

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.162.02, 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 03.07.2026 № 13

О присуждении **Мальцеву Тимофею Владимировичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени **кандидата физико-математических наук**.

Диссертация **«Координатные детекторы высокого разрешения на основе газовых электронных умножителей»** по специальности **1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики** принята к защите 29.04.2026 (протокол заседания № 6) диссертационным советом 24.1.162.02, 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 Мальцев Тимофей Владимирович, «21» апреля 1992 года рождения, работает научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственном Минобрнауки России.

В 2015 году соискатель с отличием окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по направлению подготовки 03.04.02 Физика, а в 2019 году – очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г. И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственном Минобрнауки России, по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия.

Диссертация выполнена в секторе 3-13 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 Шехтман Лев Исаевич, главный научный сотрудник сектора 3-13 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г. И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Фахрутдинов Ринат Макаримович – доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физики высоких энергий имени А. А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», ведущий научный сотрудник;
2. Гонгадзе Алекси – кандидат физико-математических наук, Международная межправительственная научно-исследовательская организация Объединенный институт ядерных исследований, начальник сектора №3 Лаборатории ядерных проблем имени В. П. Джелепова

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук, г. Москва. Положительный отзыв ведущей организации подписан: Хабибуллин Маратом Марсовичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником Отдела физики высоких энергий ИЯИ РАН; Куденко Юрием Григорьевичем, доктором физико-математических наук, член-корреспондентом РАН, председателем Научно-технического совета Отдела физики высоких энергий РАН; Паниным Александром Григорьевичем, кандидатом физико-математических наук, заместителем директора ИЯИ РАН. В отзыве ведущей организации указано, что диссертация Мальцева Т. В. представляет собой законченную научную работу, направленную на изучение основных характеристик детекторов на основе газовых электронных умножителей, а также численное моделирование работы внутреннего трека детектора проектируемой Супер Чарм-Тау Фабрики. Достоверность полученных данных обусловлена подробным описанием применяемых методов, воспроизводимостью и непротиворечивостью результатов многочисленных экспериментов, применением для моделирования известных и надежных программ. Все результаты, на основе которых сформулированы выводы диссертации, получены автором лично. Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы, тема и содержание которой соответствуют специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики. Материалы диссертации опубликованы в ведущих научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ, доложены на международных конференциях. Основные публикации автора по теме работы корректно и полно отражают содержание диссертации и ее основные результаты. В отзыве имеются замечания, которые носят рекомендательный характер, также приведен список опечаток и стилистических неточностей, которые никак не снижают научный уровень диссертации.

По актуальности, новизне, научной и практической значимости диссертация Т. В. Мальцев «Координатные детекторы высокого разрешения на основе газовых электронных умножителей» соответствует требованиям и

критериям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Мальцев Тимофей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики за проведенные измерения характеристик и установление физических пределов пространственного разрешения детекторов на основе газовых электронных умножителей, собранных в ИЯФ СО РАН, а также за построение моделирования работы внутреннего трекера детектора проектируемой Супер Чарм-Тау фабрики.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ, из них 6 в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК. Работы посвящены измерению коэффициента газового усиления, эффективности регистрации и пространственного разрешения детекторов на основе газовых электронных умножителей; построению моделирования регистрации частиц детекторами на основе газовых электронных умножителей; разработке моделирования прохождения заряженных частиц через внутренний трекер детектора Супер Чарм-Тау Фабрики; оценке влияния положительного заряда ионов на искажение траектории электронов ионизации во внутреннем трекаре детектора Супер Чарм-Тау Фабрики. Основные результаты по теме диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Kudryavtsev, V. N. Spatial resolution of the detectors based on Gas Electron Multipliers / V. N. Kudryavtsev, T. V. Maltsev, L. I. Shekhtman. – Текст : электронный // Journal of Instrumentation. – 2020. – Vol. 15, nr. 05. – P. C05018. – URL: <https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/05/C05018>. – Дата публикации: 11.05.2020.
2. Kudryavtsev, V. N. Spatial resolution of triple-GEM detectors / V. N. Kudryavtsev, T. V. Maltsev, L. I. Shekhtman. – Текст : электронный // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2019. – Vol. 936. – P. 482–484. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.nima.2018.10.140>. – Дата публикации: 21.08.2019.
3. Kudryavtsev, V. N. Limits of a spatial resolution of the cascaded GEM based detectors / V. N. Kudryavtsev, T. V. Maltsev, L. I. Shekhtman. – Текст : электронный // Journal of Instrumentation. – 2017. – Vol. 12, nr. 06. – P. C06015. – URL: <https://doi.org/10.1088/1748-0221/12/06/C06015>. Дата публикации: 19.06.2017.
4. Kudryavtsev, V. N. Study of spatial resolution of coordinate detectors based on Gas Electron Multipliers / V. N. Kudryavtsev, T. V. Maltsev, L. I. Shekhtman. – Текст : электронный // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2017. – Vol. 845. – P. 289–292. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.nima.2016.06.066>. Дата публикации: 15.06.2016.
5. Time Projection Chamber as Inner Tracker for Super Charm-Tau factory at BINP / V. K. Vadakeppattu, A. V. Sokolov, L. I. Shekhtman, T. V. Maltsev. – Текст : электронный // Journal of Instrumentation. – 2020. – Vol. 15, nr. 07. – P. C07021. – URL: <https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/07/C07021>. Дата публикации: 14.07.2020.

6. Development of compact TPC for future Super Charm-Tau Factory detector / A. Sokolov, T. Maltsev, L. Shekhtman, V. K. Vadakeppattu. – Текст : электронный // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2022. – Vol. 1040. – P. 167225. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.nima.2022.167225>. Дата публикации: 20.07.2022.

Личный вклад автора в получение научных результатов, лежащих в основе диссертации, является определяющим. Все результаты по теме исследования получены автором лично или при его непосредственном участии. Автором проведено численное моделирование процесса регистрации электронов детектором на основе трехкаскадных газовых электронных умножителей и получены значения пространственного разрешения. Автор принимал участие в наборе экспериментальных данных на Тестовом пучке электронов ускорительного комплекса ВЭПП-4 и выполнял статистическую обработку полученных данных для измерения коэффициента газового усиления, эффективности регистрации частиц и пространственного разрешения детекторов на основе газовых электронных умножителей. Автор построил моделирование работы внутреннего трекера детектора Супер Чарм-Тау Фабрики и рассчитал минимальный импульс, допускающий возможность реконструкции траектории заряженных пи-мезонов. Автор исследовал искажение траектории электронов ионизации за счет объемного заряда положительных ионов внутри время-проекционной камеры и вычислил параметры, обеспечивающие минимальные искажения.

Подготовка результатов к публикации в научных журналах проводилась совместно с соавторами. Приведенный выше список публикаций в журналах, рекомендованных ВАК, содержит 6 работ.

Авторский вклад диссертанта в статьи 1 – 4 заключается в построении моделирования регистрации частиц детектором на основе газовых электронных умножителей и расчете пространственного разрешения детекторов данного типа; в обработке экспериментальных данных и определении коэффициента усиления, эффективности регистрации и пространственного разрешения изучаемых детекторов. Авторский вклад диссертанта в статьи 5 – 6 заключается в моделировании искажения силовых линий электрического поля за счет объемного заряда положительных ионов.

В диссертации соискателя ученой степени Мальцева Т. В., отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных им работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От официального оппонента Фахрутдинова Рината Макаримовича, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики высоких энергий имени А. А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». В отзыве представлен обзор диссертационной работы, подчеркиваются актуальность темы исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Отмечено, что диссертация Т. В. Мальцева является законченной научно-исследовательской работой, в которой решен ряд важных задач в области методики регистрации элементарных частиц детекторами на основе газовых электронных умножителей и внутренним трекером на основе время-

проекционной камеры, имеющих важное научное и практическое значение для современной науки. В отзыве имеются замечания, которые носят рекомендательный и уточняющий характер и никаким образом не снижают общую высокую оценку диссертационной работы. В заключительной части отзыва отмечено, что работа Т. В. Мальцева полностью соответствует требованиям и критериям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Основные результаты диссертации Т. В. Мальцева опубликованы в высокоцитируемых научных изданиях, неоднократно докладывались на международных конференциях и хорошо известны специалистам.

2. От официального оппонента Гонгадзе Алекси, кандидата физико-математических наук, начальника сектора №3 Лаборатории ядерных проблем имени В. П. Джелепова Международной межправительственной научно-исследовательской организации Объединенный институт ядерных исследований. В отзыве описано содержание диссертации, актуальность и научная новизна работы, практическая значимость полученных результатов, а также обоснованность и достоверность научных положений и выводов. В отзыве подчеркивается, что работа обладает внутренним единством, главы связаны между собой и приводят к общим выводам, которые хорошо согласуются с поставленными задачами. Замечания имеют рекомендательный характер и относятся к уточнению технических условий для некоторых выводов, а также к пожеланиям по большей унификации применяемых обозначений. В заключении отмечено, что диссертация Т. В. Мальцева представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором на высоком научном и методическом уровне.
3. На автореферат поступил отзыв, подписанный Поташевым Станиславом Ильичом, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником Лаборатории атомного ядра Института ядерных исследований РАН. В отзыве отмечается актуальность и научная новизна проведенного диссертационного исследования. В отзыве указано, что автореферат содержит необходимую информацию для составления представления о диссертации в целом. В заключении отмечено, что диссертация Т. В. Мальцева выполнена автором на высоком профессиональном уровне и является законченным научным исследованием. Диссертационная работа «Координатные детекторы высокого разрешения на основе газовых электронных умножителей», полностью удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Мальцев Тимофей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их достижений в области методики регистрации элементарных частиц, 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:

Получены значения коэффициента газового усиления, эффективности регистрации частиц и пространственного разрешения детекторов на основе газовых электронных умножителей, собранных в ИЯФ СО РАН. Эффективность детекторов находится на уровне 99% при коэффициенте усиления выше 2×10^4 , пространственное разрешение изучаемых детекторов составляет 15 – 30 мкм.

В моделировании установлено, что заряженные пи-мезоны с импульсом выше 55 МэВ/с могут быть стабильно реконструированы во внутреннем трекаре детектора Супер Чарм-Тау Фабрики на основе время-проекционной камеры. Средствами моделирования продемонстрировано, что минимальные искажения траектории электронов ионизации за счет объемного положительного заряда ионов во внутреннем трекаре детектора Супер Чарм-Тау Фабрики обеспечиваются в рабочем газе Ar(45%)-iC₄H₁₀(15%)-CF₄(40%) при коэффициенте усиления торцевых детекторов 10^4 , напряженности электрического поля 1 кВ/см и обратном ионном токе 1%. Такие искажения, достигающие 2 мм на 30 см дрейфа, могут быть скорректированы при обработке данных.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Методами моделирования установлено значение 300 ± 20 мкм/ $\sqrt{\text{см}}$ для коэффициента эффективной поперечной диффузии электрона в рабочем газе Ar(70%)-CO₂(30%) в присутствии тройного каскада газовых электронных умножителей, где напряженность электрического поля в дрейфовом промежутке толщиной 3 мм равна 2 кВ/см, а в остальных промежутках толщиной 2 мм напряженность равна 3,5 кВ/см. Данное значение коэффициента диффузии может применяться для оценки характеристик проектируемых детекторов.

Продемонстрирована возможность составления простой модели на основе распределений Гаусса и Ландау, которая успешно воспроизводит экспериментально наблюдаемые данные при регистрации частиц детекторами на основе газовых электронных умножителей и обеспечивает результаты, согласующиеся с выводами специализированных программ моделирования, таких как GEANT4, HEED, Garfield.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Разработан метод корректировки дифференциальной нелинейности метода центра тяжести, позволяющий улучшить пространственное разрешение до уровня 10 мкм, что является физическим пределом для детекторов на основе газовых электронных умножителей.

Найденные в моделировании значения порогового импульса заряженных пи-мезонов, необходимые для их регистрации, а также анализ влияния положительного объемного заряда ионов на силовые линии электрического поля во внутреннем трекаре детектора Супер Чарм-Тау Фабрики позволяют сформулировать экспериментальную физическую программу данной проектируемой установки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что достоверность полученных результатов обеспечивается большим объемом

экспериментальных данных, собранных методами, которые были подробно описаны и обоснованы. Экспериментальные результаты хорошо воспроизводимы, непротиворечивы как между собой, так и с результатами численного моделирования. Анализ ряда результатов исследования показывает корректное соответствие с теоретическими и экспериментальными данными, полученными другими авторами.

В ходе защиты диссертации д.ф.-м.н. Блинов В. Е. задал вопросы о настройках программы моделирования Garfield, об эффективности работы изучаемых детекторов и о критериях выбора рабочего газа. Затем д.ф.-м.н., профессор Аржаңников А. В. попросил уточнить конфигурацию электрического поля в детекторах на основе трёхкаскадных газовых электронных умножителей при работе в условиях высоких загрузок. Далее в процессе защиты д.ф.-м.н., профессор, академик РАН Кулипанов Г. Н. предложил обсудить возможность регистрации синхротронного излучения с применением микроструктурных газовых детекторов. Заключительный вопрос задал д.ф.-м.н., с.н.с. Давыденко В. И., попросив объяснить выбор трёхкомпонентной газовой смеси для разрабатываемой время-проекционной камеры детектора Супер Чарм-Тау Фабрики.


Соискатель Т. В. Мальцев согласился с замечаниями и ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, приводя собственную аргументацию.

Диссертация Мальцева Т. В. «Координатные детекторы высокого разрешения на основе газовых электронных умножителей» 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.


На заседании 03.07.2026 диссертационный совет принял решение: за научную работу по исследованию характеристик детекторов на основе газовых электронных умножителей и численное моделирование работы внутреннего трека на основе время-проекционной камеры, имеющей значение для методики регистрации элементарных частиц, присудить **Мальцеву Тимофею Владимировичу** ученую степень **кандидата физико-математических наук**.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» – 14, «против» – 0.

Председатель диссертационного
совета 24.1.162.02,
д.ф.-м.н.

 / Багрянский Петр Андреевич /

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.1.162.02,
д.ф.-м.н., профессор РАН

 / Лотов Константин Владимирович /

06.07.2026

