

ОТЧЁТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

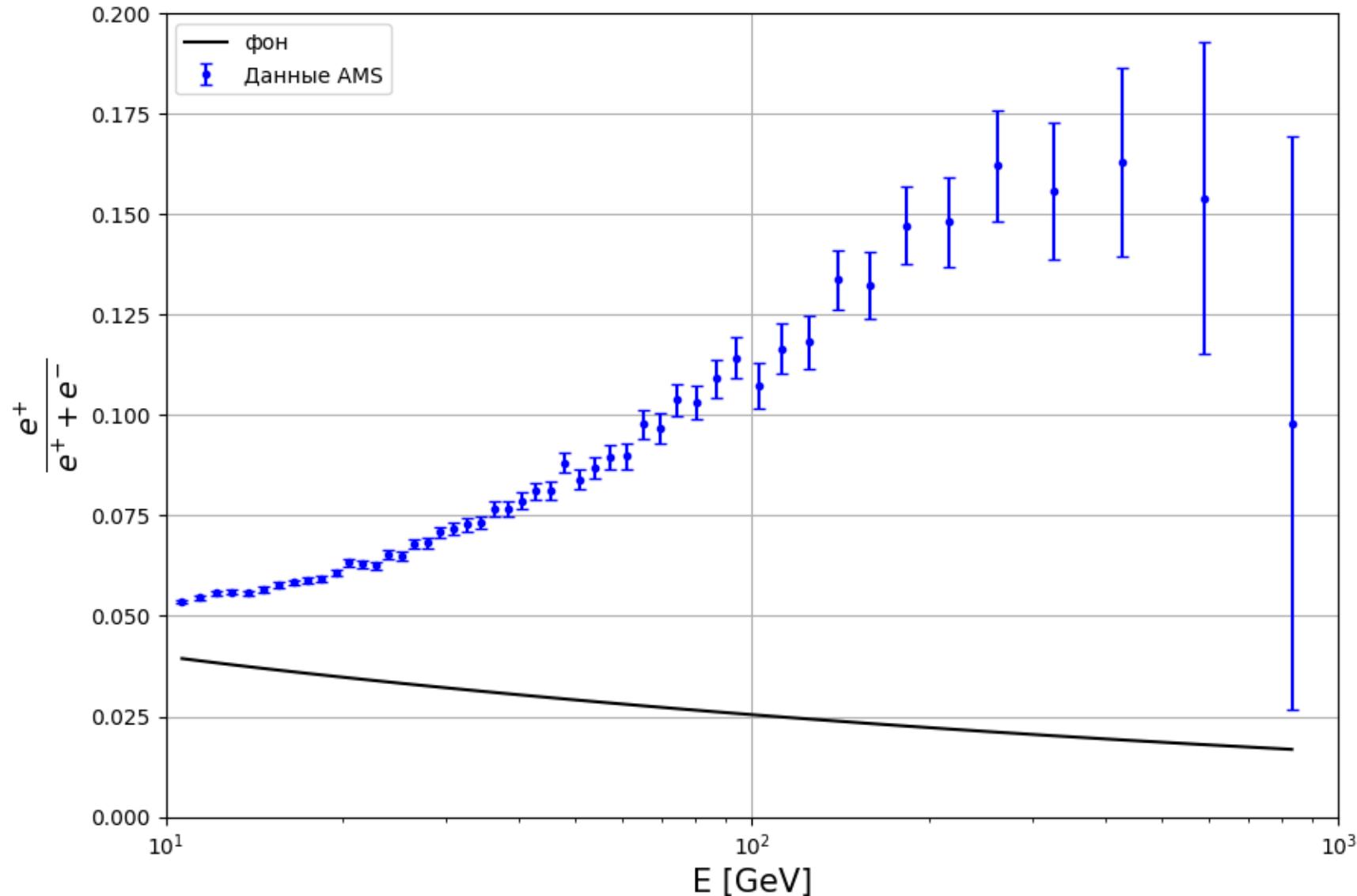
ПОИСК ПРОСТРАНСТВЕННОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ
ОБЪЯСНЕНИЯ ИЗБЫТКА КОСМИЧЕСКИХ ПОЗИТРОНОВ

Выполнил: Ф. В. Костромин

Научный руководитель: К. М. Белоцкий

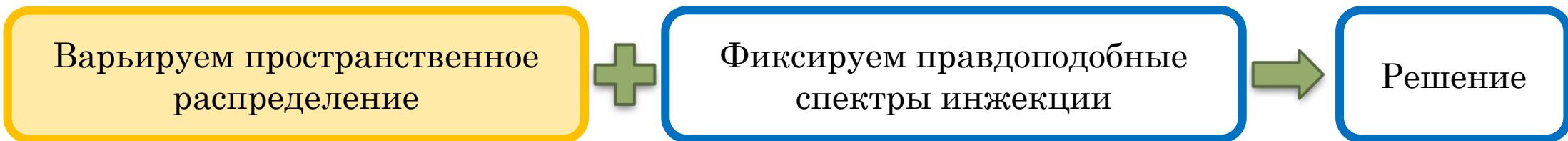
Научный консультант: М. Л. Соловьёв

Проблема позитронной аномалии

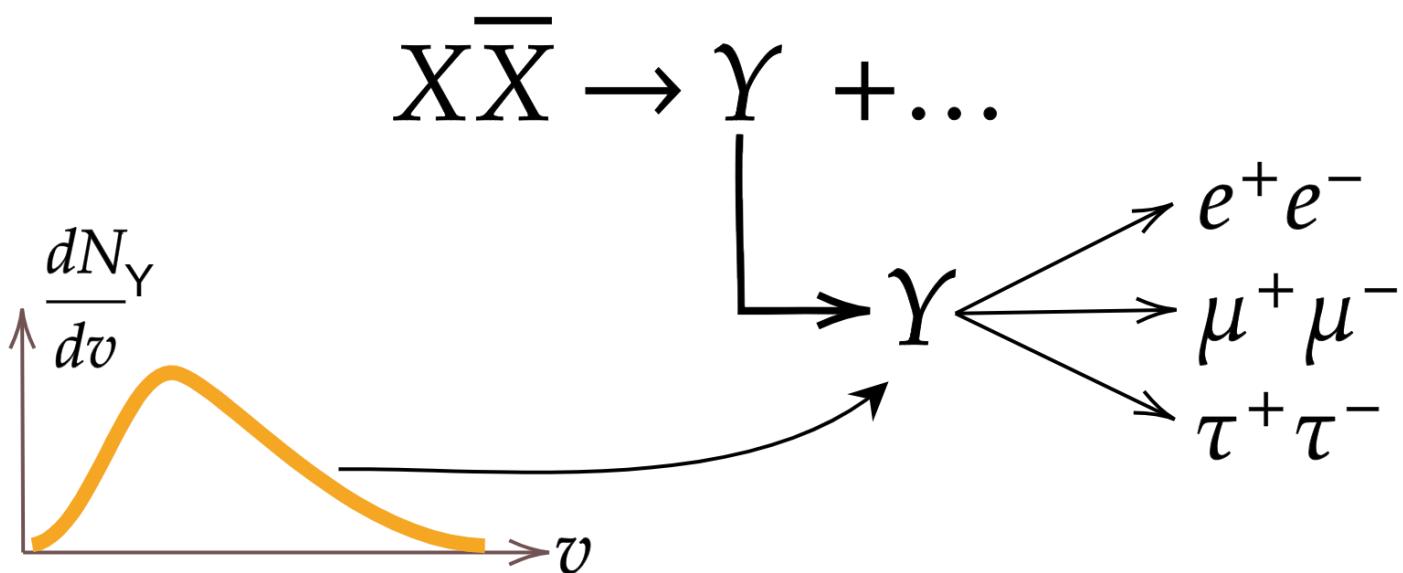


Пути решения

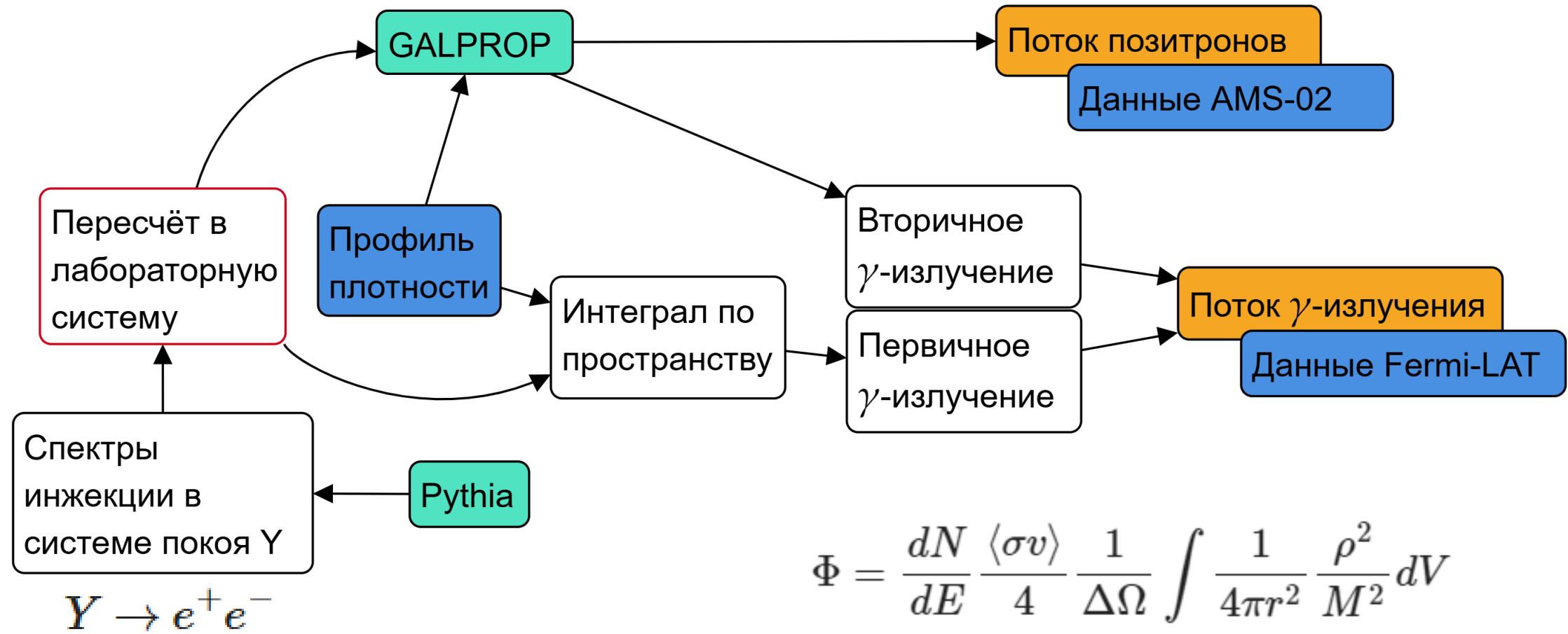
Рассмотрено ранее:



Сейчас:



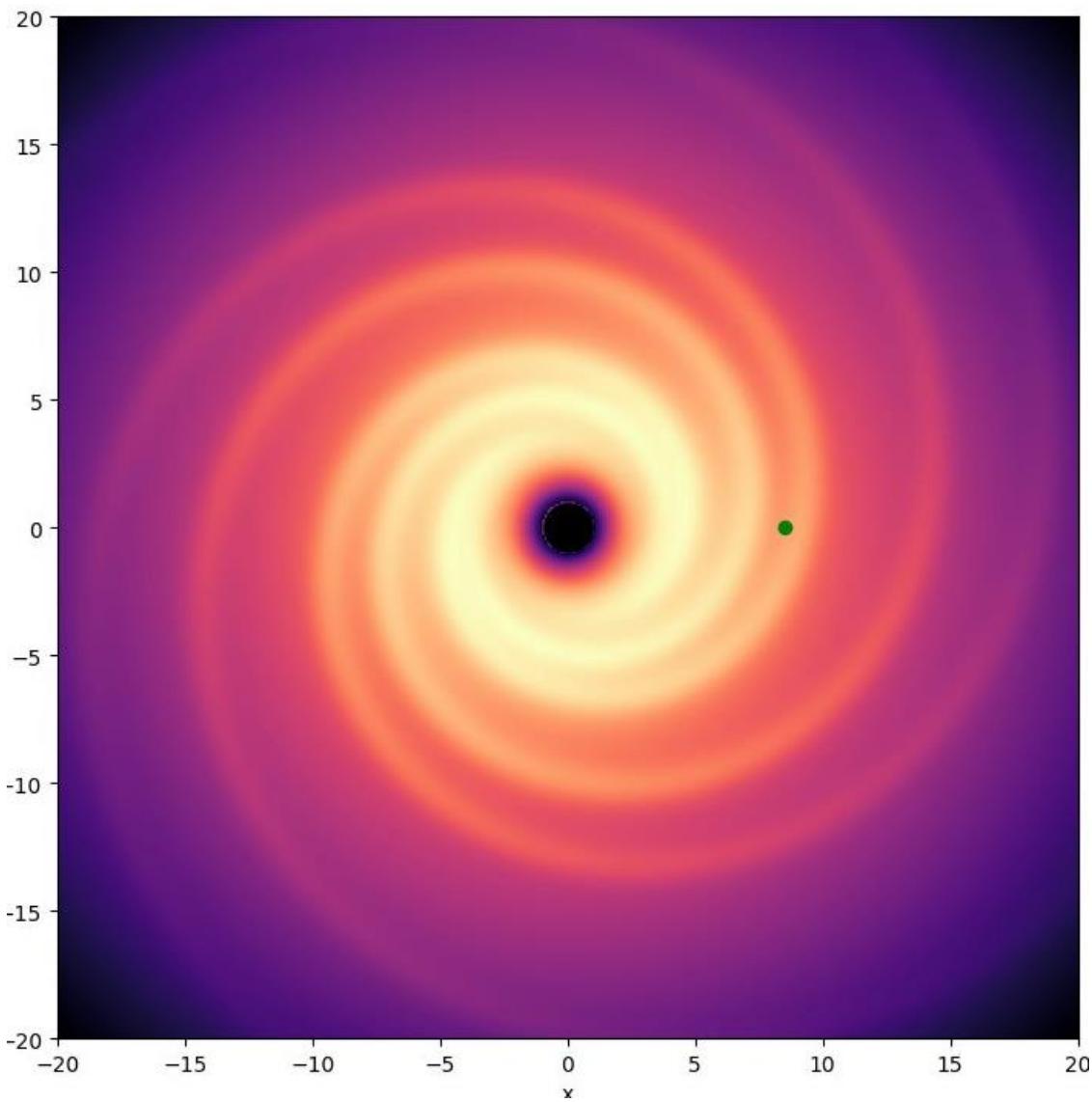
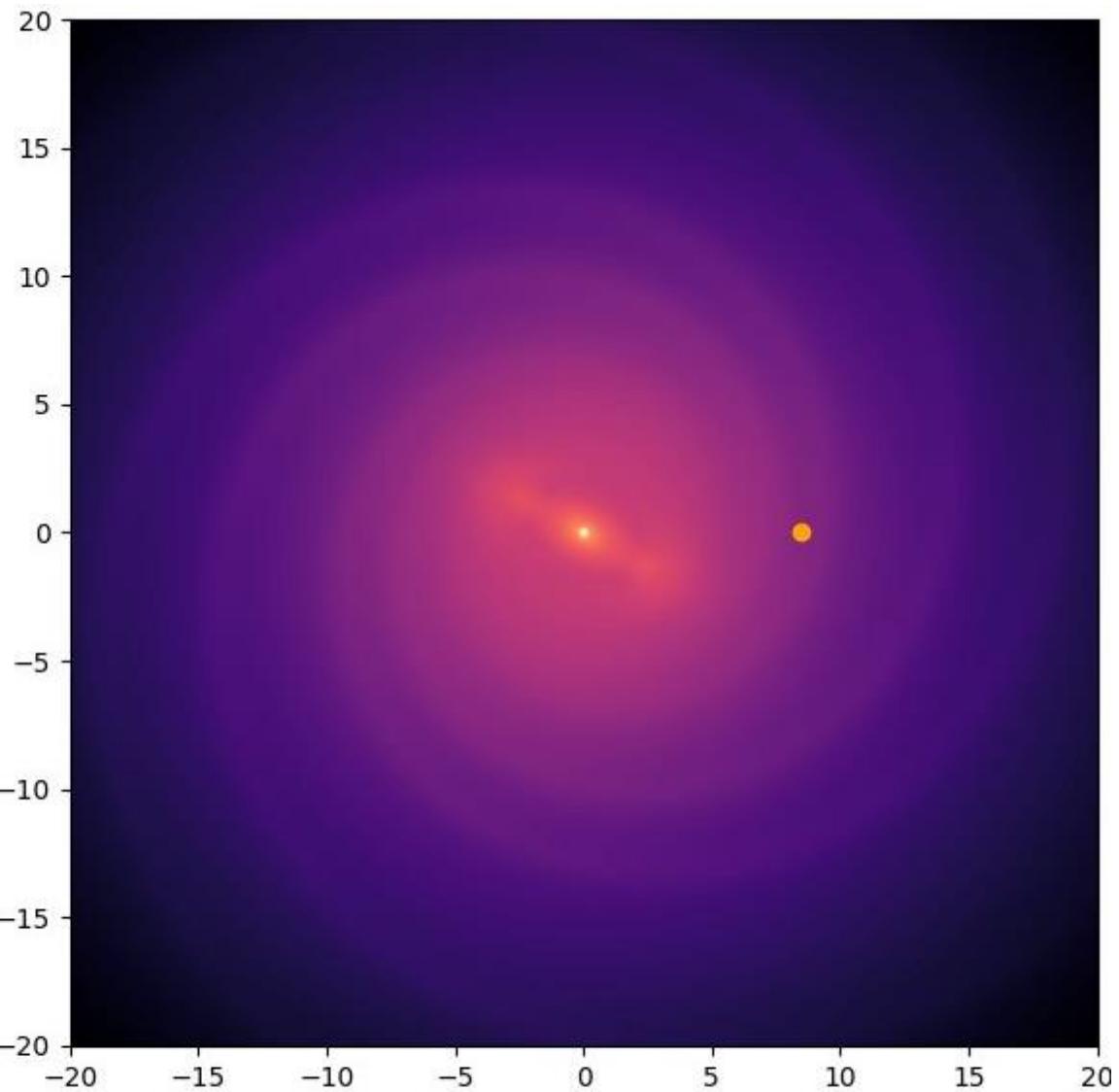
Получение спектров при заданном профиле плотности и фиксированной скорости Y.



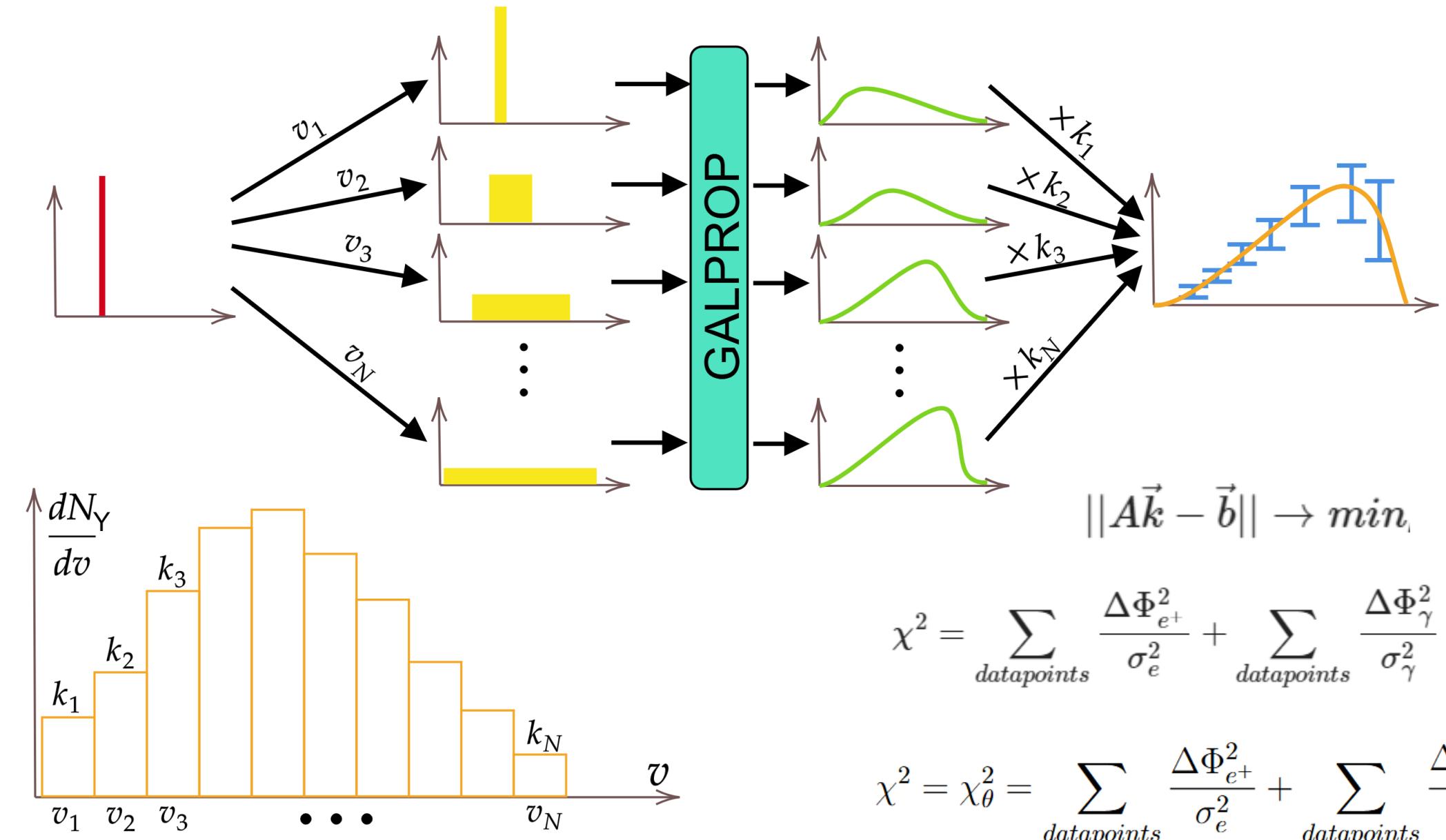
$$\Phi = \frac{dN}{dE} \frac{\langle \sigma v \rangle}{4} \frac{1}{\Delta\Omega} \int \frac{1}{4\pi r^2} \frac{\rho^2}{M^2} dV$$

$$\Phi = \underbrace{\frac{dN}{dE}}_{\langle \sigma v \rangle} \underbrace{\frac{1}{4\Delta\Omega}}_{\frac{1}{4\pi M^2}} \underbrace{\frac{1}{r^2}}_{\rho^2} \int dV$$

Профиль плотности



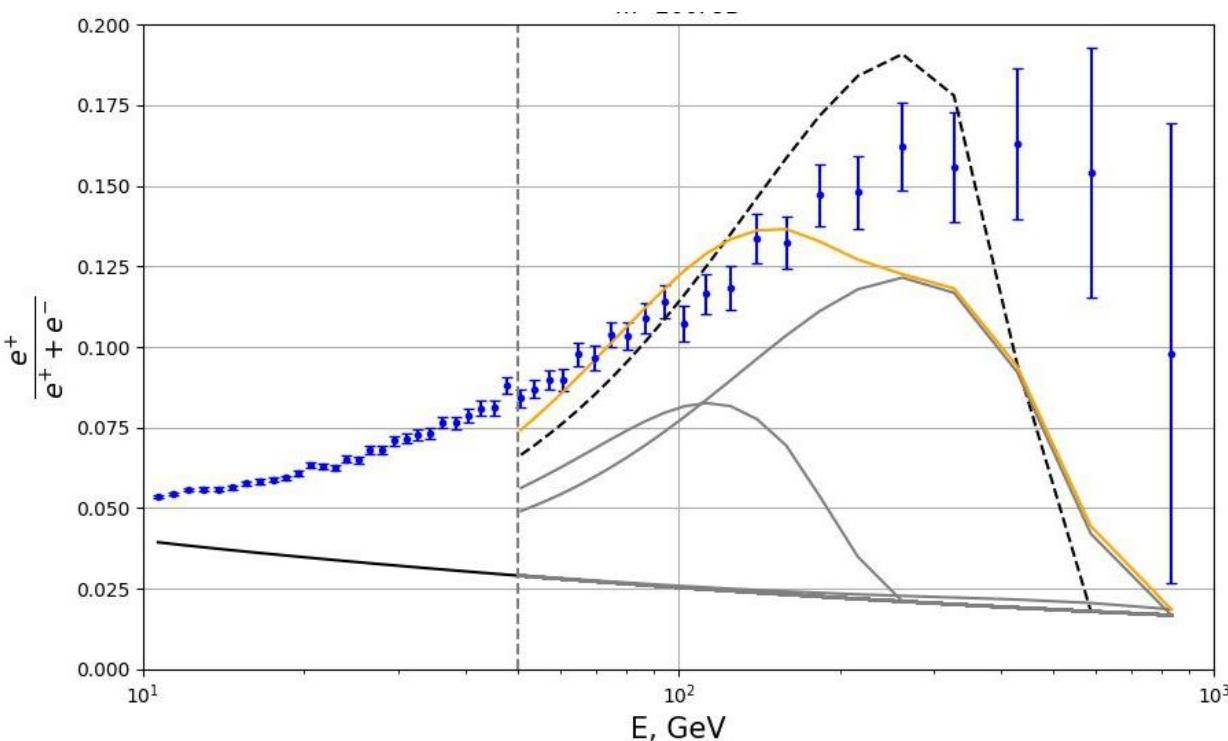
Составление спектра частицы Y



$$\chi^2 = \sum_{\text{datapoints}} \frac{\Delta\Phi_{e^+}^2}{\sigma_e^2} + \sum_{\text{datapoints}} \frac{\Delta\Phi_\gamma^2}{\sigma_\gamma^2} \rightarrow \min$$

$$\chi^2 = \chi_\theta^2 = \sum_{\text{datapoints}} \frac{\Delta\Phi_{e^+}^2}{\sigma_e^2} + \sum_{\text{datapoints}} \frac{\Delta\Phi_\gamma^2}{\sigma_\gamma^2} \theta(\Delta\Phi_\gamma)$$

Результаты

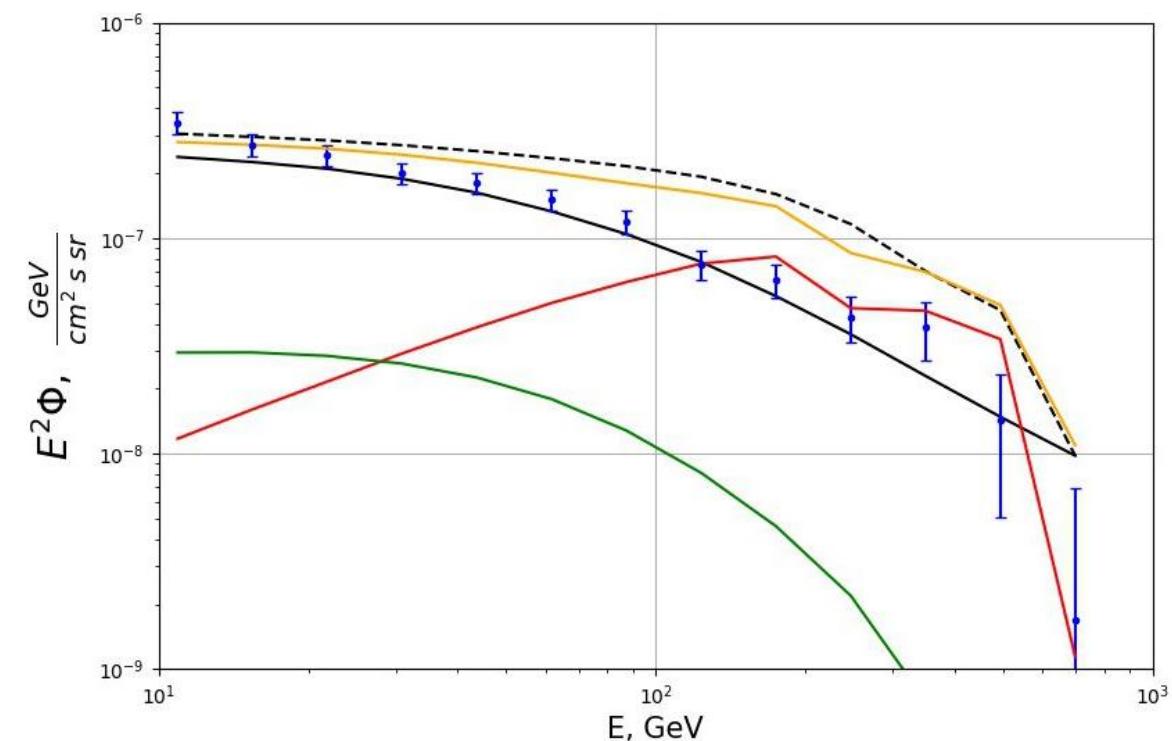


Распад в покое:

$$m_Y = 1000 \text{ ГэВ}$$

$$Br_e = 0 \quad Br_\mu = 0,52 \quad Br_\tau = 0,48$$

$$\chi^2/N_{\text{точек}} = 20,7$$



Распад на лету:

$$m_Y = 400 \text{ ГэВ}$$

$$Br_e = 0,04 \quad Br_\mu = 0,96 \quad Br_\tau = 0$$

$$\chi^2/N_{\text{точек}} = 9,9$$

Энергетическое распределение Y получено в виде двух пиков на энергии 408ГэВ (55%) и 760ГэВ (45%).

Заключение

Данная работа была посвящена поиску энергетического распределения источников излучения, рождающихся в каскадных процессах, для объяснения избытка позитронов в космических лучах.

Были разработаны методы, позволяющие находить оптимальное распределение на основе экспериментальных данных.

На примере тестового барионоподобного профиля плотности показана эффективность используемого подхода.

Рассмотрены различные массы частиц и вероятности каналов распада.

Данная работа не ставила задачу о построении окончательной модели объясняющей позитронную аномалию. Она направлена на развитие методологии, модернизацию вычислительных средств и получение новых инструментов, полезных для будущих моделей.

Дальнейшая работа:

- Рассмотрение наиболее физически оправданных профилей плотности.
- Проблема поиска более физически оправданных спектров инжекции частиц Y .
- Поиск более общего решения для спектра Y , введение параметра $\Delta\chi^2$.
- Включение новых наборов данных.

Доп.

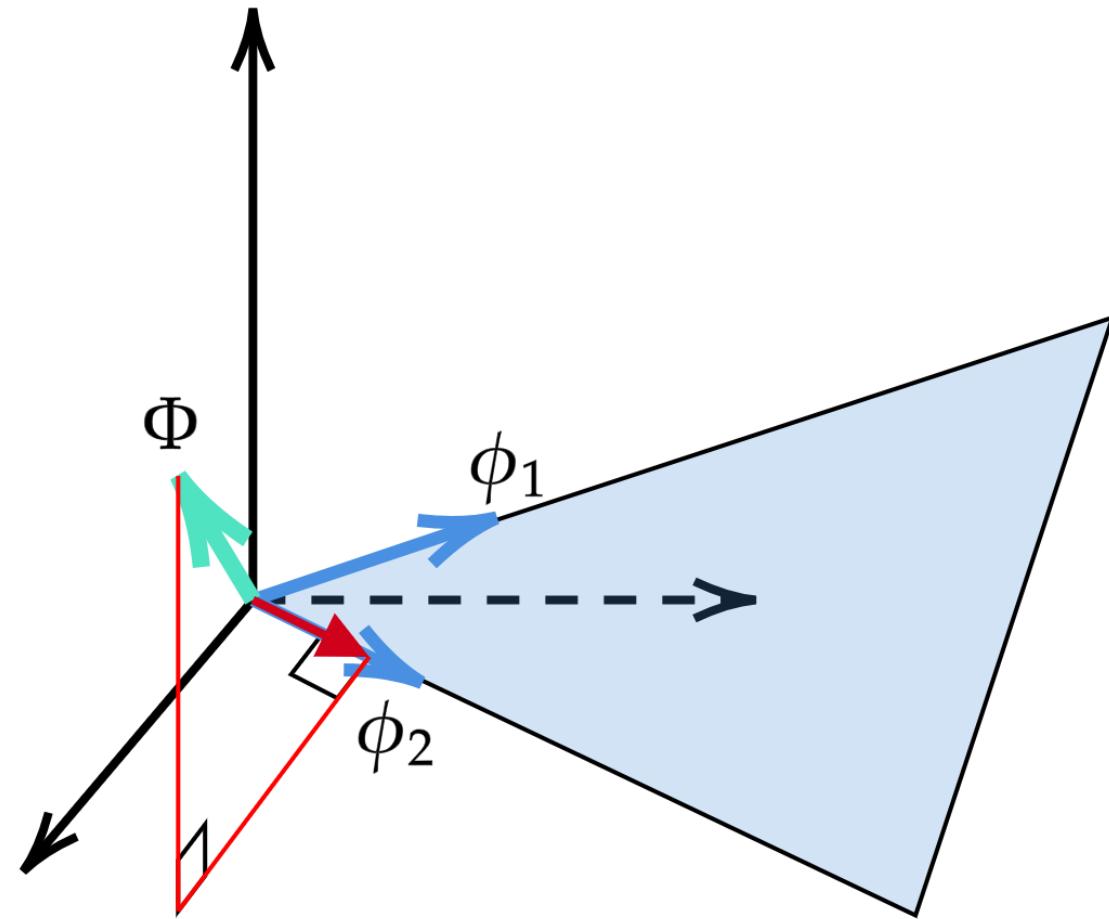
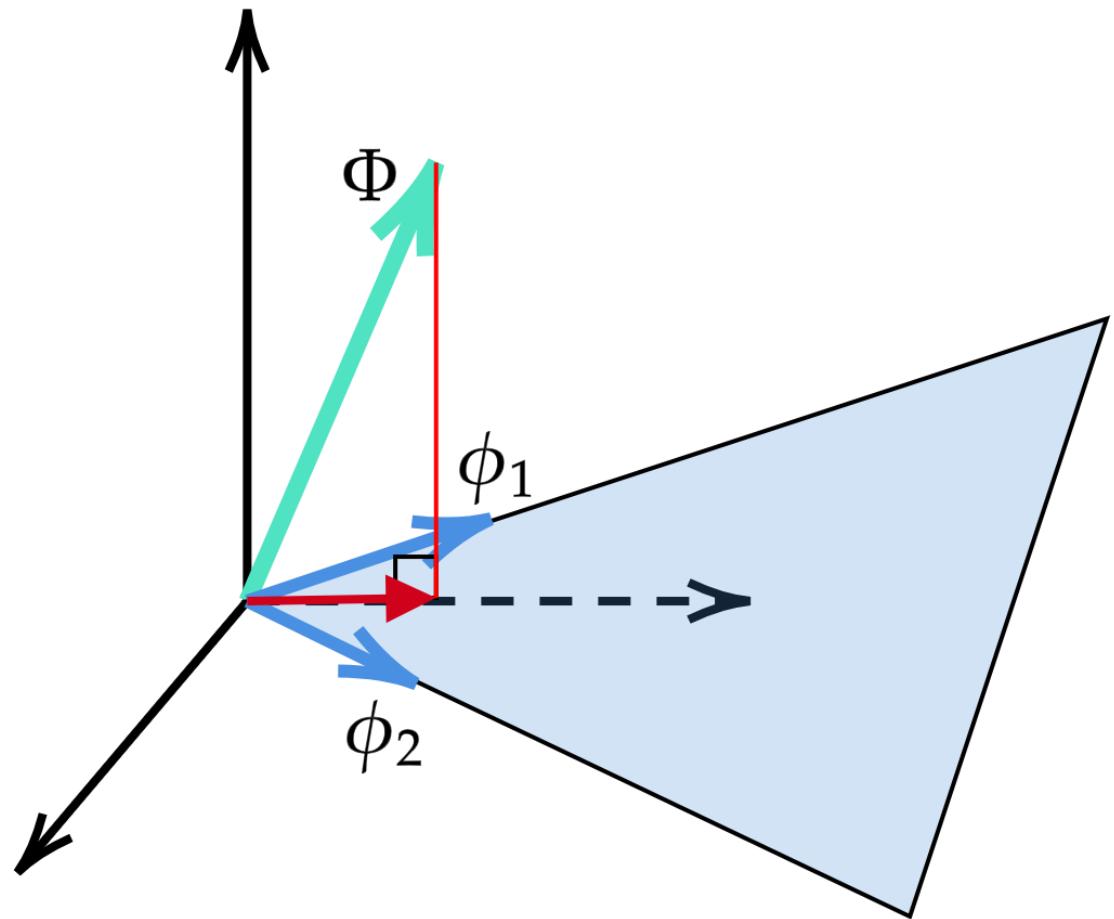
$$D_i \rightarrow \rho_i \rightarrow \begin{bmatrix} \phi_{i1}^{e^+} \\ \phi_{i2}^{e^+} \\ \vdots \\ \phi_{im}^{e^+} \\ \phi_{i1}^\gamma \\ \phi_{i2}^\gamma \\ \vdots \\ \phi_{il}^\gamma \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} \phi_{i1} \\ \phi_{i2} \\ \vdots \\ \phi_{iM} \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} \phi_{11}/\sigma_1 & \phi_{21}/\sigma_1 & \cdots & \phi_{N1}/\sigma_1 \\ \phi_{12}/\sigma_2 & \phi_{22}/\sigma_2 & \cdots & \phi_{N2}/\sigma_2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi_{1M}/\sigma_M & \phi_{2M}/\sigma_M & \cdots & \phi_{NM}/\sigma_M \end{bmatrix} \quad \vec{b} = \begin{bmatrix} \Phi_1^{e^+}/\sigma_1 \\ \Phi_2^{e^+}/\sigma_2 \\ \vdots \\ \Phi_{M-1}^\gamma/\sigma_{M-1} \\ \Phi_M^\gamma/\sigma_M \end{bmatrix}$$

$$\|A\vec{k} - \vec{b}\| \rightarrow \min$$

$$\chi^2 = \sum_{\text{datapoints}} \frac{\Delta\Phi_{e^+}^2}{\sigma_e^2} + \sum_{\text{datapoints}} \frac{\Delta\Phi_\gamma^2}{\sigma_\gamma^2} \rightarrow \min$$

$$\chi_\theta^2 = \sum_{\text{datapoints}} \frac{\Delta\Phi_{e^+}^2}{\sigma_e^2} + \sum_{\text{datapoints}} \frac{\Delta\Phi_\gamma^2}{\sigma_\gamma^2} \theta(\Delta\Phi_\gamma)$$

Доп.



Доп.

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

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

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

$$\Phi = \frac{dN}{dE} \frac{\langle \sigma v \rangle}{4} \frac{1}{\Delta \Omega} \int \frac{1}{4\pi r^2} \frac{\rho^2}{M^2} dV$$

$$\Phi = \underbrace{\frac{dN}{dE}}_{\frac{\langle \sigma v \rangle}{4}} \underbrace{\frac{1}{\Delta \Omega}}_{\frac{1}{4\pi M^2}} \underbrace{\int \frac{\rho^2}{r^2} dV}_{\cdot}$$

$$\frac{dN}{dE} = \left(\frac{dN}{dE} \right)_e Br_e + \left(\frac{dN}{dE} \right)_\tau Br_\tau + \left(\frac{dN}{dE} \right)_\mu Br_\mu$$

$$||A\vec{k}-\vec{b}|| \rightarrow min$$

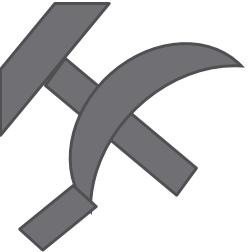
$$\chi^2 = \sum_{datapoints} \frac{\Delta \Phi_{e^+}^2}{\sigma_e^2} + \sum_{datapoints} \frac{\Delta \Phi_\gamma^2}{\sigma_\gamma^2} \rightarrow min$$

$$\chi^2_\theta = \sum_{datapoints} \frac{\Delta \Phi_{e^+}^2}{\sigma_e^2} + \sum_{datapoints} \frac{\Delta \Phi_\gamma^2}{\sigma_\gamma^2} \theta(\Delta \Phi_\gamma)$$

$$\vec{\Phi} = \begin{bmatrix} \vec{f}_1, \vec{f}_2, \vec{f}_3 \dots \vec{f}_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} k_{11}, k_{21}, k_{31} \dots k_{M1} \\ k_{12}, k_{22}, k_{32} \dots k_{M2} \\ k_{13}, k_{23}, k_{33} \dots k_{M3} \\ \vdots \\ k_{1N}, k_{2N}, k_{3N} \dots k_{MN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \vdots \\ \alpha_M \end{bmatrix}$$

Возможные условия на конкретный профиль

$$\begin{cases} \min t \\ K\vec{\alpha} \leq It \\ \sum \alpha_i = 1 \\ \alpha_i \geq 1, t \geq 0 \end{cases}$$



$$K' = \left[\frac{\phi_1}{\Omega_1}, \frac{\phi_2}{\Omega_2}, \frac{\phi_3}{\Omega_3} \dots \frac{\phi_N}{\Omega_N} \right] K$$

