

рисунку 2, при определенных углах падения светового пучка на фазовую маску наблюдается резкое перераспределение мощности излучения между 0 и -1 дифракционными порядками. При этом мощность излучения других дифракционных порядков на выходе решетки (рисунок 1) пренебрежимо мала.

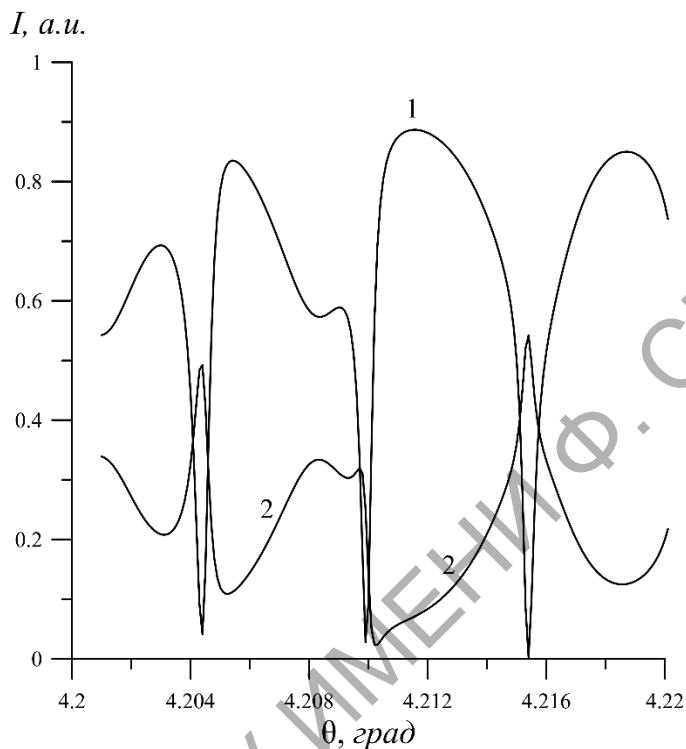


Рисунок 2 – Зависимость интенсивности нулевого (кривая 1) и минус первого (кривая 2) дифракционных порядков от угла падения светового пучка на фазовую маску

Вид кривых на рисунке 2 объясняется резонансным возбуждением собственных и вытекающих мод подложки, на которой создана фазовая маска. Данная особенность открывает возможность сравнительно простого контроля интенсивности дифракционных порядков, используемых для записи брэгговской решетки в полимерных волноводах.

**Г.С. Покаташкин (УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)**  
Науч. рук. **О.М. Дерюжкова**, канд. физ.-мат. наук, доцент

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПАРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КАЛОРИМЕТРОВ В GEANT4**

Мир XXI века полностью неотделим от технологий, которые помогают решать задачи самого широкого круга. Такими технологиями

являются как созданные человеком электронные вычислительные машины, так и написанное к ним программное обеспечение. В частности, в физике элементарных частиц, проделана кропотливая работа и создано огромное количество средств, помогающих предсказывать результаты эксперимента. Технология Geant4 является программным продуктом физиков CERN (Швейцария) и содержит всю накопленную, вследствие многочисленных экспериментов, информацию о микромире.

В данной работе используется переработанная тестовая программа, которая является первым этапом в экспериментальном моделировании [1]. В неё была включена пара электромагнитных калориметров (ЭМК). Они состоят из следующих физических объёмов: переднее, боковые, верхнее и заднее вето детектора из полистирола, предливневой детектор из свинца и сцинтилляторов, 49 бирюзовых кристаллов BGO (рисунок 1).

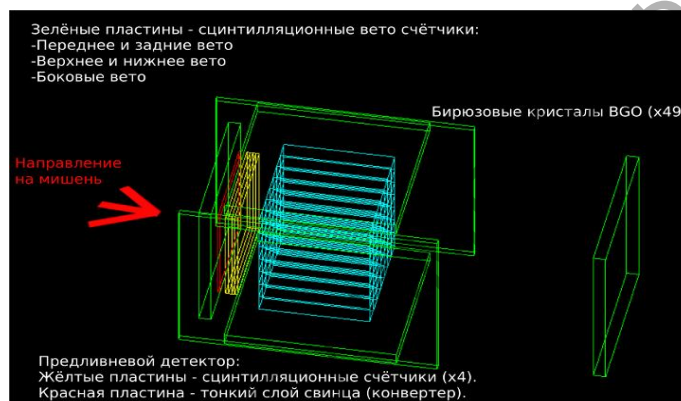


Рисунок 1— Электромагнитный калориметр

На рисунке 2 представлено расположение пары ЭМК на пучке Нуклотрона с энергией 3,5 Гэв/с на нуклон. Расстояние от мишени до XY плоскости принято за  $R = 203$  см; угол наклона установки к мишени составляет  $16,3^\circ$ . В качестве физической модели выбрана кварк-глюонная струнная FTFP\_VERT модель [2].

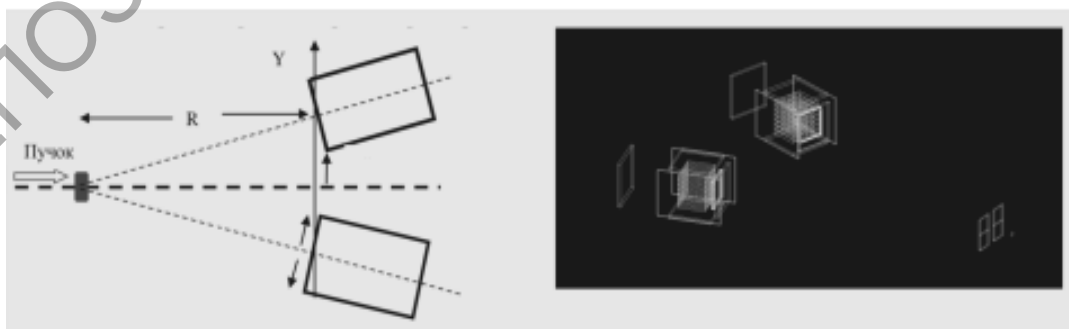


Рисунок 2 – Расположение пары ЭМК на пучке Нуклотрона

Она имеет следующие возможности моделирования:

- Рекомендуется для высоких энергий.
- ATLAS перейдёт с QGSP\_BERT на FTFP\_BERT.
- Включает в себя все ЭМ процессы.
- Использует каскады Бертини для процессов  $< 5$  ГэВ.
- Использует Fritiof модель для высоких энергий ( $> 4$  ГэВ).

Количество событий в моделировании составило  $10^7$ . При этом были использованы основные критерии на отбор событий: ионизационные потери в калориметре должны приходиться на триггерную область и быть отличны от нуля (рисунок 3), предливневой детектор должен сработать, а все вето должны «молчать».

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35
36	37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48	49

Рисунок 3 – Нумерация кристаллов BGO и триггерные области

Также, к уже существующим критериям на отбор событий, следует добавить ещё несколько условий, которые исключают утечку нейтронов, имитирующих  $\gamma$ -кванты, а именно: энерговыделение в предливневом детекторе должно быть больше 0,511 МэВ – энергии рождения  $e^-$  или  $e^+$ , измеренное время пролёта частиц не должно превышать  $\sim 6,5$  нс – характерное время пролёта  $\gamma$ -квантов до ЭМК (рисунок 4).

На рисунке 5 слева приведено энерговыделения только в кристаллах BGO, а справа – с учётом энергии, которая выделилась в предливневом детекторе.

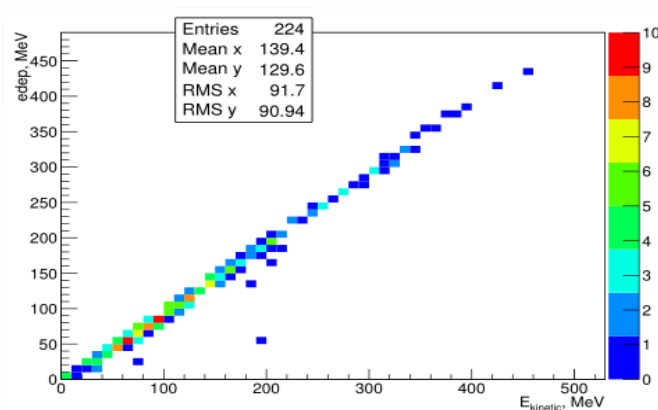


Рисунок 4 – Зависимость энерговыделения в ЭМК от  $E_{kin}$  частицы

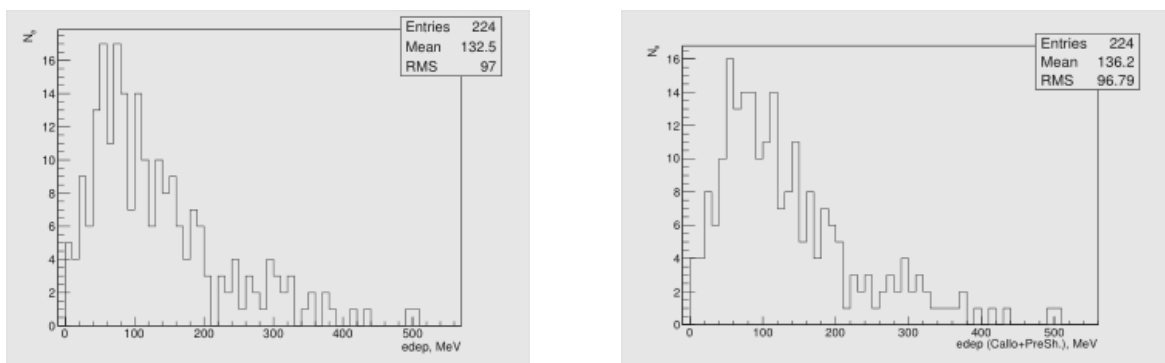


Рисунок 5 – События с энерговыделением в ЭМК

Проведённое моделирование пары электромагнитных калориметров является первой попыткой поиска «мягких фотонов» [3] и их отделения от «имитирующих фотоны» нейтронов. Результаты, с некоторыми допущениями, повторяют реальные данные сеансов на пучке Нуклотрона в лаборатории ФВЭ ОИЯИ (г. Дубна, Россия).

### Литература

1. Покаташкин, Г. С. Моделирование прохождения частиц через вещество с помощью пакета Geant4 / Г. С. Покаташкин // III Республиканская научная конференция студентов, магистрантов и аспирантов «Актуальные вопросы физики и техники», 17 апреля 2014 г.: [материалы]: в 2 ч. Ч. 1 / редкол.: А. В. Рогачев (гл. ред.) [и др.]. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2014. – С. 114-116.
2. CERN – Википедия. [Электронный инструмент] / Режим доступа: <http://en.wikipedia.org/wiki/CERN>. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
3. Kokouline, E. Anomalous soft photons at Nucloctron nuclear beams / E. Kokouline on behalf of SVD Collaboration // jinr.ru [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://relnp.jinr.ru/ishepp/presentations/Kokouline.pdf>. – Дата доступа: 10.03.2015.

**Ю.Р. Яскевич, П.В. Петров (БГУ, Минск)**

Науч. рук. **Н.Н. Кольчевский**, канд. физ.-мат. наук, доцент

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕЛОМЛЯЮЩИХ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛИНЗ НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРЕ СКИФ-БГУ

Существенные проблемы создания рентгенооптических систем и элементов, это – сложность их изготовления и недолговечность многих конструкций. Структура рентгенооптических линз, для получения