

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.162.01, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г.И. БУДКЕРА  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,  
подведомственного Минобрнауки России, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 19.12.2023 № 9

О присуждении **Ма Сяочао** (Ma Xiaochao), гражданке Китая, ученой степени **кандидата технических наук**.

Диссертация «**Развитие и применение методов диагностики пучков электронов для источника синхротронного излучения СКИФ**» по специальности **1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника** принята к защите 11.10.2023 (протокол заседания № 7) диссертационным советом 24.1.162.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственного Минобрнауки России, 630090, г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, д. 11, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012.

**Соискатель** Ма Сяочао (Ma Xiaochao), «03» декабря 1992 года рождения, работает младшим научным сотрудником в Национальной лаборатории синхротронного излучения (National Synchrotron Radiation Laboratory, NSRL) Научно-технического Университета Китая, г. Хэфэй (University of Science and Technology of China, USTC).

В 2017 году соискатель окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», а в 2022 году – аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в секторе 1-31 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственного Минобрнауки России.

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, **Мешков Олег Игоревич**, главный научный сотрудник Сектора 1-31 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук.

**Официальные оппоненты:**

1. **Кобец Валерий Васильевич** – кандидат технических наук, Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных

исследований, г. Дубна, начальник сектора № 3 линейных ускорителей научно-экспериментального отдела теоретической и методической поддержки проектов Отделения № 2 Физики на ускорительном комплексе Нуклотрон-Ника Лаборатории физики высоких энергий;

2. **Кулево́й Тимур Вячеславо́вич** – доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва, заместитель руководителя по прикладным научным исследованиям и экспериментальным установкам Курчатовского комплекса теоретической и экспериментальной физики

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, в своем положительном отзыве, подписанном Глушковым Дмитрием Олеговичем, доктором технических наук, доцентом, директором Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов; Покровской Еленой Александровной, начальником Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов; Потылицыным Александром Петровичем, доктором физико-математических наук, профессором, профессором-консультантом Исследовательской школы физики высокоэнергетических процессов, а также Шевелевым Михаилом Викторовичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником Инженерной школы ядерных технологий МНОЛ «Рентгеновская оптика», указала, что диссертация Ма Сяочао является законченной научно-квалификационной работой. Новые научные результаты, полученные соискателем, имеют существенное значение для развития систем диагностики параметров пучков заряженных частиц. Диссертация «Развитие и применение методов диагностики пучков электронов для источника синхротронного излучения SKIF» выполнена на высоком научном уровне, соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Ма Сяочао заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них в научных журналах из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, или в научных изданиях, входящих в международную реферативную базу данных цитирования Scopus, опубликовано 3 работы и получен 1 патент на регистрацию программы для ЭВМ. Работы посвящены исследованиям в области диагностики пучков ускорителей заряженных частиц. Основные результаты по теме диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Beam diagnostics for linear accelerator of SKIF synchrotron light source / **Xiaochao M**, Y. I. Maltseva, O. I. Meshkov [et al.]. – Текст : электронный // Journal of Instrumentation. – 2022. – Vol. 17. – № 4. – P. T04001. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-0221/17/04/T04001> – Дата публикации: 01.04.2022.



2. Измерение параметров ВЧ пушки линейного ускорителя Сибирского Кольцевого Источника Фотонов / С. Ма, М. В. Арсентьева, А. М. Батраков [et al.]. – Текст : электронный // Сибирский физический журнал. 2023. Т. 18, № 1. С. 14–27. – URL: [http://doi.org/ 10.25205/2541-9447-2023-18-1-14-27](http://doi.org/10.25205/2541-9447-2023-18-1-14-27) – Дата публикации: 21.07.2023.
3. Beam loss monitoring system for the SKIF synchrotron light source / Y. I. Maltseva, S. V. Ivanenko, M. Xiaochao [et al.]. – Текст : электронный // Journal of Instrumentation. – 2022. – Vol. 17. – № 5. – P. T05004. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-0221/17/05/T05004> – Дата публикации: 01.05.2022.
4. Патент № 2022668588 Государственная регистрация программы для ЭВМ. Beam Diagnostic Control System (BDCS) : № 2022667230 : заявл. 10.10.2022 : опубл. 23.09.2022 / Ма Сяочао (CN), Дорохов Виктор Леонидович (RU) – 1 с. : сайт. – URL: <https://fips.ru/EGD/76757fd4-baea-400c-b55b-7df6da012319>– Текст : электронный.

Вклад соискателя ученой степени в работы по теме диссертации является определяющим. Авторский вклад соискателя в 1 и 2 статьи состоит в моделировании динамики пучка в магнитном спектрометре и расчете угловой расходимости и интенсивности светового потока, возникающего при взаимодействии электронного пучка с кварцевым или аэрогелевым радиатором в черенковском датчике. Кроме того, соискатель спроектировала оптическую схему для люминофорного датчика. В работе 2 все экспериментальные результаты по измерению параметров ВЧ пушки линейного ускорителя СКИФ получены при непосредственном и определяющем вкладе соискателя. Соискатель занималась также обработкой экспериментальных результатов для определения эмиттанса пучка, его энергии, энергетического разброса, поперечного и продольного размера. В работе 3 соискатель проводила расчеты распределения потерь пучка в пределах одного суперпериода накопителя СКИФ с учетом структурных функций и рассчитывала оптимальные координаты расстановки датчиков потерь. На основе Python PyQt5 разработан пользовательский интерфейс для работы с ПЗС-камерой для записи параметров поперечного сечения пучка ВЭПП-3 (работа 4). Был получен патент о государственной регистрации программного обеспечения для записи профиля пучка в многокадровом режиме.

В диссертации соискателя ученой степени Ма Сяочао отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных ей работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От официального оппонента Кобеца Валерия Васильевича, кандидата технических наук, начальника сектора №3 Научно-экспериментального отдела теоретической и методической поддержки проектов Отделения №2 Физики на ускорительном комплексе Нуклотрон-Ника Лаборатории физики высоких энергий Международной межправительственной организации Объединенного института ядерных исследований. В отзыве представлен краткий обзор диссертационной работы, подчеркиваются актуальность избранной темы, новизна и значимость полученных результатов для науки и практики, а также обоснованность и достоверность основных положений и



выводов, дается общая оценка работы. В отзыве имеются замечания, которые, как отмечено, не влияют на общую положительную оценку работы, которая, в целом, превосходна, все защищаемые положения обоснованы. В заключении указано, что диссертационная работа Ма Сяочао является самостоятельным завершённым научным трудом, выполненным на высоком научном уровне, и вносит большой вклад в создание источника синхротронного излучения СКИФ. По актуальности, новизне, научно-практической значимости и степени достоверности результатов диссертация полностью соответствует требованиям и критериям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

2. От официального оппонента Кулевого Тимура Вячеславовича, доктора технических наук, заместителя директора по научной работе по ускорительному направлению Федерального государственного бюджетного учреждения «Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». В отзыве кратко описано содержание диссертации, актуальность и научная новизна работы, значимость полученных результатов для науки и практики, а также обоснованность, достоверность научных положений и выводов. В отзыве имеются замечания, которые, как отмечено, не влияют на главные результаты диссертации и не снижают высокое качество исследования. В заключении отмечено, что диссертационная работа Ма Сяочао «Развитие и применение методов диагностики пучков электронов для источника синхротронного излучения СКИФ», полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.
3. На автореферат поступил отзыв, подписанный Терещенко Олегом Евгеньевичем, доктором физико-математических наук, профессором РАН, заведующим лабораторией физики и технологии гетероструктур Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук. В отзыве приводится краткий обзор содержания автореферата, отмечается практическая значимость полученных результатов, достоверность и новизна. Отзыв содержит замечание, не влияющее на хорошее впечатление и положительную оценку работы. В заключении отмечается, что диссертационная работа «Развитие и применение методов диагностики пучков электронов для источника синхротронного излучения СКИФ» полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г.



№ 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а Ма Сяочао заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается известностью их достижений в области физики пучков заряженных частиц и ускорительной техники, их компетентностью, наличием публикаций по теме защищаемой диссертации и способностью определить научную и практическую значимость диссертационного исследования, а также дать рекомендации по использованию полученных результатов.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований **разработаны** оригинальные средства диагностики пучка заряженных частиц в линейном ускорителе и бустере инжекционного комплекса источника синхротронного излучения поколения 4+ СКИФ. **Предложен** нетрадиционный метод измерения продольного профиля пучка заряженных частиц на основе черенковского излучения в широком диапазоне энергий. **Доказано** соответствие достигнутых параметров пучка ВЧ пушки и прототипа линейного ускорителя источника синхротронного излучения поколения 4+ СКИФ требованиям технического задания. **Введены** в строй новые методики измерения параметров пучка, применимые в различных классах ускорителей заряженных частиц.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что проведено численное моделирование и аналитические расчеты функционирования диагностических методов и **доказано** соответствие результатов расчетов и численного моделирования длительности и энергетического разброса пучка ВЧ пушки и линейного ускорителя измеренным значениям, применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс диагностических методик для измерения параметров пучка частиц линейного ускорителя источника синхротронного излучения поколения 4+ СКИФ. **Изложены** элементы теории, которые легли в основу расчетов и численного моделирования составляющих диагностического комплекса установки, **раскрыты** основные особенности проведения экспериментов и измерения параметров пучка линейного ускорителя с помощью разработанных автором методик, **изучены** факторы и закономерности, влияющие на точность измерений и соотношение сигнал/шум в проведенных экспериментах.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что применение разработанных методов диагностики позволило получить и измерить проектные параметры пучка электронов линейного ускорителя СКИФ на стенде, а также реализовать концепцию оптической диагностики пучка бустера СКИФ. **Определены** методы измерения энергии и энергетического разброса пучка полноразмерной версии линейного ускорителя.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила, что надежность результатов измерений обеспечивается использованием диагностик с заданными оптическими и электромагнитными характеристиками и средств измерения пикосекундных световых импульсов, прошедших калибровку их временного



разрешения на специальных стендах, а также высокоэффективной системой сбора и обработки данных. Представленные результаты измерений получены при многократном проведении экспериментов в условиях воспроизводимости по параметрам пучка линейного ускорителя и бустера ВЭПП-3. Установленные в эксперименте закономерности зависимости параметров пучка в линейном ускорителе и на бустере ВЭПП-3 подтверждаются существующими теоретическими моделями.

**Личный вклад соискателя** состоит в теоретических расчетах и моделировании элементов диагностики, получении экспериментальных результатов, их обработке и анализе, написании программного обеспечения, подготовке публикаций и предоставлении результатов на международных конференциях.

В ходе защиты диссертации д.ф.-м.н., с.н.с. Шварц Б. А. попросил прокомментировать влияние многократного рассеяния в черенковском радиаторе на временное разрешение черенковского датчика, д.ф.-м.н., профессор Аржанников А. В. задал вопрос о линейности светового потока, излучаемого люминофорным экраном, относительно плотности электронов в измеряемом электронном сгустке. Соискатель Ма Сяочао согласилась с замечаниями и ответила на заданные в ходе заседания вопросы, приводя собственную аргументацию.

Диссертация Ма Сяочао «**Развитие и применение методов диагностики пучков электронов для источника синхротронного излучения СКИФ**» соответствует всем критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, установленным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 с изменениями и дополнениями от 20 марта 2021 года № 426.

На заседании 19.12.2023 диссертационный совет принял решение:

за разработку комплексной системы диагностики пучка для инжекционного комплекса СКИФ, а также за создание программного кода для реализации разных способов регистрации динамики профиля пучка, имеющих большое значение для развития физики пучков заряженных частиц и ускорительной техники, присудить **Ма Сяочао** ученую степень **кандидата технических наук**.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за - 20, против - 0.

И.о. председателя диссертационного  
совета 24.1.162.01, д.ф.-м.н.

 /Багрянский Петр Андреевич/

Ученый секретарь диссертационного  
совета 24.1.162.01, д.ф.-м.н.

 Шехтман Лев Исаевич /

20.12.2023

