

УДК 539.17

**НЕКОГЕРЕНТНОЕ ФОТОРОЖДЕНИЕ НЕЙТРАЛЬНОГО ПИ-МЕЗОНА  
НА ДЕЙТРОНЕ НА ВЭПП-3**

Б.И. Василишин, М.Я. Кузин

Научный руководитель: д.ф-м.н. В.В. Гаузштейн

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: [togetherwithra@gmail.com](mailto:togetherwithra@gmail.com)

INCOHERENT NEUTRAL PION PHOTOPRODUCTION ON DEUTERON AT VEPP-3

B.I. Vasilishin, M.Ya. Kuzin

Scientific Supervisor: V.V. Gauzshtein

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

E-mail: [togetherwithra@gmail.com](mailto:togetherwithra@gmail.com)

***Abstract.** The work provides a description of the analysis of experimental statistics accumulated at the DEUTRON facility in 2013. The main difference between the setting of this experiment and the previous ones is the use of an electromagnetic calorimeter to detect two gamma quants from the decay of a neutral pion.*

**Введение.** Экспериментальное изучение фоторождения пи-мезона на тензорно-поляризованном дейтроне к настоящему времени проводится только на внутренней тензорно-поляризованной мишени ускорительно-накопительного комплекса ВЭПП-3. Первые результаты измерения компонент тензорной анализирующей способности когерентного и некогерентного фоторождения нейтрального пиона были получены из экспериментальной статистики, накопленной в 2003 году и имели невысокую статистическую точность, поскольку эксперимент планировался для изучения фоторасщепления дейтрона. В 2013 году на ускорительно-накопительном комплексе ВЭПП-3 был проведен эксперимент, основной целью которого было изучение когерентного фоторождения нейтрального пиона на дейтроне. Полученные результаты измерения  $T_{20}$  компоненты тензорной анализирующей способности реакции  $\gamma d \rightarrow p n \pi^0$  опубликованы в работах.

**Цель данной работы** – представить новые методы анализа экспериментальной статистики для регистрации канала реакции некогерентного фоторождения пиона. В отличие от эксперимента, проведенного на ВЭПП-3 в 2003 году, в котором на совпадении регистрировались два нуклона, в настоящей работе на совпадении регистрировались протон и два гамма-кванта от распада нейтрального пиона. Используемая экспериментальная статистика была набрана в эксперименте, проведенном в 2013 году

**Постановка эксперимента.** Основным изучаемым каналом реакции, при постановке данного эксперимента, являлся канал когерентного фоторождения пиона, однако восстановление кинематических параметров пи-мезона по двум гамма-квантам позволило провести исследование некогерентного фоторождения пиона в реакции. На рис. 1 изображена схема эксперимента. Установка использует пучок электронов с энергией до 2 ГэВ с ускорительного комплекса ВЭПП-3.

Экспериментальная установка включает адронное плечо, оснащённое многопроволочными пропорциональными камерами для восстановления треков заряженных частиц, за которыми располагались несколько слоёв пластиковых сцинтилляторов, и пионное плечо, содержащие вето-счётчики заряженных частиц и электромагнитный калориметр, состоящий из кристаллов NaI(Tl) и CsI(Tl) для детектирования гамма квантов от распада  $\pi^0$ -мезона. При анализе данных использовались события двухфотонного распада  $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ , по которым восстанавливались кинематические параметры  $\pi$ -мезона. Более подробное описание установки и параметров детектирующей аппаратуры может быть найдено в работе [1].

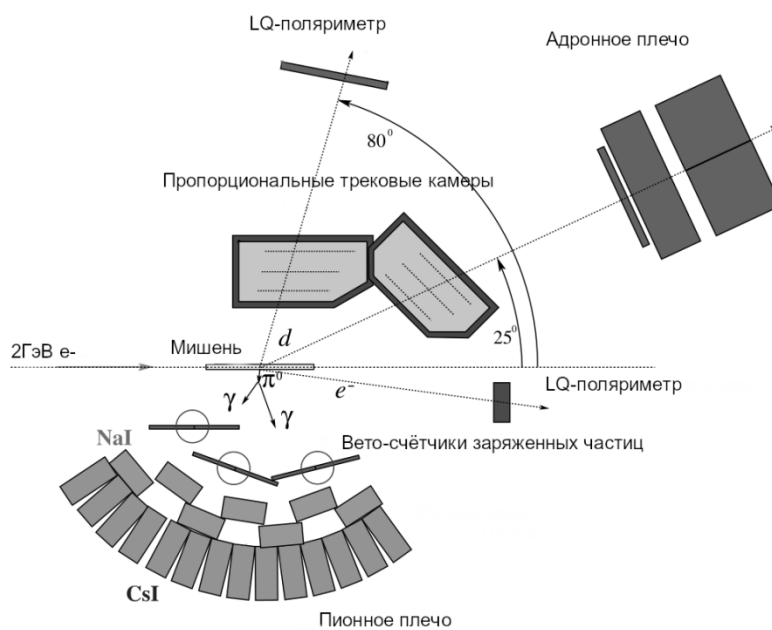


Рис. 1. Общая схема эксперимента

**Идентификация реакции.** Условие регистрации на совпадение двух фотонов - потеря энергии в двух кластерах в одном событии. При этом под кластером понимается набор кристаллов CsI, расположенных рядом. При попадании гамма-кванта в калориметр вся энергия выделяется в ограниченном объеме – кластере. Необходимое условие для восстановления параметров нейтрального пиона - наличие двух кластеров, в которых произошло энерговыделение. При этом накладывается еще одно условие: отсутствие сигнала в вето-счетчике, что свидетельствует о пролете незаряженной частицы. Реконструкция параметров нейтрального пиона осуществляется по поглощенной энергии и углу между выделенными кластерами. Для идентификации событий, соответствующих регистрации пи-ноль мезона, по полученным данным восстанавливалась масса пиона. На рис 2 приведено распределение по восстановленной массе пиона. Также на этом рисунке приведено распределение по восстановленной массе пиона, полученной из моделирования эксперимента с использованием GEANT4 и генератора фотореакций GENBOS [2]. Довольно хорошее согласие между экспериментом и моделированием свидетельствует о правильности используемой методики восстановления параметров нейтрального пиона.

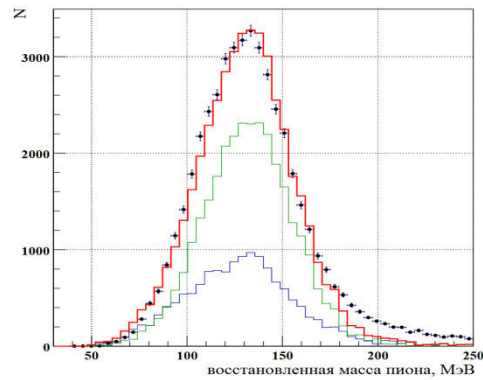


Рис. 2. Восстановленная масса пи-мезона. Точки – эксперимент, красная линия – моделирование. Зеленая линия – реакция  $\gamma d \rightarrow rp\pi^0$ , синяя – фоновые реакции

Для выделения протонов в верхнем детекторе, восстанавливалась масса частицы, зарегистрированной в одном из трех сцинтилляторов. Масса при этом восстанавливалась по времени пролета от мишени до первого сцинтиллятора и потерянной энергии в том сцинтилляторе, где частица остановилась.

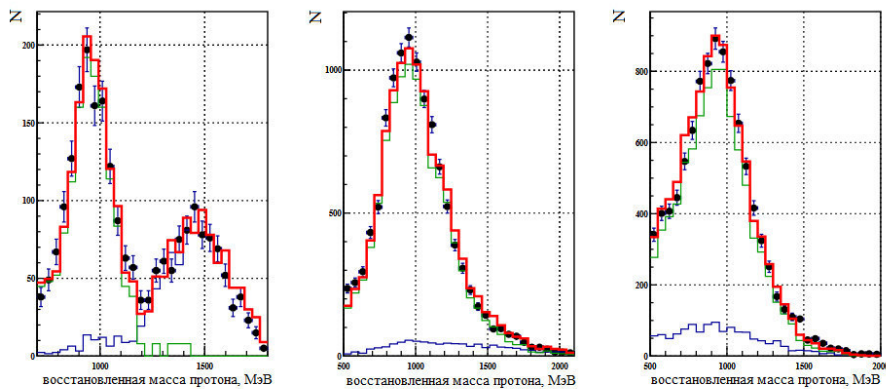


Рис. 3. Восстановленная масса протона для трех сцинтилляторов. Обозначения для моделирования такие же, как и на рис. 2

**Заключение.** На рис. 3 приведены гистограммы распределения по восстановленной массе для трех сцинтилляторов. Хорошее согласие между результатами восстановления массы из экспериментальной статистики и моделирования с использованием GEANT4 и генератора фотореакций GENBOS дает возможность оценить вклад фоновых реакций в отобранную экспериментальную статистику. Для событий, где протон был зарегистрирован в первом сцинтилляторе фоновый вклад составляет 7.1%, для второго сцинтиллятора – 4.5%, для третьего – 9.3%.

*Работа поддержана НИ ТПУ программой Приоритет-2030-НИП/ЭБ-001-0000-2022.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gauzshtein V.V. et al. Measurement of a double spin asymmetry in the photoproduction of  $\pi^+\pi^-$ -mesons on deuterons // European Physical Journal A – 2018. – V. 54 (10). – P.167-172.
2. Iljinov A.S. et al. Extension of the intranuclear cascade model for photonuclear reactions at energies up to 10 GeV // Nuclear Physics A – 1997. – V. 616. – P. 575-605.