



МОДЕЛЬ «ТЁМНОГО ДИСКА» В СВЕТЕ ЭКСПЕРИМЕНТА DAMPE

Выполнила: Рахимова М. А.

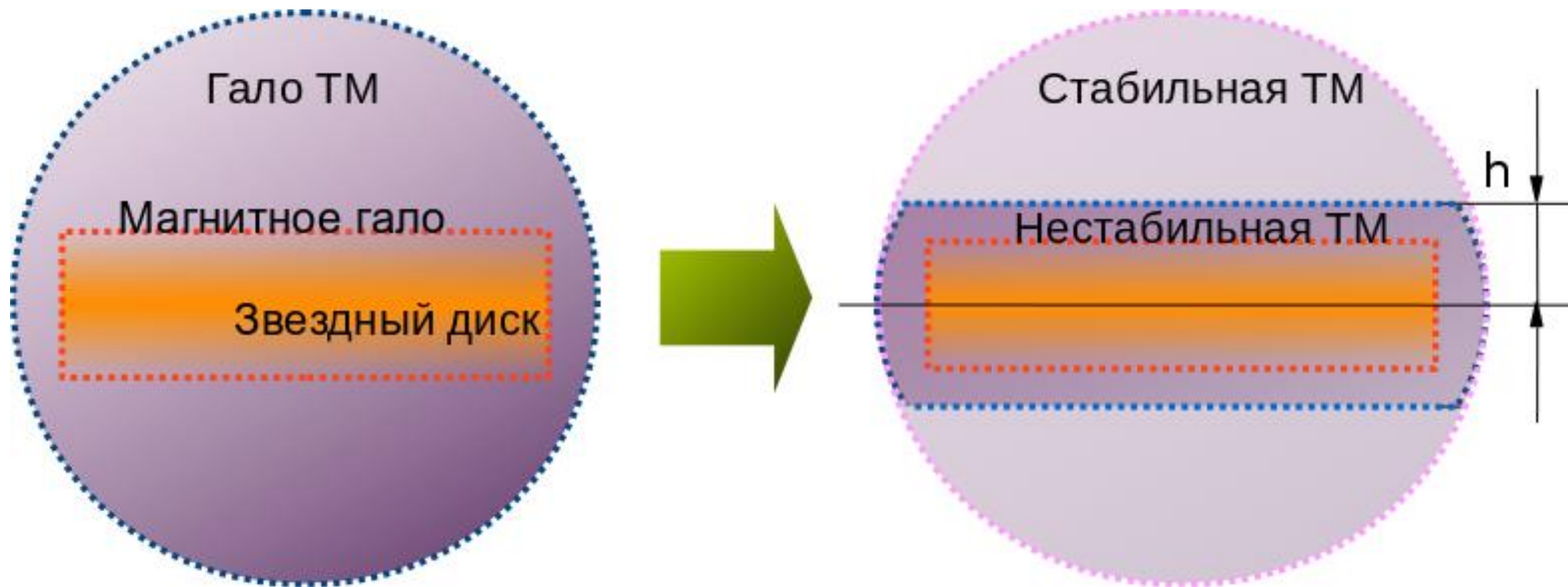
Группа: Б17-102

Научный руководитель: Белоцкий К.М.

Научный консультант: Соловьёв М.Л.

Модель «тёмного диска» аннигилирующей скрытой массы

Стабильная и нестабильная
компоненты ТМ



Модель «тёмного диска» аннигилирующей скрытой массы

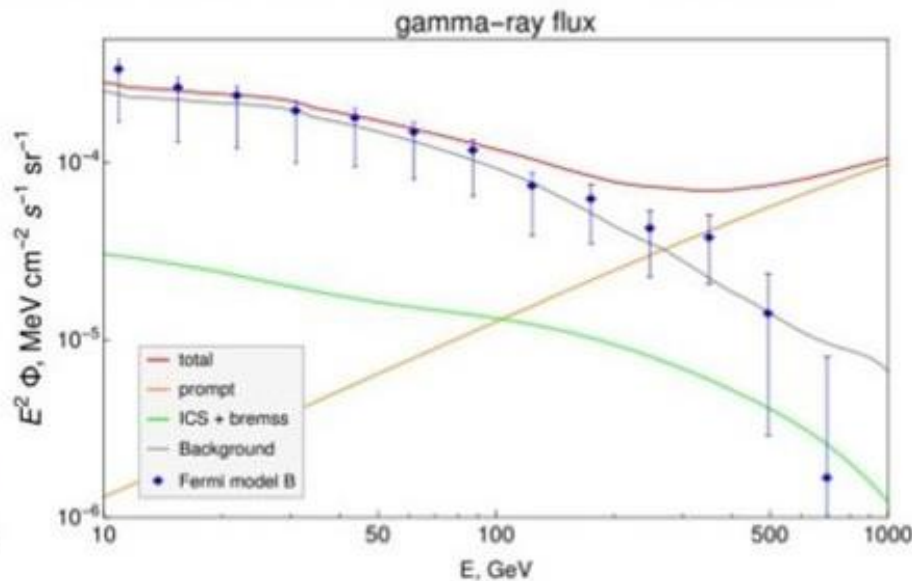
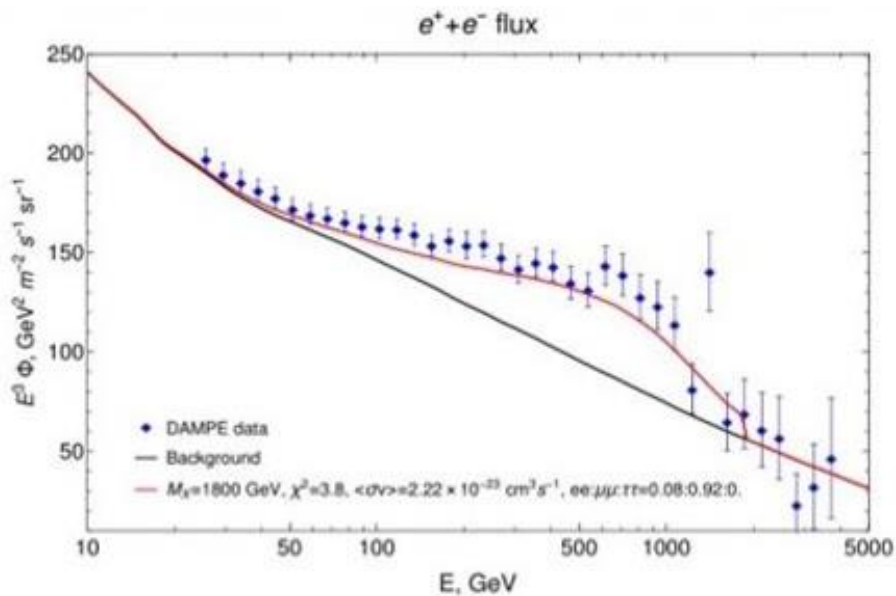
- Каналы аннигиляции:
 - $X\bar{X} \rightarrow e^+e^-$
 - $X\bar{X} \rightarrow \mu^+\mu^-$
 - $X\bar{X} \rightarrow \tau^+\tau^-$
- Два профиля плотности
- Два алгоритма фитирования:
 - Описание потоков электронов и позитронов с последующим учётом гамма
 - Одновременное фитирование e^+e^- и гамма

Сравнение энергетических спектров частиц для моделей гало и «тёмного диска»

Сравнение энергетических спектров частиц для моделей гало и «тёмного диска»

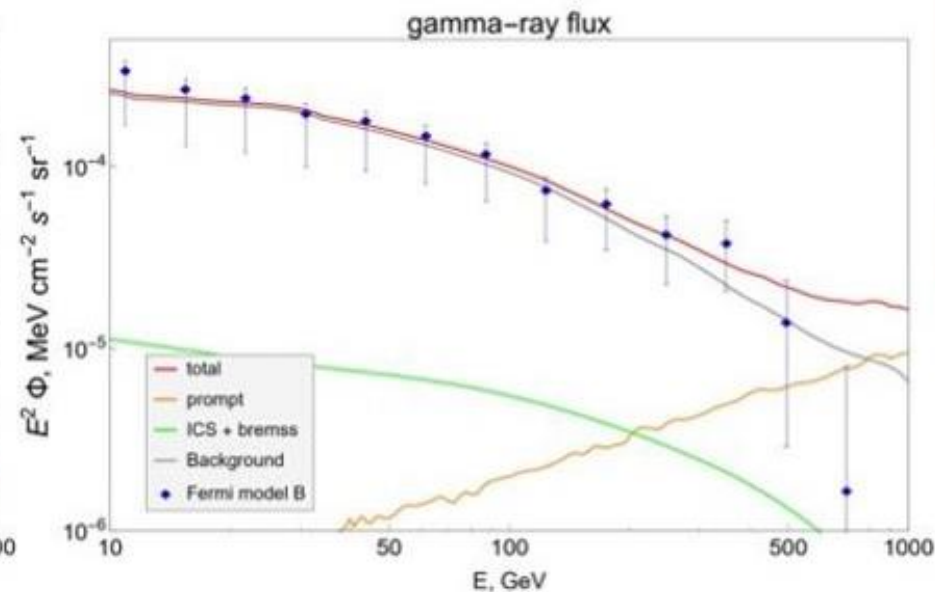
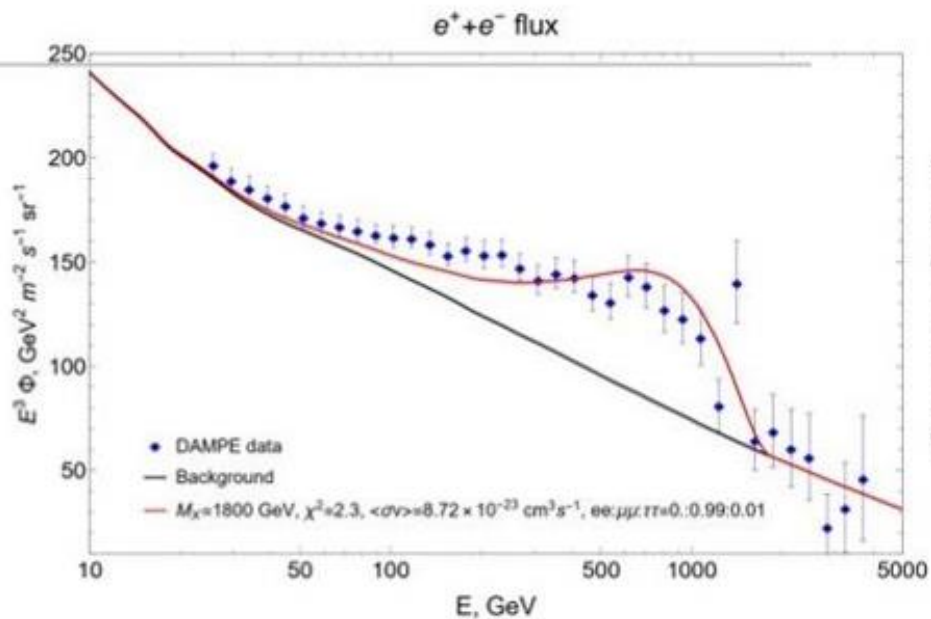
$M_\chi = 1800$ ГэВ
 $\langle\sigma v\rangle = 400$ пк

Модель гало



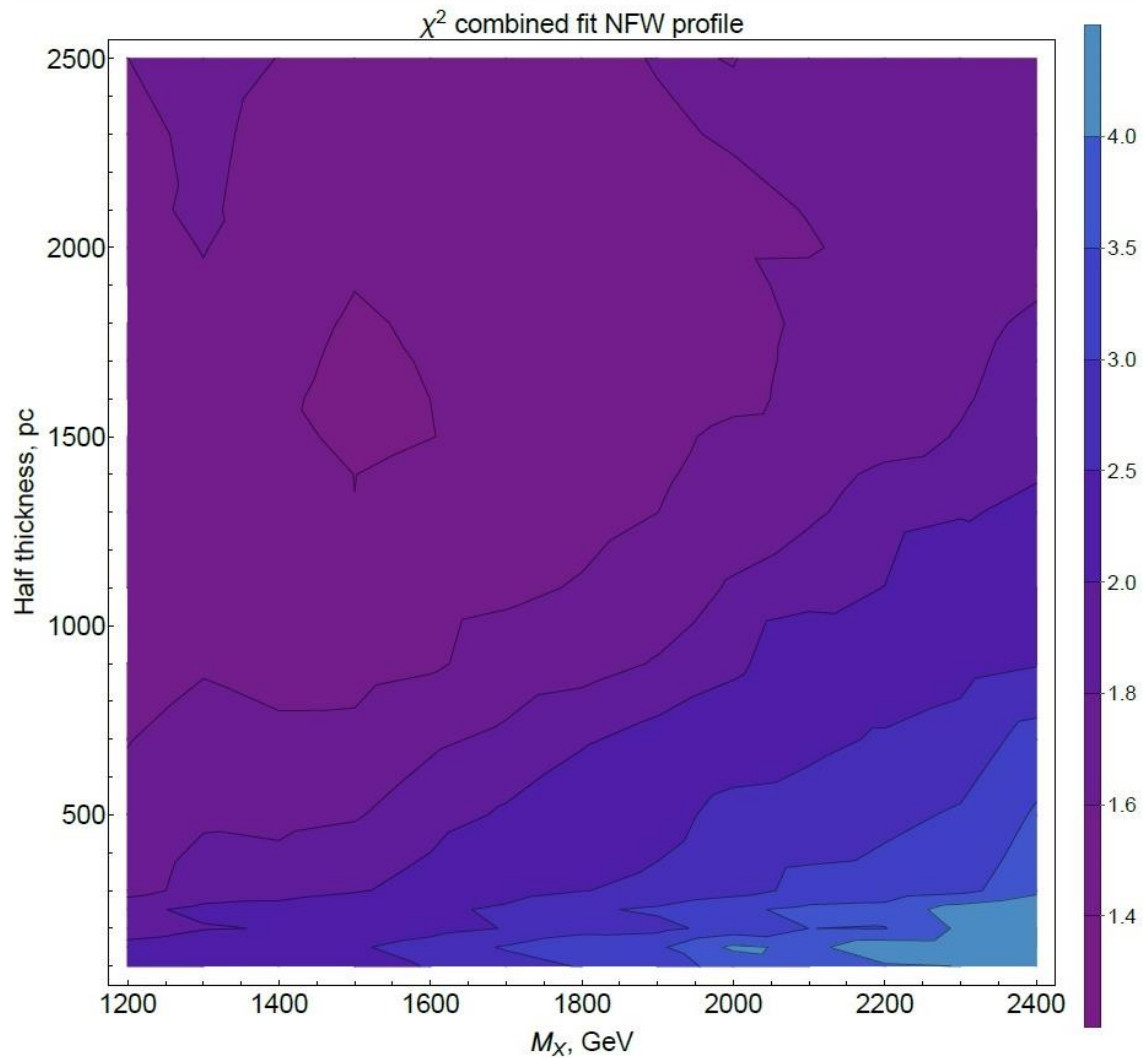
"комбинированный фит"

Модель «тёмного диска»

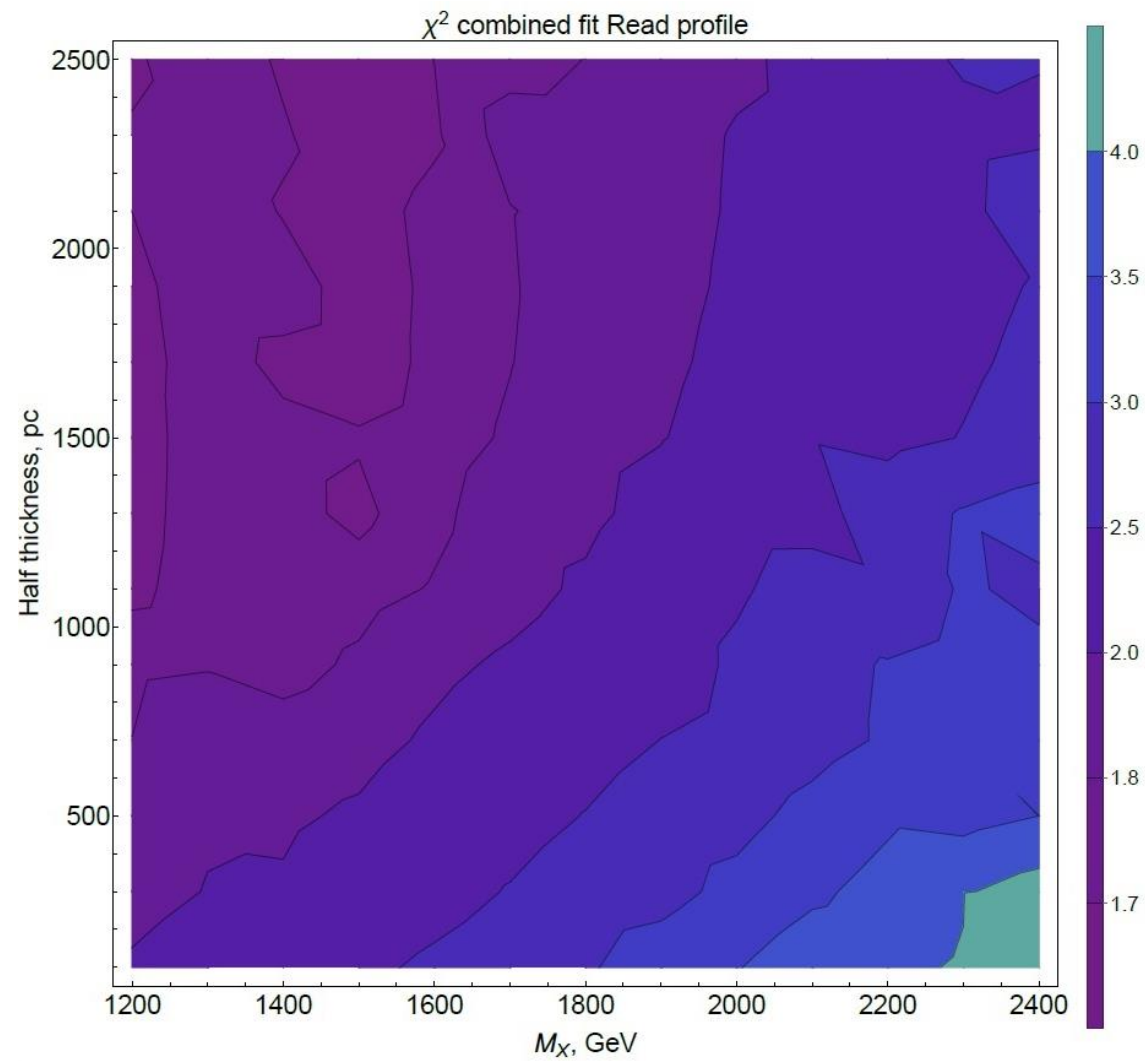


**Анализ зависимости
значения χ^2 от
полутолщины диска и массы
начальной частицы ТМ**

Зависимость χ^2 от полутолщины диска и массы начальной частицы



$$\rho(r) = \frac{\rho_0}{\frac{r}{R_s} \left(1 + \frac{r}{R_s}\right)^2}$$



$$\rho(R, z) = \rho_0 e^{-\frac{R}{R_c}} e^{-\frac{|z|}{z_c}}$$

Наименьшие значения χ^2 для различных моделей ТМ и алгоритмов анализа

Фит Модель	Гало	Диск (NFW)	Диск (Рид)
«e-фит»	203 (0.5)	6.9 (0.8)	7.2 (0.9)
комбинированный фит	3.8 (2.1)	1.4 (1.1)	1.6 (1.3)

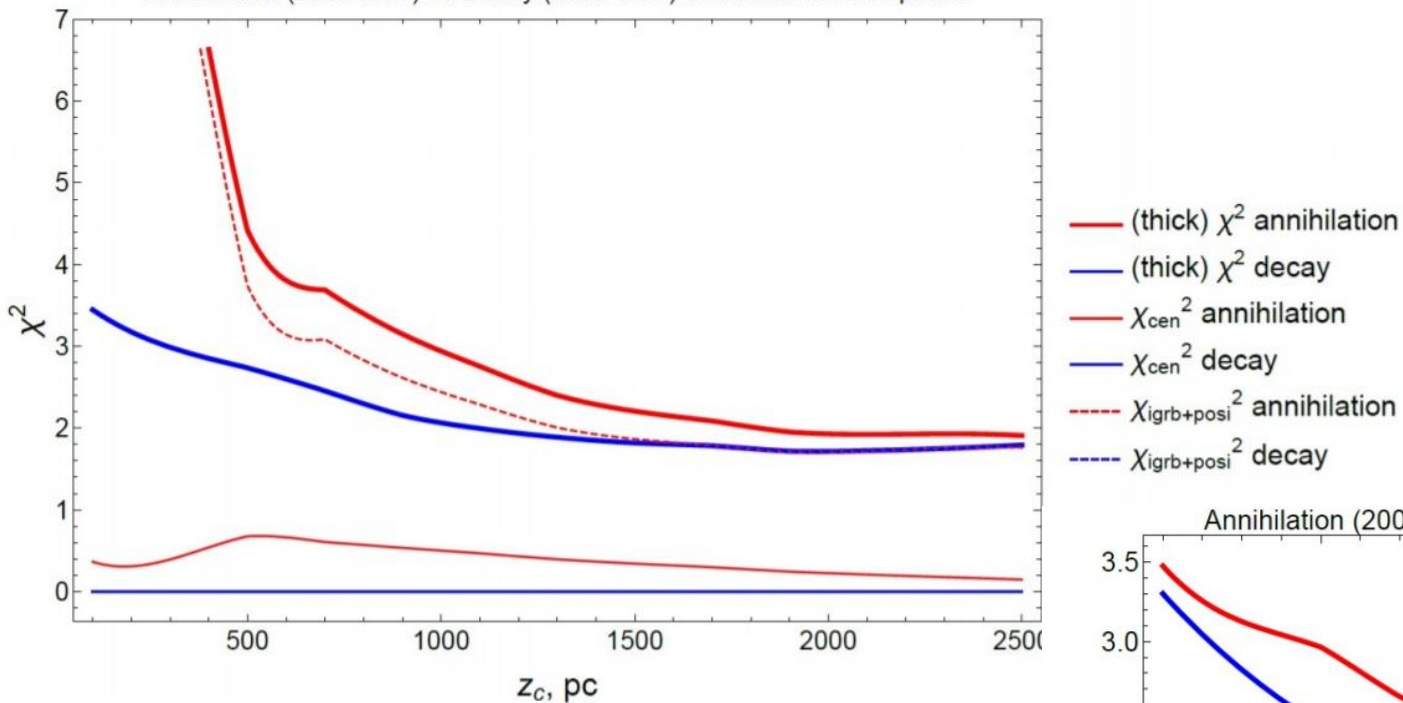
Сравнение аннигиляции и распада
частицы ТМ с учётом данных по
гамма-излучению
из Галактического центра

Модель

- Каналы распада/аннигиляции:
 - $X\bar{X} \rightarrow e^+e^-$
 - $X\bar{X} \rightarrow \mu^+\mu^-$
 - $X\bar{X} \rightarrow \tau^+\tau^-$
- Два профиля плотности
- Комбинированный фит
- Данные по гамма-излучению из ГЦ:
 - Модель с минимальным остатком
 - Полный поток

Сравнение аннигиляции и распада частицы ТМ (полный поток)

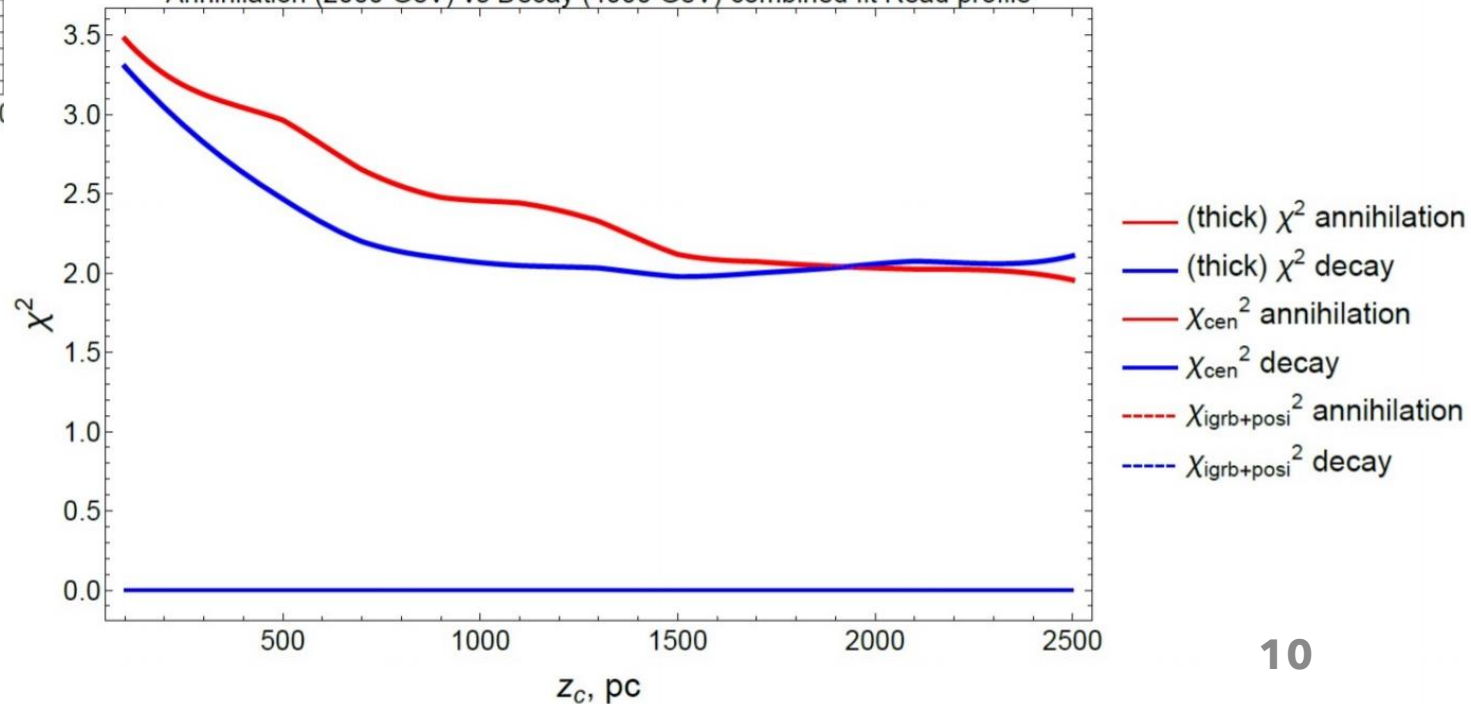
Annihilation (2000 GeV) vs Decay (4000 GeV) combined fit NFW profile



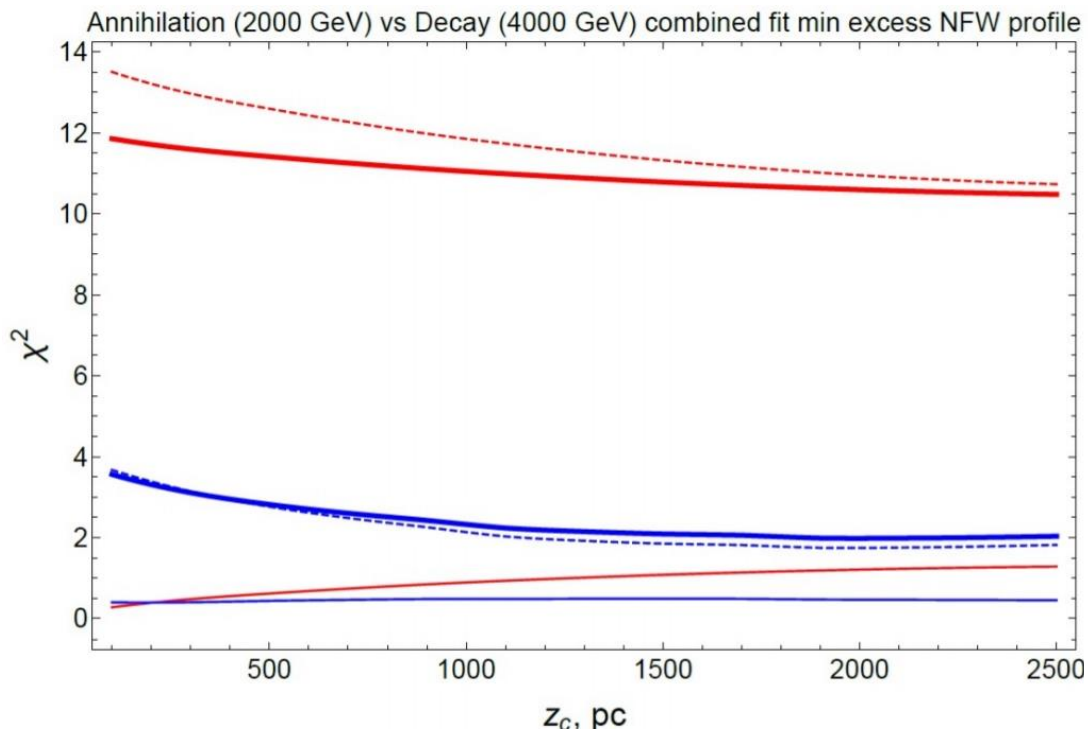
$$\rho(r) = \frac{\rho_0}{\frac{r}{R_s} \left(1 + \frac{r}{R_s}\right)^2}$$

$$\rho(R, z) = \rho_0 e^{-\frac{R}{R_c}} e^{-\frac{|z|}{z_c}}$$

Annihilation (2000 GeV) vs Decay (4000 GeV) combined fit Read profile

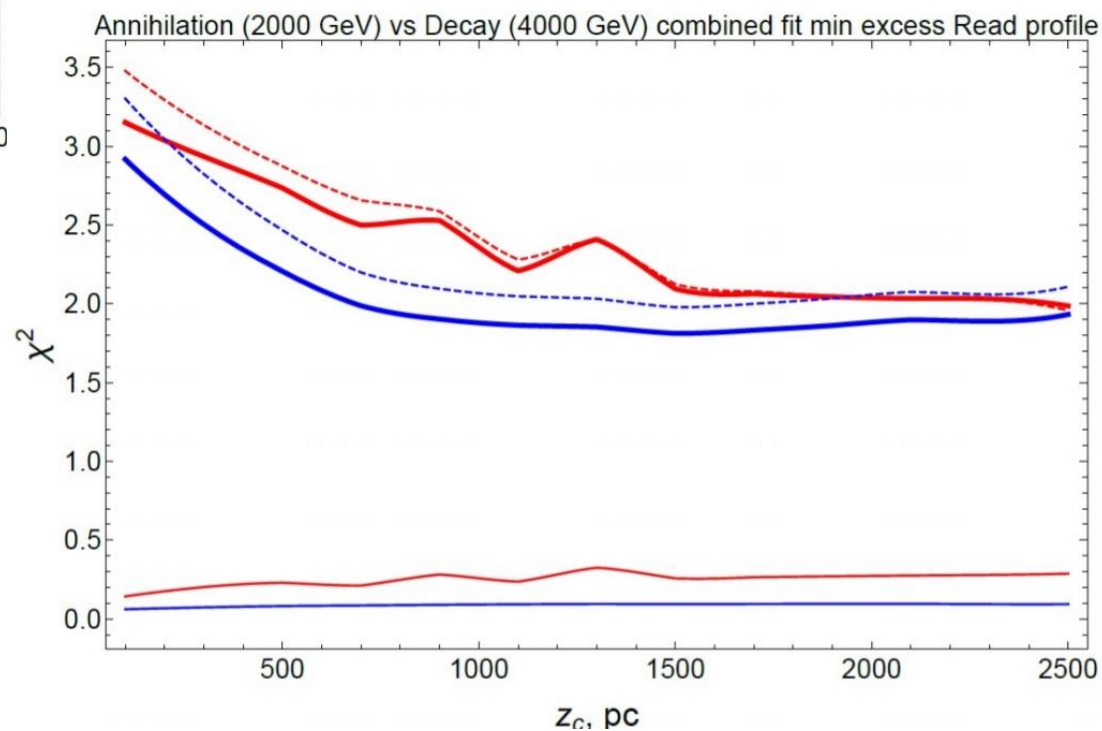


Сравнение аннигиляции и распада частицы ТМ (минимальный остаток)



$$\rho(r) = \frac{\rho_0}{\frac{r}{R_s} \left(1 + \frac{r}{R_s}\right)^2}$$

$$\rho(R, z) = \rho_0 e^{-\frac{R}{R_c}} e^{-\frac{|z|}{z_c}}$$

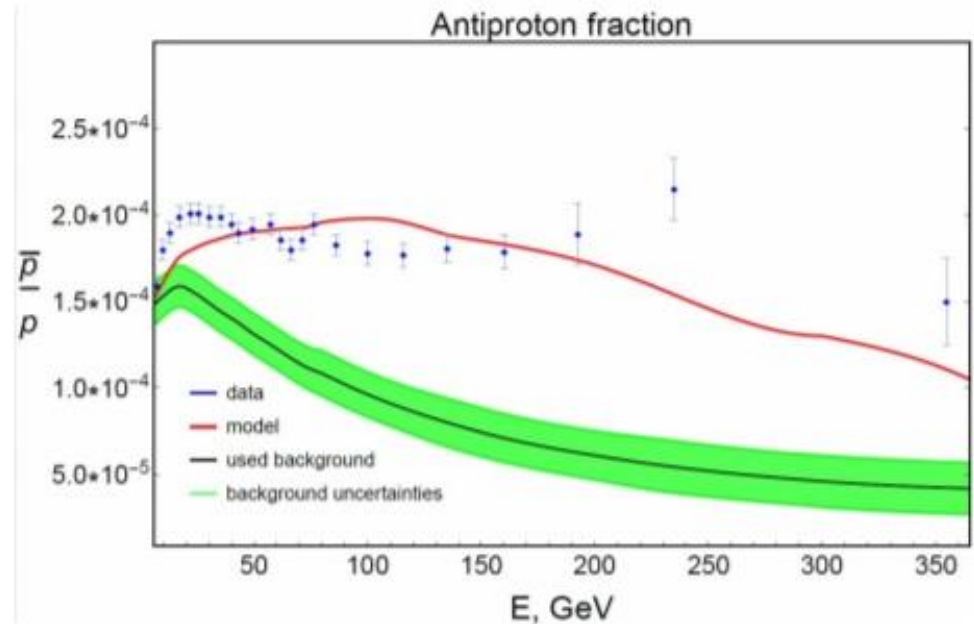
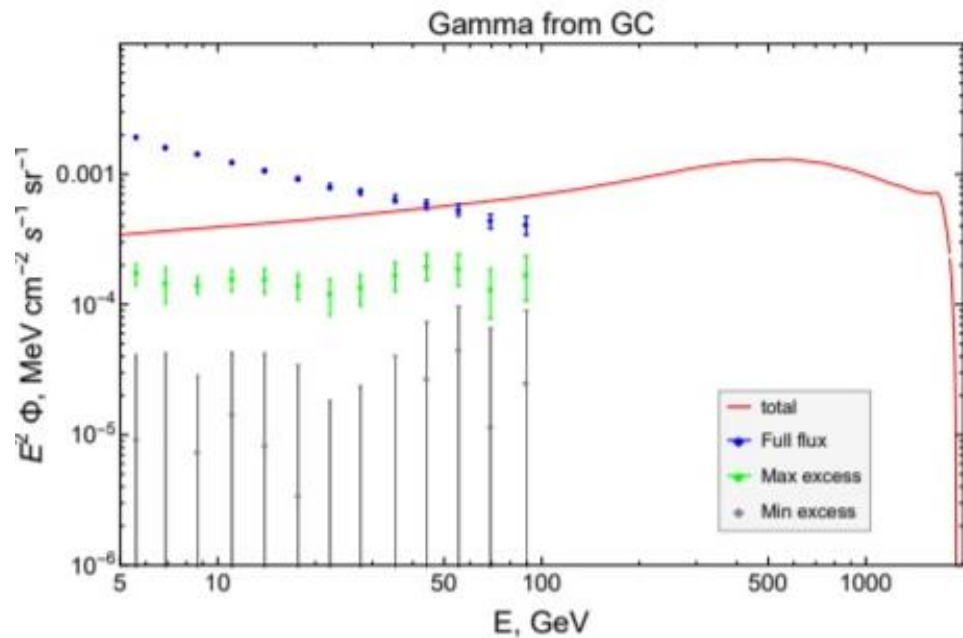
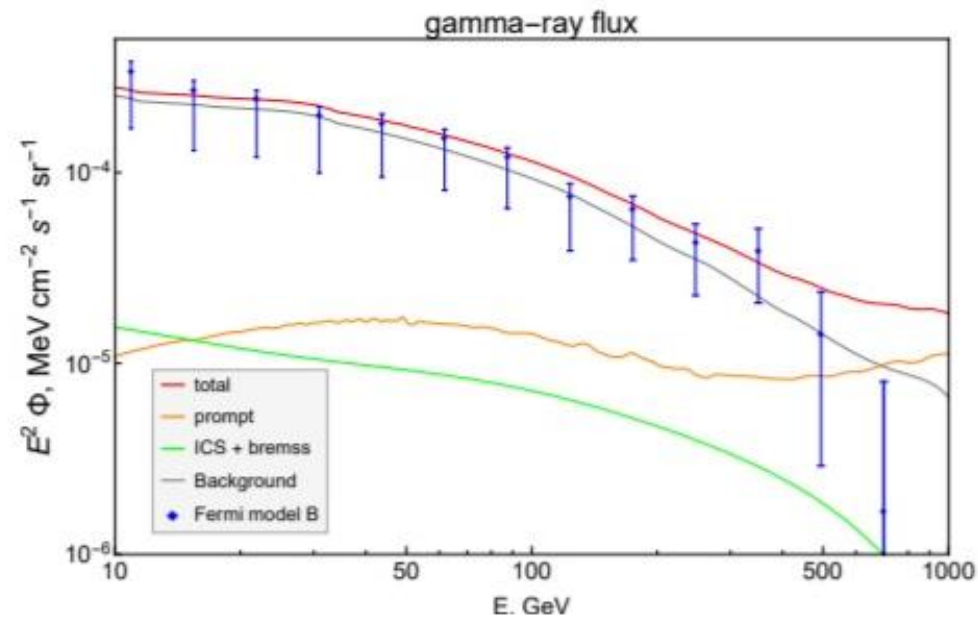
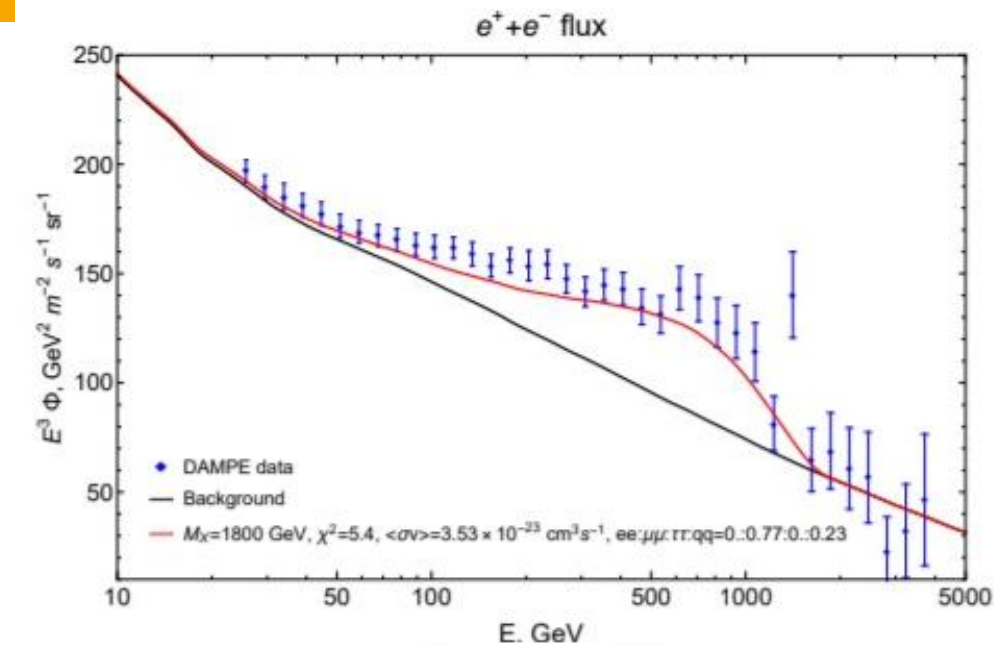


Добавление кварковой моды
аннигиляции частицы ТМ и
рассмотрение данных по
антипротонам

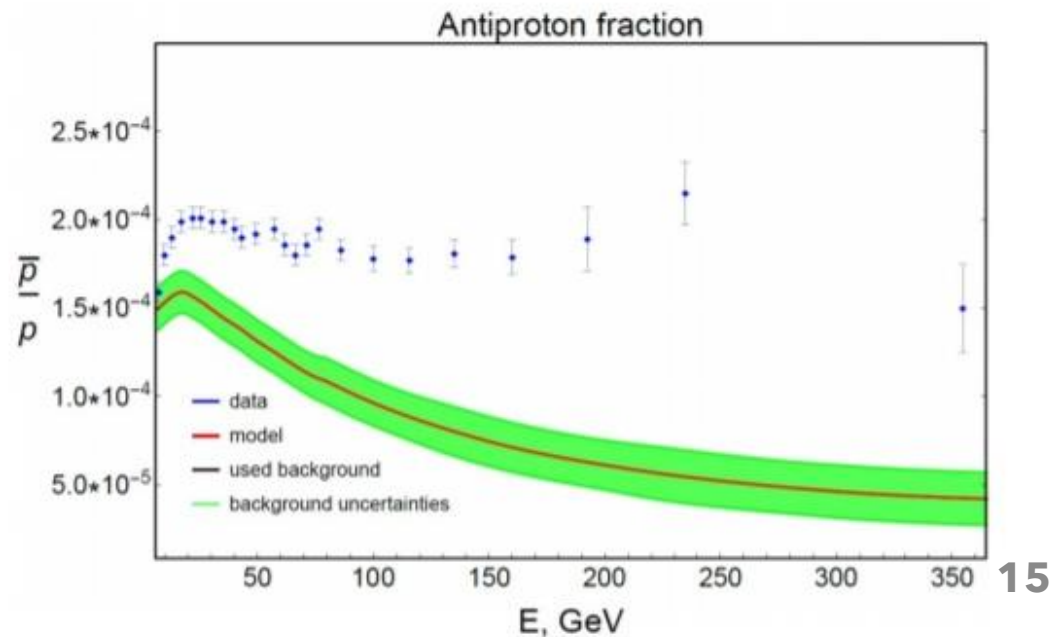
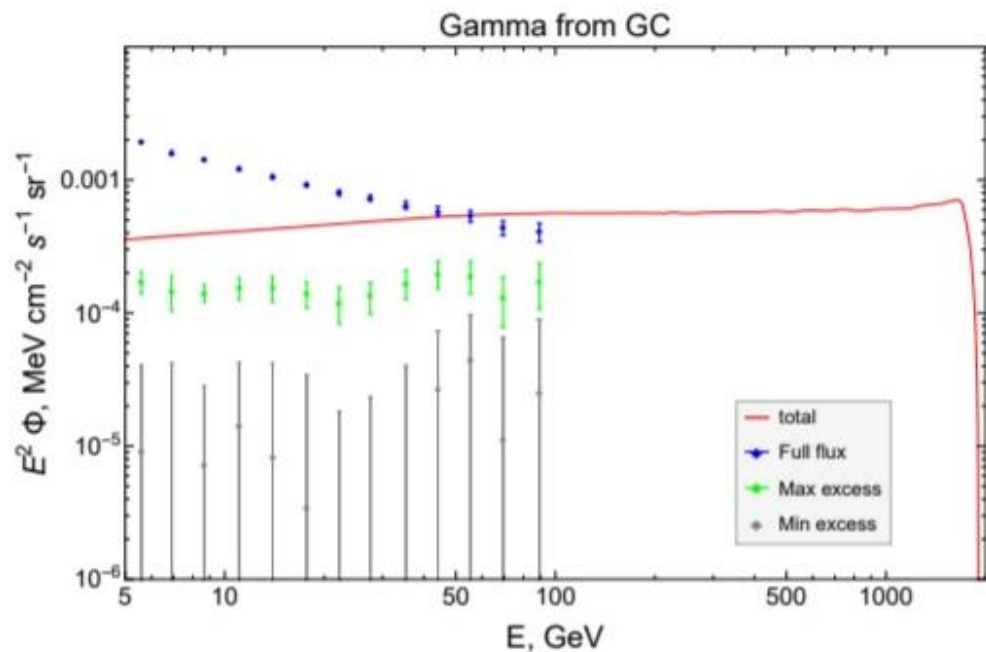
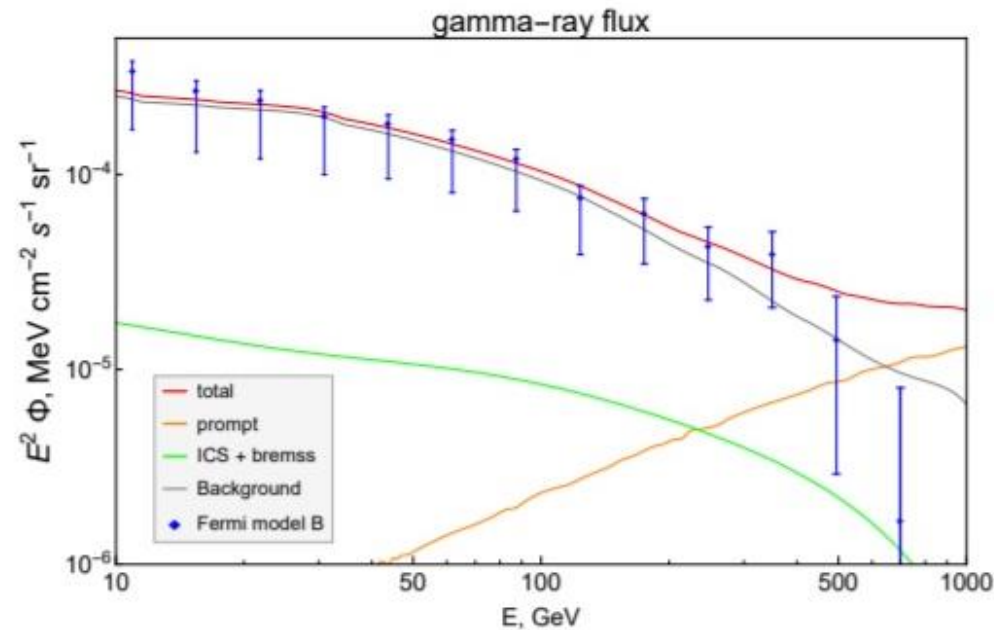
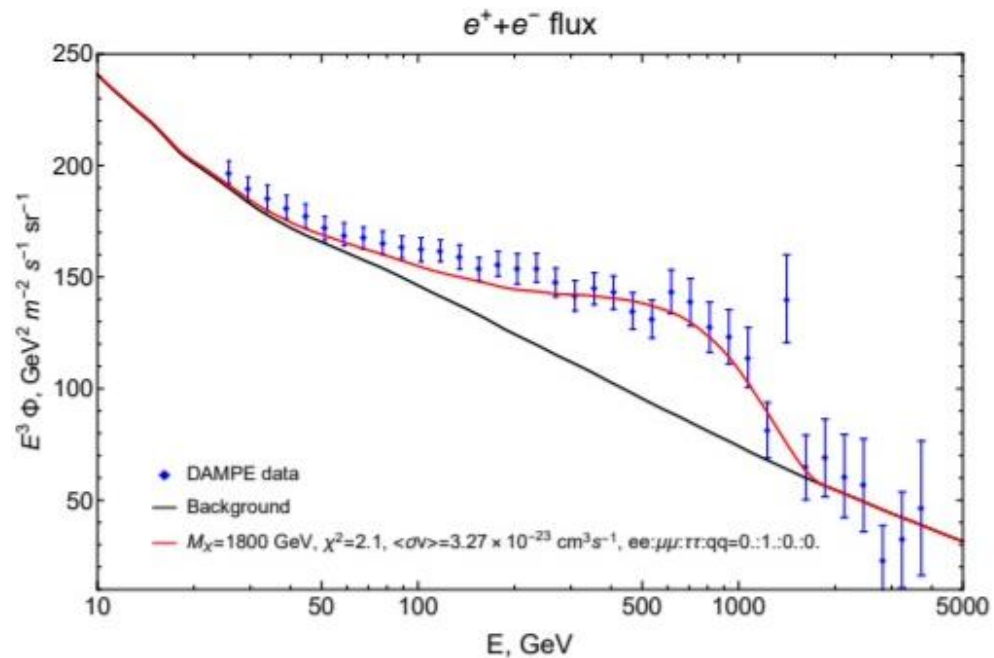
Модель

- Дополнительный канал аннигиляции:
 $X\bar{X} \rightarrow q\bar{q}$ (лёгкие кварки u и тяжёлые кварки t)
- $M_X=1800$ ГэВ, $z=1500$ пк
- Два профиля плотности
- Комбинированный фит
- Два случая учета данных по антипротонам
 - Фитирование
 - Непревышение

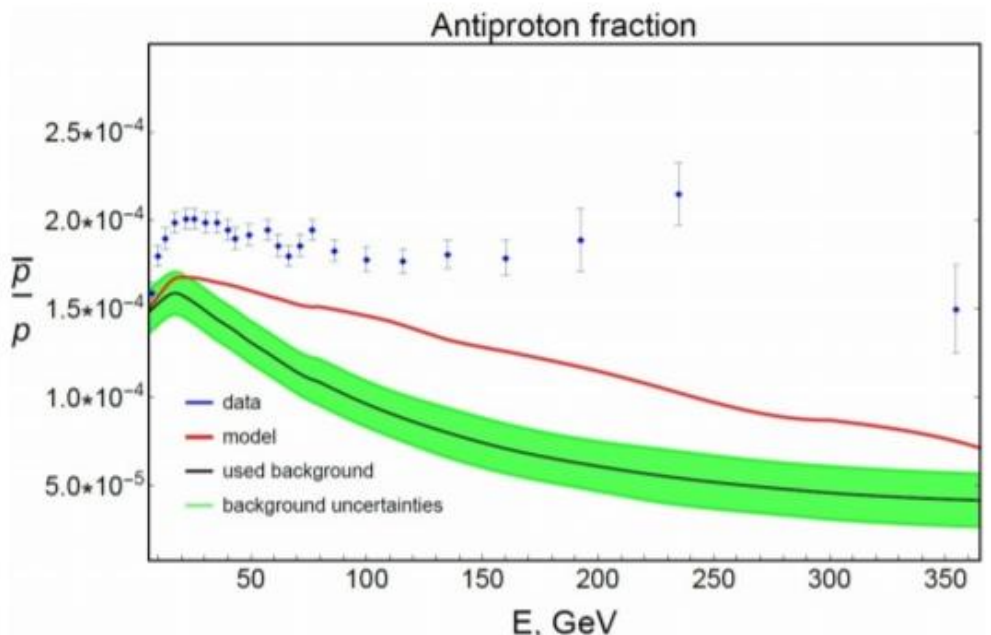
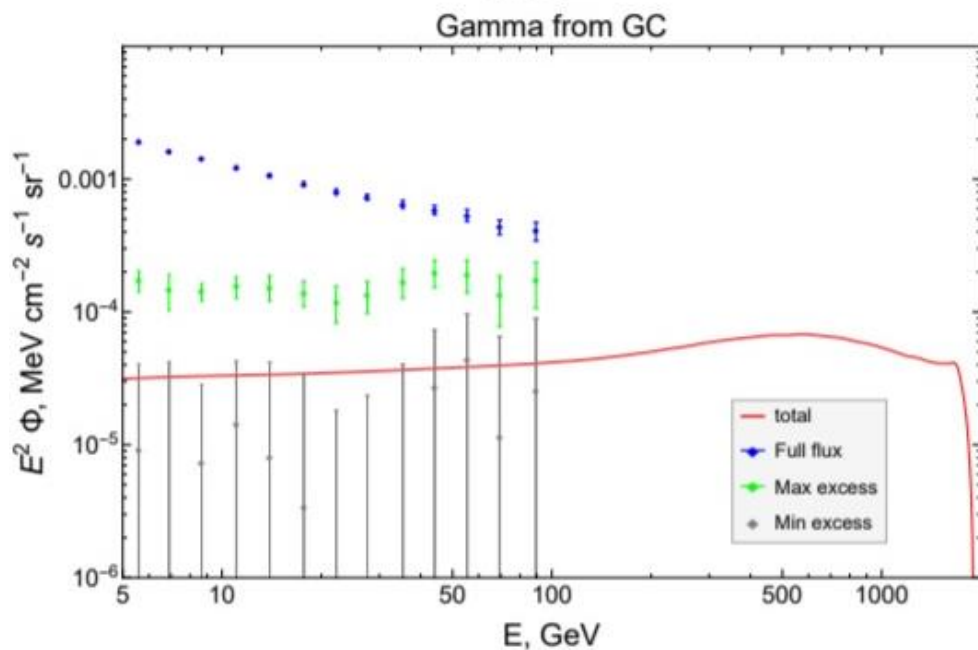
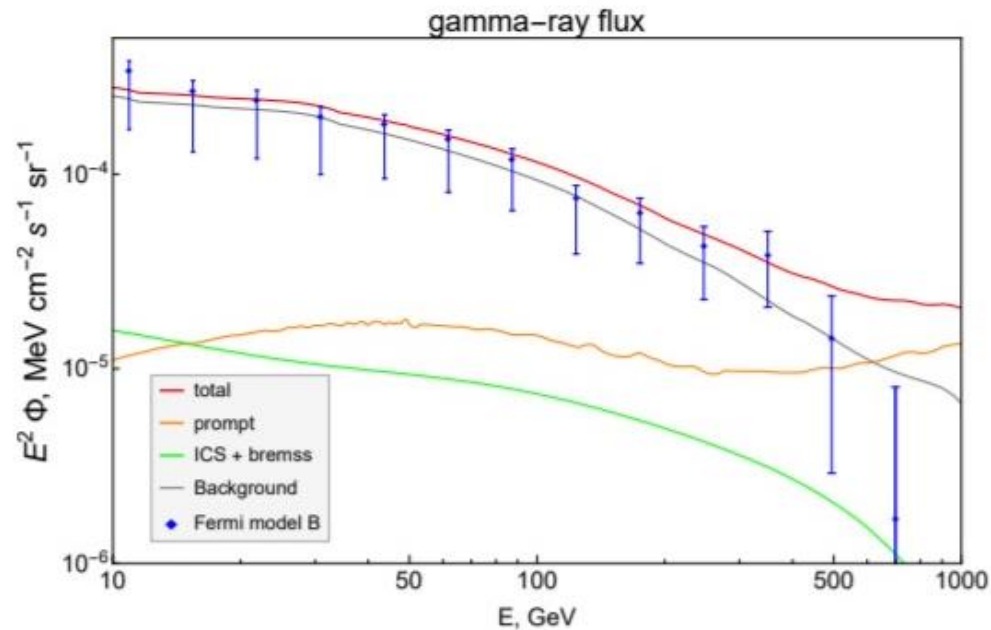
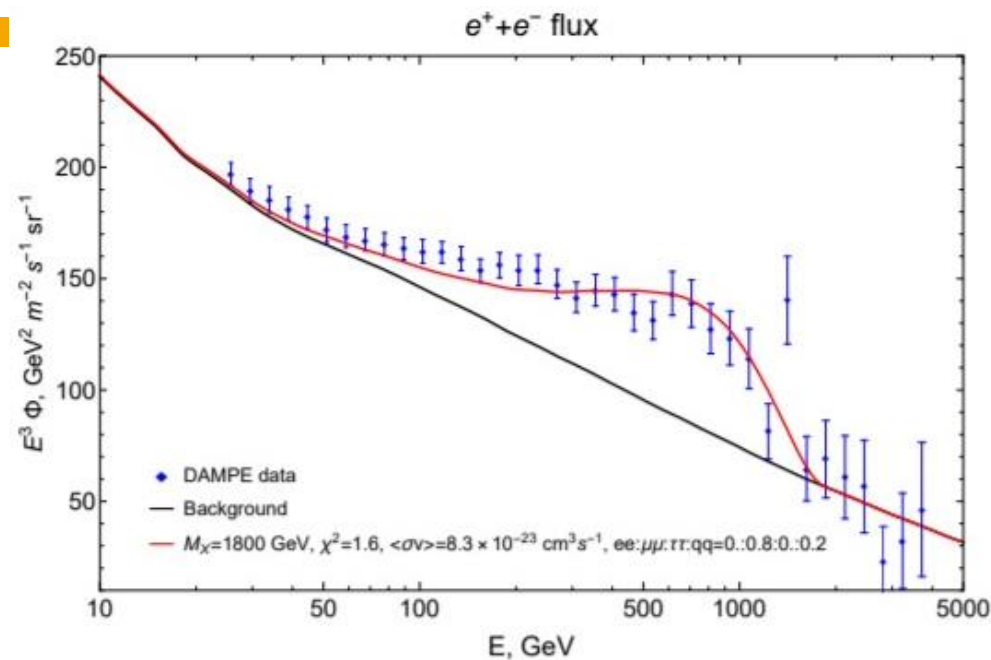
Добавление t-кварков в конечном состоянии (фит антипротонов, профиль NFW)



Добавление t-кварков в конечном состоянии (непревышение антипротонов, профиль NFW)



Добавление t-кварков в конечном состоянии (непревышение антипротонов, профиль Рида)



Значения χ^2 для различных моделей ТМ, профилей плотности и алгоритмов описания данных по антипротонам

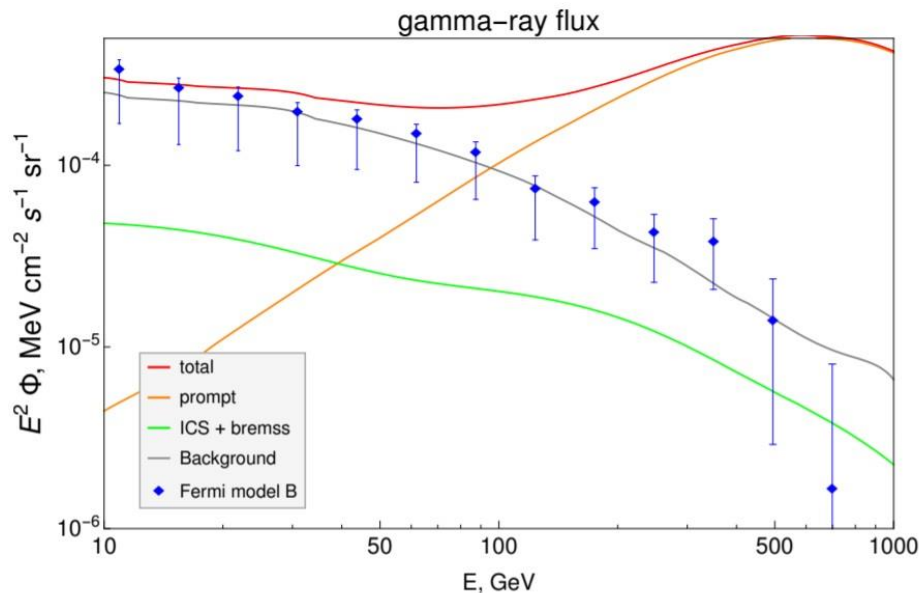
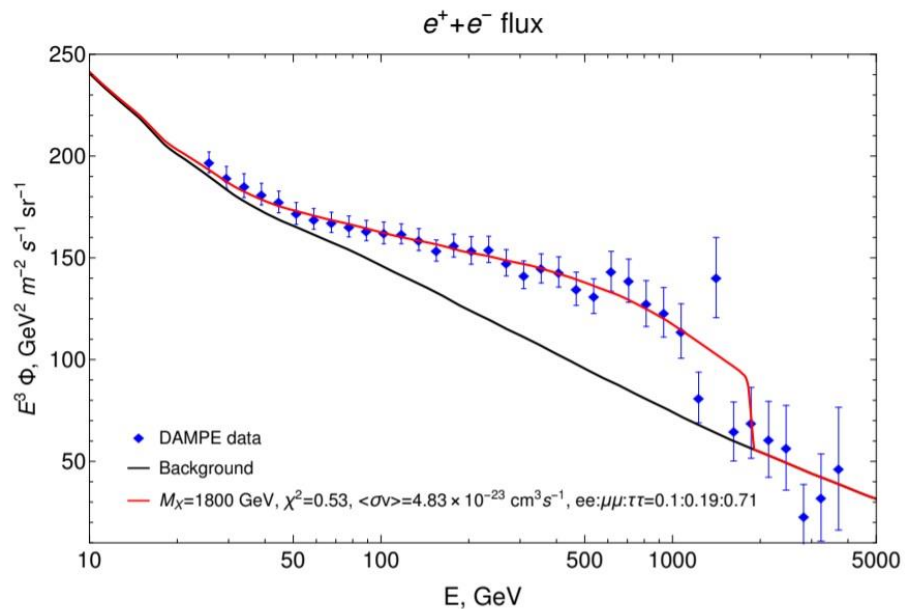
	e, μ, τ	e, μ, τ, t		e, μ, τ, u	
		Фит \bar{p}	Непревышение \bar{p}	Фит \bar{p}	Непревышение \bar{p}
χ_{NFW}^2	2.1	5.4	2.1	9.8	2.1
χ_{Read}^2	2.1	4.4	1.6	9.2	2.1

Заключение

- Модель «тёмного диска» позволяет добиться хорошего качества описания экспериментальных данных DAMPE по электронам и позитронам без явного противоречия с наблюдаемыми данными по IGRB.
- Наиболее удачные параметры модели: масса начальной частицы $M_X = 1500$ ГэВ и соответствующий диапазон полутолщин диска $z_s = 1400 \div 1900$ пк.
- Аннигиляция и распад дают сравнимые результаты в большинстве случаев. Единственным исключением оказался случай применения самой жёсткой модели остатка и "неудачного" для этого набора данных профиля плотности NFW.
- Добавление кваркового канала аннигиляции не позволяет ни улучшить качество фита рассматриваемых данных, ни должным образом описать возможный избыток антипротонов в КЛ.
- В качестве продолжения данной работы планируется изучение возможности одновременного описания данных нескольких экспериментов в рамках единой модели ТМ

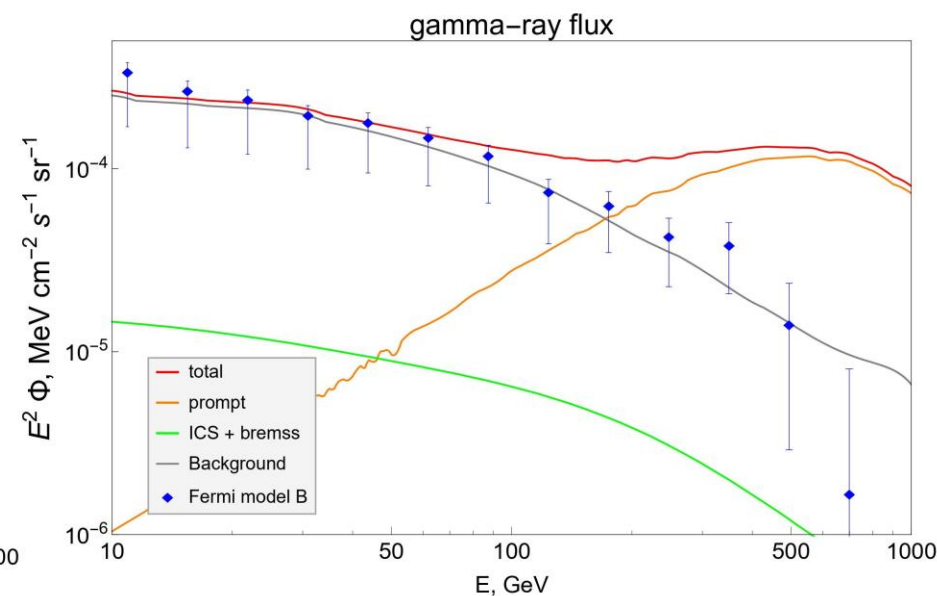
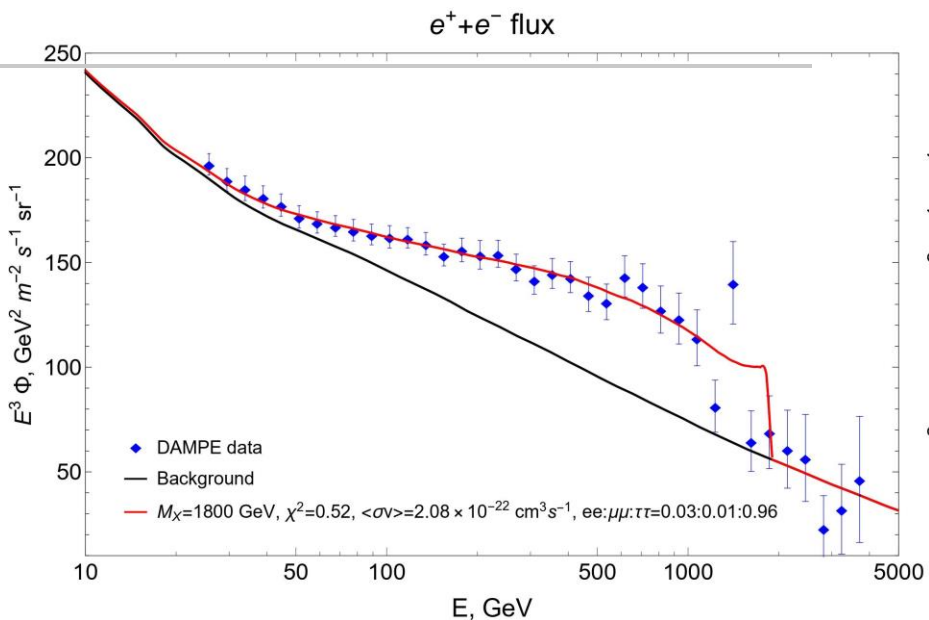
Сравнение энергетических спектров частиц для моделей гало и «тёмного диска»

Модель гало



"e-фит"

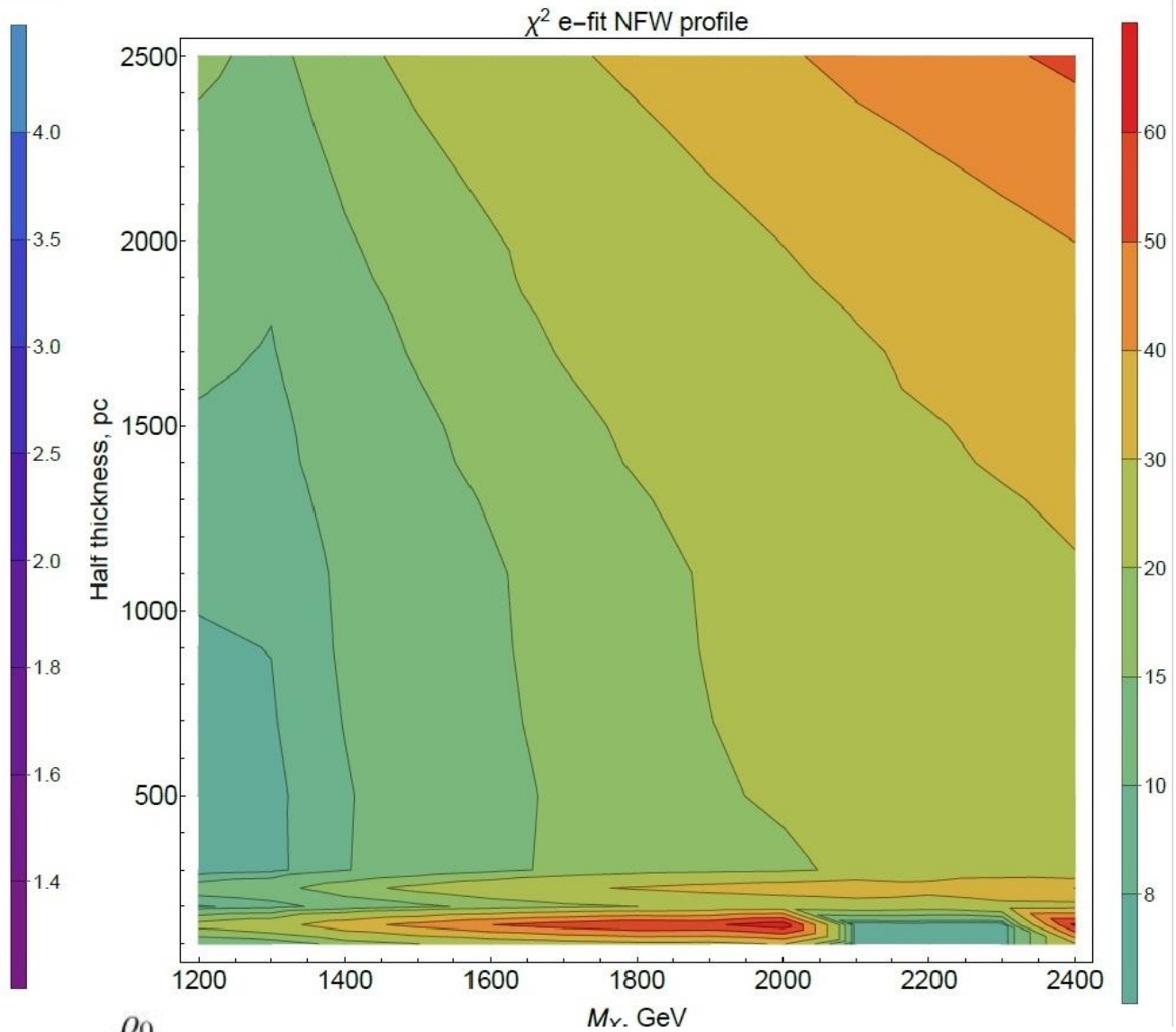
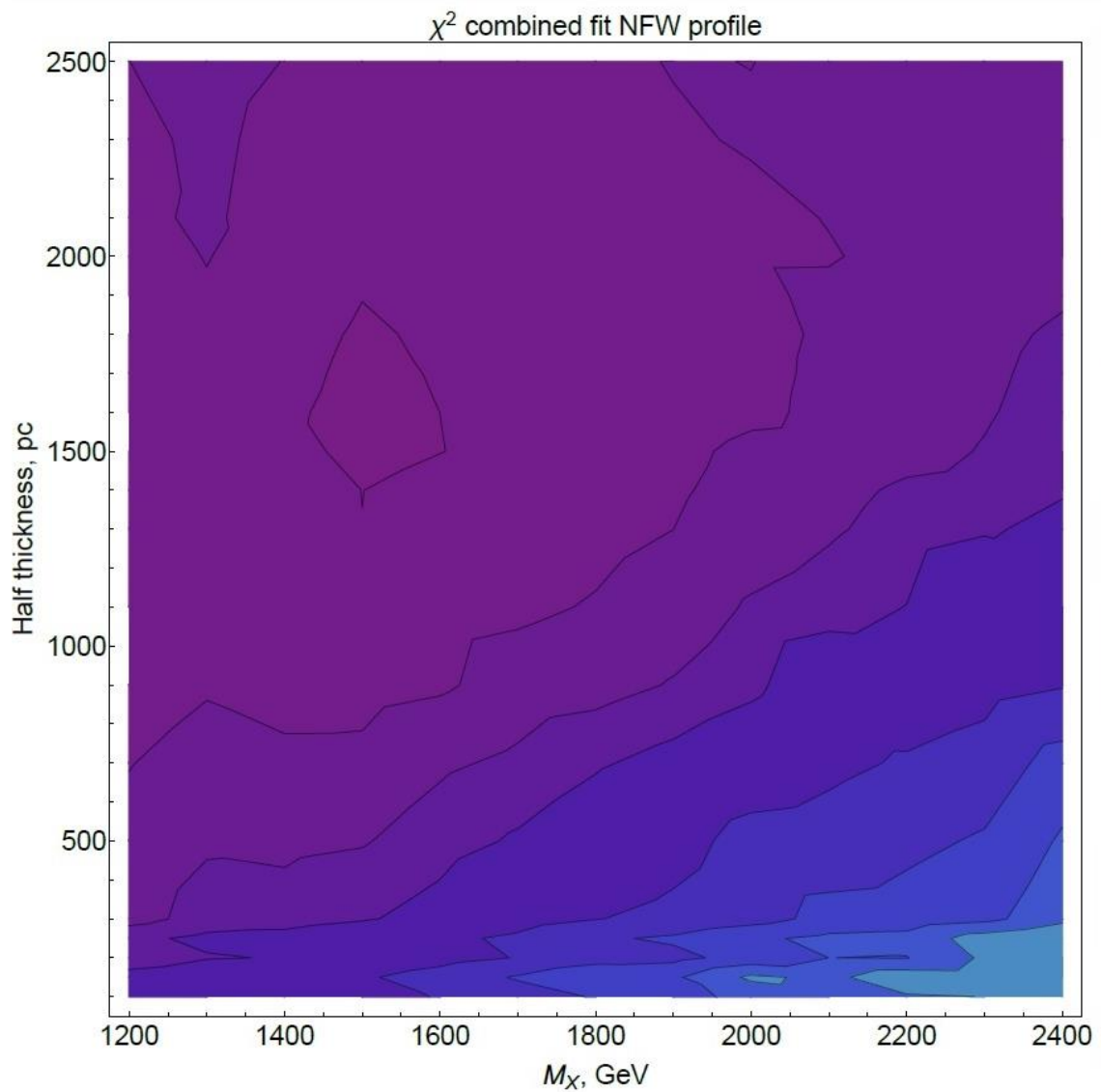
Модель «тёмного диска»



Значения χ^2 для различных моделей ТМ и алгоритмов анализа

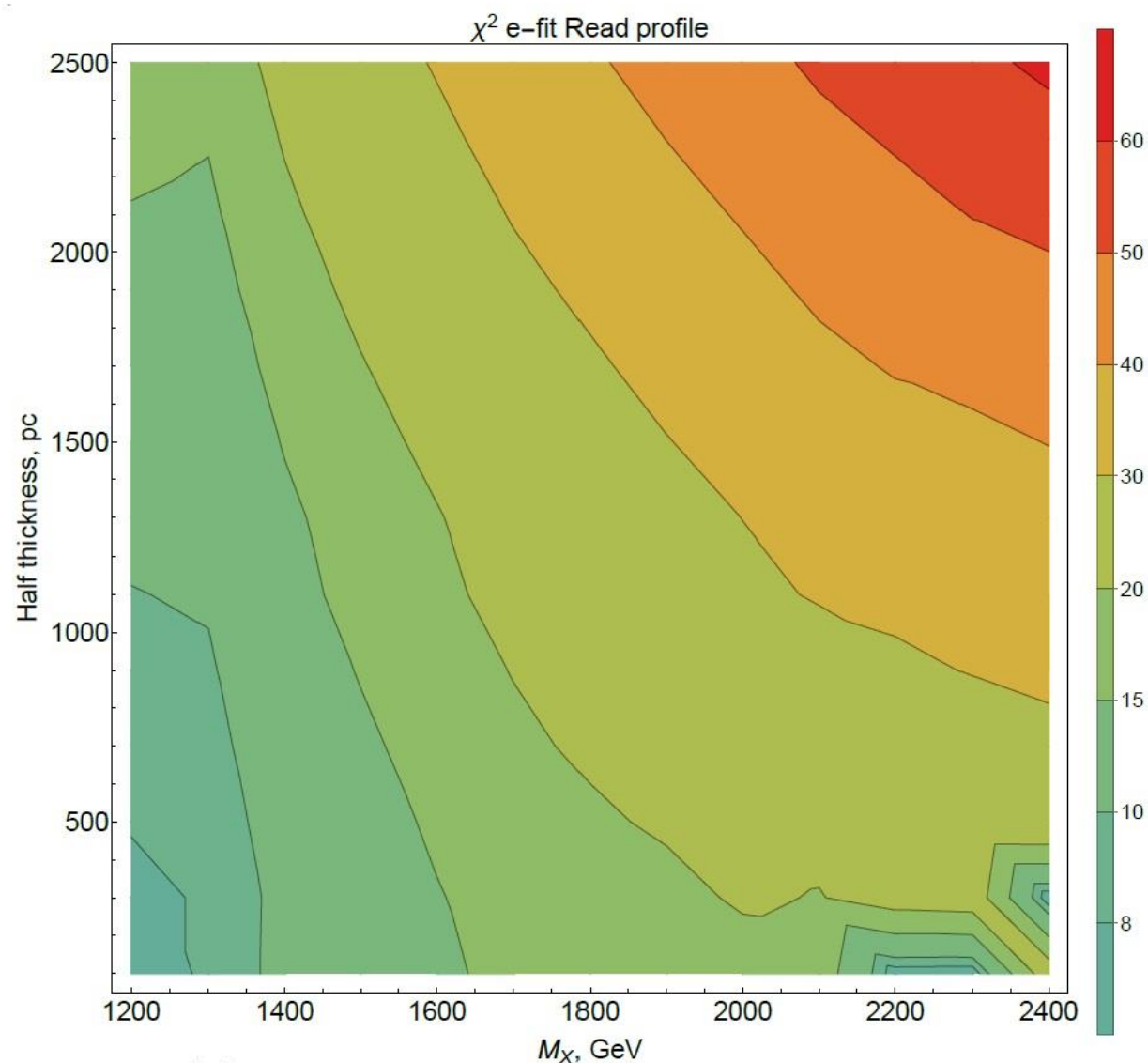
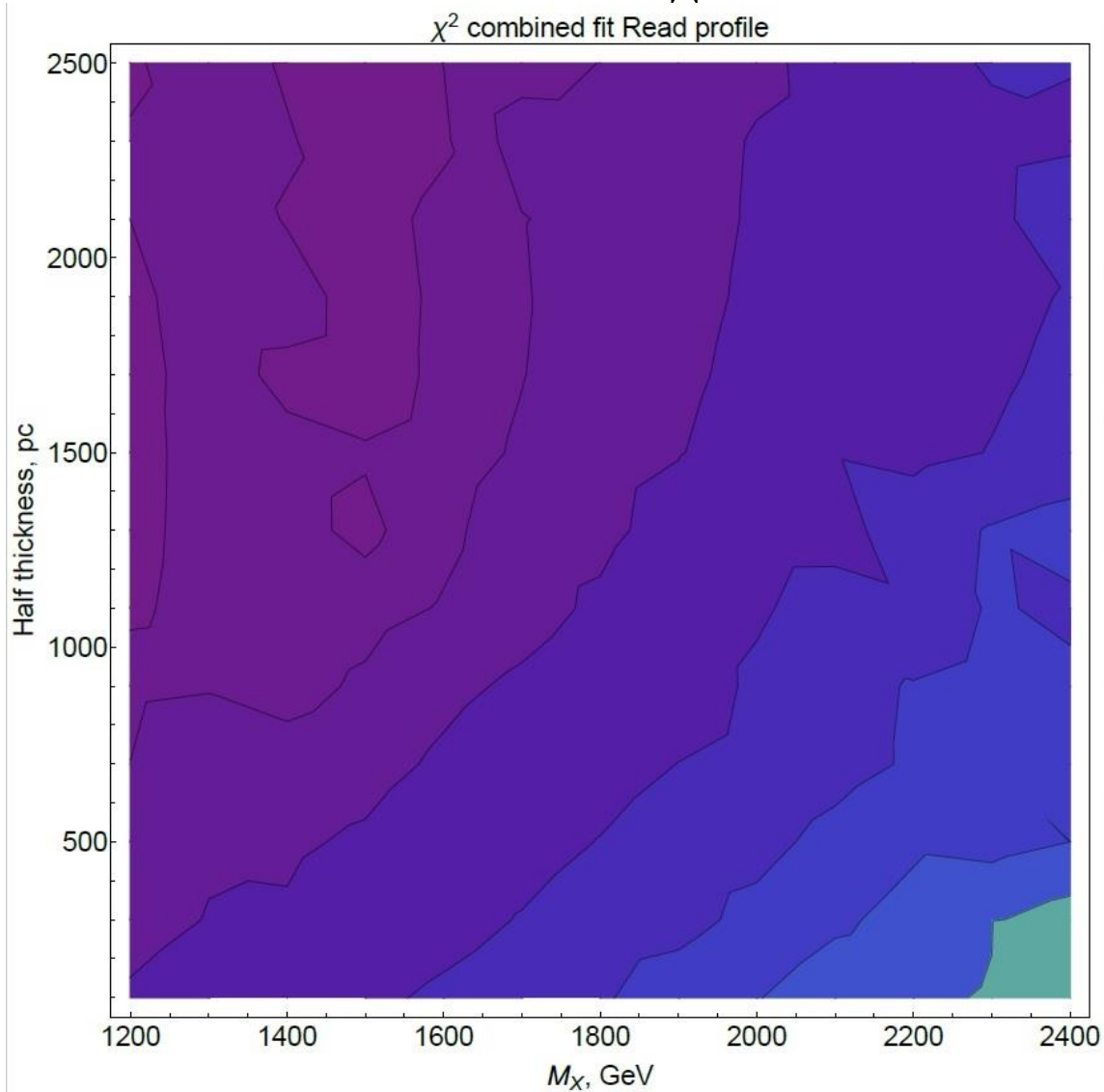
Фит Модель	Гало	Диск
«е-фит»	203 (0.5)	17.9 (0.5)
комбинированный фит	3.8 (2.1)	1.5 (1.2)

Зависимость χ^2 от полутолщины диска и массы начальной частицы для профиля плотности NFW



$$\rho(r) = \frac{\rho_0}{\frac{r}{R_s} \left(1 + \frac{r}{R_s}\right)^2}$$

Зависимость χ^2 от полутолщины диска и массы начальной частицы для профиля плотности Риды



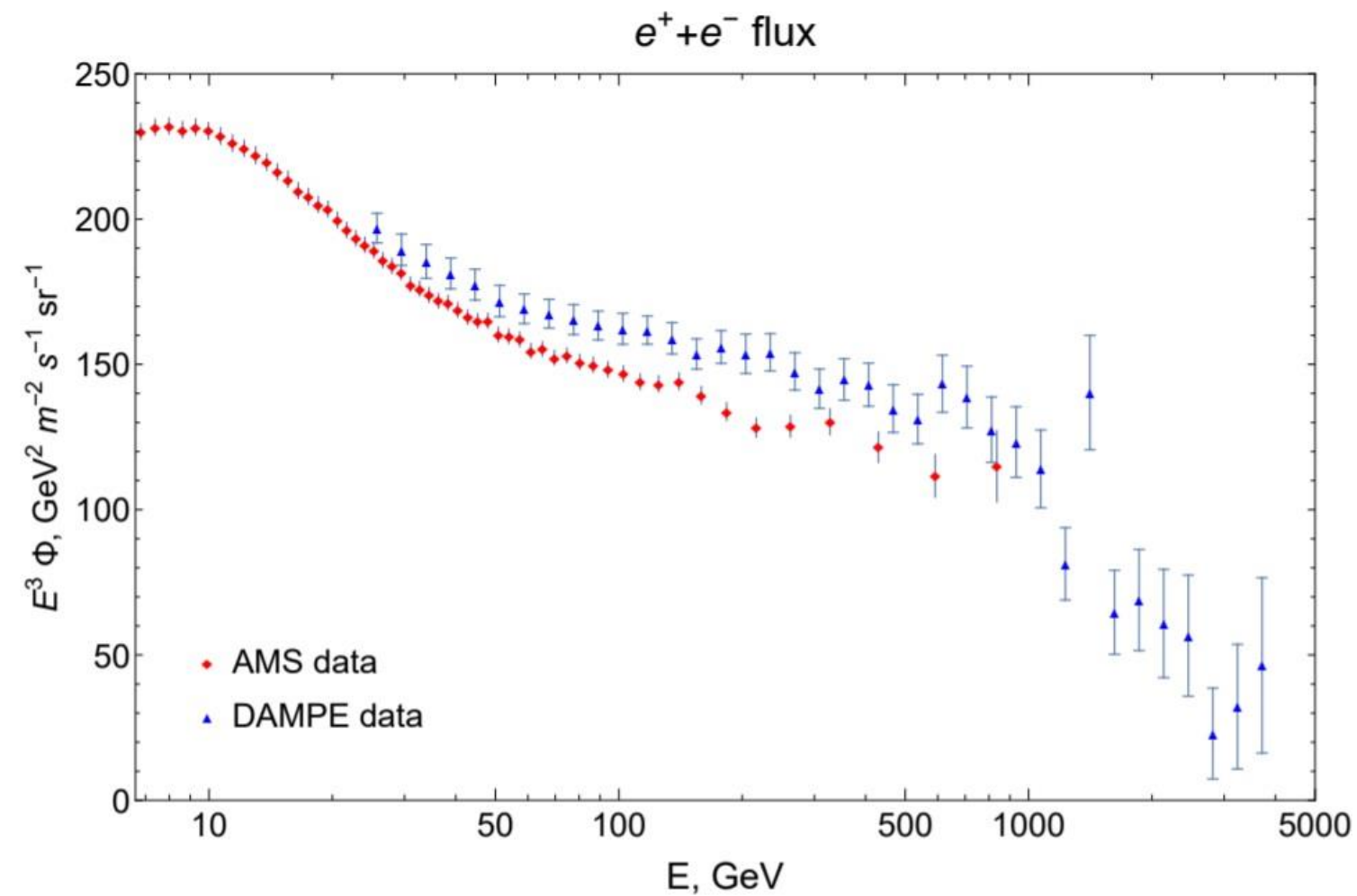
$$\rho(R, z) = \rho_0 e^{-\frac{R}{R_c}} e^{-\frac{|z|}{z_c}}$$

Задачи

- Сравнение энергетических спектров частиц для моделей гало и «тёмного диска»
- Анализ зависимости значения χ^2 от полутолщины диска и массы начальной частицы ТМ
- Сравнение аннигиляции и распада частицы ТМ с учётом данных по гамма-излучению из Галактического центра
- Добавление кварковой моды аннигиляции частицы ТМ и рассмотрение данных по антипротонам
- Одновременное описание результатов различных экспериментов по КЛ в рамках единой модели ТМ

Одновременное описание
результатов различных
экспериментов по КЛ в рамках
единой модели ТМ

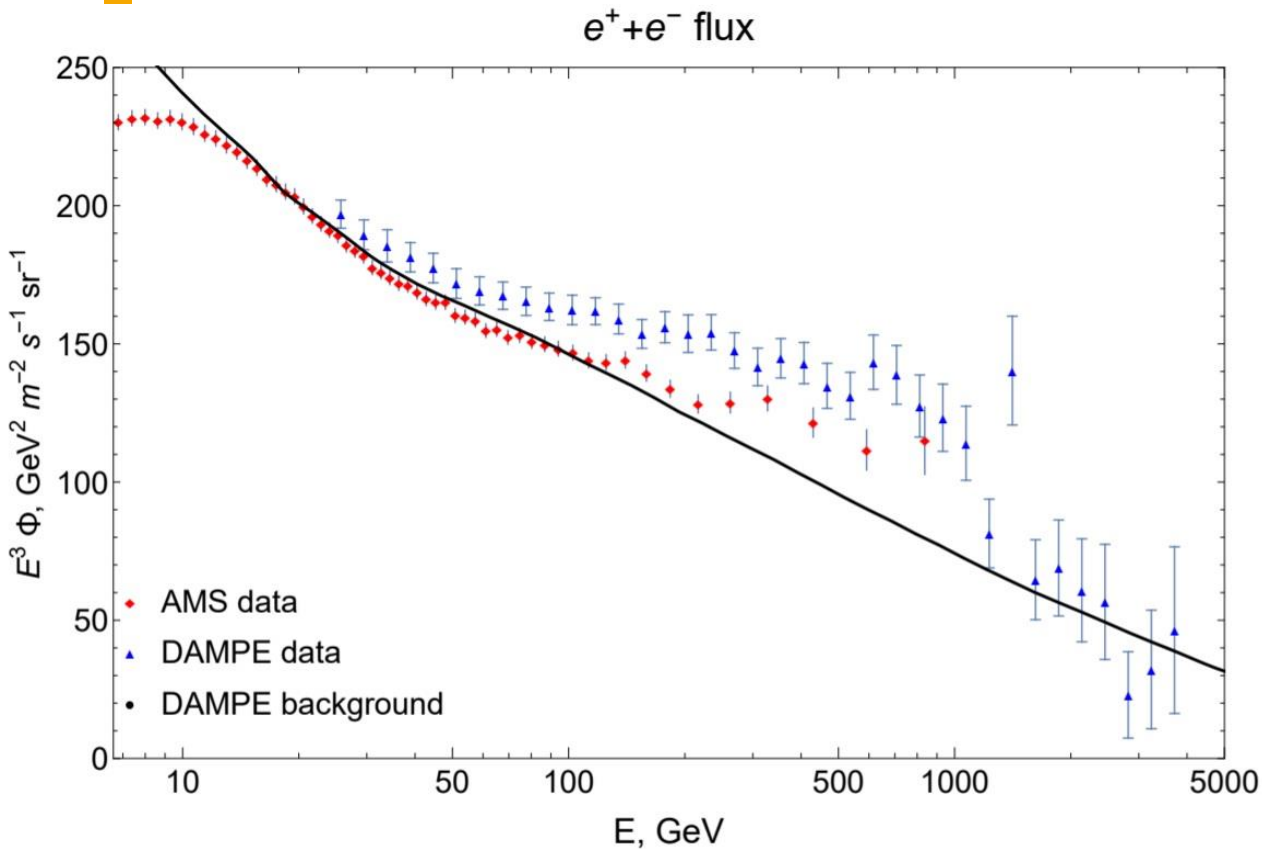
Постановка задачи



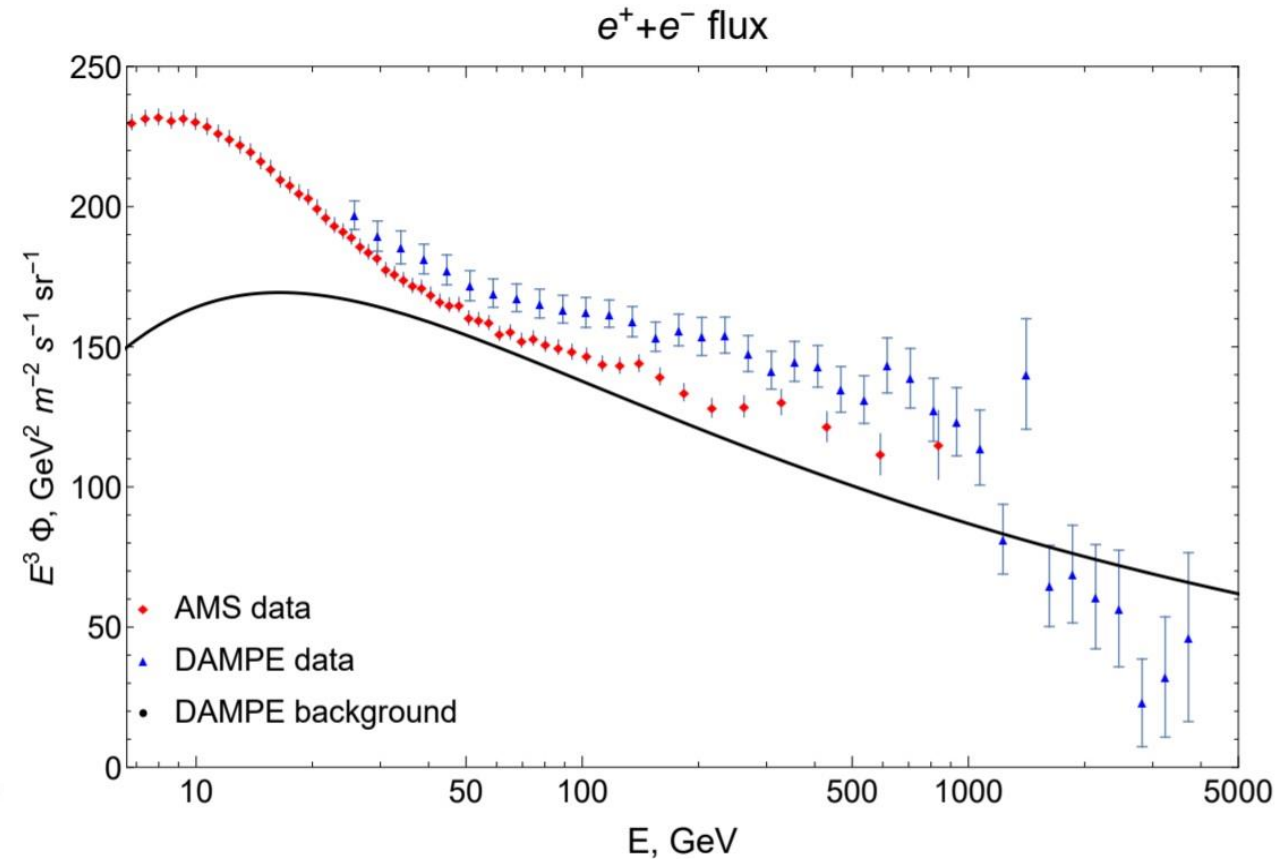
Проблемы:

- Поиск подходящего фона
- Расхождение данных различных экспериментов

Поиск подходящего фона



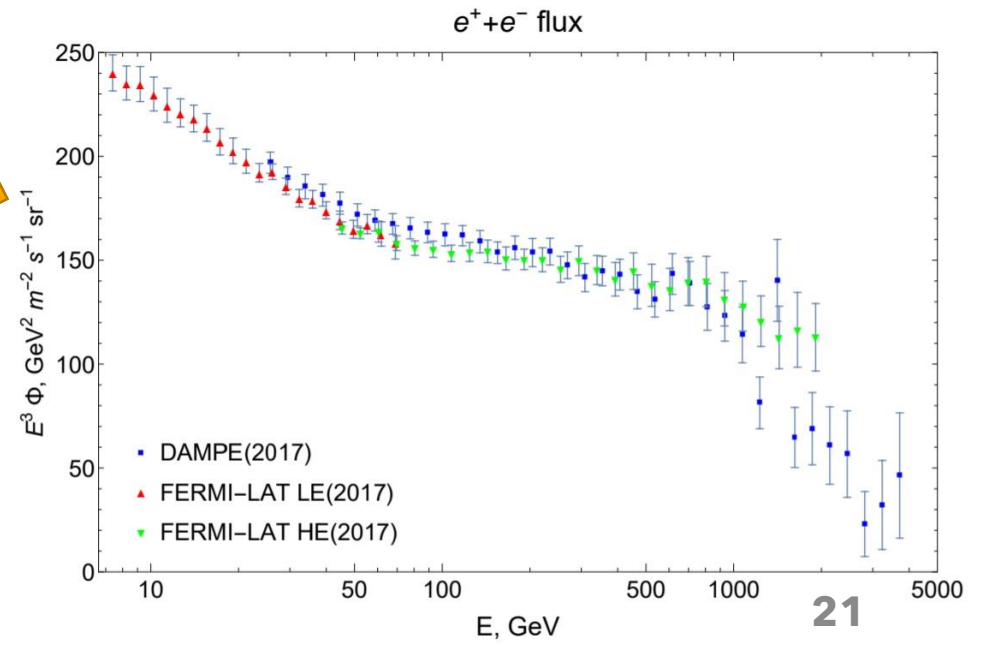
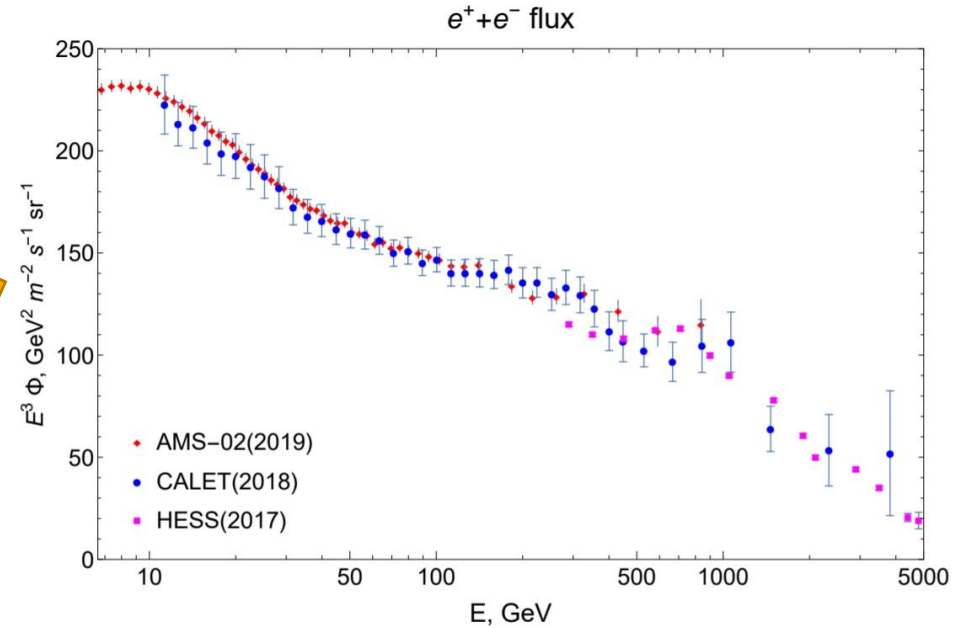
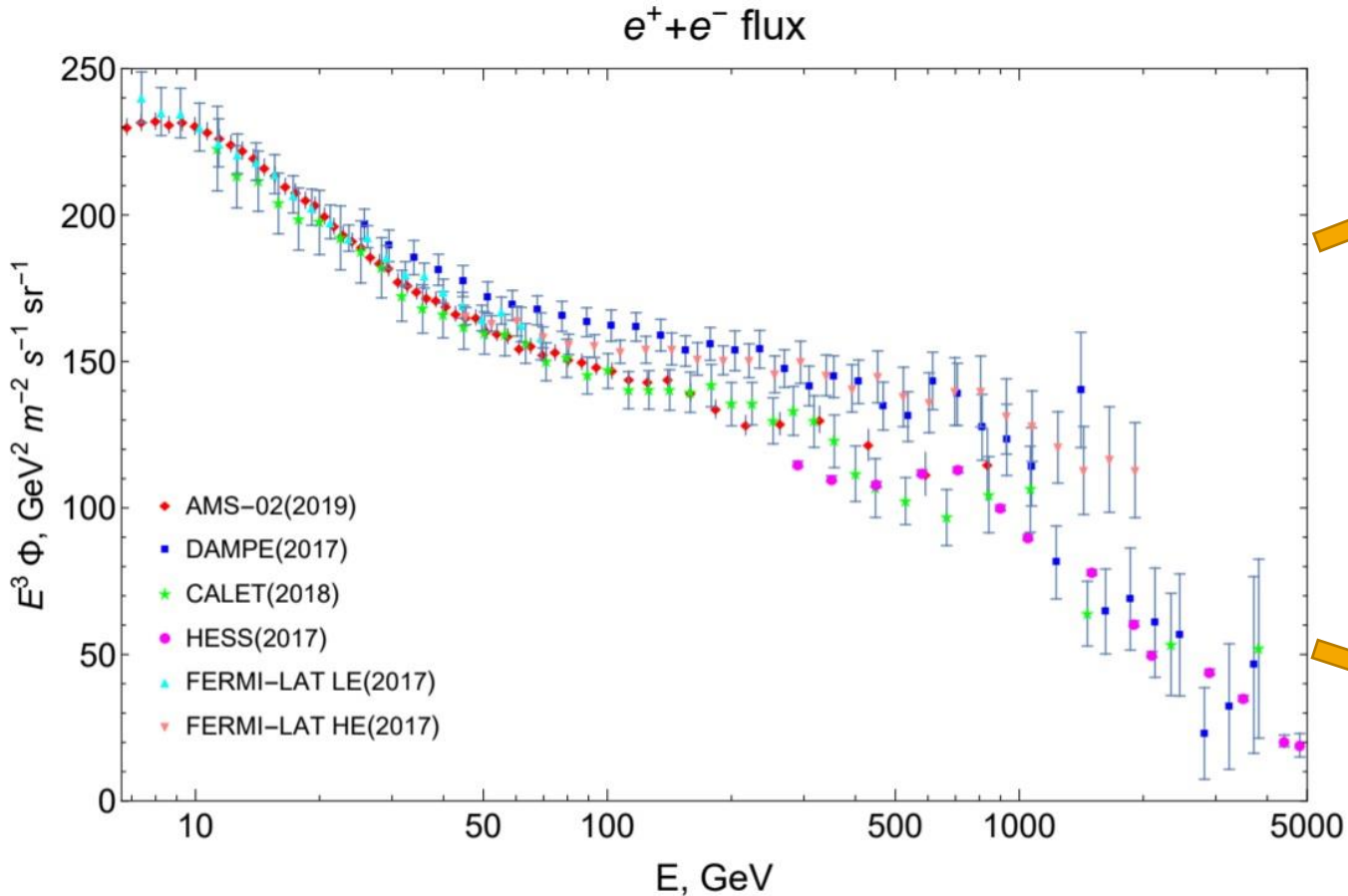
- большое количество экспериментальных точек AMS-02 на энергиях до 100 ГэВ под фоном



- На энергиях до 50 ГэВ не подходит к данным AMS-02, а на энергиях от 1 ТэВ располагается выше большинства экспериментальных точек DAMPE

Расхождение данных различных экспериментов

• Данные взяты из базы данных по КЛ CRDB: <https://lpsc.in2p3.fr/crdb>



- спектры, полученные различными экспериментами, можно условно разделить на две группы, в рамках которых данные хорошо согласуются между собой