

Институт ядерной физики и технологий
Кафедра №40 «Физика элементарных частиц»

«ВОЗМОЖНЫЕ ЭФФЕКТЫ В КОСМИЧЕСКОМ ГАММА- ИЗЛУЧЕНИИ ОТ РАСПАДА ИЛИ АННИГИЛЯЦИИ ЧАСТИЦ СКРЫТОЙ МАССЫ»

Выполнила: студентка гр. М18-115

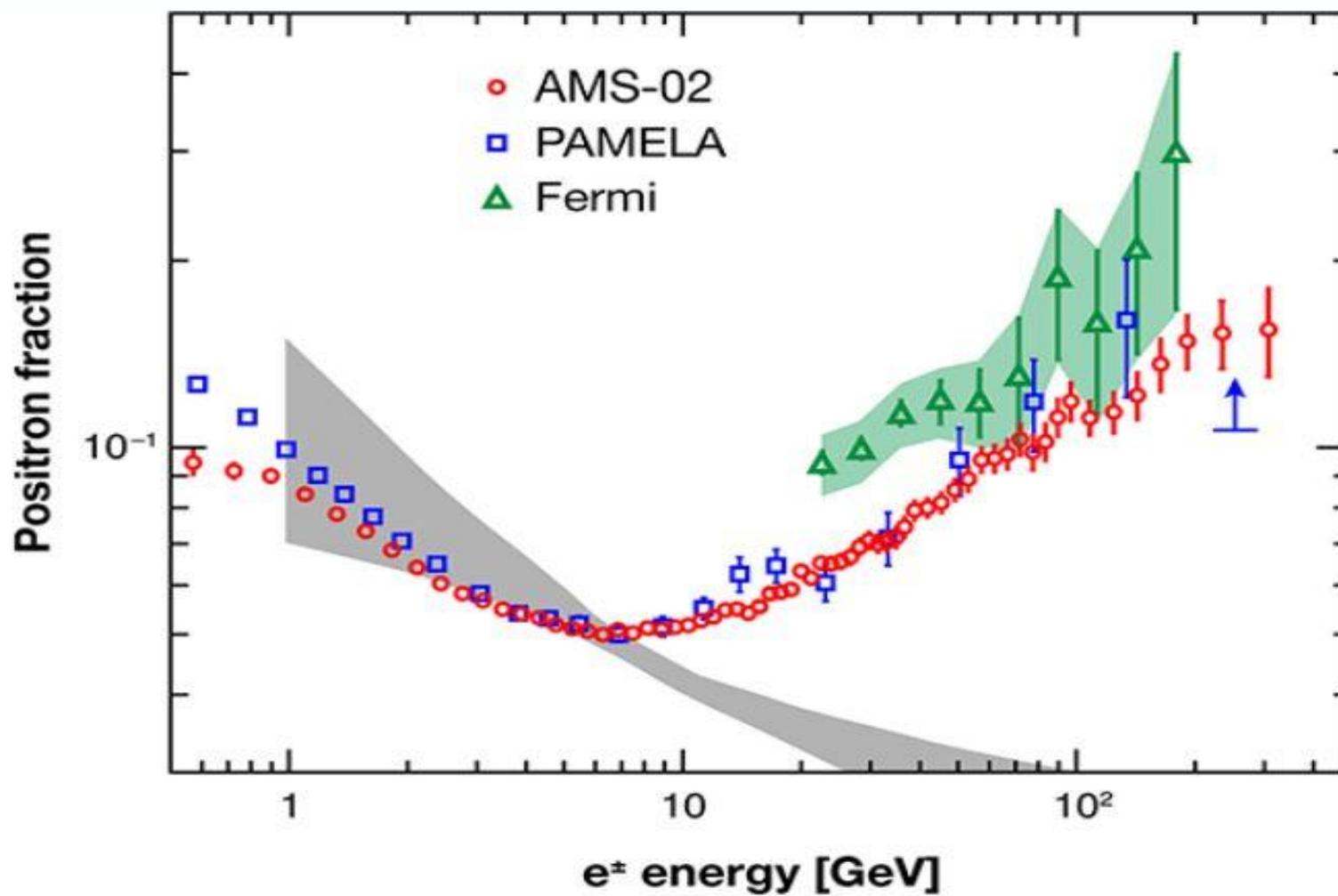
Шлепкина Е.С.

Руководитель научно-исследовательской работы:

в.н.с. Белоцкий К.М

Москва, 2020 г

ПОЗИТРОННАЯ АНОМАЛИЯ



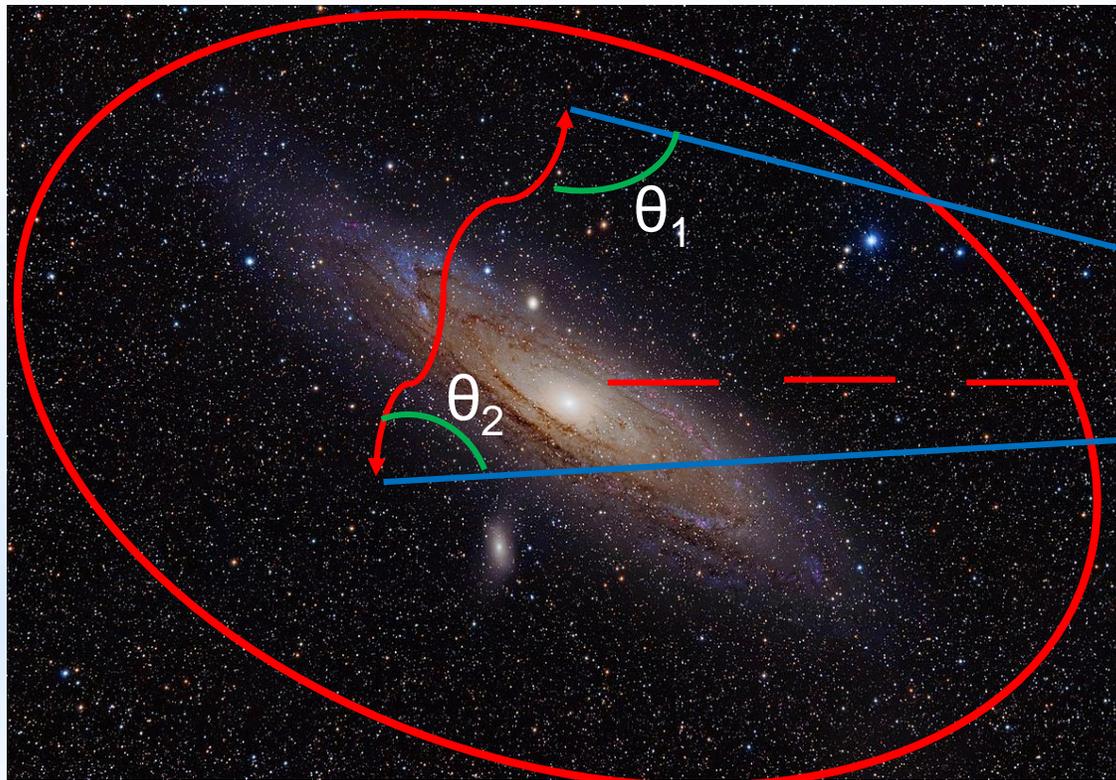
МОТИВАЦИЯ

- Проблема происхождения позитронной аномалии в космических лучах («Эффект «ПАМЕЛЫ»).
- Объяснение данной аномалии с помощью распада или аннигиляции частиц DM с заряженными лептонами в конечном состоянии.
- Возникновение потоков гамма-излучения за счет Обратного Комптоновского Рассеяния (ICS) фотонов на высокоэнергетичных лептонах
- Возможная угловая анизотропия в светимости

УГЛОВАЯ АНИЗОТРОПИЯ ОТ ICS ФОТОНОВ

Формула Клейна - Нишины

$$\frac{d\sigma}{d\epsilon_1 d\Omega} = \frac{3}{16\pi} \sigma_T \left(\frac{\epsilon_1}{\epsilon}\right)^2 \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_1} + \frac{\epsilon_1}{\epsilon} - \sin^2 \theta\right) \delta\left(\epsilon_1 - \frac{\epsilon}{1 + \frac{\epsilon}{m}(1 - \cos \theta)}\right)$$



$$\theta_1 \neq \theta_2$$



РАССЧЕТ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ПОТОКА

$$\frac{d\Phi}{d\epsilon_1} = \frac{1}{\epsilon_1} \frac{\langle \sigma_{ann} v \rangle}{4\pi} r_{\odot} \frac{\rho_0^2}{M_{DM}^2} \bar{J} \Delta\Omega \int_{m_e}^{M_{DM}} dE \frac{\mathcal{P}(\epsilon_1, E, r)}{\dot{\mathcal{E}}(E, r)}$$

Не учитывается угловая анизотропия!
Но учитывается многократное рассеяние

$\langle \sigma_{ann} v \rangle \approx 3 \cdot 10^{-26}$ см³/сек – сечение аннигиляции

ρ_0 - плотность скрытой массы в М31

$M_{DM} = 1 - 3$ ТэВ – массы частицы СМ

$\Delta\Omega = 3^\circ \times 5^\circ$ - Телесный угол охватывающий М31 и ее темного гало

Где \bar{J} - геометрический фактор

$$\bar{J} \Delta\Omega = \int_{\Delta\Omega} d\Omega \int_{\text{line-of-sight}} \frac{ds}{r_{\odot}} \left(\frac{\rho(r)}{\rho_{\odot}} \right)^2$$

$\mathcal{P}(\epsilon_1, E, r)$ - дифференциальная мощность излучения электронов в фотоны

$\dot{\mathcal{E}}(E, r)$ - полная скорость потери энергии электроном на счет ICS.

ПАРАМЕТРЫ РАССМАТРИВАЕМЫХ МОДЕЛЕЙ

Были рассмотрены три различных профиля распределения СМ в галактике: профиль Эинасто , профиль Наварро – Фрэнка –Уайта и Изотермический профиль.

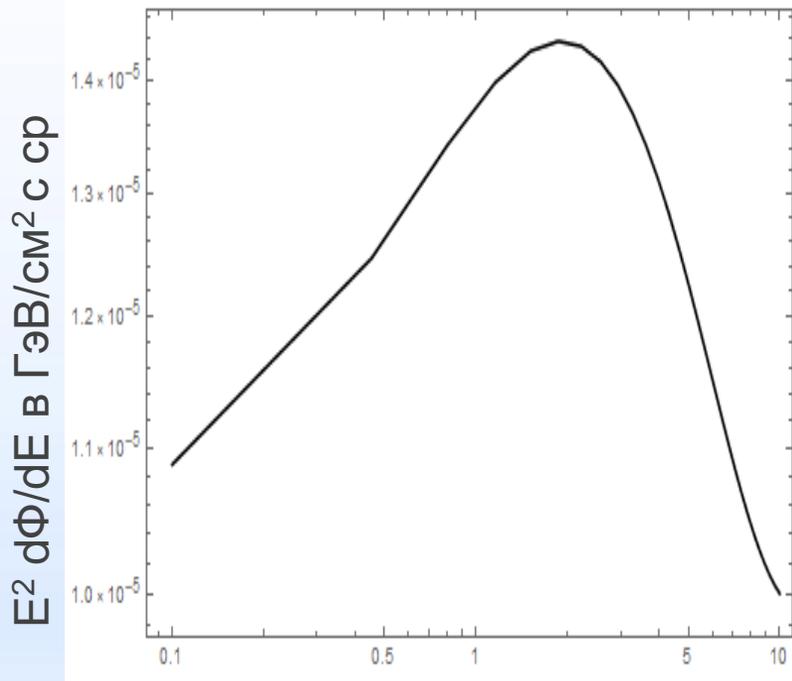
$$\rho_{Ein}(r) = \rho_s \exp \left[-\frac{2}{\alpha} \left(\left(\frac{r}{r_s} \right)^\alpha - 1 \right) \right], \quad \alpha = 0.17$$

$$\rho_{NFW}(r) = \rho_s \frac{r_s}{r} \left(1 + \frac{r}{r_s} \right)^{-2}$$

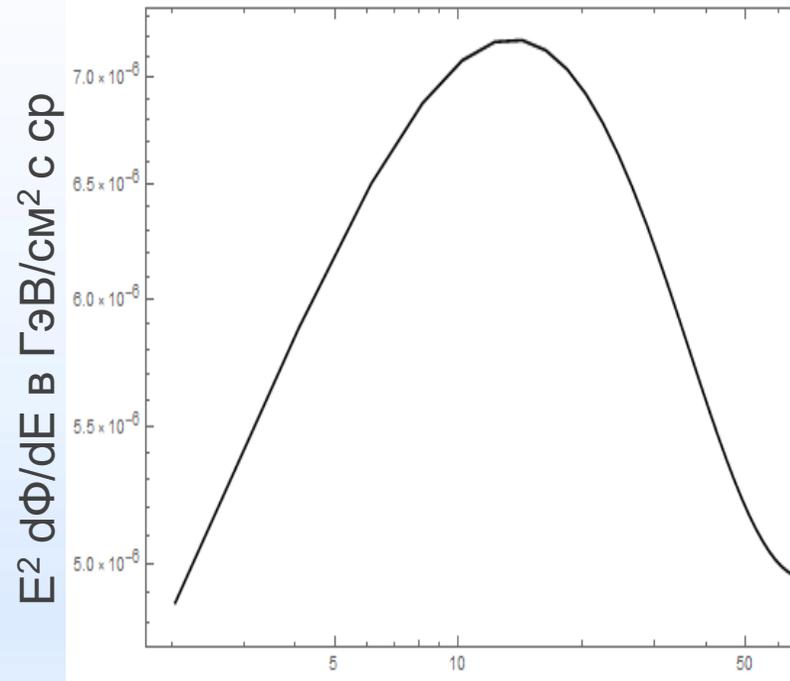
$$\rho_{Iso}(r) = \frac{\rho_s}{1 + \left(\frac{r}{r_s} \right)^2}$$

Модель гало СМ	r_s в кпс	ρ_s в ГэВ/см ³
NFW	20	0.26
Эинасто	20	0.06
Изотермический	5	1.16

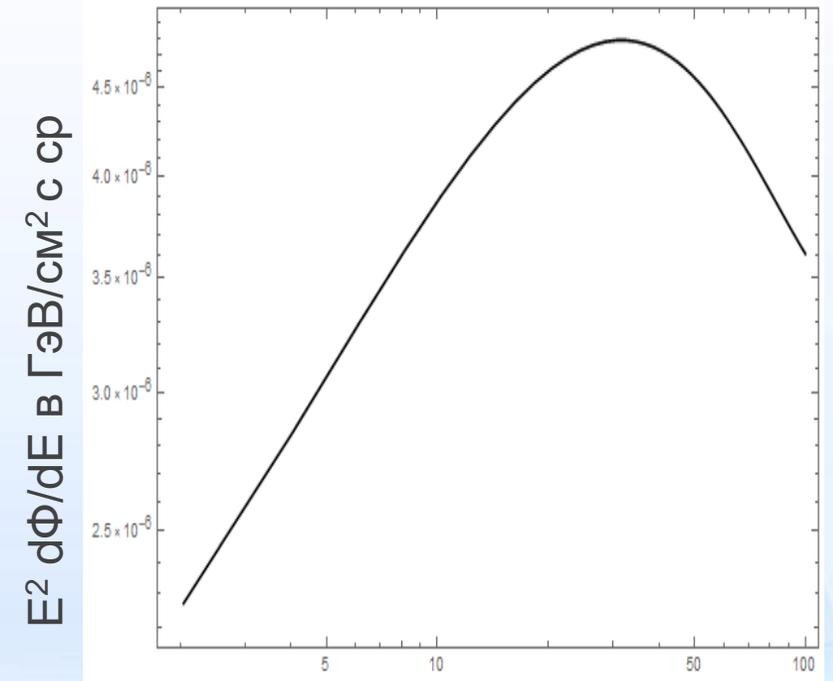
СИГНАЛЫ ОТ ICS ФОТОНОВ



Энергия γ , в ГэВ



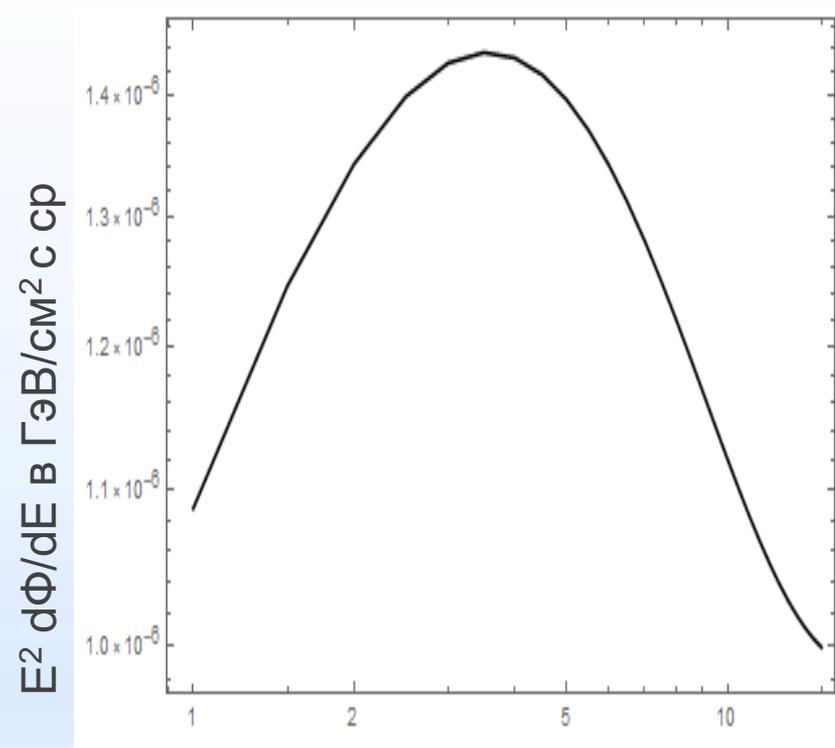
Энергия γ , в ГэВ



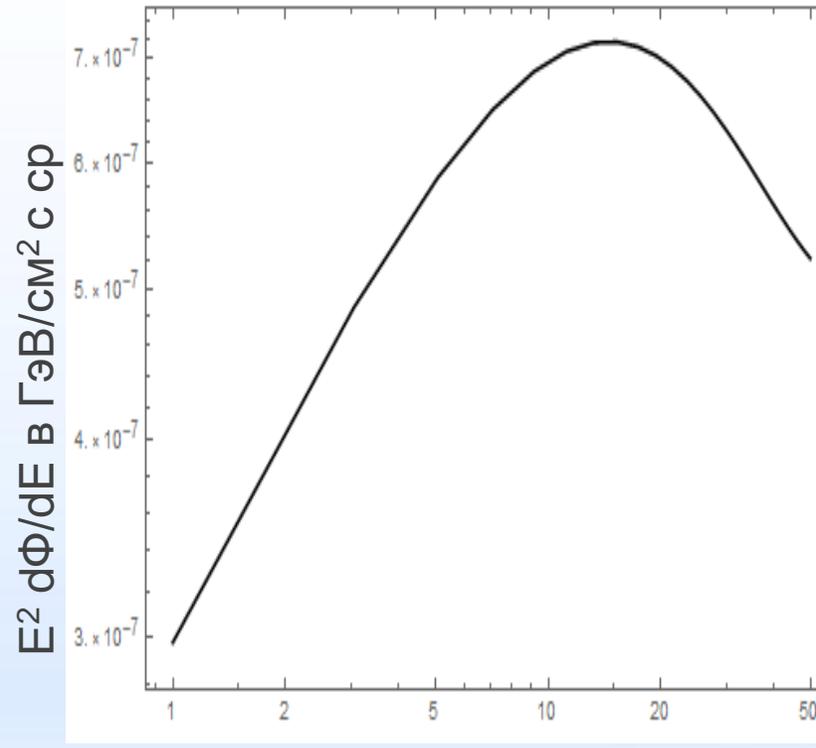
Энергия γ , в ГэВ

Сигнал от скрытой массы с профилем распределения NFW для масс частицы скрытой массы 1,2 и 3 ТэВ

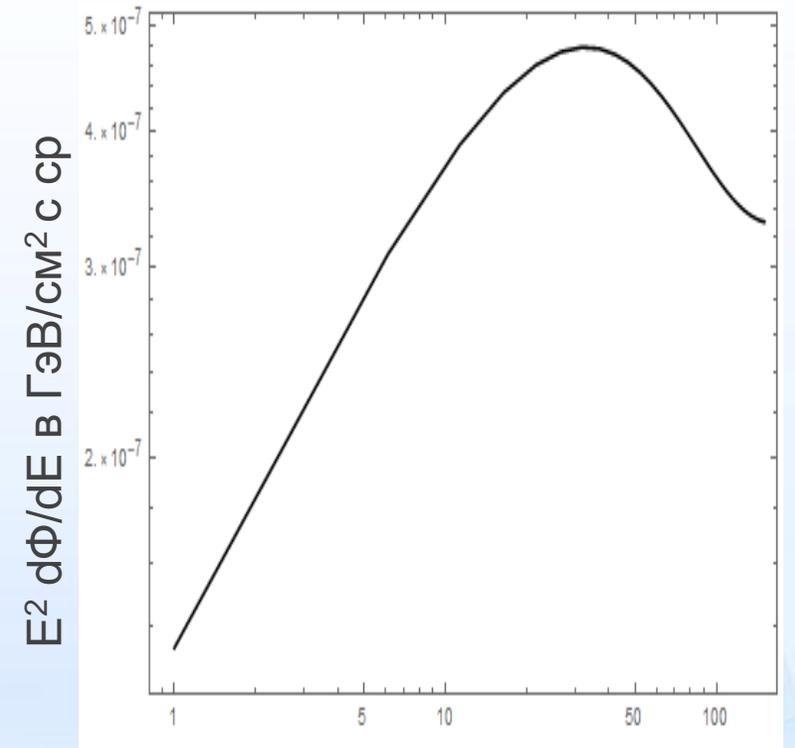
СИГНАЛЫ ОТ ICS ФОТОНОВ



Энергия γ , в ГэВ



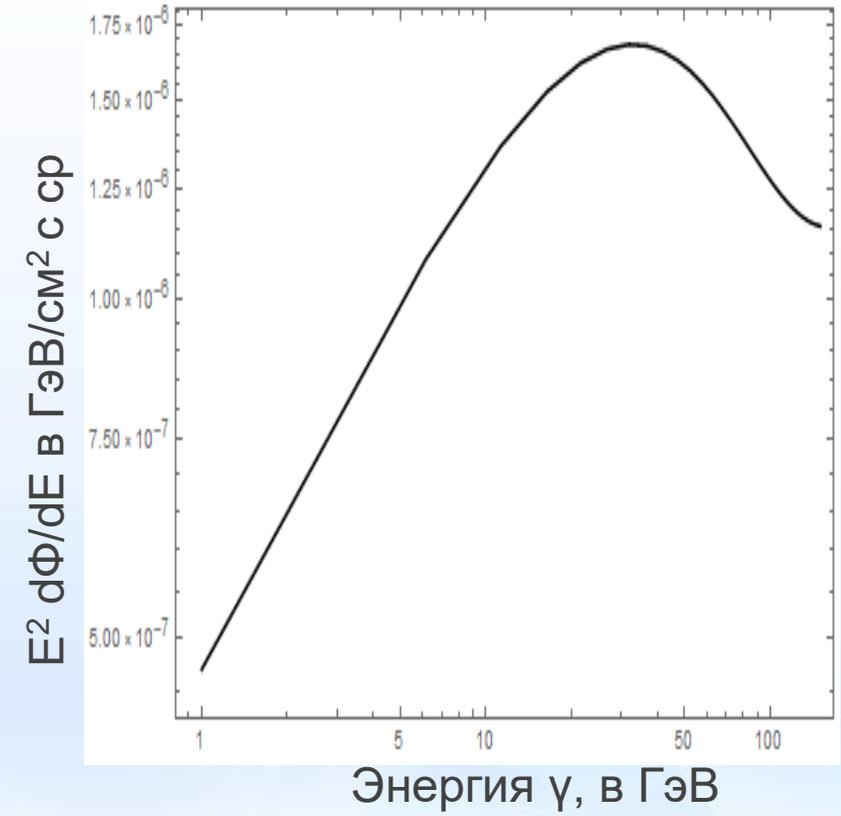
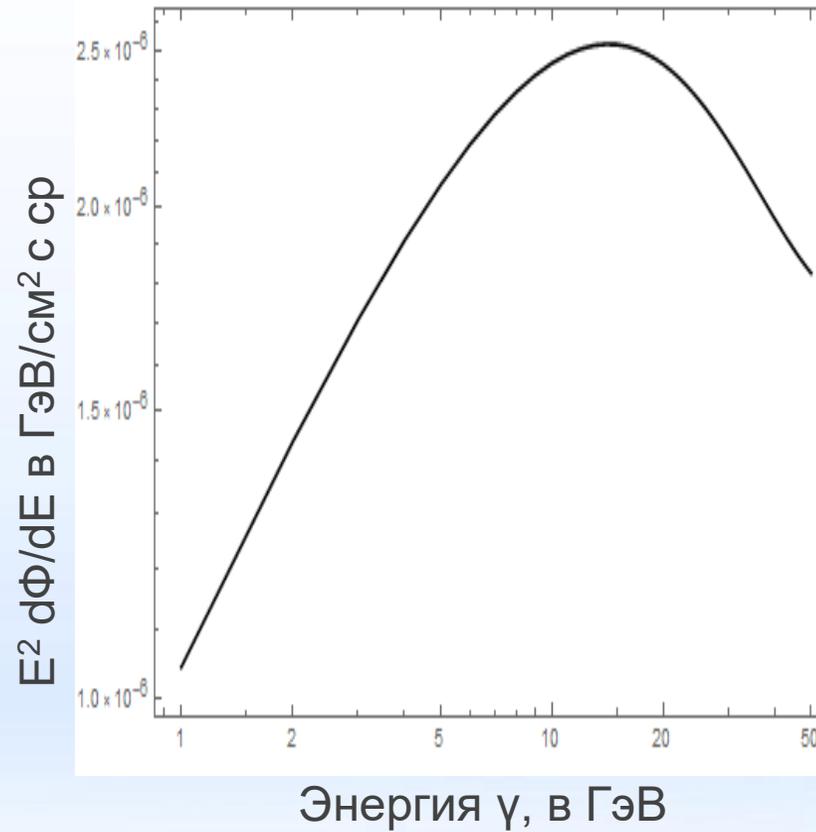
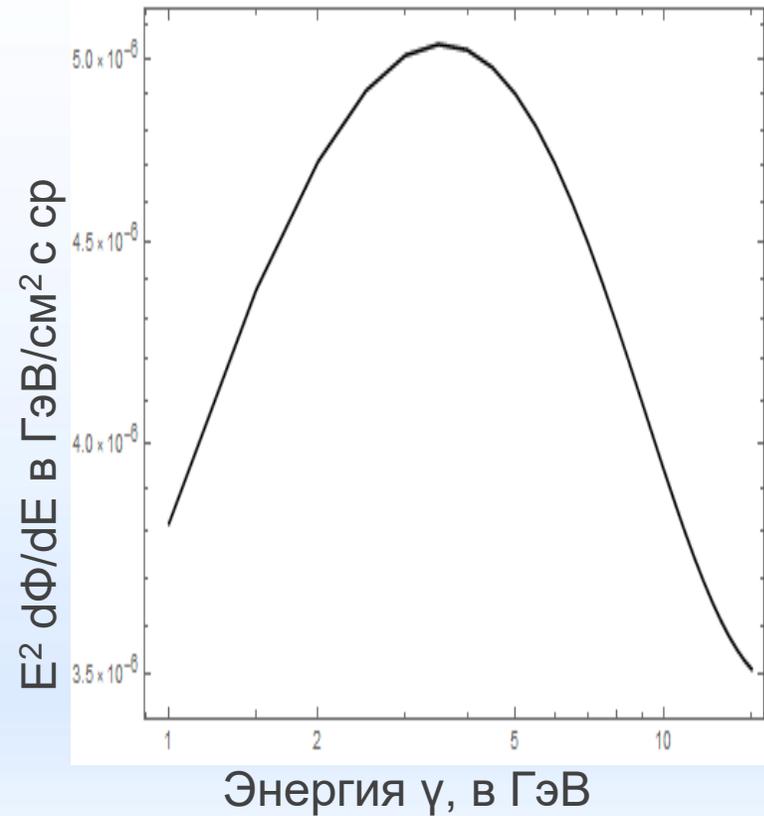
Энергия γ , в ГэВ



Энергия γ , в ГэВ

Сигнал от скрытой массы с изотермическим профилем распределения для масс частицы скрытой массы 1,2 и 3 ТэВ

СИГНАЛЫ ОТ ICS ФОТОНОВ



Сигнал от скрытой массы с профилем распределения Эинасто для масс частицы скрытой массы 1,2 и 3 ТэВ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Рассмотрена методика расчета дифференциального потока гамма от Туманности Андромеды в случае изотропного рассеяния его на электроны.
- По результатам расчётов для каждой рассматриваемой модели скрытой массы были получены спектры фотонов образованных за счет Обратного Эффекта Комптона.
- Данный результат служит начальным этапом для дальнейшей оценки эффекта анизотропии от Туманности Андромеды

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

BACKUP SLIDES

- $\dot{\mathcal{E}}(E, r)$ - полная скорость потери энергии электроном на счет ICS.

$$\dot{\mathcal{E}}(E, r) = 3\sigma_T \int_0^\infty d\epsilon \epsilon \int_{1/4\gamma^2}^1 dq n(\epsilon, r) \frac{(4\gamma^2 - \Gamma_\epsilon)q - 1}{(1 + \Gamma_\epsilon q)^3} \times \times \left[2q \ln q + q + 1 - 2q^2 + \frac{1}{2} \frac{(\Gamma_\epsilon q)^2}{1 + \Gamma_\epsilon q} (1 - q) \right]$$

- $\mathcal{P}(\epsilon_1, E, r)$ - дифференциальная мощность излучения электронов в фотоны

$$\mathcal{P}(\epsilon_1, E, r) = \frac{3\sigma_T}{4\gamma^2} \epsilon_1 \int_{1/4\gamma^2}^1 dq \left(1 - \frac{1}{4q\gamma^2(1 - \tilde{\epsilon}_1)} \right) \frac{n(\epsilon(q), r)}{q} \times \left[2q \ln q + q + 1 - 2q^2 + \frac{1}{2} \frac{\tilde{\epsilon}_1^2}{1 - \tilde{\epsilon}_1} (1 - q) \right]$$