ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.04 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12 октября 2026 года № 66

О присуждении Ушакову Кириллу Александровичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Анализ мультичастичных обобщений теорий высших спинов» по специальности 1.3.3 — «Теоретическая физика» принята к защите 6 июля 2026 года (протокол заседания № 60) диссертационным советом 24.1.262.04, созданным 18 октября 2023 года приказом № 1975/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П. Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991, ГСП-1, г. Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Ушаков Кирилл Александрович, 20 февраля 1999 года рождения, в 2022 году окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (МФТИ) по направлению подготовки 03.04.01 «Прикладные математика и физика». В 2022–2026 годах обучался в аспирантуре МФТИ по научной специальности 1.3.3 — «Теоретическая физика». Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана МФТИ в 2026 году. С 2021 года работает в ФИАН в должности высококвалифицированного младшего научного сотрудника Отделения теоретической физики им. И. Е. Тамма (ОТФ).

Диссертационная работа К. А. Ушакова выполнена в ОТФ ФИАН.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН Васильев Михаил Андреевич, высококвалифицированный главный научный сотрудник ОТФ ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Зиновьев Юрий Михайлович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Института физики высоких энергий им. А. А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».
2. Федорук Сергей Алексеевич, доктор физико-математических наук, начальник сектора Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова Международной межправительственной организации Объединенный институт ядерных исследований.

Дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Математический институт им. В. А. Стеклова Российской академии наук (МИАН) — в своем положительном отзыве, составленном главным научным сотрудником отдела теоретической физики МИАН, доктором физико-математических наук, профессором, членом-корреспондентом РАН Арефьевой Ириной Ярославной и утвержденном директором МИАН Трещевым Дмитрием Валерьевичем, указала, что диссертация отвечает критериям научно-квалификационной работы на соискание степени кандидата наук, установленным Положением о присуждении учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 — «Теоретическая физика».

Соискатель имеет 4 опубликованные работы. По теме диссертации опубликованы 3 статьи в рецензируемых научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем К.А. Ушаковым работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Bychkov A. S., Ushakov K. A., Vasiliev M. A. The σ_- Cohomology Analysis for Symmetric Higher-Spin Fields // Symmetry. 2021. Vol. 13, No. 8. Art. 1498.
2. Tarusov A. A., Ushakov K. A., Vasiliev M. A. Linearized Coxeter higher-spin theories // Journal of High Energy Physics. 2025. No. 08. Art. 052.
3. Tarusov A. A., Ushakov K. A. The σ_- cohomology analysis for Coxeter higher spin B_2 model // Journal of High Energy Physics. 2026. No. 06. Art. 044.

Выбор Зиновьева Юрия Михайловича в качестве официального оппонента обусловлен его высокой квалификацией в теории калибровочных полей и специализацией в описании безмассовых, массивных и частично-безмассовых полей высших спинов.

Выбор Федорука Сергея Алексеевича в качестве официального оппонента обусловлен его высокой квалификацией в теории представлений, осцилляторных и твисторных методах, а также в построении полевых моделей высших спинов.

Выбор МИАН в качестве ведущей организации обусловлен наличием в институте специалистов по квантовой теории поля, теории струн, голографии и математическим методам теоретической физики, позволяющим оценить как представленные в диссертации алгебраические конструкции, так и их физическую интерпретацию.

Диссертационная работа К. А. Ушакова посвящена когомологическому и теоретико-представленческому анализу развернутых систем стандартной теории высших спинов и ее кокстеровского расширения, с основным вниманием к модели, основанной на группе Кокстера B_2.

Актуальность исследования определяется необходимостью установить, какие независимые поля и калибровочные симметрии содержатся в расширенных развернутых системах и какие их секторы допускают интерпретацию в терминах физических состояний. Эти вопросы предшествуют поиску вакуумов с нарушенной симметрией высших спинов и исследованию возможного механизма генерации масс. Интерес к B_2-модели дополнительно мотивирован гипотезой о связи мультичастичной версии данного расширения теории высших спинов с теорией струн.

На основании выполненных соискателем исследований получены следующие основные результаты:

1. С помощью обобщения теории Ходжа вычислены σ_--когомологии для стандартного присоединенного модуля в пространстве Минковского произвольной размерности и в четырехмерном пространстве анти-де Ситтера. Найдены явные тензорные и мультиспинорные выражения для представителей, соответствующие независимым калибровочным параметрам, динамическим полям и калибровочно-инвариантным дифференциальным операторам. Получено альтернативное доказательство Первой теоремы о массовой оболочке. В спинорном рассмотрении исследован также сектор полей полуцелого спина и установлена связь с описанием Фанга–Фронсдала.

2. Для теории, расширенной произвольной конечной группой Кокстера, сформулирован и доказан критерий распутываемости модулей: необходимое и достаточное условие приведения модуля к тензорному произведению присоединенных и твистованно-присоединенных модулей стандартной четырёхмерной теории высших спинов в классе линейных преобразований осцилляторов. Тем самым выделены распутываемые и запутанные модули, различающиеся по возможности такого приведения.

3. Модули B_2-теории реализованы в терминах левых модулей Фока и автоморфизмов алгебры осцилляторов. С применением комплексных преобразований Боголюбова выполнена их классификация по

существованию комплексно-эквивалентного унитарного модуля старшего или младшего веса. Предложено выделение унитарного подсектора линеаризованной системы посредством ограничения по автоморфизму чётности и граничных условий на поля ноль-формы.

4. Проведён анализ младших σ_--когомологий для один-форм, принимающих значения в тензорном квадрате стандартного присоединенного модуля, и для ноль-форм со значениями в тензорном произведении твистованно-присоединенного и присоединенного модулей. Показано, что рассматриваемый сектор один-форм содержит бесконечное число копий безмассовых полей спина $s \geq 1$ и частично-безмассовых полей всех допустимых глубин. Кратности организуются с помощью коммутирующей алгебры $sl(2) \oplus sl(2)$. В смешанном секторе ноль-форм выявлены нерасщепляемые расширения модулей Верма в пространствах кратностей представлений алгебры изометрий анти-де Ситтера.
5. На примерах полей младших спинов исследовано динамическое содержание линейной вершины, связывающей секторы один-форм и ноль-форм. Установлена его зависимость от веса один-формы относительно компоненты коммутирующей алгебры, сохраняющей суммарную степень мономов по осцилляторным переменным. При ненулевом весе вершина содержит как члены, ассоциированные с тензорами Вейля, так и члены, связанные с полевыми уравнениями; при нулевом весе остаются только члены типа Вейля. Унитарная редукция удаляет из вершины члены, относящиеся к полевым уравнениям; частично-безмассовые поля редуцированной системы становятся нединамическими.

Научная новизна работы заключается в получении явных выражений для представителей когомологий, необходимых для анализа развёрнутых уравнений, в разработке критерия распутываемости кокстеровских модулей и в построении единого способа изучения их представленческих свойств. Новыми результатами являются классификация B_2-модулей по наличию унитарного комплексно-эквивалентного модуля, выделение линейного унитарного

подсектора, исследование полевого содержания ранее не рассмотренных тензорных произведений стандартных модулей и установление особенностей связи полей один-форм и полей ноль-форм в кокстеровской теории.

Теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования состоит в развитии методов извлечения физического содержания из развёрнутых систем. Найденные когомологии и осцилляторные реализации могут использоваться при исследовании других кокстеровских расширений, классификации калибровочных полей и анализе условий унитарности. Полученные сведения о безмассовых и частично-безмассовых секторах создают основу для последующего изучения нарушения симметрии высших спинов.

Достоверность проведенных автором теоретических исследований подтверждается надежностью применявшегося в исследовании математического аппарата теоретической физики, а также согласованием со стандартной теорией высших спинов в соответствующих частных случаях. Результаты опубликованы в рецензируемых журналах и представлены на семинарах и международных научных конференциях.

Все основные результаты, включённые в диссертацию, получены К. А. Ушаковым лично или при его непосредственном участии. В работах [1] и [3] вклад соискателя является определяющим. Его вклад в работу [2] состоит в анализе структуры и теоретико-представленческих свойств модулей кокстеровски расширенной теории высших спинов, в том числе B_2-модели.

В ходе защиты соискатель Ушаков К.А. аргументированно ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 12 октября 2026 года диссертационный совет принял решение присудить К.А. Ушакову учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи по установлению динамического содержания и теоретико-представленческой структуры

стандартных и кокстеровски расширенных систем теории высших спинов, в частности B_2-теории.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве **10** человек, из них **10** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.3 — «Теоретическая физика»), участвовавшие в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени — **10**;

против присуждения учёной степени — 0;

недействительных бюллетеней — 0.

Председатель диссертационного совета
член-корр. РАН, д.ф.-м.н.

Арсеев Петр Иварович

Учёный секретарь диссертационного совета
д.ф.-м.н.

Чернышов Дмитрий Олегович

12 октября 2026 г.