

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО ФОТОРОЖДЕНИЯ ПИОНОВ В
ЭКСПЕРИМЕНТЕ «ДЕЙТРОН»**

В.В. Гаузштейн, Б.И. Василишин, А.Ю. Логинов

Научный руководитель: проф., д.ф.-м.н. Ю.Ю. Крючков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: gauzshtein@tpu.ru

**SIMULATION OF INCOHERENT PION PHOTOPRODUCTION IN THE EXPERIMENT
«DEUTERON»**

V.V. Gauzshtein, B.I. Vasilishin, A.Yu. Loginov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. Yu.Yu. Kryuchkov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: gauzshtein@tpu.ru

Abstract. *The paper presents the results of simulation of the photoproduction of pi-mesons on deuterons. The simulation was carried out for the "DEUTERON" at the INP SB RAS Budker using GEANT4.*

Введение. Эксперименты с внутренней тензорно-поляризованной дейтериевой мишенью ведутся на установке «ДЕЙТРОН» с 1987 года. Установка расположена на прямолинейном промежутке ускорительно-накопительного комплекса ВЭПП-3 в ИЯФ СО РАН им. Будкера. За это время был выполнен цикл экспериментальных работ по измерению поляризационных наблюдаемых в фотореакциях на дейтронах, в частности фоторасщепление дейтрона, когерентное и некогерентное фоторождение пионов на дейтронах. Однако все эти эксперименты сводились к измерению фотореакций на квазиреальных фотонах, поскольку электрон, вызывающий реакцию, не регистрировался. Это создает определенные трудности при восстановлении кинематики изучаемой реакции и увеличивает систематическую погрешность измерения. Для решения этой проблемы в 2009 году было принято решение о создании системы мечения фотонов, которая позволит восстанавливать энергию виртуального фотона. К настоящему времени система мечения сконструирована и была установлена на ВЭПП-3 для набора экспериментальной статистики. В данной работе представлено описание эксперимента на установке «ДЕЙТРОН» с системой мечения фотонов, а также показаны результаты моделирования возможности изучения некогерентного фоторождения пионов на дейтронах.

Постановка эксперимента. Эксперимент проектировался для регистрации фоторасщепления дейтрона, где нейтрон регистрируется верхним плечом, а протон нижним (рисунок 1). Для эффективной регистрации нейтрона установлен адронный сэндвич-калориметр, состоящий из 10 слоев. Структура каждого слоя сэндвич-калориметра такова: слой железа, толщиной 16 мм, затем два слоя пластмассовых сцинтилляторов, толщиной по 7 мм. Железо играет роль конвертера для эффективной регистрации нейтронов с энергией выше 100 МэВ. Протоны регистрируются сцинтилляционным детектором, состоящим из 6 сцинтилляторов, установленных рядом друг с другом. Толщина каждого сцинтиллятора составляет 20 см. В каждом детектирующем плече (сверху и снизу) перед основными детекторами

установлены по 2 тонких сцинтиллятора, толщиной 1 см каждый. Их основная функция – идентификация типа частицы (отделение заряженной от незаряженной). В нижнем плече сразу после мишени установлены дрейфовые камеры, необходимые для определения углов вылета заряженных частиц.

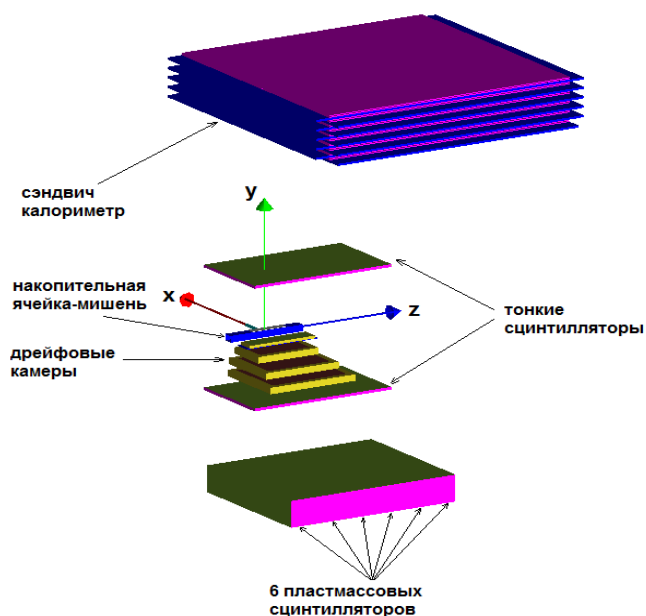


Рис. 1. Упрощенная схема эксперимента

В условиях проведения эксперимента энергия фотона находится в диапазоне (400 – 650) МэВ. Именно для таких энергий фотона и было проведено моделирование реакций фоторасщепления и фоторождения пионов с использованием GEANT4.

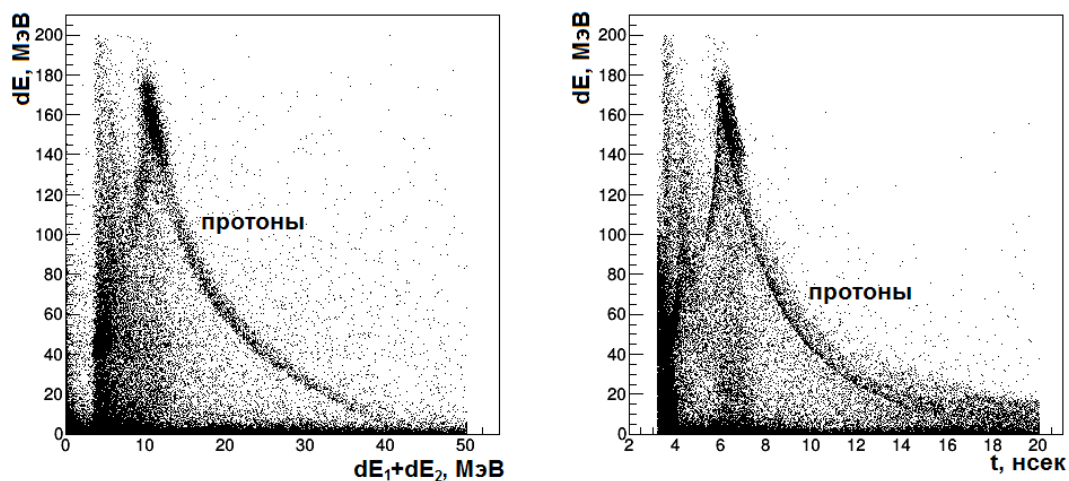


Рис. 2. Слева: зависимость между потерянной энергией в толстом пластмассовом сцинтилляторе и энергией, оставленной в тонких сцинтилляторах. Справа: зависимость между потерянной энергией в толстом сцинтилляторе и временем пролета до него

Результаты моделирования. В качестве генератора событий реакций фоторождения пи-мезонов на дейтроне была использована библиотека, разработанная в JLAB. На рисунке 2 приведены результаты моделирования для сцинтилляционных детекторов нижнего плеча. Слева по оси абсцисс приведена

суммарная потерянная энергия в тонких сцинтилляторах, а по оси ординат – энергия в толстом сцинтилляторе. На рисунке справа по оси абсцисс приведено время пролета до толстого сцинтиллятора нижнего плеча. Как видно, для протонов наблюдается характерная зависимость.

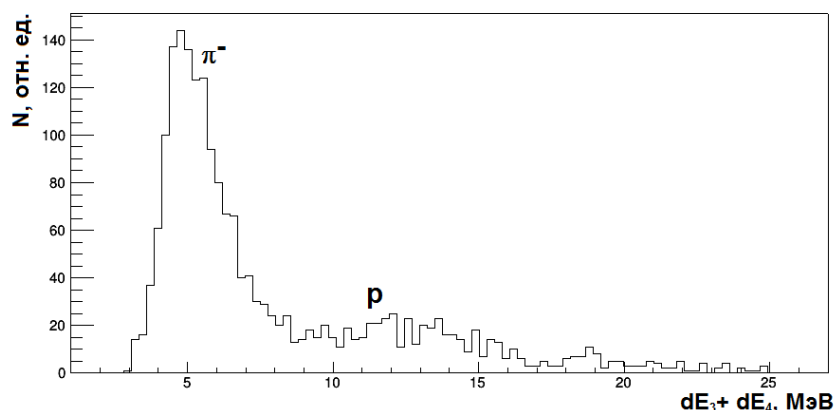


Рис. 3. Распределение по потерянной энергии в тонком сцинтилляторе верхнего плеча

На рисунке 3 приведено распределение по суммарной потерянной энергии в двух тонких сцинтилляторах верхнего плеча. Как видно из рисунка, имеется пик, соответствующих пи-мезонам, а также пик, соответствующий протонам. Таким образом, выделяя протон в нижнем плече и пи-минус мезон или протон в верхнем плече, можно выделять события реакции $\gamma d \rightarrow pp\pi^-$. Для выделения нейтронов в верхнем плече следует выбирать события, где потерянная энергия в тонких счетчиках в верхнем плече не превышает 1 МэВ.

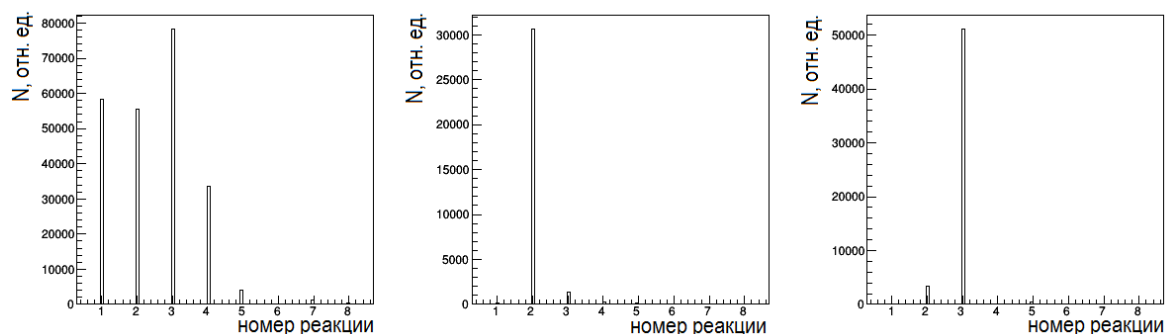


Рис. 4. Относительный выход реакций фоторождения пионов на дейтроне.

1 - $\gamma d \rightarrow npp^+$, 2 - $\gamma d \rightarrow pnp^0$, 3 - $\gamma d \rightarrow ppp^-$, 4 - $\gamma d \rightarrow npp^0$, 5 - $\gamma d \rightarrow pnp^+\pi^-$, 6 - $\gamma d \rightarrow pnp^0\pi^0$,
7 - $\gamma d \rightarrow nnp^+\pi^0$, 8 - $\gamma d \rightarrow ppp^-\pi^0$

На рисунке 4 приведено распределение по относительному выходу для разных реакций, полученное в результате моделирования. Рисунок слева показывает относительный выход без применения каких-либо критериев идентификации канала реакции. Рисунок в центре демонстрирует выход реакций, если в верхнем плече выделять нейтрон, а в нижнем протон. Для рисунка справа протоны выделены сверху и снизу.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-32-00013.