

ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ
на конференцию “Ломоносовские чтения - 2021”

СОГЛАСОВАНО

Зав. кафедрой физики

элементарных частиц

академик РАН Матвеев В.А.

Подсекция 12. Атомная, ядерная физика и физика космоса

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ ДИОДОВ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОТОТИПОВ
МОДУЛЕЙ ТРЕКОВОЙ СИСТЕМЫ ЭКСПЕРИМЕНТА VM@N**

Аспирант Харламов П.И., науч. сотр. (ОИЯИ) Дементьев Д.В., доцент Леонтьев В.В.,
заведующий лабораторией Меркин М.М., инженер (ОИЯИ) Шитенков М.О.

В основе любого современного эксперимента в области физики частиц лежат детекторы, регистрирующие излучения. Одной из важнейших задач в этих экспериментах является точное определение треков и импульсов частиц и вершин их взаимодействий. Самым распространённым видом детекторов для целей восстановления треков частиц и вершин их взаимодействий на данный момент являются кремниевые стриповые детекторы.

Новые ускорительные эксперименты физики тяжёлых ионов, такие как VM@N/NICA и CBM/FAIR, ставят более строгие условия к трековым системам из-за высоких частоты взаимодействий и множественности этих экспериментов, а также необходимости точного восстановления вторичных вершин взаимодействий, образованных короткоживущими частицами. В этих условиях было принято решение в разрабатываемых для этих экспериментов трековых систем STS задействовать двухсторонние микростриповые детекторы, массовое применение которых до настоящего времени не получило широкого распространения [1]. Поэтому требуется уточнение и более тщательная проверка характеристик такого рода детекторов. Также, поскольку детекторный модуль планируется применять в экспериментах с тяжёлыми ионами на фиксированной мишени с высокой частотой взаимодействия и множественностью, то неизбежно использование электроники, способной работать без внешнего триггера считывания, которая также массово не применялась, поэтому необходимо изучение её параметров и их влияние на работу детекторной системы.

Для проверки качества трековых модулей было принято решение о разработке тестового стенда с лазерными диодами, который может эмулировать пролёт ионизирующей частицы через сенсор [2].

Лазерная установка для проверки качества детекторных модулей состоит из нескольких подсистем. Первая — это система позиционирования, которая включает в себя координатный стол с креплениями для детекторного модуля, шаговый двигатель ДШИ-200-2 с валом для перемещения координатного стола, источник питания для шагового двигателя и драйвер управления шаговым двигателем, подключаемый к последовательному порту компьютера. Вторая подсистема охватывает чтение, контроль и

мониторинг детекторного модуля. Для чтения аналоговых сигналов с одной стороны сенсора используются 8 микросхем STS-XYTER v.2.1, установленных на платах Front-End Board (FEB). Передача данных, а также команд управления платами FEB реализовано с помощью специализированного протокола STS-HCTSP через двухосевой кабель, который подключается к плате обработки данных GBTxEmulator. Для конфигурации системы чтения, медленного контроля, синхронизации плат FEB, и сортировки данных используется плата Data Processing Board (DPB), основанная на плате AFCK. Затем данные передаются по оптической линии в FLIB (First-Level Event Selector (FLES) Interface Board) для последующей обработки. Полное описание архитектуры системы сбора данных представлено в техническом дизайне трековой системы. [1] Третья подсистема — оптическая, состоящая из фокусирующей головки, переменного аттенюатора, лазерного диода и генератора сигналов в роли источника питания лазерного диода.

В данной установке используются лазерные диоды красного и инфракрасного спектров с длинами волн излучения 635 и 1064 нм. Соответствующие длины поглощения таких излучений в кремнии составляют 3.17 мкм и 1040 мкм соответственно. Поэтому в случае использования ИК лазерного диода ионизация кремния происходит на всей глубине сенсора, тогда как в случае красного лазерного диода только у поверхности. По этой причине ИК лазер лучше эмулирует пролет заряженной частицы. Тем не менее, поскольку красный лазер является видимым невооруженным глазом, то он значительно проще в настройке. Поэтому проводятся тесты с обоими вариантами лазерных диодов.

Проведённые исследования показали работоспособность данной методики тестирования, а также преимущества созданной лазерной установки.

На сегодняшний день переход от проверки прототипов трековой системы при помощи тестовых импульсов к регистрации лазерного излучения дал следующие результаты:

- выявлены недоработки сортировки первичных данных от считывающей электроники, приводящие к их потере, тем самым был внесён вклад процесс совершенствования программной прошивки FEB;

- выявлены особенности передачи микрослайсов данных системой FLESNET, что позволило наладить корректное восстановление времени регистрации события онлайн-монитором;

- проведена жёсткая привязка отклика каналов считывания с чувствительными сегментами (стрипами) сенсоров, что обеспечило картографирование связей chip-elink, выявило погрешности при разварке каналов прототипов модулей, этим был внесён вклад в улучшение процедуры подготовки модулей.

Первые проведённые измерения на тестовом стенде продемонстрировали способность собранных в ЛФВЭ ОИЯИ модулей регистрировать реальное излучение обеими сторонами сенсоров с приемлемым для опытной партии количеством неработоспособных каналов (Рисунок 1).

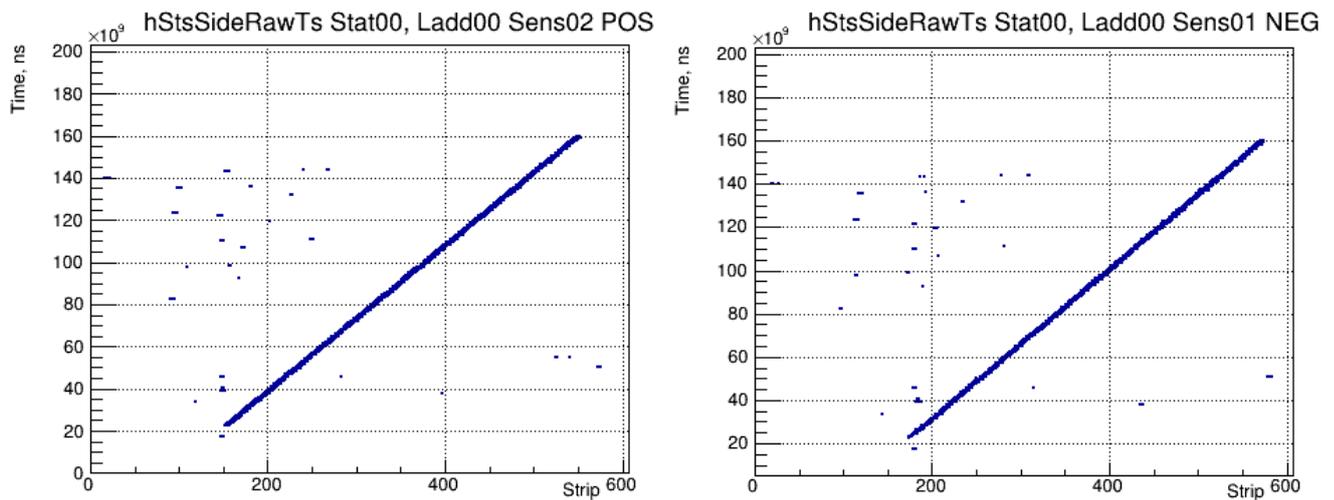


Рис. 1. Скан пучком лазера вдоль стрипов сенсора: количество хитов в сегментах на р- и на п-стороне сенсора в зависимости от времени.

Также при помощи данной тестовой установки была успешно проверена работа системы по восстановлению суммарной амплитуды сигнала от светового пятна лазера, как сфокусированного на одном-двух стрипах сенсора, так и расширенного до 5-6 стрипов (Рисунок 2).

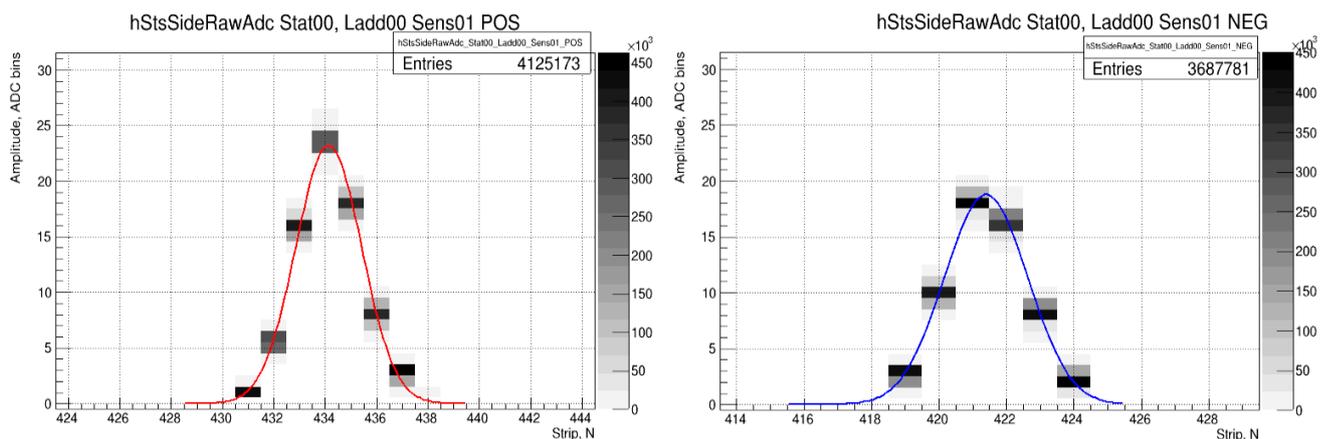


Рис. 2. Амплитуда сигналов на р- и на п-стороне сенсора, размер пятна лазера 6 стрипов.

Таким образом, применение разработанного стенда с лазерными диодами позволило проверить работоспособность различных функций компонентов трековой системы эксперимента BM@N и предоставляет важные возможности для её дальнейшего развития.

Литература

1. Baranov A. V. et al. (BM@N STS Group) The Silicon Tracking System as Part of the Hybrid Tracker of the BM@N Experiment: Technical Design Report. Dubna: JINR, 2020. 101 p. ISBN 978-5-9530-0541-8
2. Vaz M., Cihangir S., Rapidis P. Pulsed LASER for testing silicon strip detectors. FNAL-TM-1849, <https://doi.org/10.2172/10174848>