

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 26 февраля 2024 года № 21

О присуждении Бишлер Людмиле Владимировне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Вычисление средних значений петель Вильсона в теории Черна–Саймонса и изучение их свойств» по специальности 1.3.3 — Теоретическая физика принята к защите 01 декабря 2023 года (протокол заседания № 8) 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 Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Бишлер Людмила Владимировна, 29 июня 1995 года рождения, в 2019 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» по специальности «Физика». С 2019 года обучалась в аспирантуре ФИАН по направлению «Физика и астрономия» и закончила её в 2023 году. Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2023 году. С 2023 г. работает в ФИАН в должности высококвалифицированного научного сотрудника в лаборатории физики высоких энергий Отделения теоретической физики

им. И.Е. Тамма (ОТФ). Диссертационная работа Бишлер Л.В. выполнена в ОТФ ФИАН.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, Миронов Андрей Дмитриевич, высококвалифицированный ведущий научный сотрудник ОТФ ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Пятов Павел Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», заместитель декана по работе с абитуриентами
2. Славнов Никита Андреевич, доктор физико-математических наук, заведующий Отделом теоретической физики Математического института им. В.А. Стеклова РАН

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (МФТИ, Физтех), в своем положительном отзыве, составленном кандидатом физико-математических наук (PhD признаваемым в РФ) Мусаевым Эдвардом Таввакуловичем и утвержденным кандидатом физико-математических наук Баганом Виталием Анатольевичем, проректором по научной работе МФТИ, указала, что диссертация удовлетворяет требованиям, изложенным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Бишлер Л.В. работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Bishler L. et al. On the block structure of the quantum R-matrix in the three-strand braids // International Journal of Modern Physics A. – 2018. – V. 33. – №. 17. – P. 1850105.

2. Bishler L. et al. Difference of mutant knot invariants and their differential expansion // JETP Letters. – 2020. – V. 111. – P. 494-499.

3. Bishler L., Morozov A. Perspectives of differential expansion // Physics Letters B. – 2020. – V. 808. – P. 135639.

4. Bishler L. et al. Distinguishing mutant knots // Journal of Geometry and Physics. – 2021. – V. 159. – P. 103928.

5. Bishler L. Overview of knot invariants at roots of unity // JETP Letters. – 2022. – V. 116. – №. 3. – P. 185-191.

6. Bishler L., Mironov A., Morozov A. Invariants of knots and links at roots of unity // Journal of Geometry and Physics. – 2023. – V. 185. – P. 104729.

Выбор Пятова Павла Николаевича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области математических методов в теоретической физике, R-матричного формализма и теории представлений.

Выбор Славнова Никиты Андреевича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области квантовых интегрируемых систем.

Выбор ведущей организации обоснован тем, что МФТИ является центром исследований мирового уровня в различных областях физики, в частности, в области теоретической физики и теории калибровочных полей.

Диссертационная работа Бишлер Л.В. посвящена исследованию корреляторов в теории Черна-Саймонса с калибровочной группой $SU(N)$, методам вычисления этих величин и исследованию их групповой структуры.

Актуальность данной работы обусловлена возможностью получать и исследовать точные ответы для корреляторов в топологической теории поля, связью теории Черна-Саймонса с другими моделями теоретической и математической физики, а также использованием данной теории для описания топологических процессов в двумерных материалах в сильных магнитных полях и при низких температурах.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1. Исследован ряд R -матриц со случайно совпадающими собственными значениями. На основе этого сформулированы две гипотезы, которые накладывают необходимые условия на блочную диагонализацию соответствующих матриц Рака и матриц R_2 . Первая гипотеза ограничивает снизу число совпадающих собственных значений, которое необходимо для блочной диагонализации. Вторая гипотеза определяет угол поворота в секторе случайно совпадающих собственных значений.
2. Исследованы две группы узлов-мутантов: узлы-мутанты с 11 пересечениями на диаграмме и узлы-мутанты с дополнительной симметрией Мортонна. Для первой группы мутантов был построен общий вид разностей между полиномами ХОМФЛИ-ПТ в представлении $[3,1]$ квантовой алгебры $U_q(\mathfrak{sl}_N)$, а также вычислены значения разностей в представлении $[4,2]$ квантовых алгебр $U_q(\mathfrak{sl}_3)$ и $U_q(\mathfrak{sl}_4)$. Для узлов-мутантов Мортонна были вычислены полиномы ХОМФЛИ-ПТ в представлении $[4,2]$ квантовой алгебры $U_q(\mathfrak{sl}_3)$ и разности между полиномами ХОМФЛИ-ПТ в представлении $[4,2]$ квантовой алгебры $U_q(\mathfrak{sl}_4)$. Таким образом, проделана дополнительная проверка того, что эти мутанты различаются представлением $[4, 2]$.

3. Проверено дифференциальное разложение полиномов ХОМФЛИ-ПТ для трехмостового узла, который не входит в семейства ранее изученных узлов, что подтверждает универсальность дифференциального разложения.
4. К выделенному семейству узлов применен метод U-матрицы. Он позволил связать коэффициенты дифференциального разложения $Z_{\mathbb{R}}^{\mathcal{Q}}$ для узлов с дефектом один с коэффициентами дифференциального разложения твистованных узлов, которые уже были известны в частных случаях. В результате найдено универсальное преобразование, которое связывает коэффициенты $F_{\mathbb{Q}}^K$ с соответствующими коэффициентами твистованных узлов.
5. Исследовано дифференциальное разложение узлов с дефектом два на примере узлов-мутантов. Сформулированы ограничения на дифференциальное разложение полиномов ХОМФЛИ-ПТ узлов с дефектом два в представлениях $[2, 1]$ и $[3, 1]$.
6. Исследованы инварианты узлов и зацеплений для всех неприводимых представлений квантовой алгебры $Uq(\mathfrak{sl}_N)$ при параметре квантования q , равном корню из единицы.
7. Для нильпотентных представлений с параметрами в корнях из единицы построено определение инвариантов узлов и зацеплений. Важная часть этого определения — нормировочный коэффициент, который получен для произвольной квантовой алгебры $Uq(\mathfrak{sl}_N)$. Вычислены инварианты в корнях из единицы ряда узлов и зацеплений. Получен инвариант для зацепления Хопфа для корня произвольной четной степени и произвольной алгебры $Uq(\mathfrak{sl}_N)$. Исследованы и получены связи инвариантов в корнях из единицы с полиномами ХОМФЛИ-ПТ и Александера.

Научная новизна полученных результатов привела к развитию методов вычисления средних значений петель Вильсона в теории Черна-Саймонса с калибровочной группой $SU(N)$, продвижению в понимании групповой структуры этих величин и их поведения при малых значениях константы связи теории.

Значение результатов и их научная значимость обусловлены тем, что их можно использовать при дальнейшем решении задач, связанных с вильсоновскими средними в теории Черна-Саймонса и полиномами ХОМФЛИ-ПТ, а также в смежных областях, таких как проверка струнной дуальности и описание явления конфайнмента. Так, полученная в работе гипотеза о блочной диагонализации R -матриц может использоваться для расширения области применения гипотезы о собственных значениях, а значит и для вычисления матриц Рака ($6j$ -символов) и корреляторов в теории Черна-Саймонса. Полученные выражения для полиномов ХОМФЛИ-ПТ узлов-мутантов в старших представлениях, а также написанные для этого программы, могут использоваться для проверки струнной дуальности. Разработанные методы построения дифференциального разложения вильсоновских средних для контуров с дефектом, отличным от нуля, могут быть использованы для дальнейших исследований групповой структуры этих величин, а также при исследовании корреляторов в других теориях, в том числе при описании движения кварков по петлям Вильсона. Определение инвариантов контуров в корнях из единицы важно для понимания поведения теории Черна-Саймонса при малых значениях константы связи, а также при значениях констант связи, отвечающих значениям q , равным корням из единицы.

Достоверность проведенных автором теоретических исследований подтверждается их согласием с уже известными научными данными, их логической непротиворечивостью, последовательностью в проведении вычислений и анализе полученных результатов. Результаты прошли апробацию на конференциях и семинарах, а также опубликованы в рецензируемых научных журналах.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию Бишлер Л.В., получены лично автором либо при ее непосредственном участии. Анализ и интерпретация полученных результатов, подготовка материалов к опубликованию производилась в сотрудничестве с соавторами.

В ходе защиты соискатель Бишлер Л.В. аргументированно ответила на заданные ей вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 26 февраля 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Бишлер Л.В. учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научных задач по вычислению корреляторов в теории Черна-Саймонса, по исследованию их групповой структуры и по изучению их поведения при различных значениях констант связи.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве **12** человек, из них **11** 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 – **12**,
против присуждения учёной степени – **0**,
недействительных бюллетеней – **0**.

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

Арсеев Пётр Иварович

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

Чернышов Дмитрий Олегович

26 февраля 2024 г.