О МОДЕЛИРОВАНИИ ФУНКЦИИ ОТКЛИКА ДЕТЕКТОРОВ ЭКСПЕРИМЕНТА РЕГУЛЯРНОГО БАЛЛОННОГО МОНИТОРИНГА КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Голденков С.В., Крайнев М.Б., Базилевская Г.А., Махмутов В.С.
Физический институт РАН, Москва

Эффективная площадь детектора в общем случае

$$\mathbf{A_j^{eff}}(\theta, \phi, \mathbf{E_j}, \mathbf{t}) = \int\limits_{\mathbf{S}_\perp} \varepsilon_\mathbf{j}(\theta, \phi, \mathbf{E_j}, \xi_1, \xi_2, \mathbf{t})\, \mathbf{d}\xi_1\, \mathbf{d}\xi_2$$

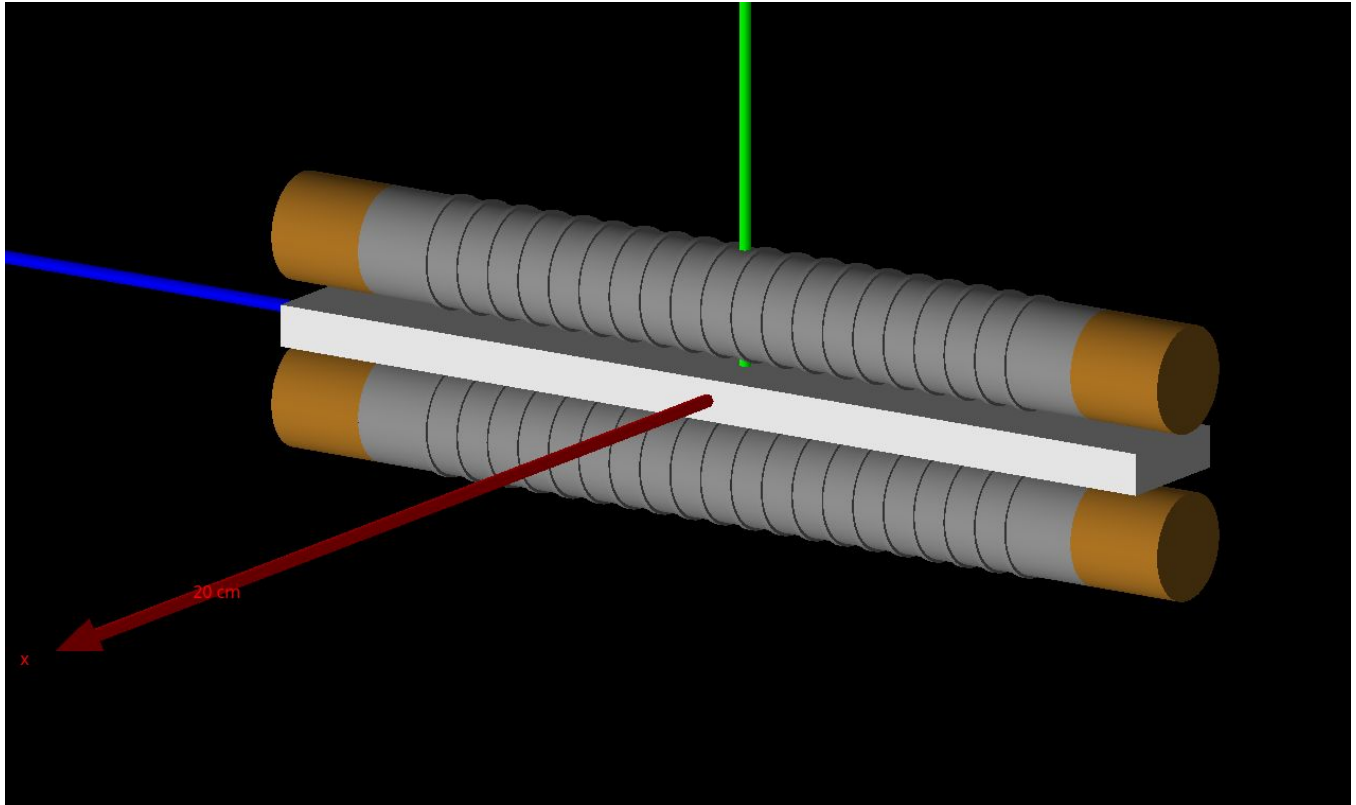
$$= \langle \varepsilon_\mathbf{j}(\theta, \phi, \mathbf{E_j}, \mathbf{t}) \rangle \cdot \mathbf{S}_\perp(\theta, \phi, \mathbf{t})$$

$\mathbf{S}_\perp(\theta, \phi, \mathbf{t})$ – **Площадь проекции детектора на** $\{\theta, \phi\}$

$\varepsilon_\mathbf{j}(\theta, \phi, \mathbf{E_j}, \xi_1, \xi_2, \mathbf{t})$ – **Эффективность регистрации (в** $\{\xi_1, \xi_2\}$**) j-ой вторичной частицы, движущейся в направлении** $\{\theta, \phi\}$ **с энергией** $\mathbf{E_j}$

$\langle \varepsilon_\mathbf{j}(\theta, \phi, \mathbf{E_j}, \mathbf{t}) \rangle$ – **Эффективность регистрации, усреднённая по** $\mathbf{S}_\perp$

Модель детекторов РБМ



Определения

$$\varepsilon(i, E, \Theta, \varphi) = \frac{N_2(i, E, \Theta, \varphi)}{N_1(i, E, \Theta, \varphi)}$$

$$S(i, E, \Theta, \varphi) = \frac{N_1(i, E, \Theta, \varphi)}{N_0(i, E, \Theta, \varphi)} \cdot S_{initial}(\Theta, \varphi)$$

$$S(\Theta, \varphi) = \frac{\sum_{i,E} N_1(i, E, \Theta, \varphi)}{\sum_{i,E} N_0(i, E, \Theta, \varphi)} \cdot S_{initial}(\Theta, \varphi)$$

$$S_{eff}(i, E, \Theta, \varphi) = \frac{N_2(i, E, \Theta, \varphi)}{N_0(i, E, \Theta, \varphi)} \cdot S_{initial}(\Theta, \varphi)$$

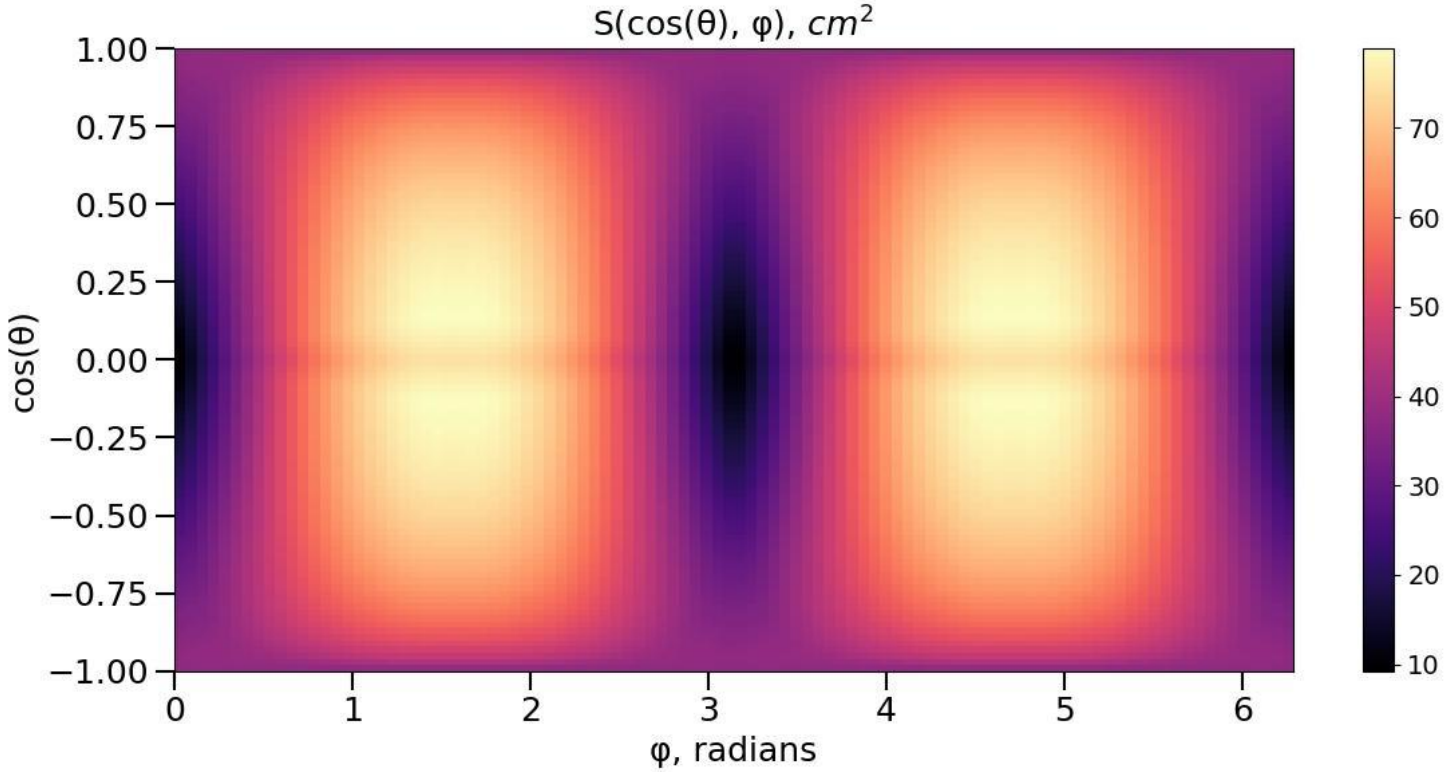
$N_0(i, E, \Theta, \varphi)$ – число первичных частиц (событий) типа i с энергией E, распространяющихся под направлением Θ, φ;

$N_1(i, E, \Theta, \varphi)$ – число соответствующих событий, попавших в геометрию прибора;

$N_2(i, E, \Theta, \varphi)$ – число соответствующих событий, зарегистрированных прибором;

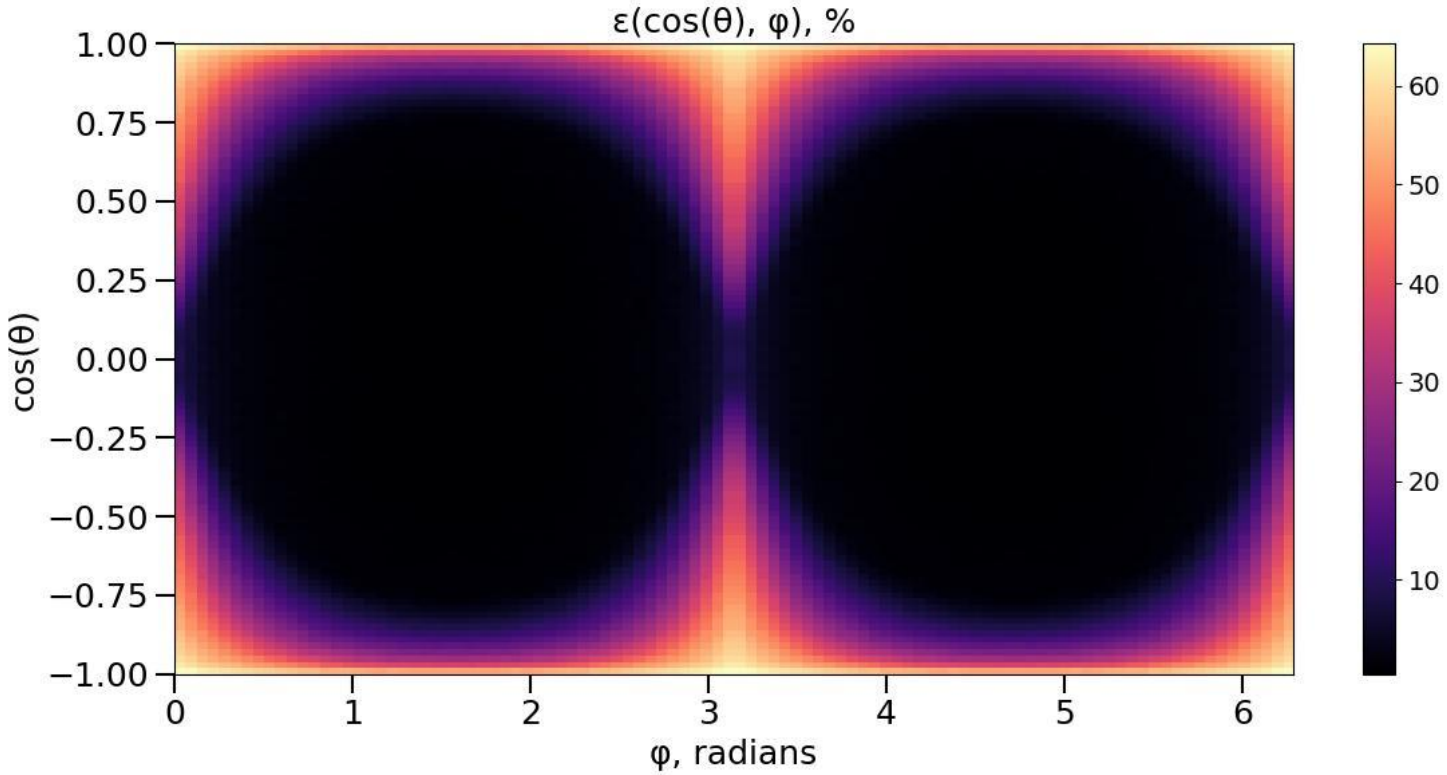
$S_{initial}(\Theta, \varphi)$ – площадь исходной площадки с нормалью под углами Θ, φ.

Площадь детектора “Телескоп”

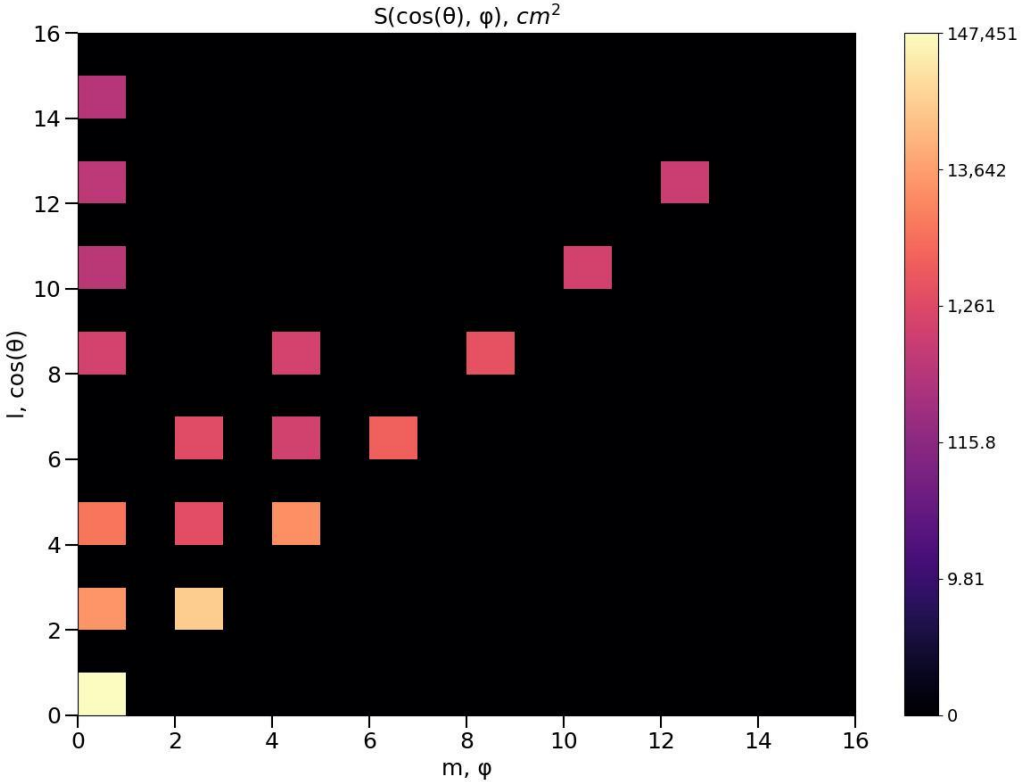


Эффективность регистрации, Телескоп: протоны

E=15.8 GeV

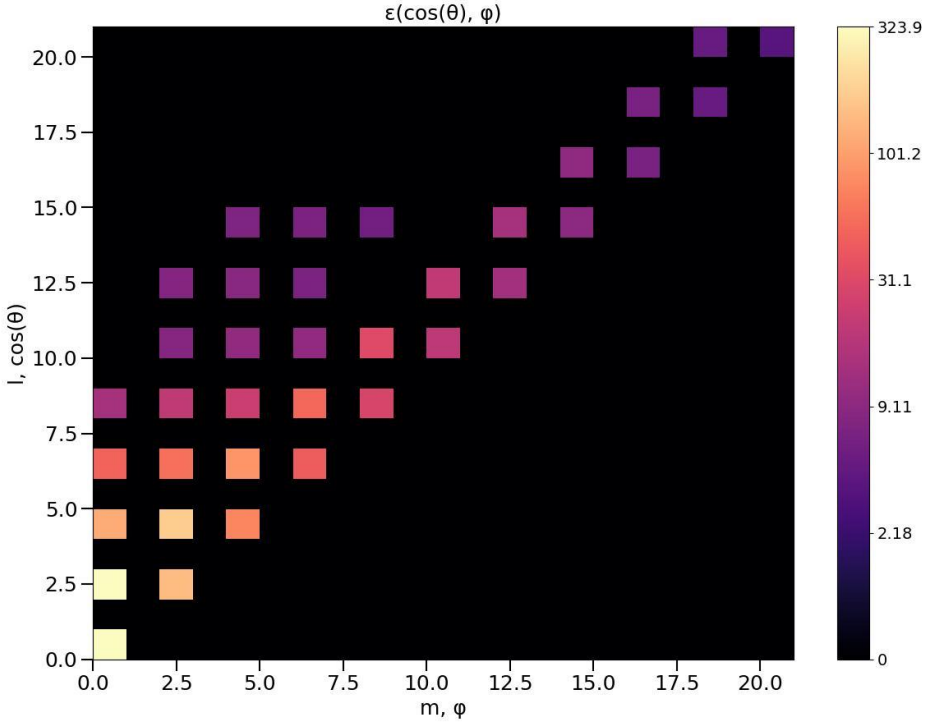


Значимые гармоники, Телескоп: Площадь



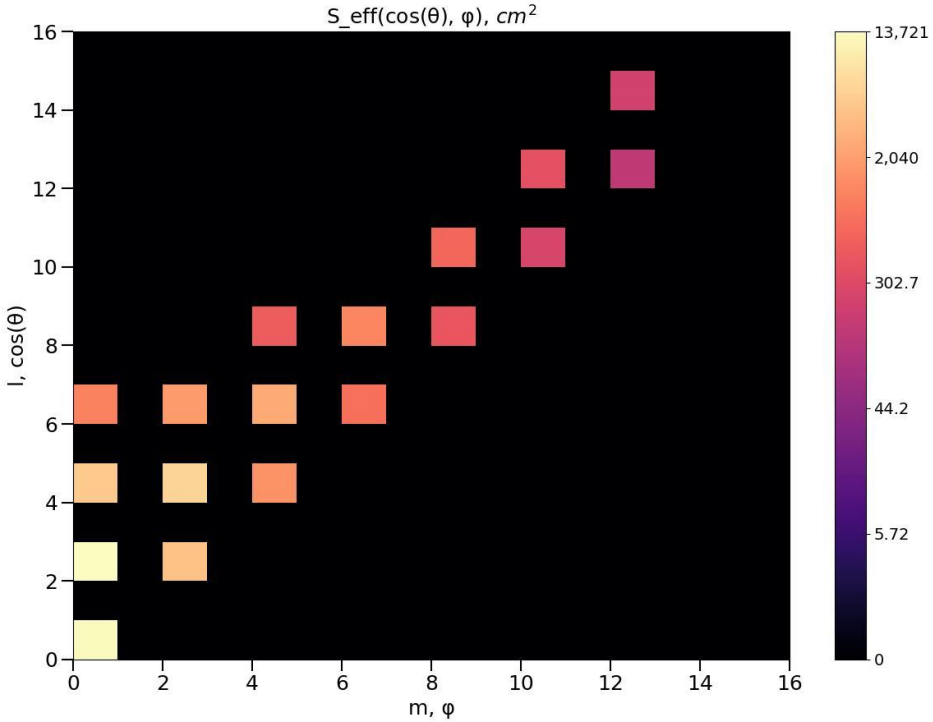
Значимые гармоники, Телескоп: эффективность регистрации

E=15.8 GeV

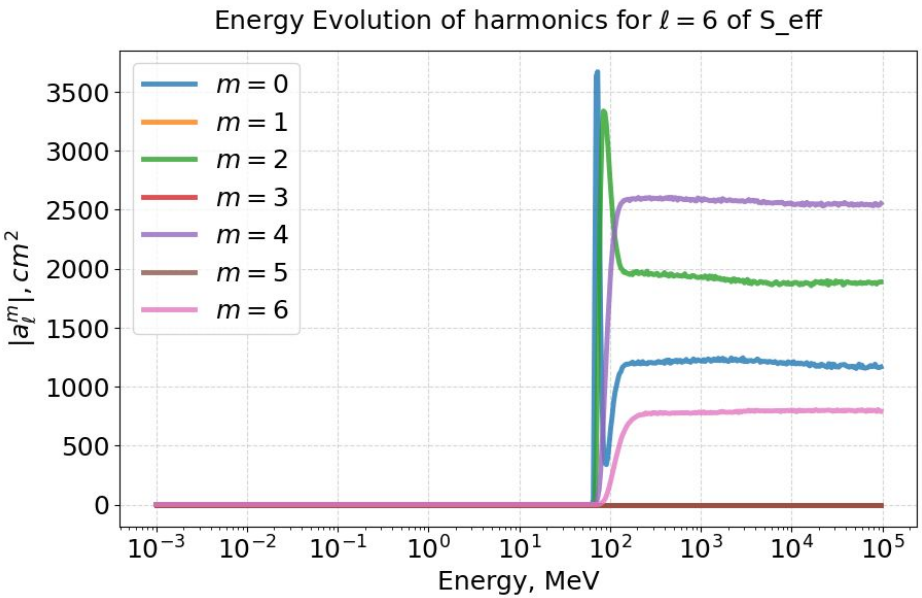


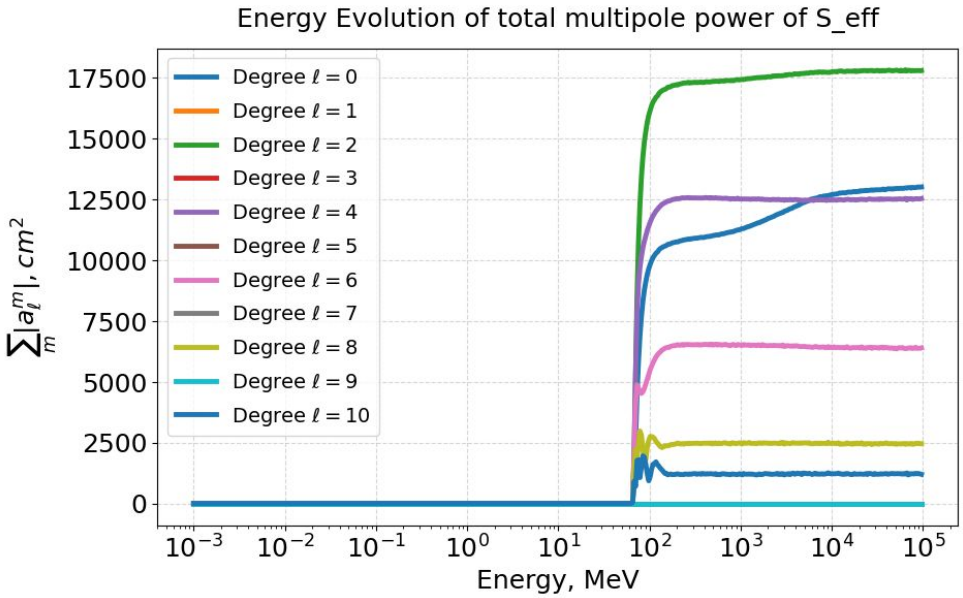
Значимые гармоники, Телескоп: эффективная площадь

E=15.8 GeV



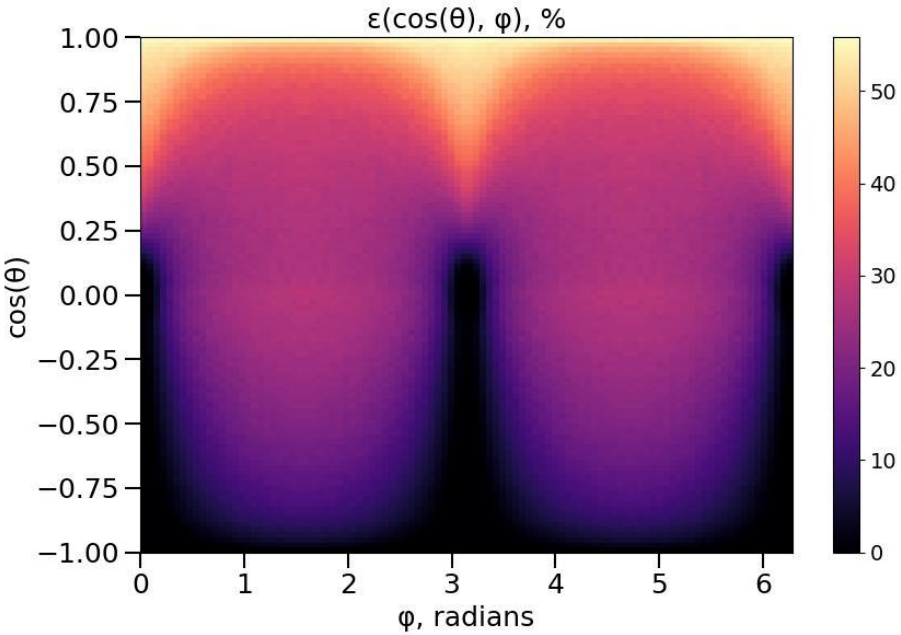
Энергетическая зависимость, Телескоп



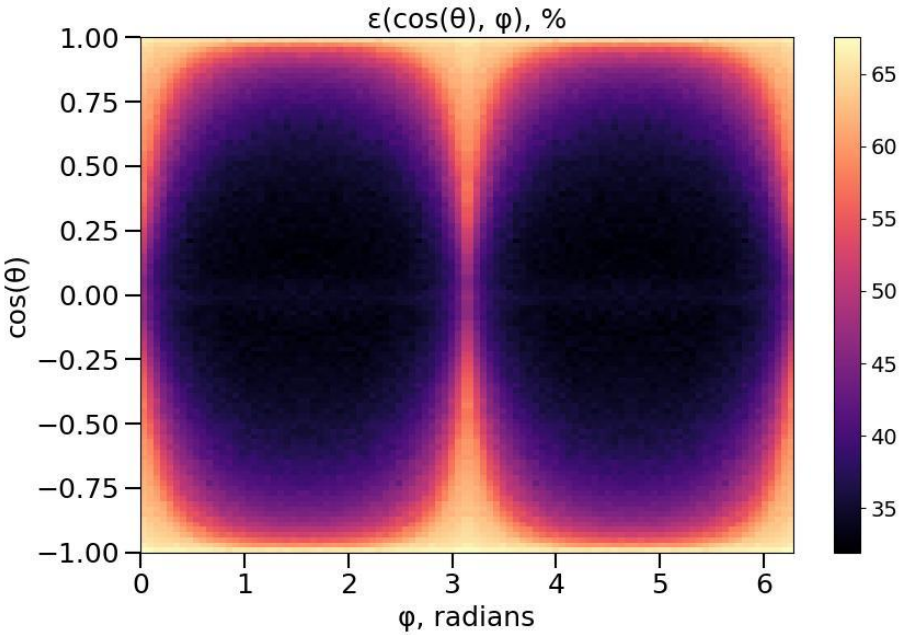


Эффективность регистрации, Верхний: протоны

E=14.4MeV

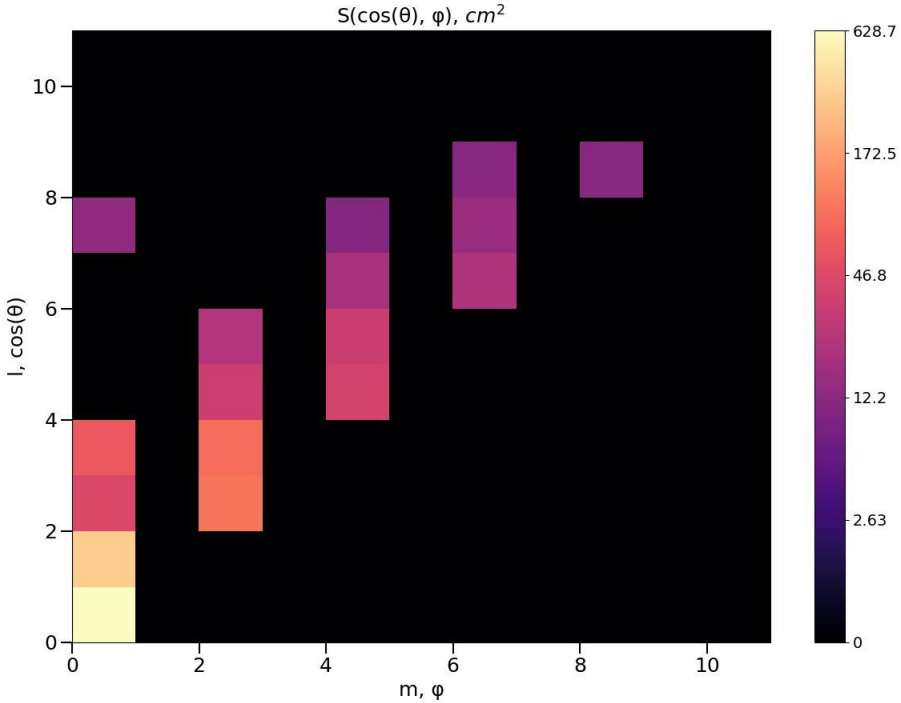


E=15.8 GeV

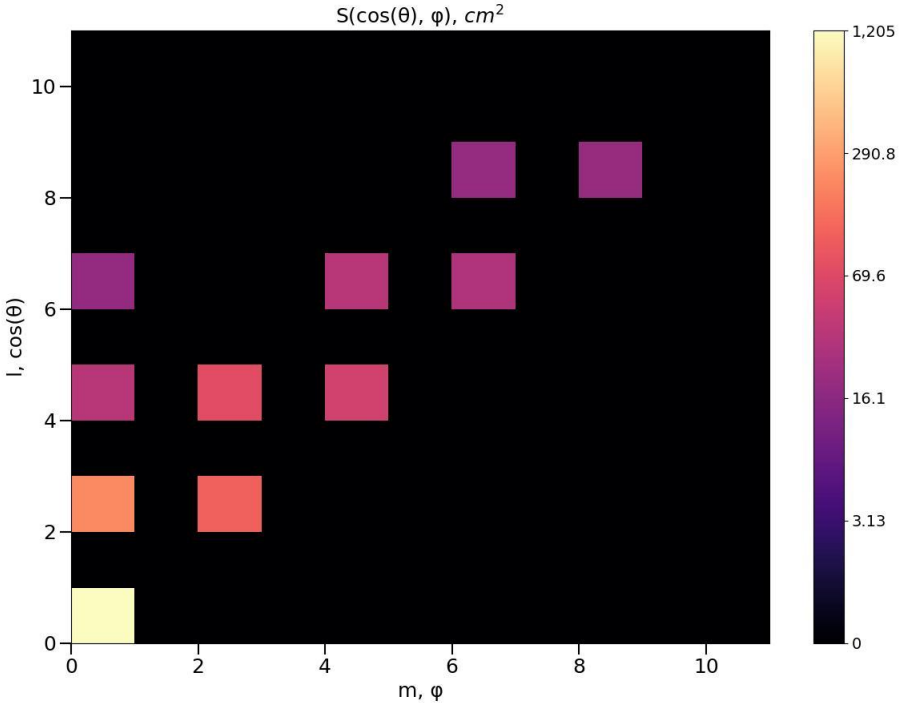


Значимые гармоники, Верхний детектор: эффективность регистрации

E=14.4MeV

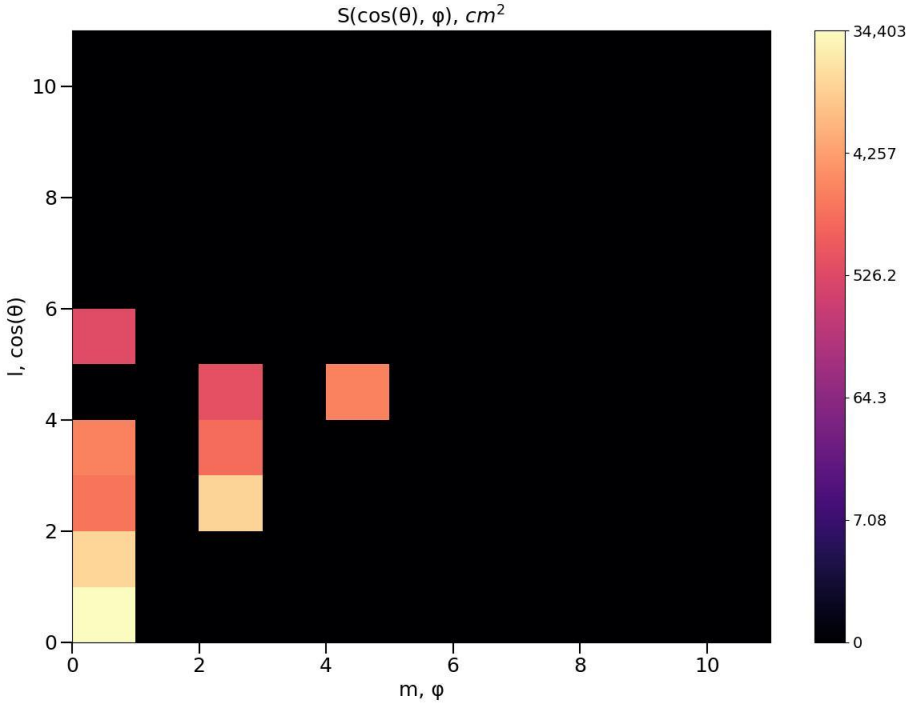


E=15.8 GeV

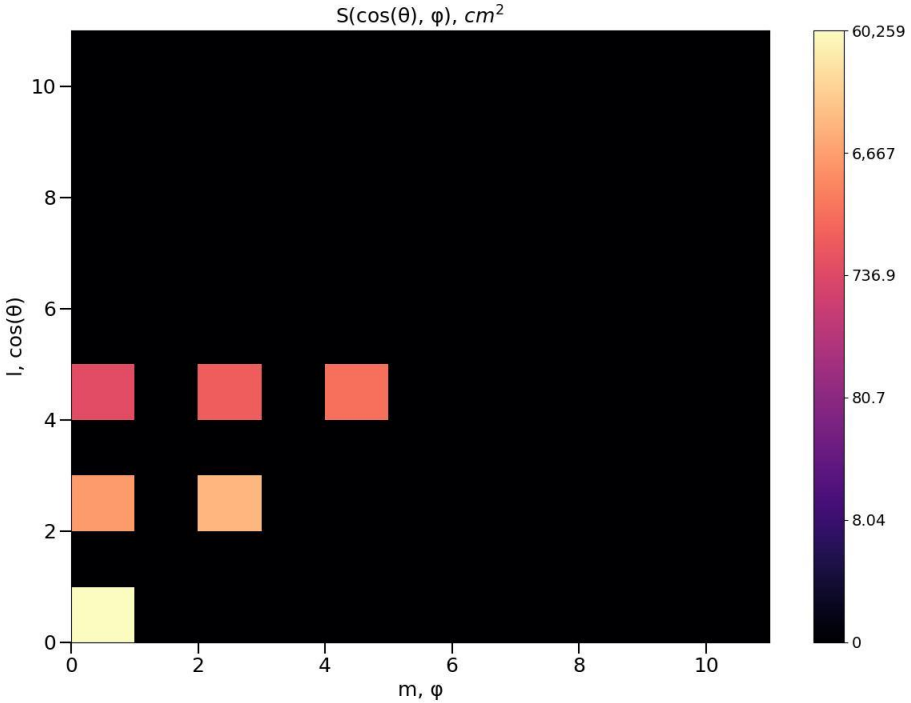


Значимые гармоники, Верхний детектор: эффективная площадь

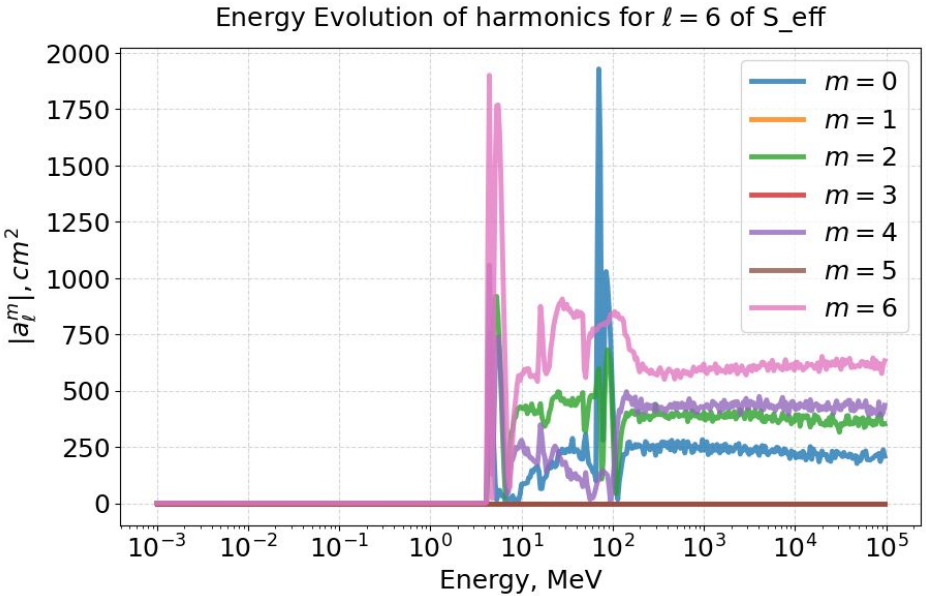
E=14.4MeV

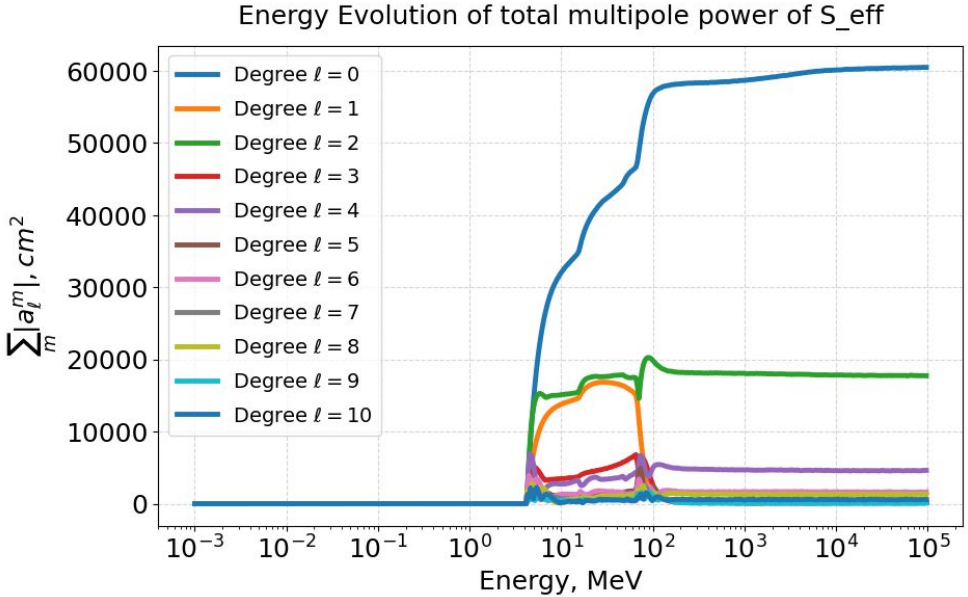


E=15.8 GeV



Энергетическая зависимость, Верхний детектор





Сравнение прямой свёртки и разложения на гармоники

$$Spectrum(i,E)_{l,m} = S_{eff}(i,E)_{l,m}$$

$$N_i = \sum_E \sum_{l,m} Spectrum(i,E)_{l,m} \cdot S_{eff}(i,E)_{l,m} = 129500 \pm 100$$

$$\mathrm{Rec_Spectrum}(i,E,\Theta,\varphi) = \sum_{l,m} Spectrum(i,E)_{l,m}\, \mathrm{Y}(\Theta,\varphi)_{l,m}$$

$$\sum_{E,\Theta,\varphi} Rec_Spectrum(i,E,\Theta,\varphi) \cdot S_{eff}(i,E,\Theta,\varphi) = 128300 \pm 100$$

Результаты и Выводы

Проведёны численный расчёт и анализ характеристик детекторов, используемых в эксперименте Регулярного Баллонного Мониторинга;

Получено качественное согласие с аналитическими оценками характеристик прибора;

Детальное количественное описание характеристик прибора позволяет проводить более подробный анализ результатов эксперимента и процессов, происходящих в атмосфере после моделирования углового и энергетического распределения излучения разного типа на разных уровнях в атмосфере .