

ОТЗЫВ официального оппонента
о диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук Харламова Петра Ильича
на тему: «Методика тестирования прототипа модуля трековой системы
эксперимента VM@N»
по специальности 01.03.15 – «Физика атомных ядер и элементарных
частиц, физика высоких энергий»

Диссертация Харламова Петра Ильича посвящена разработке модулей Кремниевой Трековой Системы (КТС) для эксперимента VM@N, методике их тестирования и созданию экспериментальной установки для исследования трековых модулей с помощью лазерного излучения.

Актуальность исследований не вызывает сомнений, поскольку в эксперименте VM@N впервые массово будут использованы двусторонние кремниевые детекторы и специализированная интегральная микросхема с самотриггированием или, другими словами, с новой потоковой архитектурой, где система считывания управляется непосредственно сигналами с кремниевого детектора, и сама принимает решение о выработке внутреннего триггера индивидуально для каждого канала.

Диссертационная работа Харламова Петра Ильича представлена на 130 страницах и включает введение, четыре главы, заключение и список литературы.

Во введении приводятся аргументы, подтверждающие актуальность темы исследования, а также сформулированы цель, задачи, методы исследования, научная новизна и практическая значимость работы, приводится обоснование достоверности полученных результатов, даны основные положения, выносимые на защиту, список научных мероприятий, на которых обсуждались результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, структура диссертации.

Первая глава представляет собой обзор основных существующих на данный момент кремниевых трековых систем экспериментов ATLAS@LHC, D0@FNAL и CLAS12@CEBAF, их детекторные модули, основанные на кремниевых сенсорах, и их основные параметры. Подробно описаны кремниевые трековые системы современных экспериментов и используемые в них трековые модули. Хорошее владение материалом показывает глубокое понимание автором технологий создания кремниевых трековых детекторов.

Во второй главе детально описывается проект кремниевой трековой системы эксперимента BM@N, основными элементами которой являются двухсторонние кремниевые сенсоры и потоковая система чтения, которые на настоящее время массово не применялись в экспериментах по физике частиц, поэтому их исследование является актуальной задачей. Автор приводит расчеты загрузок детекторов, которые были использованы при разработке геометрии трековой системы.

В третьей главе автор описывает пучковые испытания прототипов трековых модулей. Для испытаний использовались пучки электронов, ускоренные на линейном ускорителе. Полученные экспериментальные результаты соответствуют расчетам автора, что показывает его понимание физических процессов при взаимодействии электронов с кремнием. На основании результатов автор делает вывод, что испытания на пучках электронов не являются идеальным методом тестирования, поэтому он рекомендует в качестве альтернативы электронам использовать излучение от лазеров.

Четвертая глава посвящена лазерной установке для тестирования кремниевых трековых детекторов. Приведенные результаты тестирований на созданной установке позволяют судить о правильности методики и о том, что лазерное излучение действительно можно использовать как замену пучкам электронов для тестирования кремниевых детекторов. И поскольку лазерная установка внесла вклад в разработку кремниевой трековой системы BM@N, то она обладает практической значимостью.

В заключении приведены основные результаты исследования.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, имеет высокий уровень, что подтверждается использованием корректных и апробированных методик, контролем условий экспериментов, высокой степенью воспроизводимости опытных данных. Предположения, выдвинутые автором при формулировании методики и создании экспериментальной установки, основаны на известных и апробированных данных теоретических и экспериментальных исследований.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается соответствием друг другу экспериментальных данных при использовании различных методов тестирования – с помощью пучка заряженных частиц и с помощью лазерного излучения, а также соответствием экспериментальных данных расчетным значениям. Результаты работы неоднократно обсуждались на международных конференциях и были опубликованы в 7 научных работах автора, 4 из которых опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений. Новизной обладает непосредственно объект исследования – детекторный модуль кремниевой трековой системы эксперимента VM@N, основными составляющими которого являются кремниевый двусторонний микростриповый сенсор и самотриггирующаяся считывающая электроника, то есть детектор основан на передовых технологиях. Впервые в России подобная система исследовалась и тестировалась с помощью лазерного луча. Полученные результаты показывают, что воздействие инфракрасного излучения с достаточной в рамках тестирования точностью имитирует прохождение частицы через кремниевый детектор. Лежащие в основе методики и установки физические принципы являются универсальными, что позволяет их применять также для других типов кремниевых детекторов.

Практическая значимость исследования подтверждается применением приведенных результатов в разработке кремниевой трековой системы эксперимента $BM@N$. Кроме того, автором экспериментально подтверждено, что лазерным излучением можно эффективно заменить пучки частиц от ускорителя и радиоактивные источники для исследования и тестирования кремниевых трековых детекторов. Методика тестирования может быть распространена на другие типы кремниевых детекторов. Созданная лазерная установка является хорошим решением для автоматизированного и массового тестирования кремниевых детекторов.

Диссертация написана на высоком уровне и достаточно полно отражает содержание проделанной работы. Результаты, выводы и рекомендации диссертанта значимы для будущих разработок в области кремниевых трековых детекторов.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

Диссертационная работа Харламова П.И. не лишена некоторых недочетов. Несмотря на то, что диссертация написана и защищается на русском языке, многие иллюстрации содержат подписи на английском языке, на некоторых графиках оставлена лишняя вспомогательная информация.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.3.15 – «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Харламов Петр Ильич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.15 – «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
**ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫЙ
ГЛАВНЫЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК**
Лаборатории экспериментальных методов ядерной физики
Отделения ядерной физики и астрофизики
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

НЕГОДАЕВ Михаил Александрович



03 ноября 2022г.

Контактные данные:

тел.: 7(916)5694675, e-mail: negodaevma@lebedev.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики

Адрес места работы:

119991 ГСП-1, РФ, г. Москва, Ленинский проспект, д.53,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физический институт имени П. Н. Лебедева Российской академии наук
Тел.: 7(499)1326025; e-mail: negodaevma@lebedev.ru

Подпись сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Физического института имени П. Н. Лебедева Российской академии наук М.А. Негодаева
удостоверяю:

Заместитель директора по научной работе
доктор физ.-мат. наук



В.А. Рябов

03 ноября 2022 г.