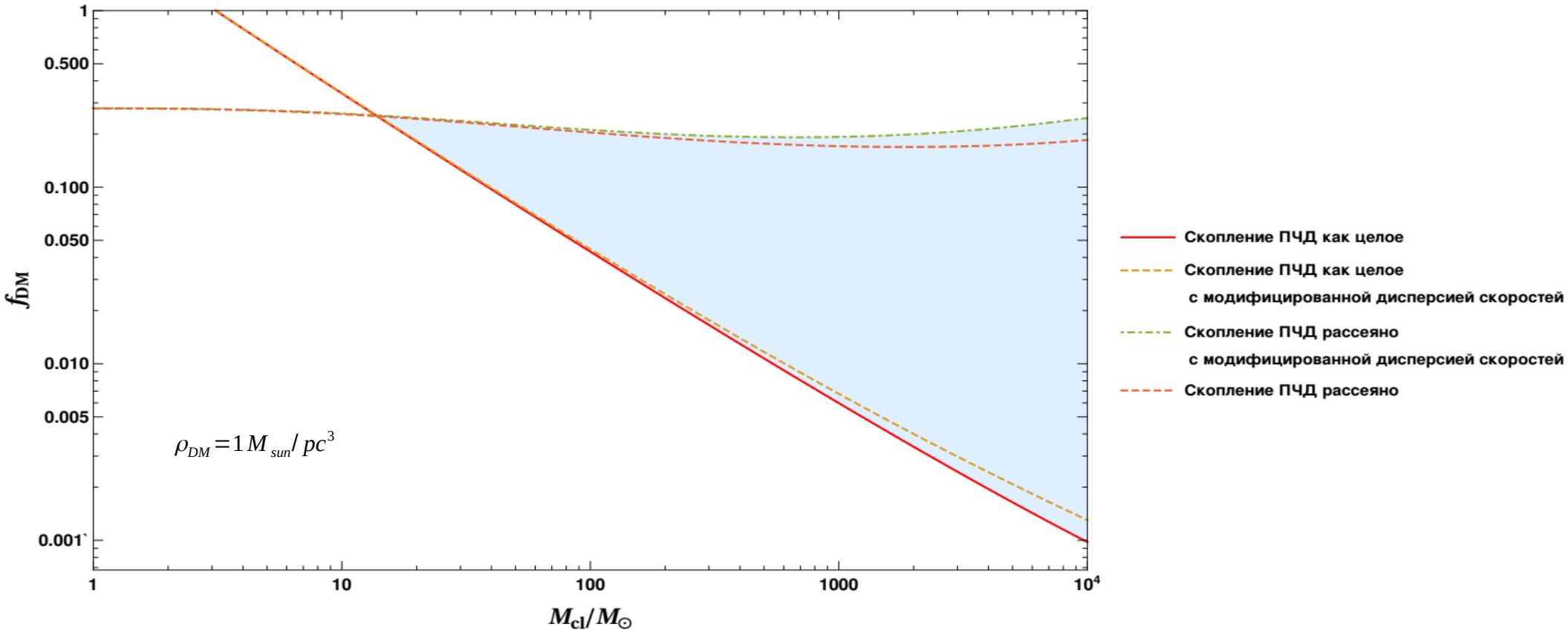
$$\frac{D[\Delta E]}{M_{\text{star cluster}}} = \frac{1}{2} D[(\Delta v^2)] + v D[\Delta v_{||}] = \frac{2\sqrt{2}\pi G^2 \rho M \ln \Lambda}{\sigma} \frac{\text{erf}(X)}{X} - \frac{4\pi G^2 \rho v (m + M) \ln \Lambda}{\sigma^2} G(X)$$

$$\frac{U}{M_{\text{star cluster}}} = \text{const} + \beta G \rho r_h^2 - \alpha \frac{GM_*}{r_h} \quad G(X) = \frac{1}{2X^2} \left[ \text{erf}(X) - \frac{2X}{\sqrt{\pi}} e^{-X^2} \right]$$

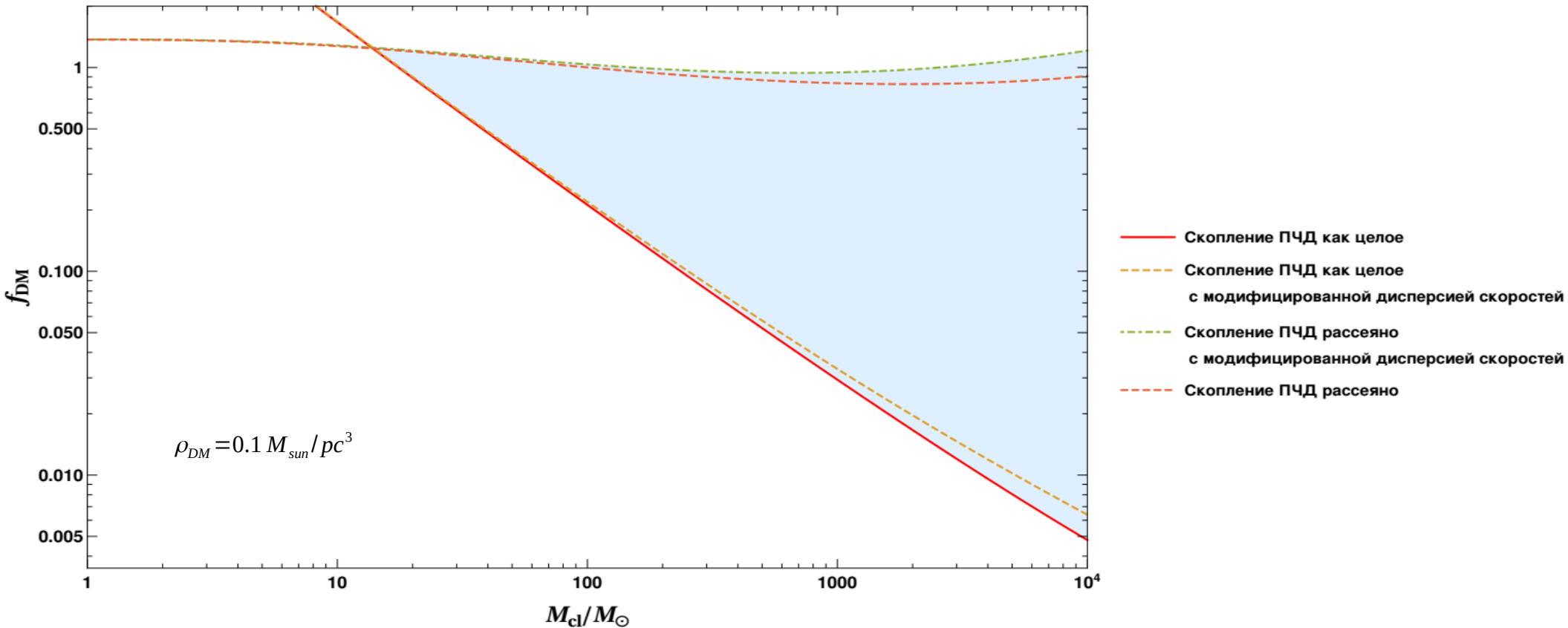
$$E_{\text{tot}} = \frac{1}{2} U$$

$$\dot{r}_h \left( \alpha \frac{M_*}{\rho_{DM} r_h^2} + 2\beta r_h \right) = \frac{4\sqrt{2}\pi G f_{DM} \ln \Lambda}{\sigma} \langle M \rangle$$

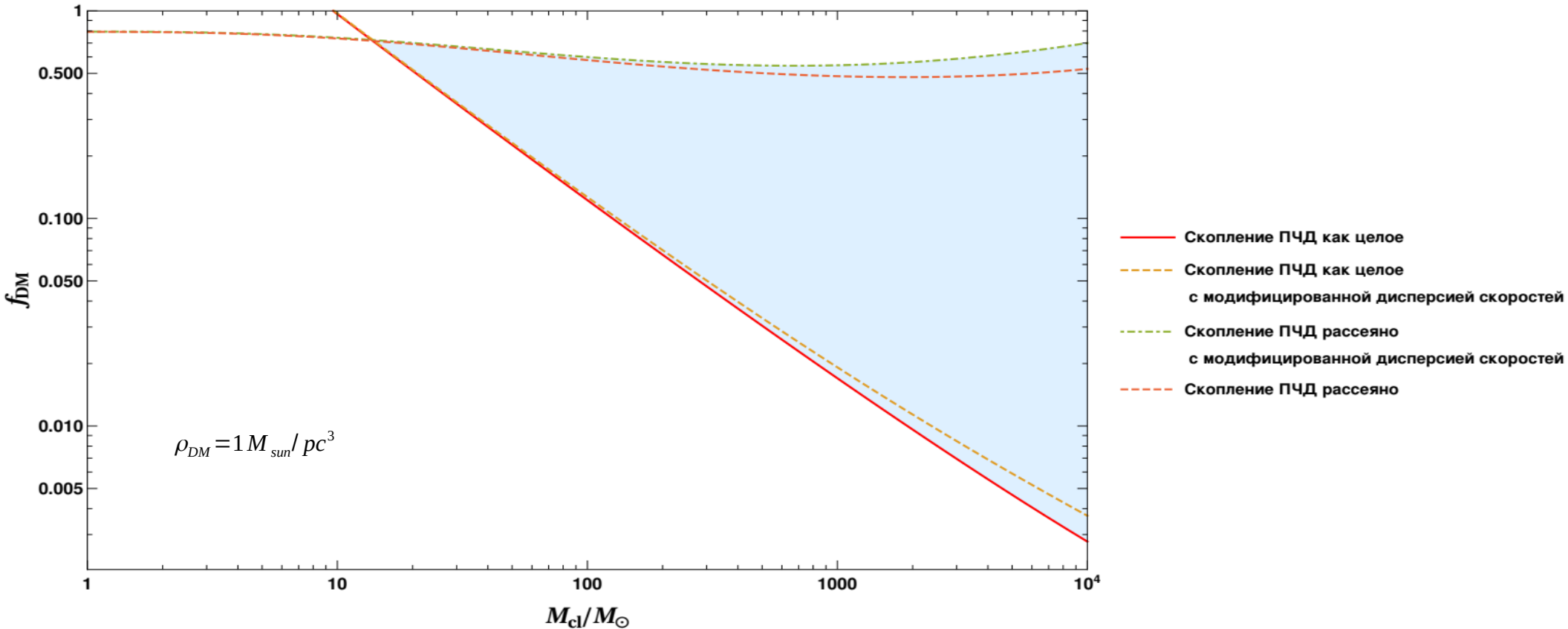
# Ослабление ограничений



# Ослабление ограничений

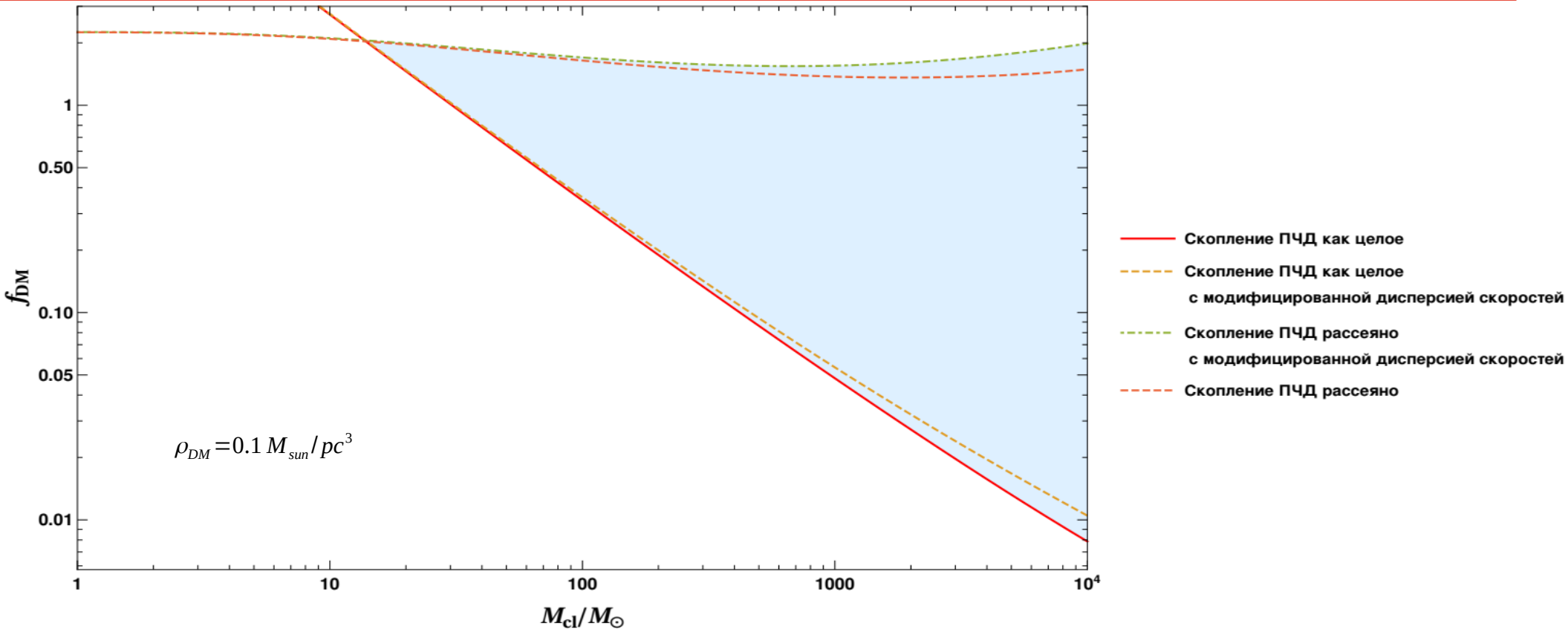


# Ослабление ограничений





# Ослабление ограничений



## Заключение

**В настоящей работе пересматривалось ограничение на плотность ПЧД, полученное для ПЧД одинаковых масс и распределенных равномерно в пространстве, для случая, когда ПЧД имеют кластерное пространственное и массовое распределения.**

**Показано, что рассматриваемое ограничение на ПЧД по наблюдаемому звездному скоплению в Эридани может быть ослаблено или снято вообще для кластера ПЧД, в зависимости от его параметров.**

**Полученные результаты призваны вновь вернуть внимание к ПЧД в качестве кандидата в скрытую массу.**

**Спасибо за внимание!**