

ДЕТЕКТОР NEW CHOD ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТА NA62 (ЦЕРН)

С. А. Федотов, А. А. Клейменова, А. Н. Хотянецв*

Институт ядерных исследований РАН, Москва

New CHOD — сцинтилляционный годоскоп сегментированной структуры с общим количеством падов, равным 152. Сигнал с каждого пада считывается с помощью спектросмещающих волокон и двумя или четырьмя SensL SiPM с чувствительной областью 3×3 мм. Этот фотодетектор имеет 4774 пикселя, размеры которых 35×35 мкм. Измерены основные параметры (эффективность регистрации фотонов, темновой ток, перекрестные помехи и усиление) для 500 SiPM.

New CHOD is a scintillating hodoscope with a pad structure and a total number of 152 counters. Each pad is read out with WLS fibers and two or four SensL SiPMs with a sensitive area of 3×3 mm. This photosensor has 4774 pixels, each of 35×35 μm . The main parameters (photon detection efficiency, dark rate, cross-talk, and gain) of 500 SiPMs were measured.

PACS: 29.40.Mc

ЭКСПЕРИМЕНТ NA62

Основной целью эксперимента NA62 [1] является изучение сверхредкого каонного распада ($K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$). Этот распад сильно подавлен и точно рассчитывается в Стандартной модели, поэтому экспериментальное измерение вероятности распада может позволить как проверить саму Стандартную модель, так и получить данные о новой физике за ее рамками. В настоящее время в эксперименте E949 зарегистрировано семь таких распадов [2, 3], что не позволяет произвести проверку предсказаний Стандартной модели. В эксперименте NA62 планируется достигнуть 10%-й точности измерений. Схема эксперимента представлена на рис. 1.

Установка NA62 состоит из большого количества детекторов. Один из них — годоскоп заряженных частиц (CHOD), обеспечивающий наложение вето на огромное количество мюонных распадов. CHOD имеет сегментированную структуру и состоит из пластиковых сцинтилляторов разного раз-

*E-mail: fedotov@inr.ru

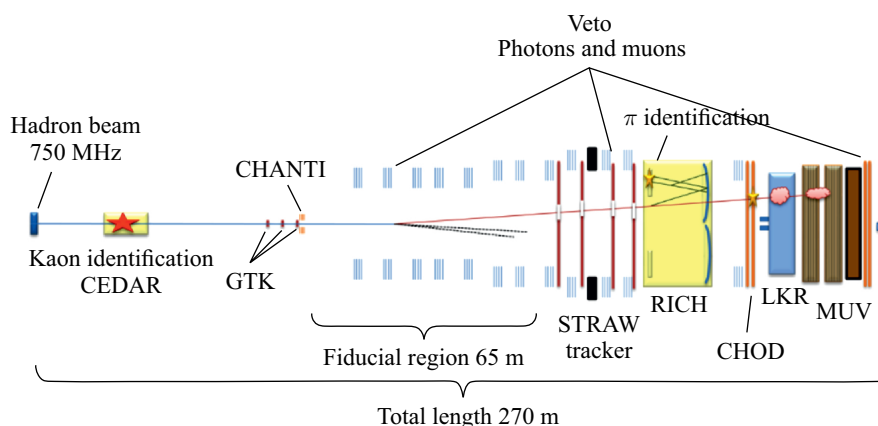


Рис. 1. Схема эксперимента NA62 [3]

мера, охватывающих площадь вокруг пучка. Детектор должен работать в режиме высокой интенсивности с разумной скоростью счета на один канал, а также обеспечивать высокое временное разрешение. Основные задачи годоскопа CHOD — обеспечивать сигнал в нулевом уровне триггерной системы и эффективное вето на возможные взаимодействия в зеркальной области детектора RICH.

ДЕТЕКТОР NEW CHOD

Во время сеансов на каонном пучке был обнаружен ряд проблем, связанных с детектором CHOD. Из-за двухслойной структуры детектора возникла проблема, связанная с корректной работой прошивки детектора. Также CHOD имел сложности, вызванные высокой загрузкой в центральной области детектора. В результате обсуждения было принято решение о создании нового детектора — New CHOD.

СТРУКТУРА ДЕТЕКТОРА NEW CHOD

Основные задачи детектора New CHOD остались теми же. Отличием от старого CHOD (рис. 2, *a*) является его конструкция: вместо двух слоев сцинтилляционных стрипов он имеет однослойную падовую структуру (рис. 2, *b*). Это позволяет решить проблемы, связанные с прошивкой и высокой загрузкой в центральной области детектора.

Детектор New CHOD симметричен относительно оси пучка. Конструкция детектора представляет собой сегментированные сцинтилляторы (пады),

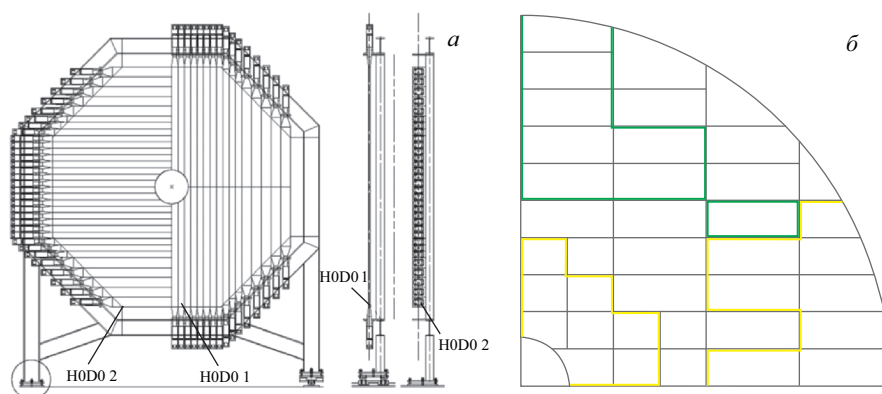


Рис. 2. *а)* Схема детектора CHOD, обладающего двухслойной стриповой структурой. *б)* Падовая структура New CHOD, на рисунке представлена 1/4-я часть симметричного относительно оси пучка годоскопа

закрепленные на общем каркасе в один слой. Каркас изготовлен на основе оргстекла, пластика и тонкого алюминия. Сигнал с падов снимается с помощью спектросмещающих (WLS) волокон (Kuraray Y11 [4]). Пады располагаются рядами поочередно с разных сторон каркаса, это уменьшает вероятность перехода сигналов из одного пада в другой и дает возможность вывести WLS-волокна на периферию детектора, где с них снимается сигнал с помощью кремниевых фотоумножителей.



Рис. 3. Нижняя половина детектора New CHOD, готовая к установке на каонный пучок

Для обеспечения одинаковой загрузки на один канал размеры падов различаются. В центральной области, где загрузка максимальна, используются пады размерами $134 \times 108 \times 30$ мм. На периферии детектора, где загрузка значительно меньше, используются пады в два раза большего размера $268 \times 108 \times 30$ мм.

Основными требованиями при создании нового детектора являлись хорошее временное разрешение (порядка 600 нс), а также эффективность регистрации не менее чем 98 % для планируемой загрузки в 30 МГц.

КРЕМНИЕВЫЕ ФОТОУМНОЖИТЕЛИ SensL

В детекторе New CHOD используются SiPM фирмы SensL марки MicroFC-30035-SMT [5]. Перед началом сборки детектора New CHOD было произведено тестирование всех SiPM в количестве 500 шт. Для каждого из них были измерены такие основные параметры, как шум, усиление и относительная эффективность регистрации фотонов (PDE).

Тестирование SiPM проводилось в светоизолированном боксе с контролируемой температурой с использованием зеленого светодиода в качестве источника света (рис. 4).

Рабочее напряжение было установлено 30 В. Планируется, что такое же рабочее напряжение будет использоваться и во время эксперимента. Темновой ток, относительное усиление и уровень перекрестных помех SiPM были определены с использованием темнового спектра фотосенсора. Распределение Пуассона позволяет вычислить эти параметры.

Зеленый светодиод генерирует короткие световые импульсы, которые направляются в монохроматор. В монохроматоре используется длина волны световых импульсов 520 нм, соответствующая длине волны света, распространяющегося по WLS-волокну. Свет, выходя из монохроматора, делится между двумя WLS-волокну с коэффициентом, примерно равным 1 : 1. Одно

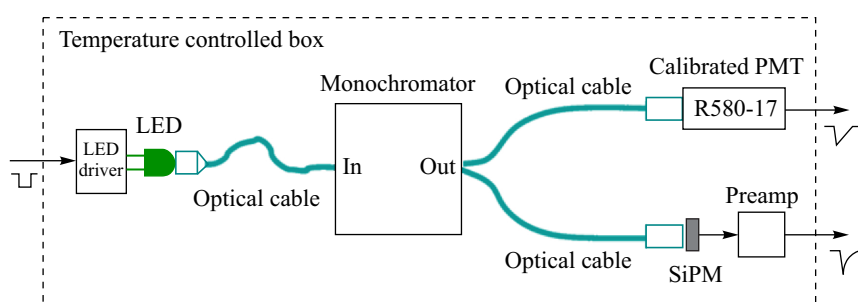


Рис. 4. Схема установки для тестирования SiPM

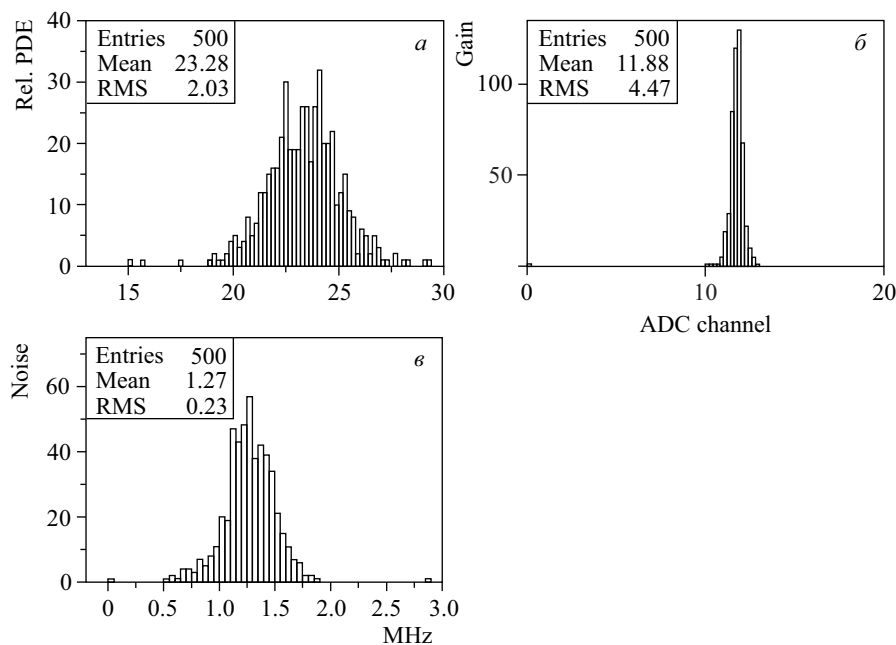


Рис. 5. Гистограммы: а) относительная эффективность, PDE; б) усиление; в) интенсивность шумовых импульсов SiPM MicroFC-30035-SMT

волокно подключено к тестируемому SiPM, а другое — к эталонному фотодетектору. Концы каждого волокна установлены в наконечник с выходным отверстием диаметра 0,5 мм. Эталонный ФЭУ представляет собой откалиброванный Hamamatsu PMT R580-17 с пиком спектральной чувствительности в зеленом диапазоне. Точность спектральной калибровки ФЭУ составляет около 10%. ФЭУ измеряет среднее число фотонов от светодиодных вспышек. Таким образом, мы можем получить абсолютное значение PDE для тестируемых SiPM. В ходе тестов были измерены только относительные значения PDE. Распределения основных измеренных параметров представлены на гистограммах на рис. 5.

ТЕКУЩИЙ СТАТУС ДЕТЕКТОРА NEW CHOD

В настоящее время осуществлена сборка верхней и нижней половин детектора New CHOD, произведена его установка на пучке ускорителя SPS. Детектор New CHOD включен в триггерную систему эксперимента NA62.

На всем протяжении процесса создания детектора выполнялись тесты его составных элементов. Все они работают стабильно, в нормальном режиме с ожидаемыми параметрами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *NA62 Collab.* NA62 Technical Design Document. NA62-10-07. 2010.
2. *Artamonov A. V. et al. (E949 Collab.)* // Phys. Rev. Lett. 2008. V. 101. P. 191802.
3. *Artamonov A. V. et al. (E949 Collab.)* // Phys. Rev. D. 2009. V. 79. P. 092004.
4. Ltd. Kuraray Co. Scintillating Fiber Products. Tech. Notes. 1994.
5. <http://sensl.com/downloads/ds/DS-MicroCseries.pdf>