



25.09.2023 № 03/7677  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректор по науке и  
стратегическим проектам  
ФГАОУ ВО

«Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет»,

И.Б. Степанов

«25» 09 2023 года



## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Борина Владислава Михайловича «Исследование взаимодействия пучка заряженных частиц с электромагнитными полями в ускорителях методами оптической диагностики», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «1.3.18 – Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника»

**Актуальность темы.** Нормальная эксплуатация ускорителей заряженных частиц, особенно, таких как электрон-позитронные коллайдеры и лазеры на свободных электронах (ЛСЭ), связана с наличием диагностики различных параметров пучков заряженных частиц на протяжении всего тракта ускорителя. Отсутствие диагностики может приводить к снижению светимости пучка, к различным неконтрольным неустойчивостям движения пучка и в итоге к потере пучка, что часто сопряжено с радиационной аварией, либо к неэффективности или отсутствию генерации излучения на ЛСЭ. Поэтому разработка и внедрение способов контроля параметров пучков заряженных частиц на ускорителях, безусловно, необходима. Тем более, что зачастую

крупные ускорительные установки являются уникальными в своём роде. Это требует проведения систематических исследований для разработки или усовершенствования способов и методов диагностики для конкретных установок. Однако исследуемые закономерности могут быть вполне применены и на других установках подобного класса. Автор диссертации провел исследования, направленные на решение задач по внедрению новых систем диагностики и их последующему применению. В связи с этим диссертационные исследования Борина В.М. являются актуальными и значимыми для науки и практики.

**Новизна работы.** Диссертационная работа Борина В.М. состоит в комплексной проработке проблематики исследований и разработке технических решений. В частности, экспериментально измерены энергетический разброс пучка ВЭПП-4М во всём диапазоне энергий (от 1 ГэВ до 4,75 ГэВ); экспериментально продемонстрировано наличие влияния эффекта искажения потенциальной ямы на продольный размер пучка ВЭПП-4М; разработана и протестирована оригинальная схема автокоррелятора для среднего инфракрасного диапазона с временным разрешением 1 пс; экспериментально зарегистрировано когерентное ондуляторное излучение электронного пучка, сгруппированного в оптическом резонаторе лазера на свободных электронах.

**Достоверность** полученных результатов обоснована повторяемостью полученных данных при различных режимах работы ускорителей ВЭПП-4М и Новосибирского ЛСЭ, а также наличием согласия между полученными экспериментальными данными, результатами моделирования и расчётами, проводимыми на основе полученных данных.

**Практическая значимость** полученных результатов состоит в том, что исследованные зависимости и применённые методы оптической диагностики применимы на других ускорителях подобного класса.

**Связь диссертации с реальным сектором экономики, научными проектами, программами и грантами.** Результаты диссертации использованы



на коллайдере ВЭПП-4М и Новосибирского ЛСЭ в ИЯФ СО РАН. Исследования поддержаны Российским научным фондом (проект № 18-72-00123, 2018–2020 гг.), а также персональным грантом Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-32-90138, 2020–2022 гг.).

**Личный вклад автора.** Проведен цикл работ по изучению влияния эффектов искажения потенциальной ямы и продольной микроволновой неустойчивости на длительность пучка ВЭПП-4М. Произведено измерение энергетического разброса пучка ВЭПП-4М во всем диапазоне энергий ускорителя. Предложена модификация алгоритма измерения энергетического разброса пучка по спектру спонтанного ондуляторного излучения, адаптированная под условия работы третьего лазера Новосибирского ЛСЭ. Исследовано влияние лазерной генерации на поперечный профиль пучка Новосибирского ЛСЭ.

**Структура диссертационной работы.** Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения и списка литературы. Полный объем диссертации составляет 105 страниц, 7 таблиц, 67 рисунков. Список литературы включает 41 наименование.

**Во введении** обоснована тема диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, отмечена научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведены основные защищаемые положения, а также сведения об опубликовании в периодических рецензируемых изданиях и апробации на профильных научных мероприятиях результатов диссертационной работы.

**В первой главе** диссертации приведены результаты изучения влияния коллективных эффектов на продольную динамику пучка на коллайдере ВЭПП-4М, а также их влияния на процедуру измерения энергетического разброса пучка.

**Во второй главе** представлены результаты исследования процесса взаимодействия пучка электронов с полями электромагнитного излучения в оптическом резонаторе, что потребовало создание станций оптической

диагностики для третьего лазера Новосибирского ЛСЭ, необходимых для изучения параметров пучка и излучения четвёртой дорожки лазера Новосибирского ЛСЭ.

**В заключении** приведены основные выводы по диссертационной работе.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Представляется обоснованной целесообразность продолжения работ по дальнейшему изучению влияния коллективных эффектов и совершенствованию разрабатываемых методов диагностики с применением оптических методов.

**Имеются следующие замечания и рекомендации:**

1. Во введении отсутствует сравнение исследований, проводимых соискателем, с опубликованными результатами других исследователей, полученными на установках подобного класса (коллайдеры и лазеры на свободных электронах).

2. В тексте рукописи диссертации не приведено описание в явном виде отличия методов диагностики, применяемых соискателем, от методов, применяемых на других установках для аналогичных целей – измерения энергетического разброса пучка и измерения продольных и поперечных размеров сгустков.

3. В первой главе используется англоязычный термин «wake-», хотя есть устоявшийся термин «кильватерный» на русском языке, например, кильватерные поля, а не «wake-поля».

4. В разделе 2.6.1 не описана процедура оценки ошибки, поэтому результаты в таблице 2.4 и 2.5 для энергетического разброса 0,002 выглядят непонятными.

**Заключение по диссертационной работе.** На основании вышеизложенного диссертационная работа Борина В.М. по своей актуальности, научной новизне, уровню глубины проработки и приведённым результатам является законченной научно-квалификационной работой. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности «1.3.18 – Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника». Новые научные результаты,



полученные соискателем, имеют существенное значение для развития систем диагностики параметров пучков заряженных частиц. Имеющиеся замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Борина В.М.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 9 работах, из них 4 работы – в рецензируемых научных журналах, рекомендованных перечнем ВАК, 5 работ – в изданиях сборников конференций.

Автореферат структурирован и в полном объеме отражает содержание рукописи диссертации.

Диссертация «Исследование взаимодействия пучка заряженных частиц с электромагнитными полями в ускорителях методами оптической диагностики» выполнена на высоком научном уровне, соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Борин Владислав Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «1.3.18 – Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника».

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и одобрен на научном семинаре Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», протокол № 7 от 21 сентября 2023 года.

Председатель научного семинара,  
директор Исследовательской школы  
физики высокоэнергетических процессов  
д.т.н., доцент

  
Глушков Дмитрий Олегович

Секретарь научного семинара,  
начальник организационного отдела  
Исследовательской школы физики  
высокоэнергетических процессов

  
Покровская Елена Александровна

Отзыв составил:

Профессор-консультант Исследовательской школы физики  
высокоэнергетических процессов,

д.ф.-м.н., профессор

Специальность 01.04.01 – Техника физического эксперимента, физика  
приборов, автоматизация физических исследований

[potylitsyn@tpu.ru](mailto:potylitsyn@tpu.ru), +7 (3822) 701777 Вн.т. 2275


  
Потылицын Александр Петрович

Научный сотрудник Исследовательской школы физики высокоэнергетических  
процессов,

к.ф.-м.н.

Специальность 01.04.20 – Физика пучков заряженных частиц и ускорительная  
техника

[shkitovda@tpu.ru](mailto:shkitovda@tpu.ru), +7 (3822) 701777 Вн.т. 5261

  
Шкитов Дмитрий Андреевич