



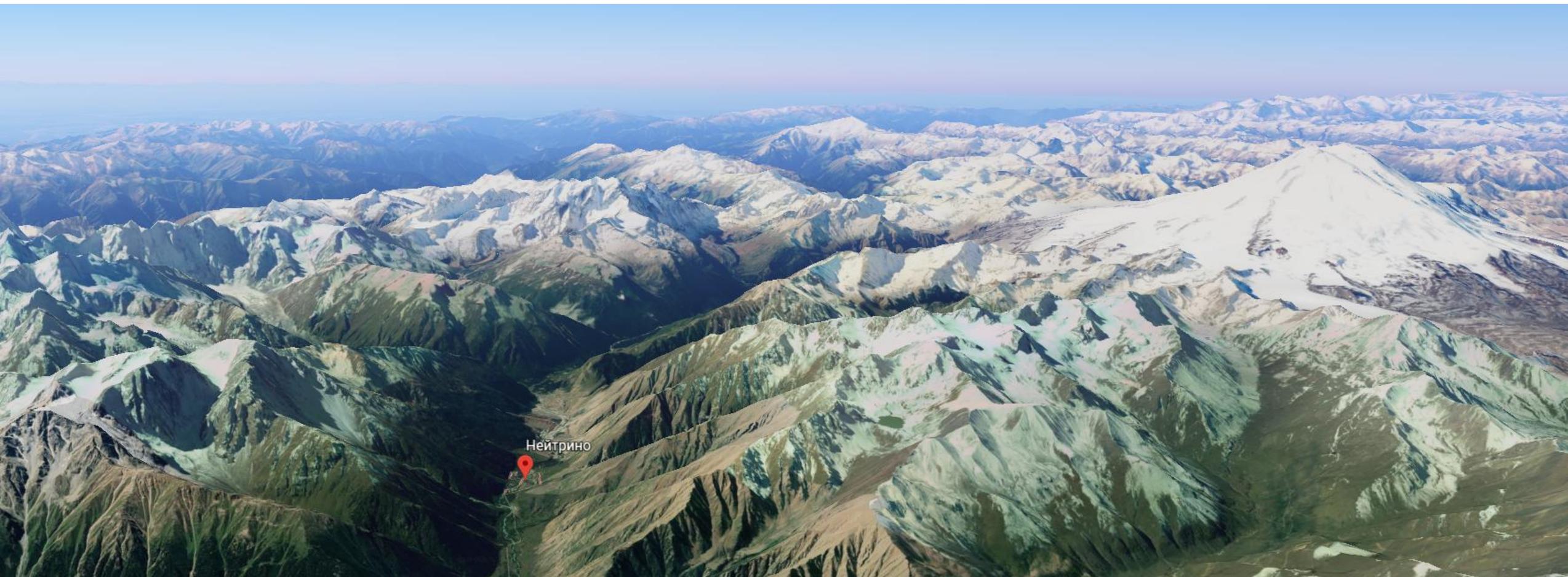
*Баксанская нейтринная обсерватория
Института ядерных исследований
Российской академии наук*

Разработка нового метода реконструкции параметров ШАЛ для обработки архивных данных установки «Ковер-2»

Романенко Виктор
от имени коллаборации «Ковер-3»

Сессия-конференция секции ядерной физики ОФН РАН,
посвященная 70-летию В.А. Рубакова
17-21 февраля 2025 года

Баксанская Нейтринная Обсерватория, п. Нейтрино



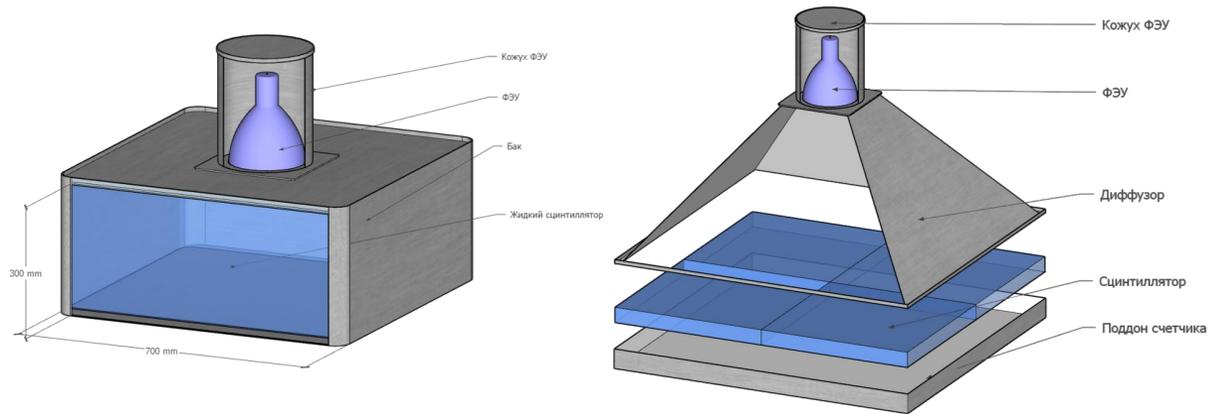
Установка «Ковер-2»

А – установка «Ковер»;

В – выносные пункты регистрации (ВНР);

С – подземный мюонный детектор (МД);

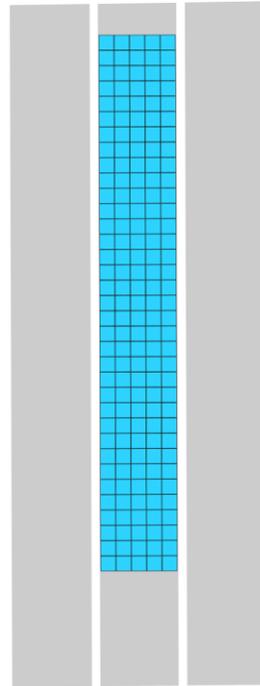
Набор данных с 1998 года



1 р.ч. ~ 50 МэВ

1 р.ч. ~ 10 МэВ

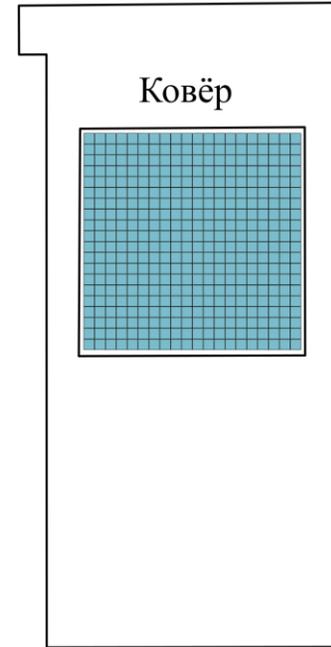
Подземный мюонный детектор



482850
1946510



482850
1946510

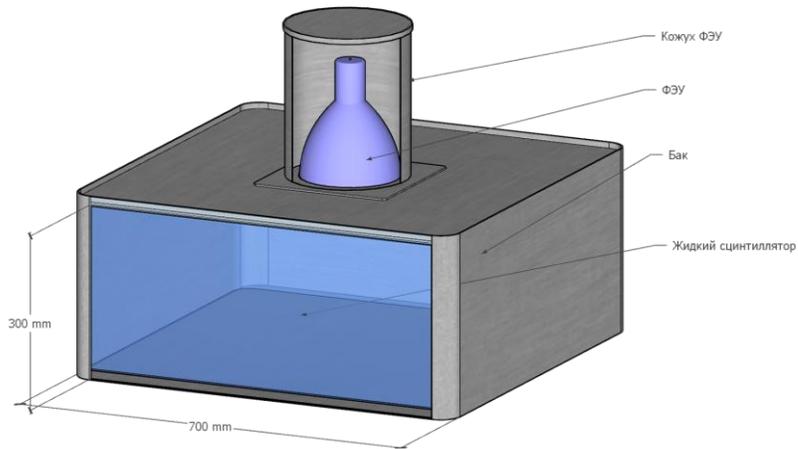


482850
1946510



р.ч. (релятивистская частица) – наиболее вероятное энерговыделение в детекторе в результате прохождения мюонов через детектор

Наземная часть установки



Каждый детектор уст. «Ковер» на основе жидкого сцинтиллятора оборудован:

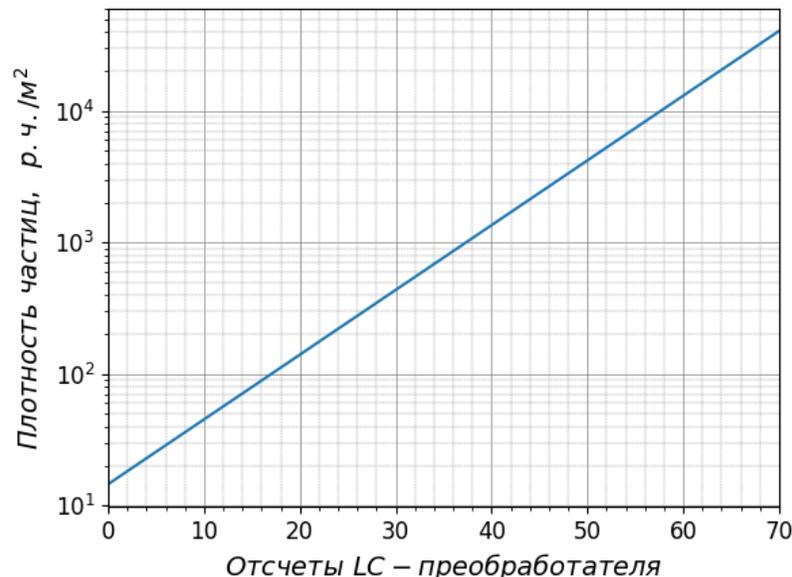
Логарифмическим зарядово-цифровым преобразователем преобразующим заряд с выхода 7-го диода ФЭУ49Б в длительность.

Поточность р.ч. рассчитывается по формуле: $\rho = \frac{8 \cdot 1.12^{n-1}}{S}$, где n – длительность импульса, S – площадь детектора (0.49 м^2).

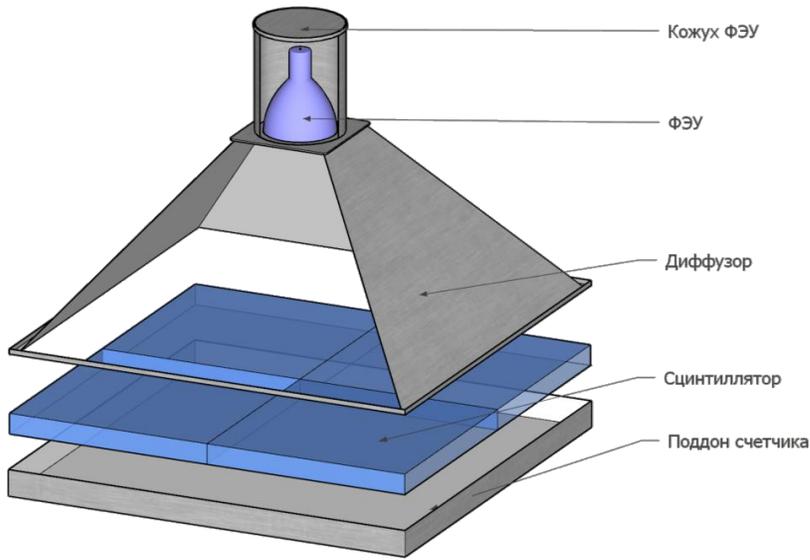
Используется для восстановления мощности ливня $N_{\text{р.ч.}}$

Детекторы выносных пунктов регистрации:

Суммируются (**18 дет.**), общий сигнал поступает на дискриминатор со следящим порогом (**0.5 р.ч.**), в дальнейшем сигналы используются для измерения относительных временных задержек и реконструкции направления прихода ШАЛ.



Подземный мюонный детектор



Мюонный детектор (175 м²):

Анодные сигналы суммируются по 35 детекторов (7x5), всего 5 модулей, далее измеряется заряд относительно ливневого триггера.

До апреля 2018 года записывается информация:

$$N_{\mu} \geq 2$$

После апреля 2018: $N_{\mu} > 0$

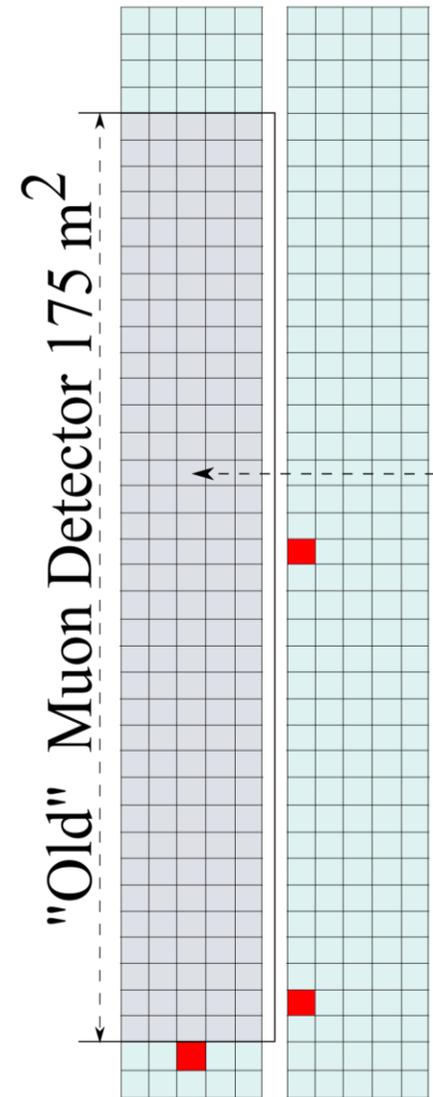
Мюонный детектор (410 м²):

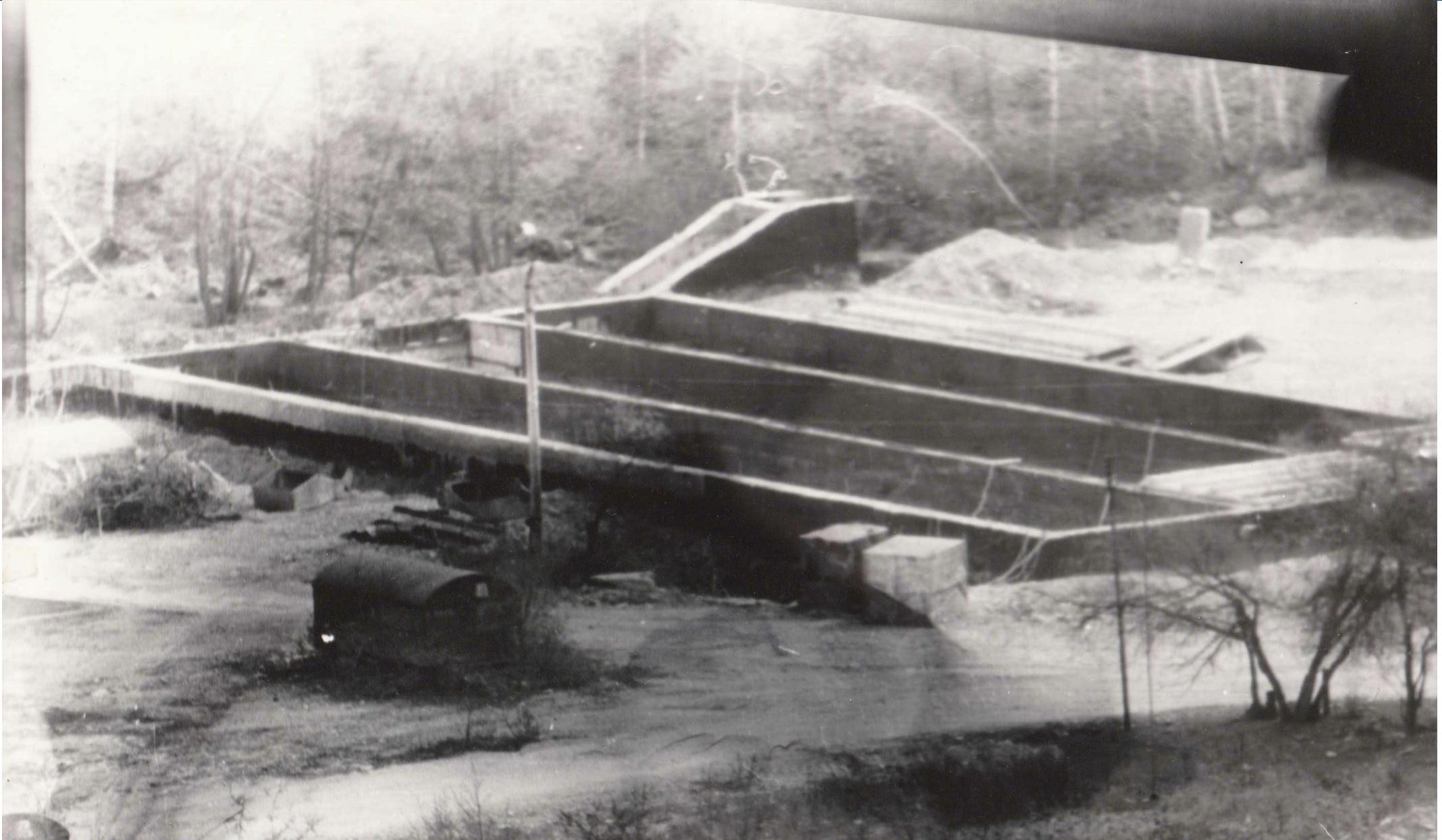
Каждый детектор из 235 оборудован дискриминатором со следящим порогом.

Измеряется кол-во сработавших детекторов с порогом 0.5 р.ч. ,

относительно ливневого триггера

Muon Detector 410 м²







Стандартные критерии отбора событий:

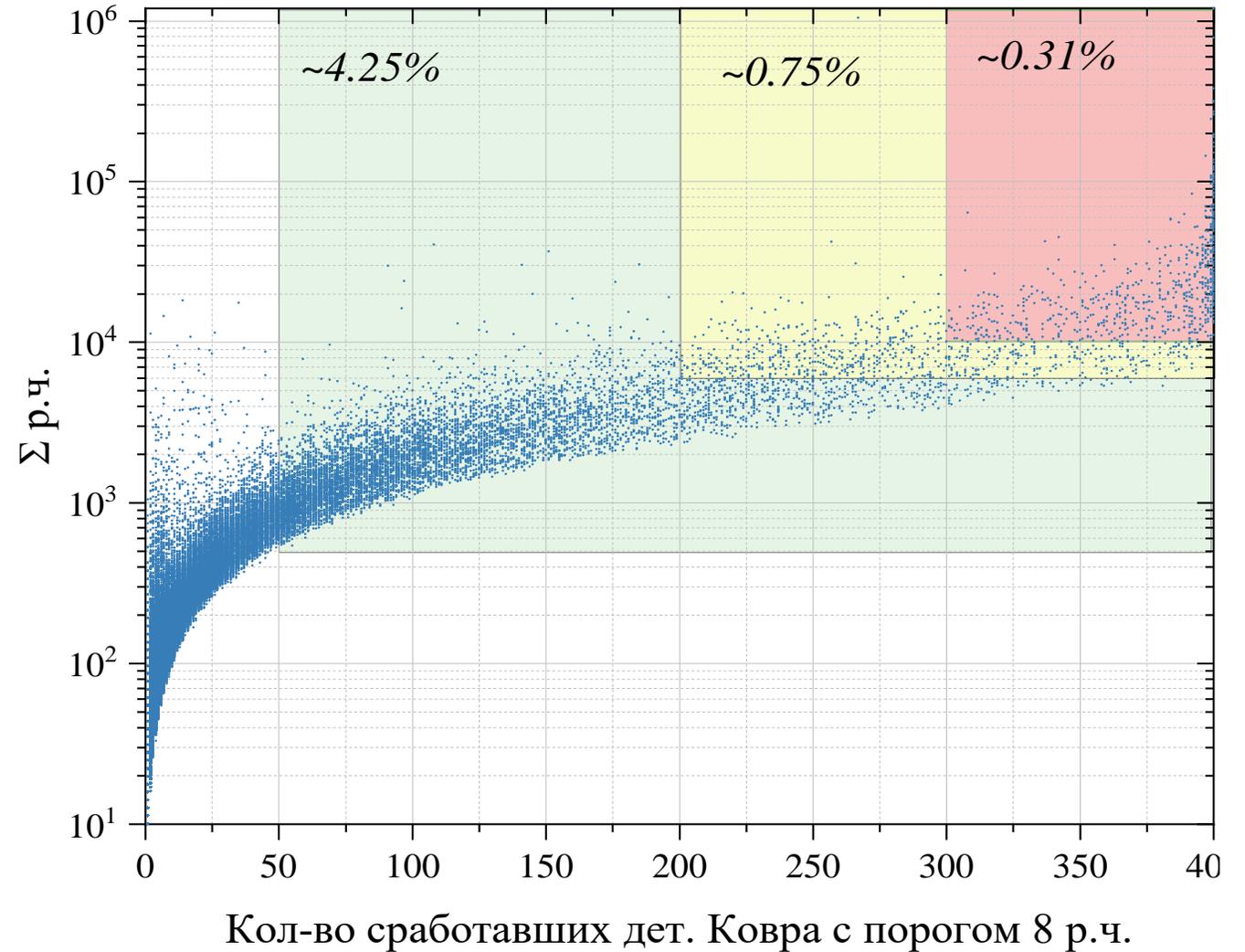
Красная область

- Кол-во сработавших детекторов с порогом 8р.ч. ≥ 300
- Энерговыделение в Ковре ≥ 10000 р.ч.

Для обработки события ассоциированного с GRB221009A:

Желтая область

- Кол-во сработавших детекторов с порогом 8р.ч. ≥ 200
- Энерговыделение в Ковре ≥ 5000 р.ч.



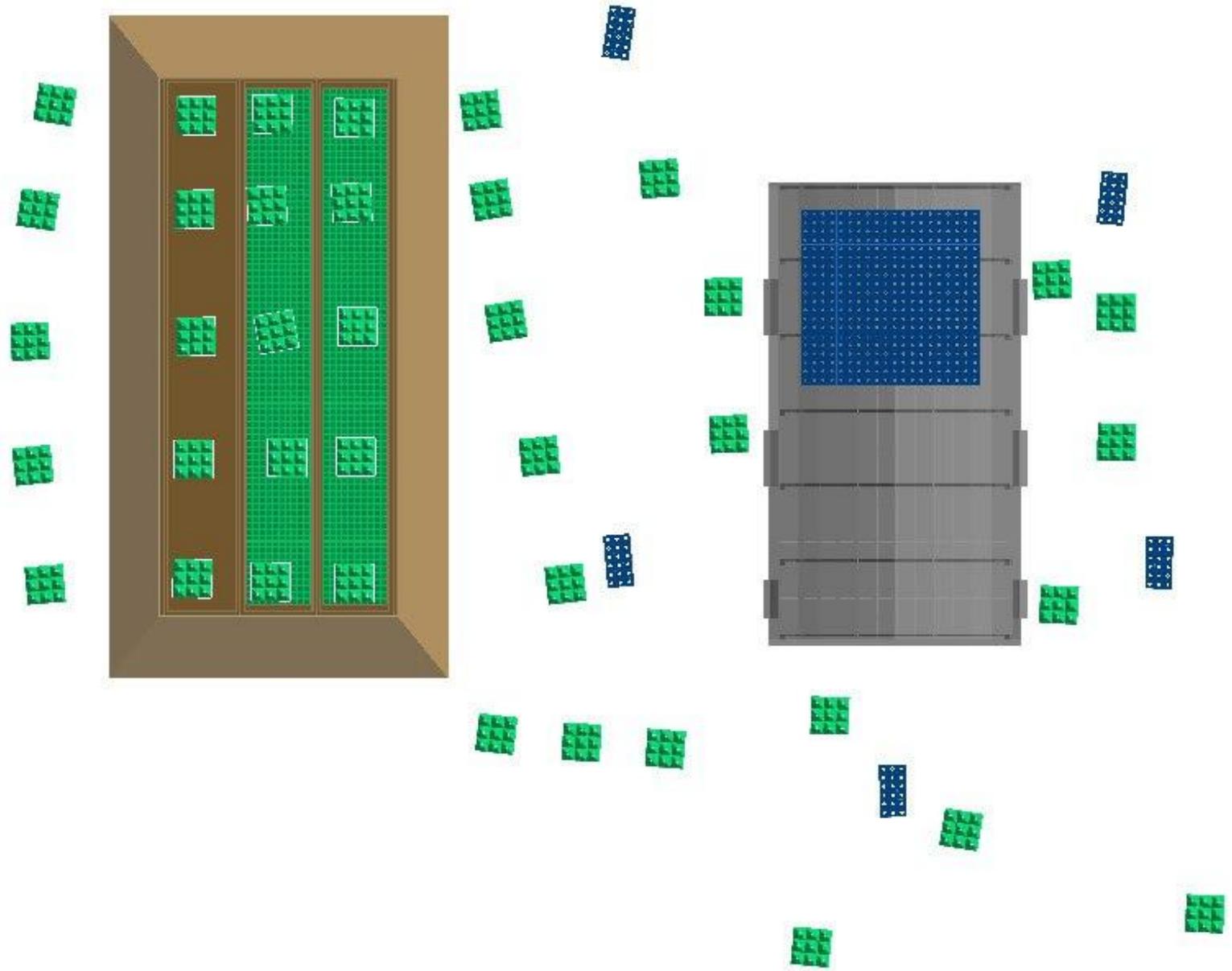
Geant4 модель (доклад Никиты Васильева)

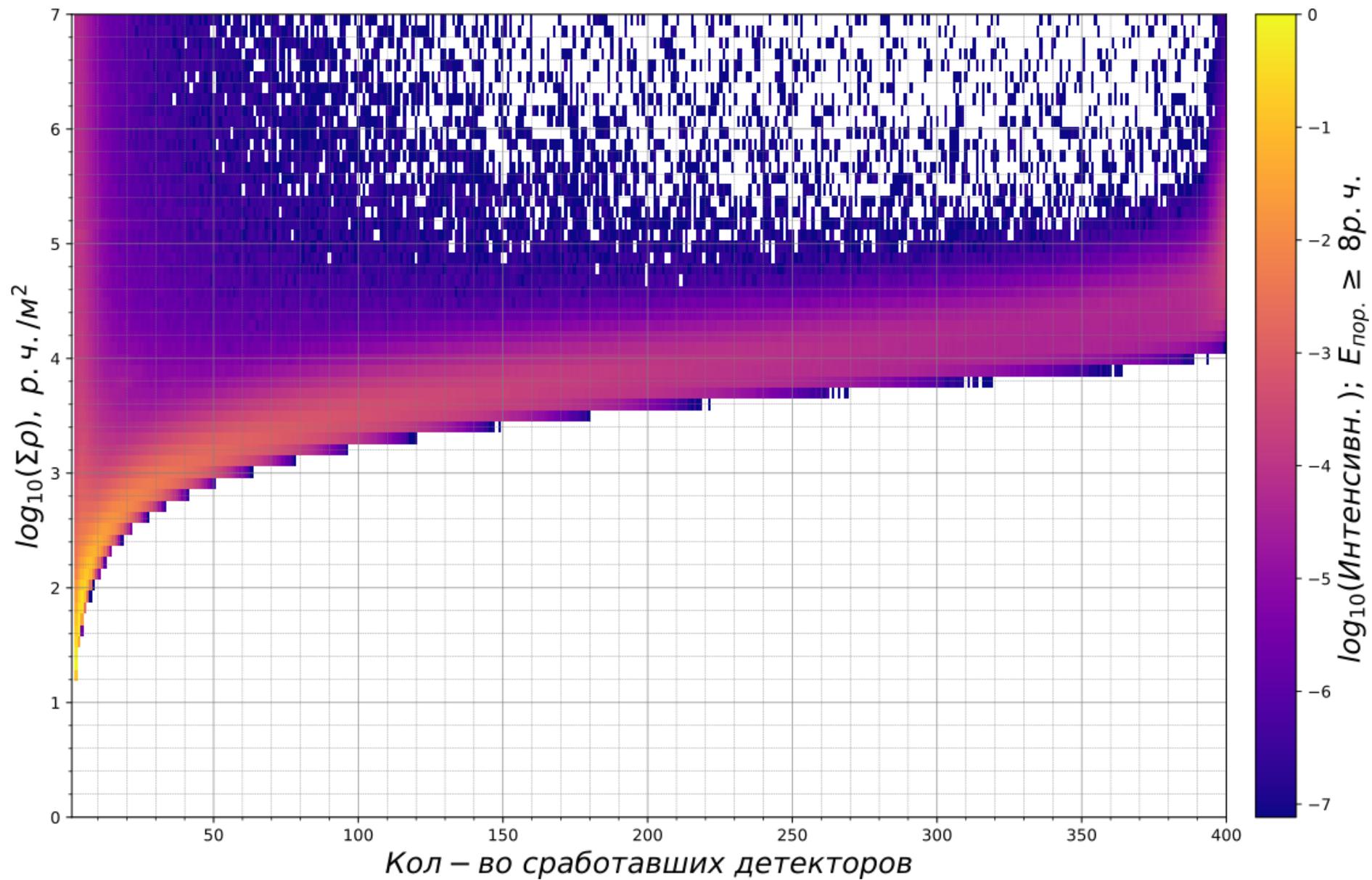
Первый этап моделирования

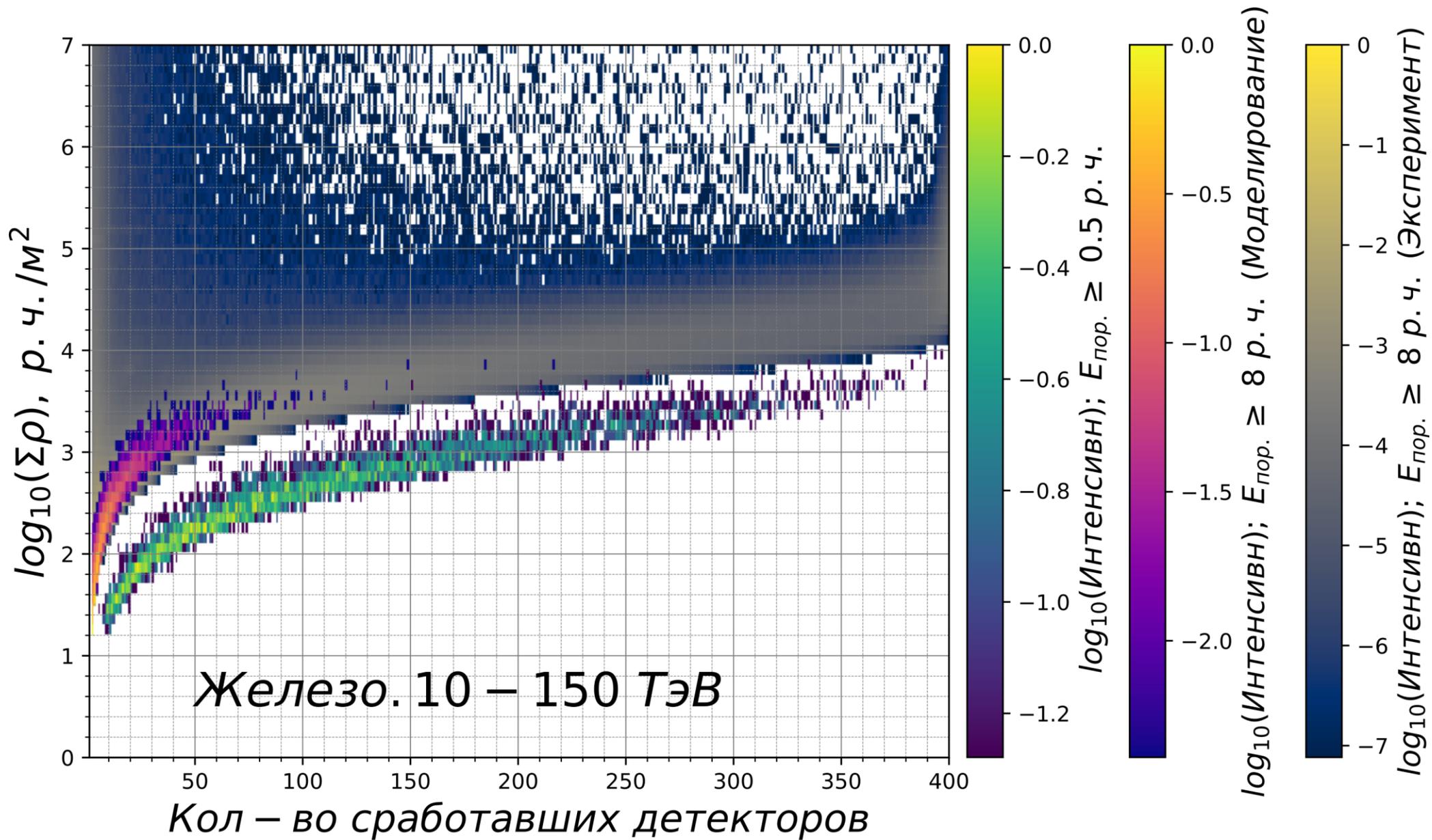
- **CORSIKA, 10 – 150 ТэВ**
 - Протоны
 - Железо
 - Фотоны

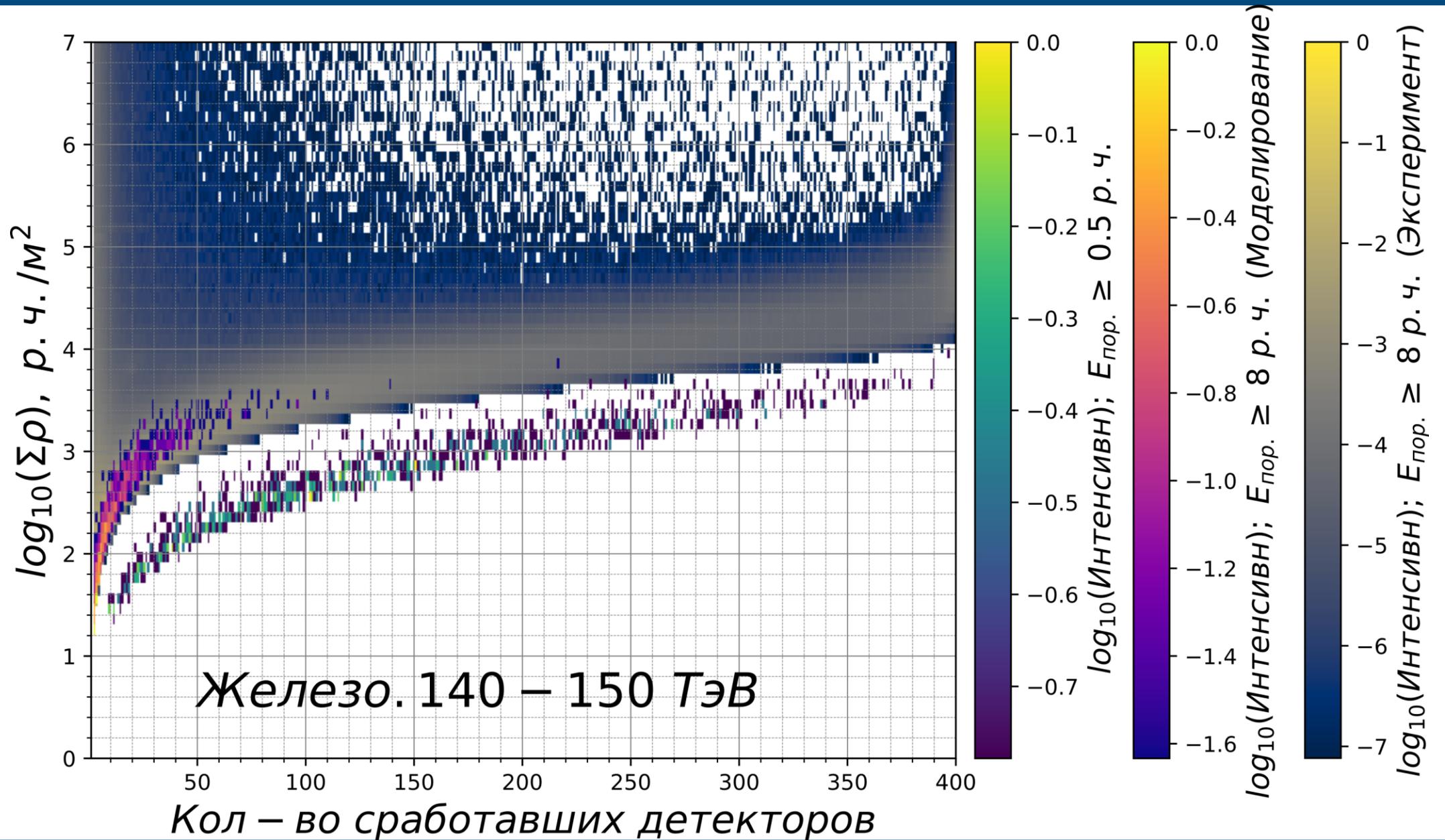
200 событий на ТэВ, всего 28к.

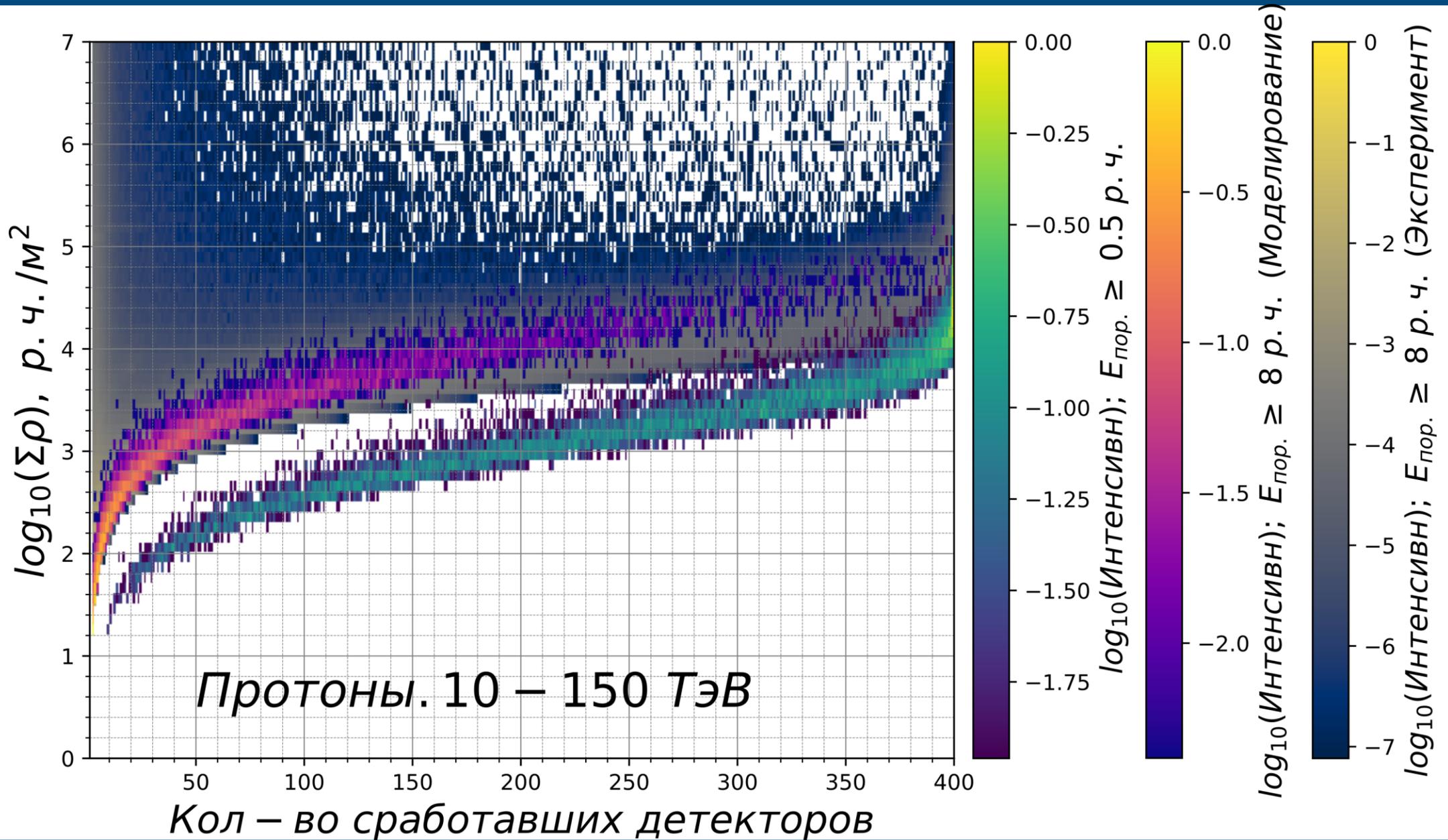
- **Отклик в Geant4**
 - “Ковер”
 - 4 ВПР
 - МД 410м2 ($\Sigma 410$)

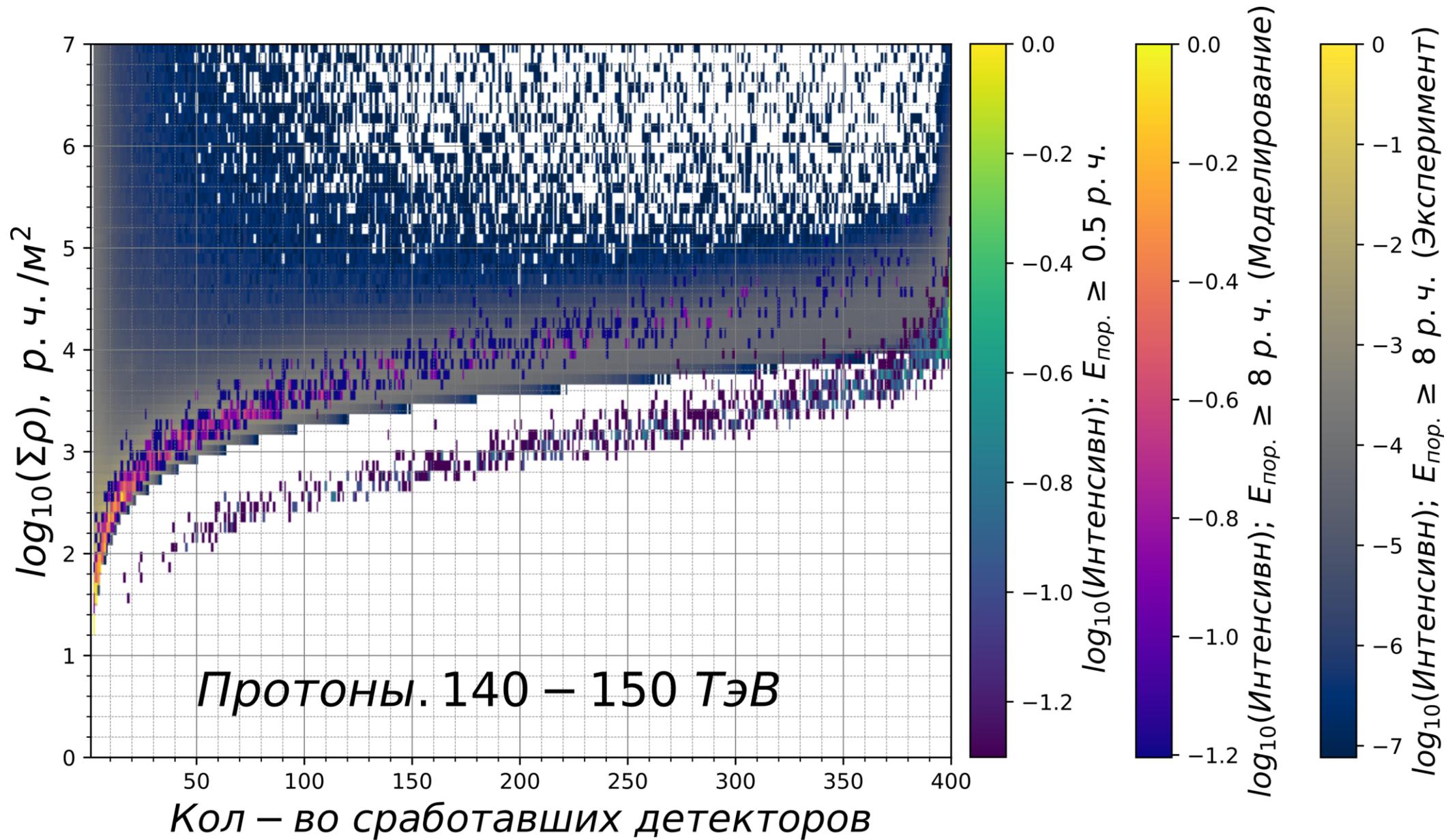


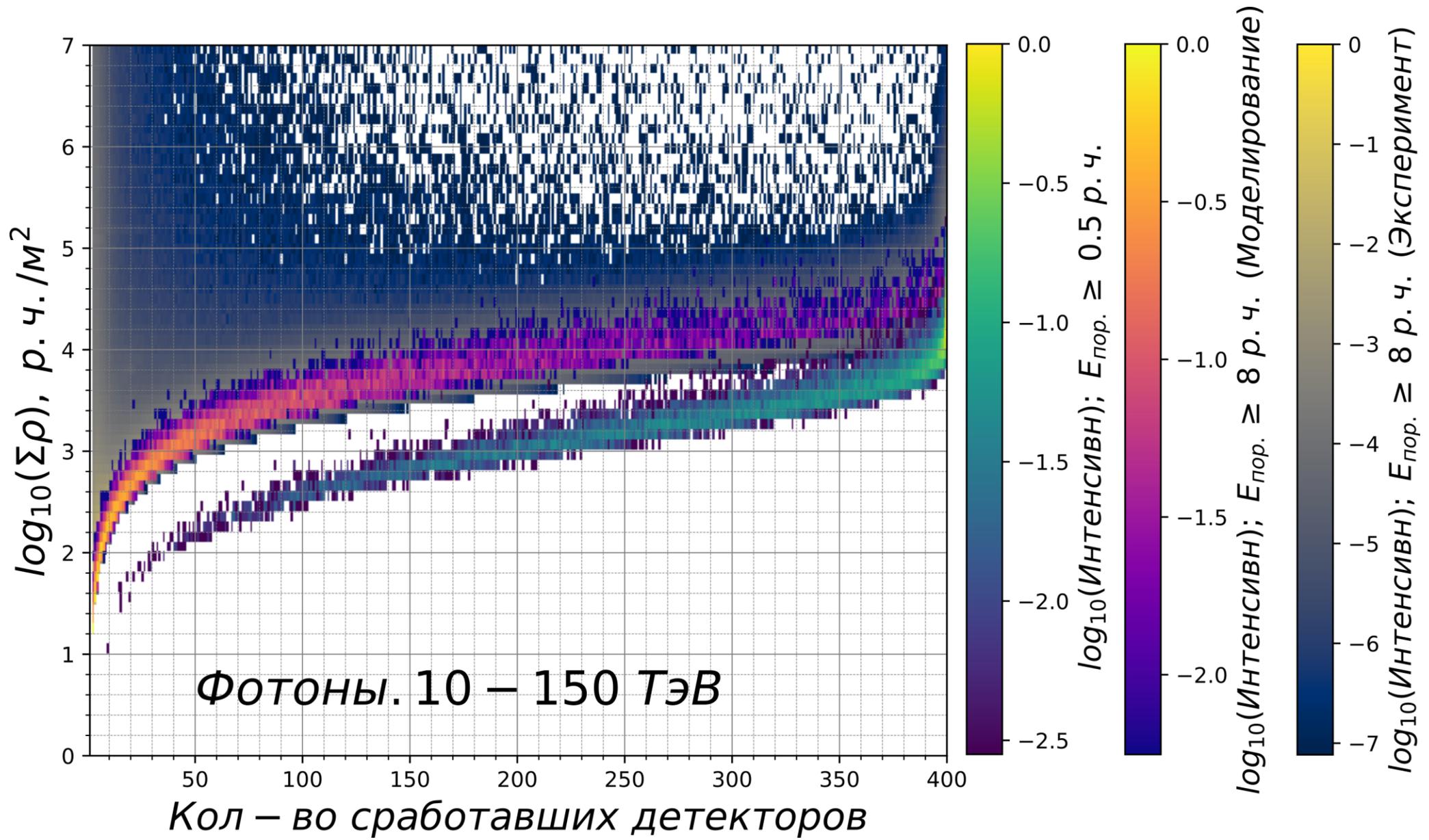


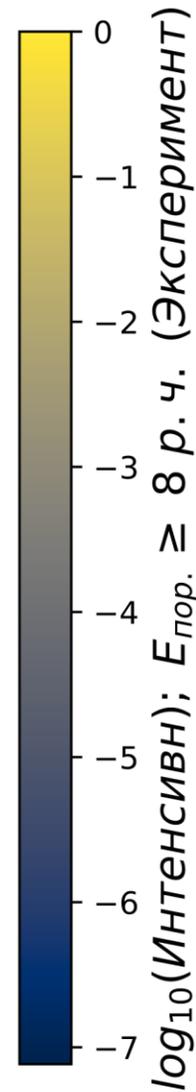
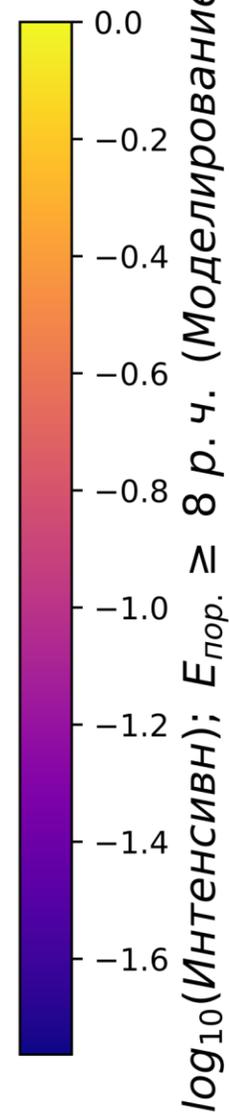
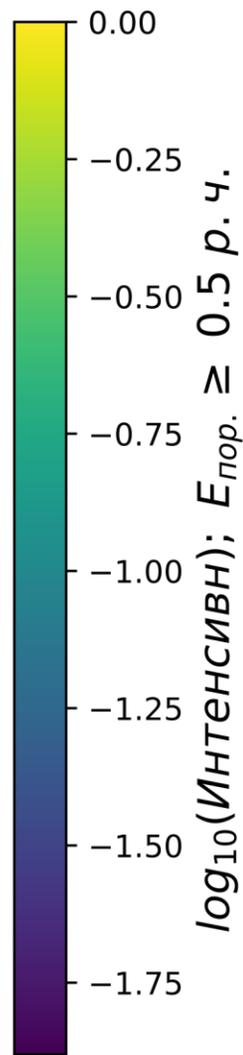
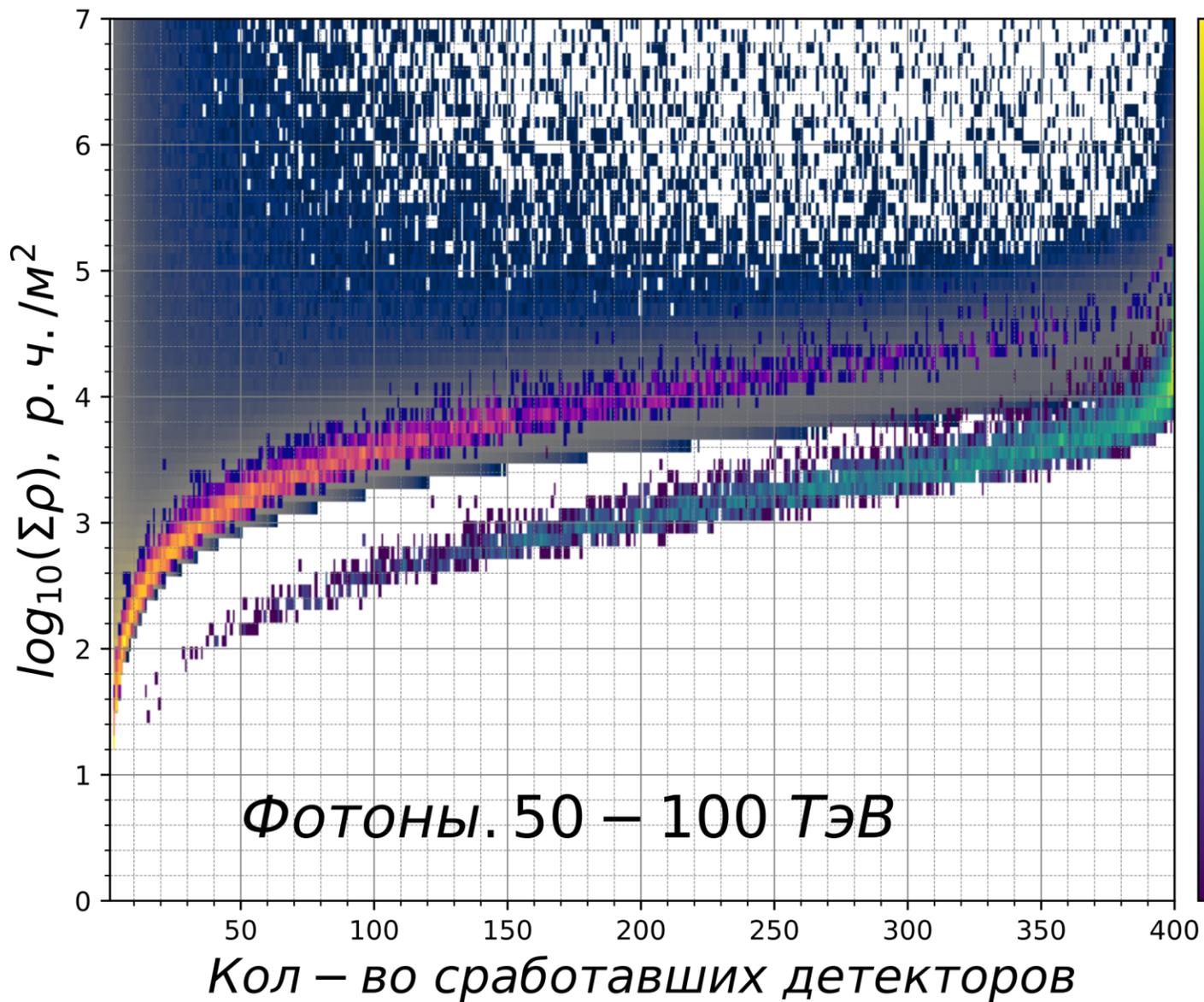


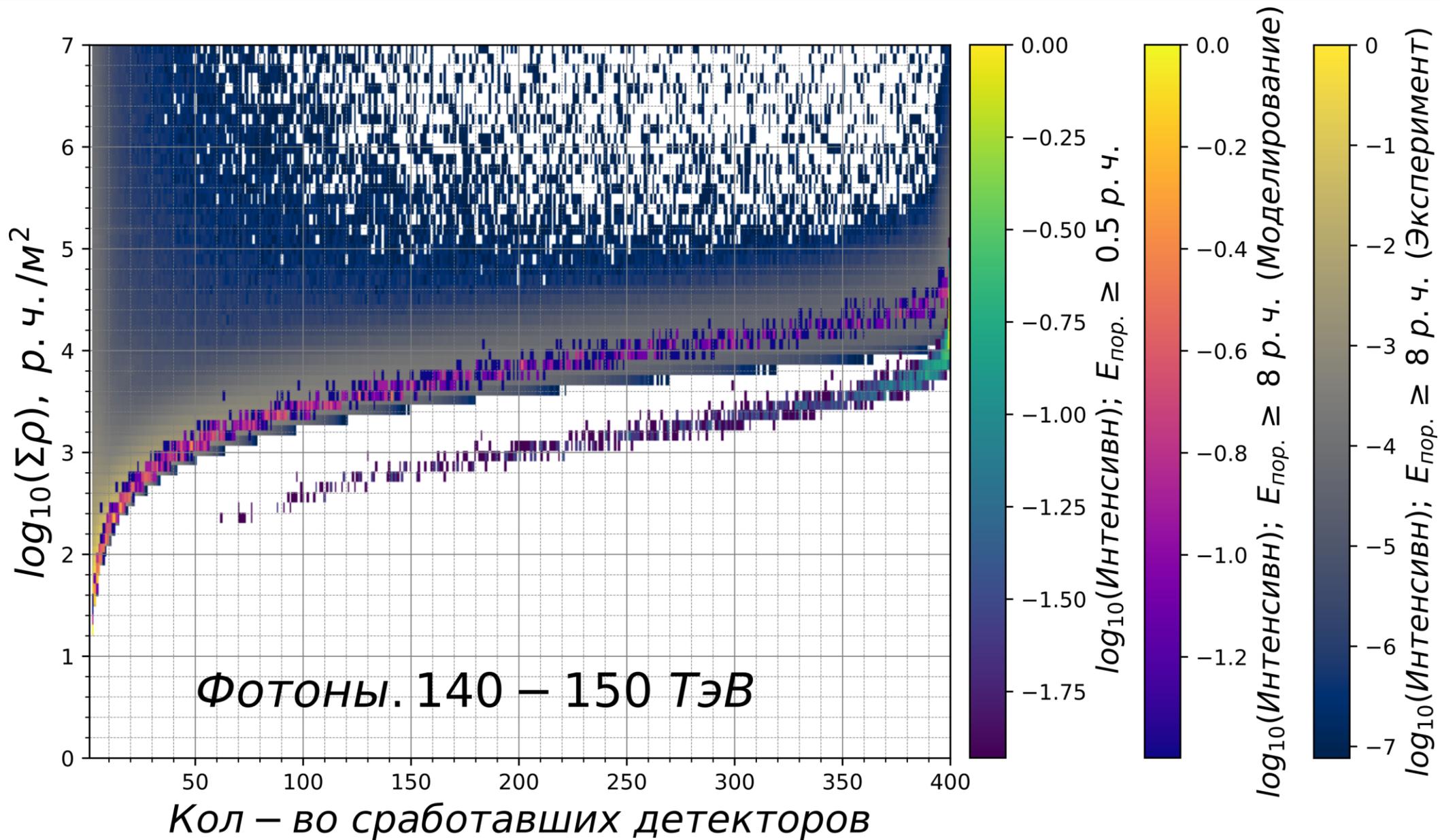


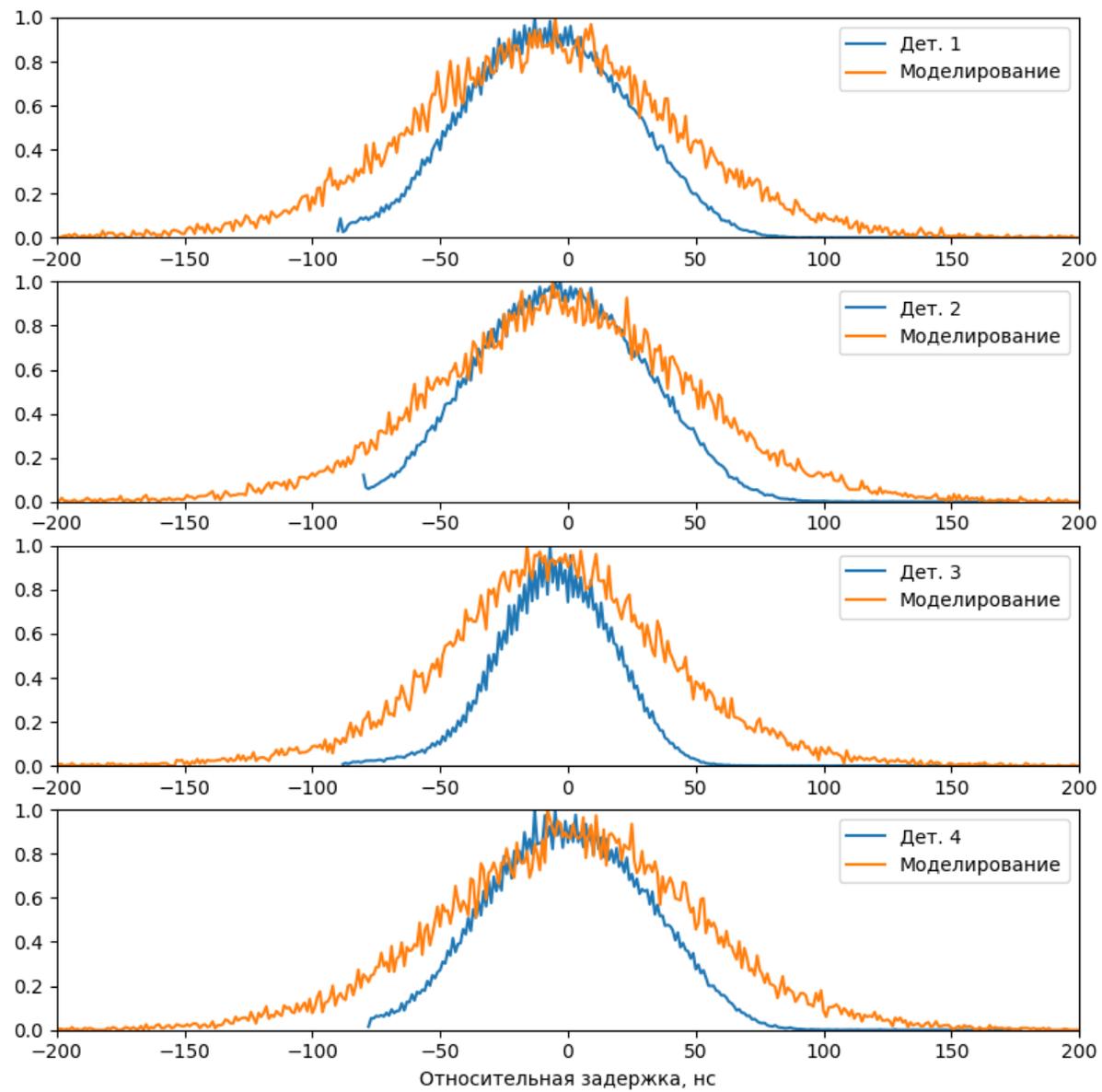




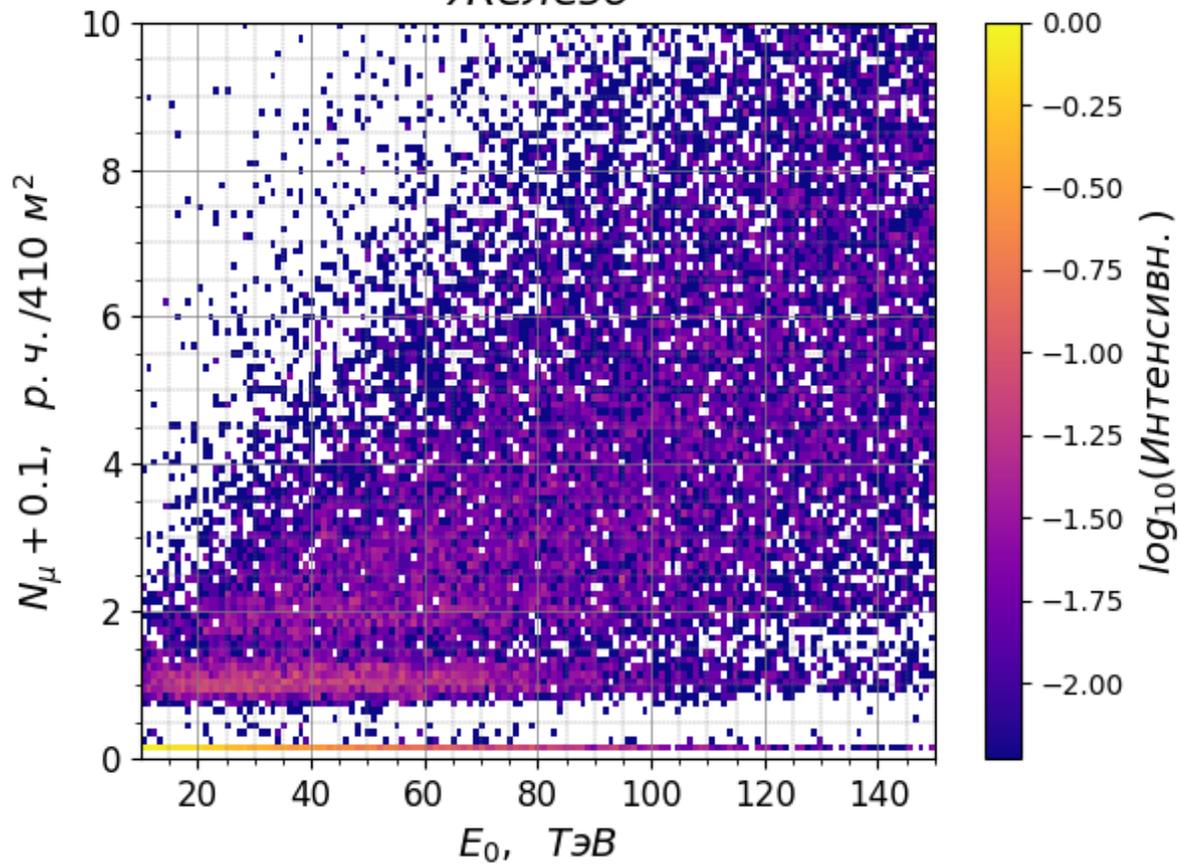




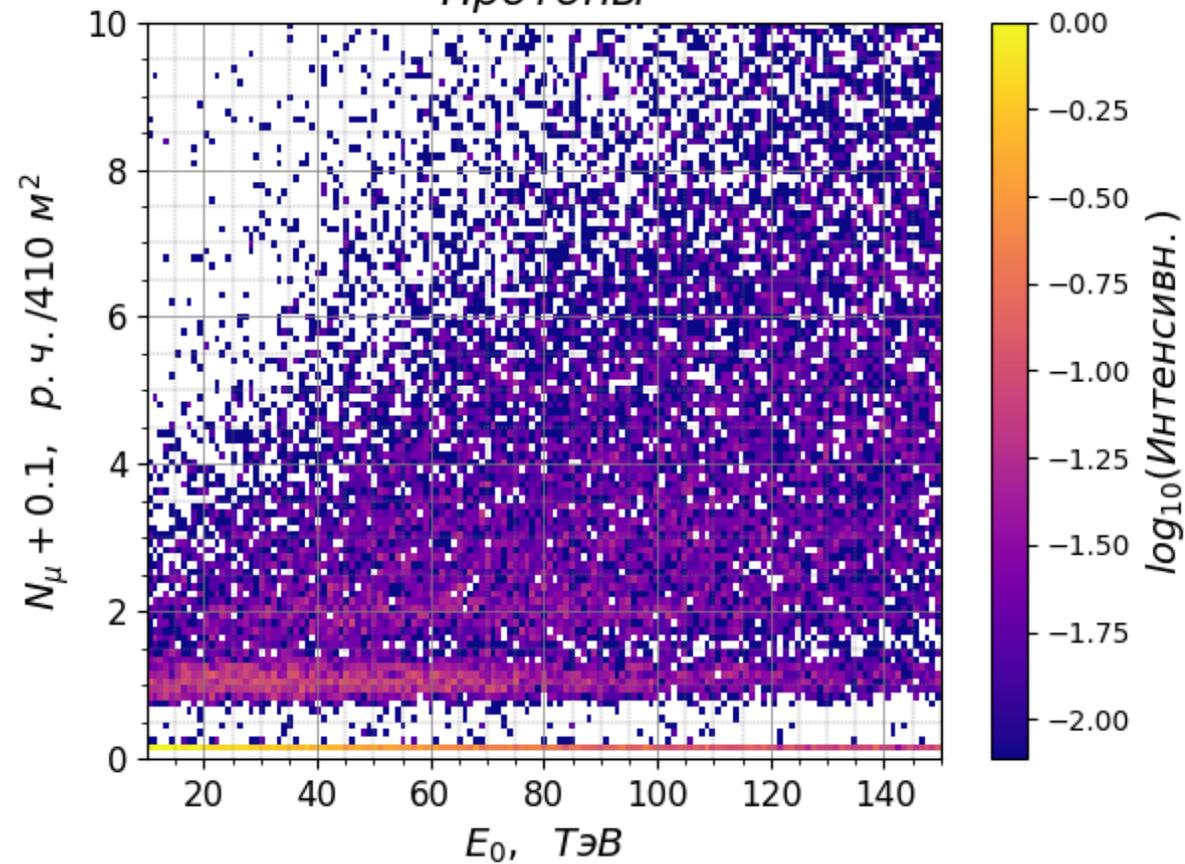


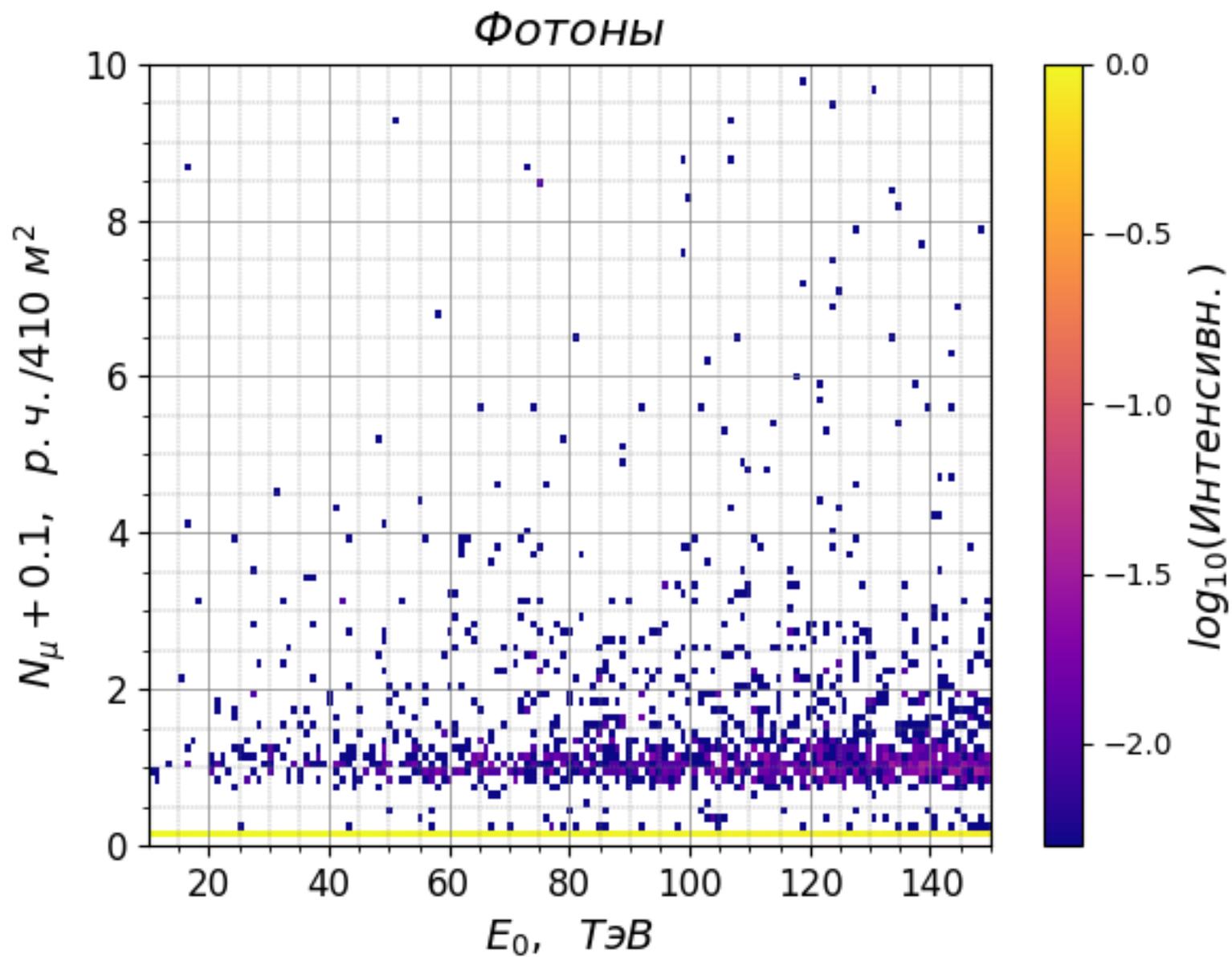


Железо



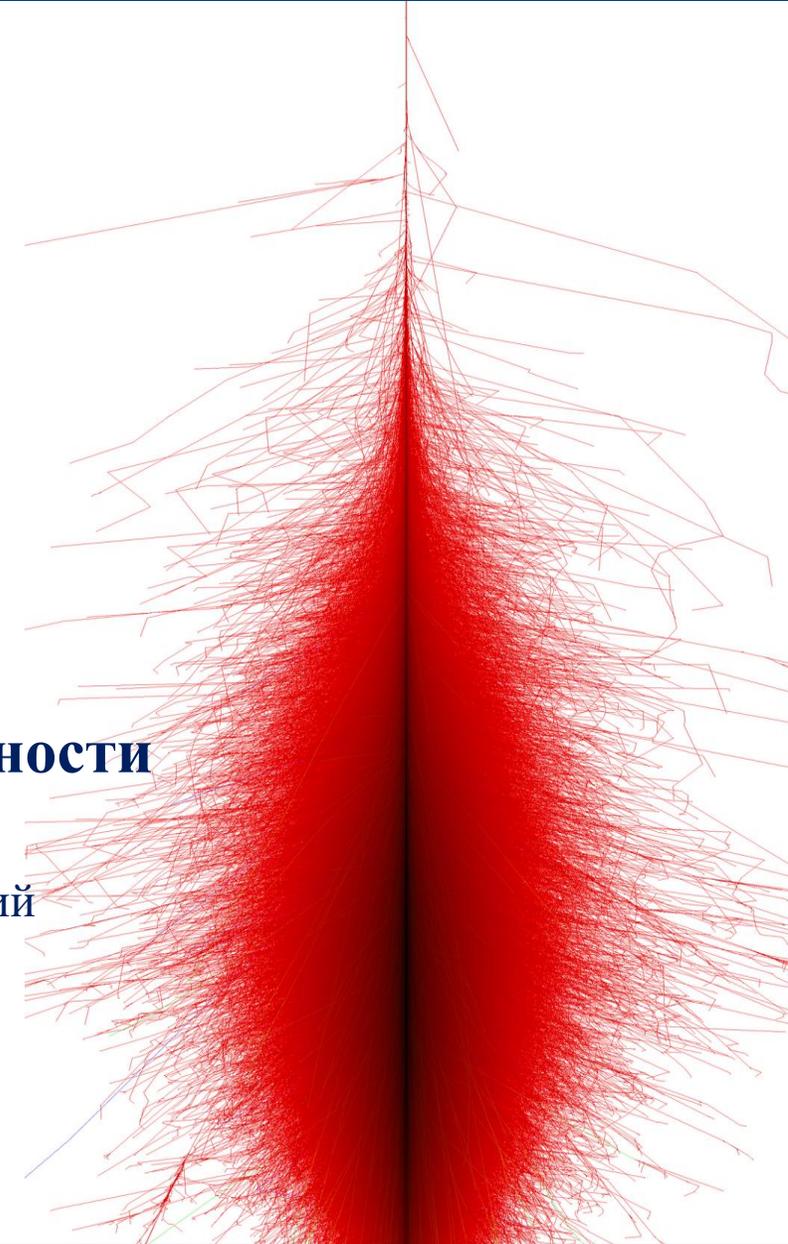
Протоны





- ❖ **Первый этап моделирования выполнен успешно, нет противоречий с экспериментальными данными.**
 - ❖ Развитие модели установки будет продолжаться
 - ❖ Данные по эффективности регистрации, а также реконструкция смоделированных ШАЛ в следующем докладе (**Никита Васильев**)
 - ❖ Далее моделирование ливней больших энергий

- ❖ **Обработка архивных данных возможна, но есть сложности**
 - ❖ До 2018 года нет данных о мало мюонных ливнях
 - ❖ МД находится на слишком большом расстоянии для ливней малых энергий
 - ❖ Нужны альтернативные методы фотон-адронного разделения, подробности в последующем докладе (**Никита Позднухов**)



Спасибо за внимание!

Коллаборация «Ковер-3»

В.С. Романенко^{a,b}, Н.А. Васильев^c, Е.А. Горбачева^a, Д.Д. Джаппуев^a, Т.А. Джатдоев^{a,c}, И.М. Дзапарова^a,
К.В. Журавлева^a, И.С. Карпиков^a, Н.Ф. Клименко^a, А.У. Куджаев^a, А.Н. Куреня^a, А.С. Лидванский^a, О.И. Михайлова^a, В.В. Петков^a,
Е.И. Подлесный^d, Н.А. Позднухов^a, Г.И. Рубцов^a, С.В. Троицкий^{a,c}, И.Б. Унатлоков^a, М.М. Хаджиев^a, А.Ф. Янин^a.

^a Институт ядерных исследований Российской академии наук, Москва

^b Адыгейский Государственный Университет, Майкоп

^c Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва

^d Норвежский университет науки и технологий, Тронхейм, Норвегия