

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Дорохова Виктора Леонидовича «Развитие методов оптической диагностики в циклических ускорителях заряженных частиц», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.20 «Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника»

Актуальность темы. Отличительные особенности оптических методов диагностики - это бесконтактность, высокое пространственное и временное разрешение, высокая информативность, возможность получать информацию во всех точках исследуемой среды одновременно. Однако универсальных методов диагностики, которые могли бы удовлетворить многочисленные сферы применения в области фундаментальных и прикладных задач, не существуют. Поэтому зачастую при решении различных проблем требуется разработка специальных проблемно-ориентированных методов и средств измерения. В частности, это имеет первостепенное значение при экспериментальном исследовании сложных трехмерных пучков заряженных частиц в циклических ускорителях. Для успешного решения этой задачи потребовалась разработка специальных оптических методик и диагностического оборудования, ориентированных на измерение всех пространственных размеров пучка. В связи с этим, тема диссертационной работы Дорохова В. Л., посвященная разработке и совершенствованию оптического оборудования для диагностики пучков заряженных частиц, несомненно, является **актуальной** и представляет научный и практический интерес.

Оценка содержания работы.

Диссертация общим объемом в 129 страниц, включая 107 страниц текста, 11 таблиц, 67 рисунков и список литературы из 89 наименований, состоит из введения, трех глав, заключения и приложений

Во **введении** дано обоснование актуальности темы диссертации и выполнен анализ развивающегося научного направления, сформулированы цель и задачи исследования, наиболее важные научные результаты и основные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** диссертации проведен анализ работ, посвященных определению параметров пучка по регистрируемому синхротронному излучению (СИ) заряженных частиц. Кратко описана генерация СИ и его основные свойства.

Дано краткое описание ускорительного комплекса «КИСИ-Курчатов». Отмечен ряд недостатков существовавшей прежде системы оптической диагностики пучка накопителя «Сибирь-2». Обоснована цель диссертационной работы, заключающаяся в необходимости развития оптического диагностического комплекса путём замены устаревшей и не обеспечивающей требуемых параметров системы, использовавшейся ранее.

Приведено достаточно ясное описание новой станции оптической диагностики накопителя «Сибирь-2», введённой в строй в ИЯФ СО РАН при участии автора диссертации. Рассмотрены назначение, характеристики и возможности отдельных элементов комплекса: цифровая камера – для определения положения центра масс пучка и его поперечного расположения; уникальный профилометр на основе массива лавинных фотодиодов – для пооборотной регистрации профилей пучка; хорошо зарекомендовавший себя диссектор ЛИ-602 – для наблюдения за продольным распределением заряда, и новый двухщелевой интерферометр – для высокоточного измерения вертикального размера пучка. Представлены результаты измерений параметров пучка всеми элементами комплекса, сделаны оценки предельного пространственно-временного разрешения используемых оптических приборов.

Вторая глава посвящена разработке, испытанию и тестированию новой модели диссектора на основе электронно-оптического преобразователя ПИФ-1. В этой главе приведены описания конструкции и принципа работы диссектора нового поколения, особенности измерения временного разрешения с использованием фемтосекундного лазера, стенд измерения временного разрешения, и результаты измерений временного разрешения. Дорохов В.Л. в составе коллектива сотрудников ИЯФ СО РАН и ИОФ РАН принимал активное участие в подготовке и запуске в эксплуатацию измерительного стенда, в экспериментах по измерению временного разрешения диссектора. Результаты исследования показали, что с новой моделью диссектора удалось получить временное разрешение 2–3 пс, что на порядок выше, чем у предыдущий модели ЛИ-602 ($\approx 20 \div 30$ пс), и соответствует возросшим требованиям современных ускорителей. На источнике СИ MLS (Metrology Light Source, Берлин, Германия) выполнено тестирование нового диссектора с одновременными измерениями стрик-камерой Hamamatsu C10910, имеющей разрешение порядка 2 пс. Сравнение результатов, полученных диссектором и стрик-камерой, показало хорошее

согласие для диапазона от 30 до 6 пс. Утверждается, что новый диссектор является простым и радиационно-стойким устройством и поэтому предпочтительнее стрик-камеры при регулярном использовании на работающей установке. Новый диссектор при своей надежности обладает рекордным временным разрешением и не имеет аналогов в мире.

Третья глава посвящена контактным оптическим датчикам, которые регулярно используются во время отладки или ввода в эксплуатацию циклических ускорителей заряженных частиц. Использование контактных люминофорных датчиков и кварцевых конусов для генерации излучения Вавилова-Черенкова значительно упрощает настройку установки. В этой главе проведен краткий обзор люминофоров, конструкций люминофорных датчиков и их характеристик. Отмечено отсутствие достоверной информации о возможности использования люминофоров в диагностике заряженных частиц. Исследование характеристик люминофоров выполнено на ускорительном комплексе ВЭПП-4М в ИЯФ. Приведено и описание экспериментальной установки, рассмотрены характерные особенности оптической диагностики и необходимость одновременного использования ПЗС-камеры и ФЭУ. Результаты исследования эффективности светового выхода и линейности различных люминофоров под воздействием пучка частиц показали, что наилучшие характеристики имеют порошковые люминофоры. И в завершение этой главы приведены результаты исследования структуры пучка электронов при помощи стрик-камеры PS-1/S1 и датчика на основе излучения Вавилова-Черенкова. Продемонстрирована безотказность стрик-камеры при работе в условиях высокого уровня электромагнитных помех и радиационного фона. Стрик-камера PS-1/S1 зарекомендовала себя как востребованный, надежный и универсальный инструмент исследования продольной структуры пучков заряженных частиц.

В **заключении** сформулированы основные выводы по работе, которые на наш взгляд вполне обоснованы.

Ценность для науки, проведенной соискателем работы, заключается в разработке средств оптических измерений, обеспечивающих улучшенные характеристики: чувствительность, пространственно-временное разрешение, многофункциональность, точность, эффективность, применимость к широкому кругу объектов.

Практическая значимость состоит в создании аппаратуры, компьютерных программ и определении возможностей и ограничений в ходе проведенного тестирования и применений.

При ознакомлении с текстом диссертационной работы возникли следующие **замечания** по ее оформлению и вопросы:

1. Очень краткая информация об установленном в вакуумном блоке медном зеркале с золотым покрытием. Не обсуждается оптическое качество сложного в изготовлении зеркала большого диаметра, не приводится расчет тепловой нагрузки на зеркало, не обосновано золотое покрытие зеркала.
2. На рис.1.7 не правильная ориентация первых 3 светофильтровых пластин.
3. Непонятно, из каких соображений выбирались параметры главной линзы.
Рис.1.7. Важно ли, что линза ахроматическая?
4. Для удобства восприятия мотивацию применения контактных датчиков желательно приводить в начале Главы 3, а не в ее середине и конце.
5. Как в тексте диссертации, так и в автореферате имеется значительное количество опечаток: несогласованные падежи, недостающие и лишние буквы, запятые и т.п. (стр.45, 48, 61, 65, 68, 67, 77, 79, 95, 100, 107, 110)
6. В списке литературы неполная информация (отсутствует DOI в [12], [14])

Сделанные замечания носят, отчасти, рекомендательный характер и не снижают общего хорошего впечатления о выполненных автором исследованиях.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати.

По теме диссертации автором опубликовано 15 научных работ, в том числе 7 статей в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах из перечня ВАК, и 8 - в сборниках трудов конференций. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международных и Всероссийских конференциях.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации. Автореферат Дорохова В.Л. создает целостную картину о представленной работе. Его содержание полностью соответствует основным идеям и выводам диссертации.

Заключение

В целом, по результатам рассмотрения диссертационной работы Дорохова В.Л., можно отметить следующее:

Диссертация отличается актуальностью, научной новизной и практической значимостью. Задачи, поставленные во введении, выполнены, выводы обоснованы. Диссертационная работа содержит оригинальные результаты исследований, она в достаточной степени апробирована. Материал диссертации изложен последовательно и логично, диссертация хорошо иллюстрирована. Научная квалификация автора и полученные им результаты сомнений не вызывают.

Считаю, что представленная к защите диссертация «Развитие методов оптической диагностики в циклических ускорителях заряженных частиц», является законченной научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно и на высоком научно-техническом уровне, соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор – Дорохов Виктор Леонидович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.20 «Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника».

Официальный оппонент,

зав. лабораторией Оптических методов диагностики
газовых потоков ИТПМ СО РАН, д.ф.-м.н., с.н.с.

В.М. Бойко



27.04.2021
Ю.В. Кратова

Подпись В.М. Бойко удостоверяю:
Ученый секретарь ИТПМ СО РАН, к.ф.-м.н.

Сотрудник ознакомлен 29.04.2021г.

Дорохов