

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКРЫТОЙ МАССЫ НА ОБЪЯСНЕНИЕ С ЕЕ ПОМОЩЬЮ ПОЗИТРОННОЙ АНОМАЛИИ В КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧАХ

Выполнила: Коршунова П.А.

Группа: Б19-102

Научные руководители: Белоцкий К.М.,

Соловьёв М.Л.

# Проблема современной астрофизики

Позитронная аномалия



Модели нестабильной скрытой массы



Перепроизводство гамма излучения



Изменение пространственного  
распределения источников



# Образование позитронов

Распад частицы скрытой массы

$$X \rightarrow e^+ e^-$$

Аннигиляция частиц скрытой массы

$$X \bar{X} \rightarrow e^+ e^-$$

$$\lambda(E, E_0) = 10 \text{кpc} \sqrt{\left(\frac{E}{1 \text{ГэВ}}\right)^{-0,7} - \left(\frac{E_0}{1 \text{ГэВ}}\right)^{-0,7}},$$

$$\Phi(E) = \frac{c}{4\pi} \frac{1}{\beta E^2} \int_E^{E_{0\text{max}}} \frac{dE_0}{(\pi \lambda^2(E, E_0))^{3/2}} \int d^3\vec{r} Q(E_0, \vec{r}) e^{-\frac{\vec{r}^2}{\lambda^2(E, E_0)}},$$

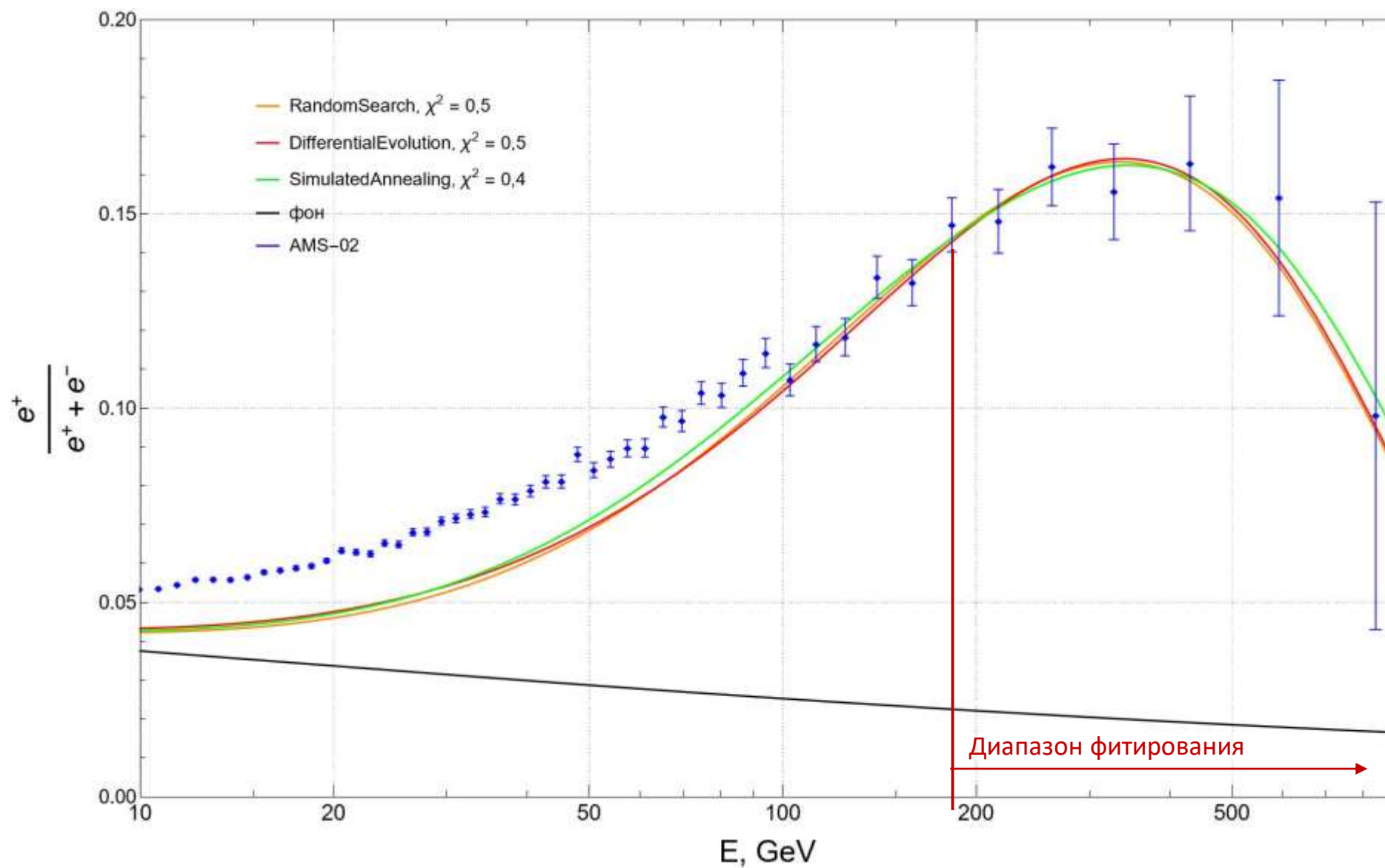
## Модель



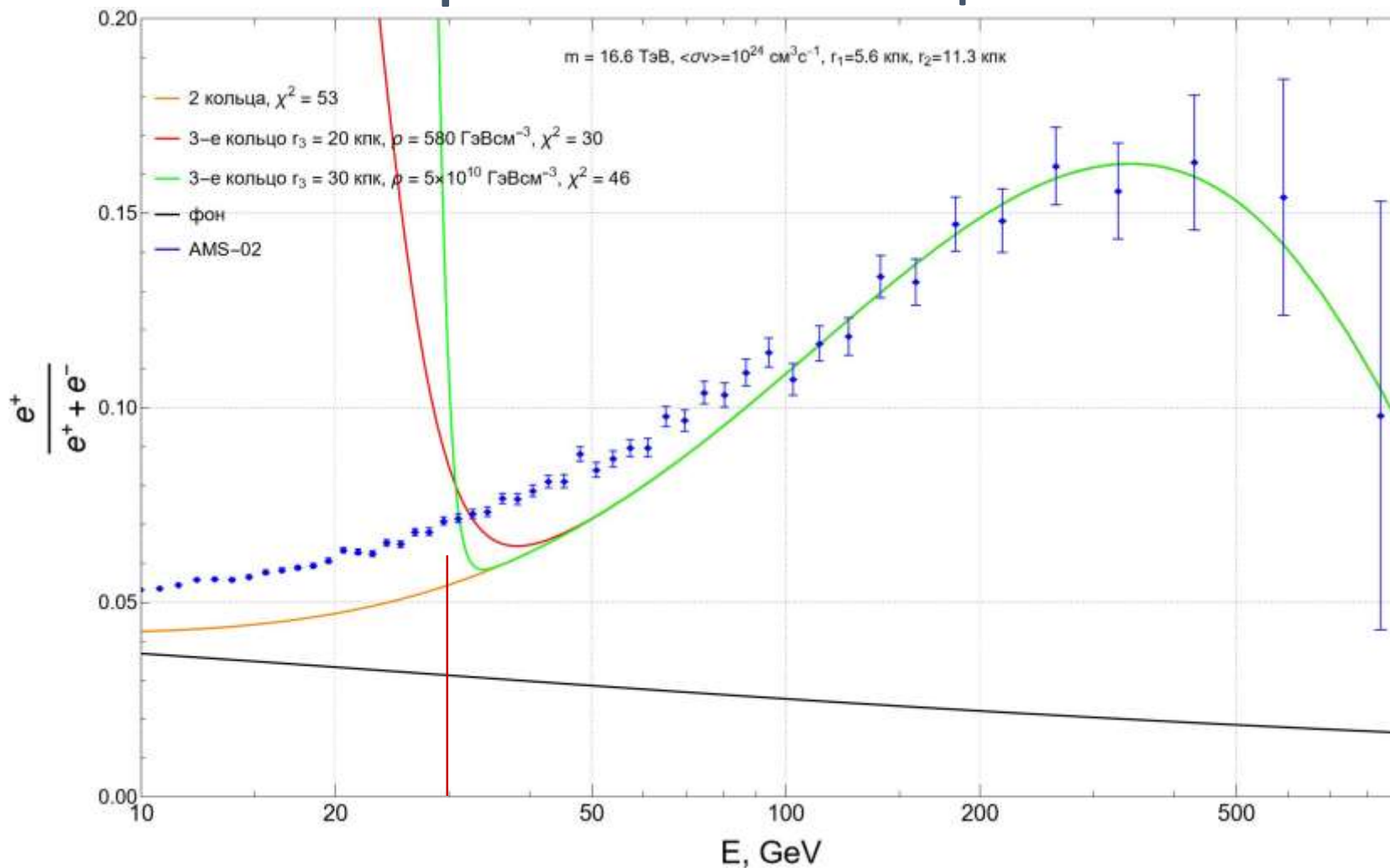
Энергетический спектр – дельта-функция

Пространственное распределение – модель двух и трех бесконечно тонких колец

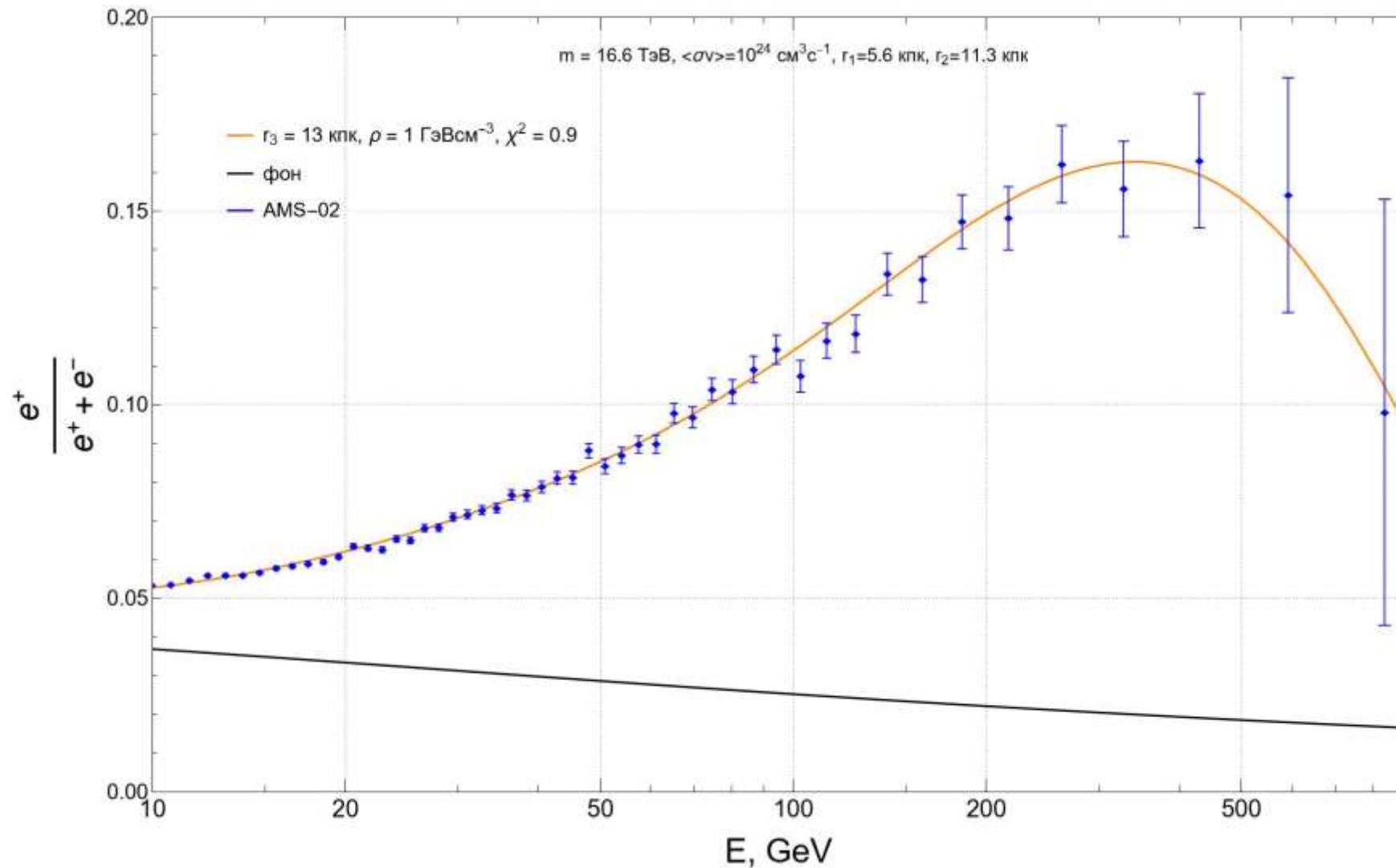
# Анализ методов минимизации



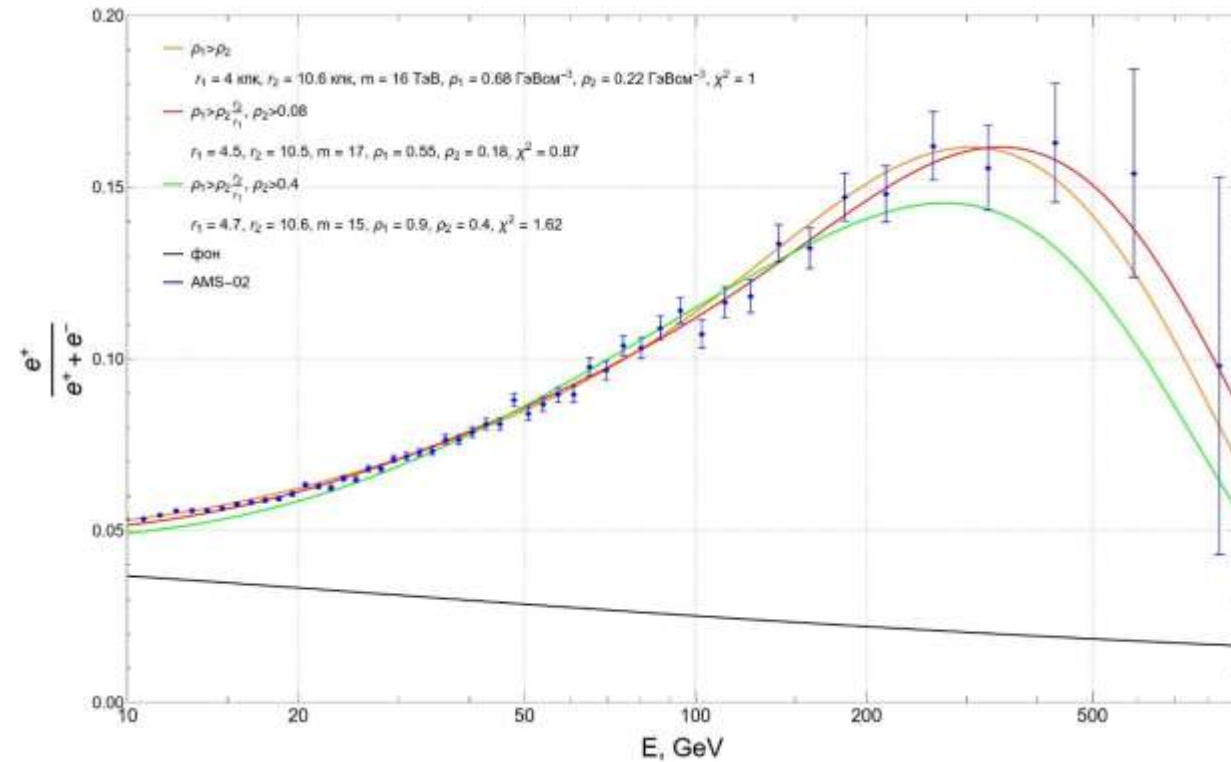
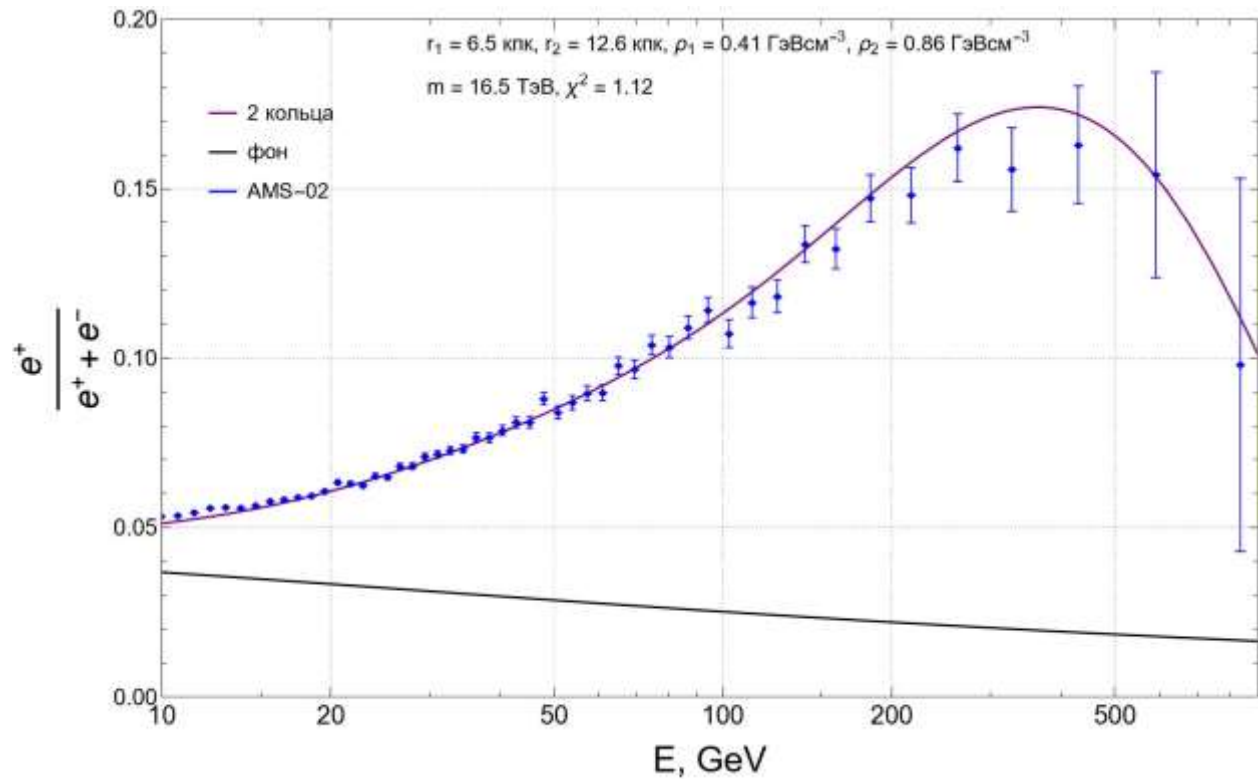
# Доля позитронов для трех колец с переменной плотностью и фиксированным радиусом третьего кольца



# Доля позитронов для трех колец с переменными плотностью и радиусом третьего кольца



# Доля позитронов для двух колец с переменной плотностью



Оптимальные параметры

$m$ , ТэВ	$r_1$ , кпк	$r_2$ , кпк	$\rho_1$ , $\frac{\text{ГэВ}}{\text{см}^3}$	$\rho_2$ , $\frac{\text{ГэВ}}{\text{см}^3}$	$\langle \sigma v \rangle$ , $\frac{\text{см}^3}{\text{с}}$	$\chi^2$
17	4.5	10.5	0.55	0.18	$5 \cdot 10^{24}$	0.87



## Заключение и дальнейшие планы

В данной работе был проведен анализ различных методов минимизации. С помощью оптимального метода были получены доли позитронов в КЛ для случая пространственного распределения источников в виде двух и трех колец вокруг галактического центра. А также были найдены наилучшие параметры для описания позитронной аномалии в рамках данной модели распределения источников.

Оптимальные параметры						
$m$ , ТэВ	$r_1$ , кпк	$r_2$ , кпк	$\rho_1$ , $\frac{\text{ГэВ}}{\text{см}^3}$	$\rho_2$ , $\frac{\text{ГэВ}}{\text{см}^3}$	$\langle \sigma v \rangle$ , $\frac{\text{см}^3}{\text{с}}$	$\chi^2$
17	4.5	10.5	0.55	0.18	$5 \cdot 10^{24}$	0.87

В дальнейшем планируется:

- рассмотреть случаи различных профилей плотности и начальных спектров
- сделать оценки доли позитронов для модели скрытой массы, собранной в спиральные рукава

$$Q(E_0, \vec{r}) = \frac{1}{4} \langle \sigma v \rangle \frac{\rho_{DM}^2}{M^2} \delta(E_0 - M)$$

Расположение колец можно задать параметрически следующим образом

$$\begin{cases} x = a \cos t + r_{\odot} \\ y = a \sin t \\ z = 0 \end{cases} \quad t \in [0; 2\pi]$$

# Фоновые потоки

$$\Phi_{e^-}^{\text{bkg}}(E) = \left( \frac{82.0\epsilon^{-0.28}}{1 + 0.224\epsilon^{2.93}} \right) \text{GeV}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1},$$

$$\Phi_{e^+}^{\text{bkg}}(E) = \left( \frac{38.4\epsilon^{-4.78}}{1 + 0.0002\epsilon^{5.63}} + 24.0\epsilon^{-3.41} \right) \text{GeV}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1},$$

где  $\epsilon = E/1\text{GeV}$ .