

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 февраля 2024 г № 17

О присуждении Мишнякову Виктору Викторовичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Матричные модели и интегрируемость» по специальности 1.3.3 – Теоретическая физика принята к защите 08 декабря 2023 года (протокол заседания № 10) 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 Мишняков Виктор Викторович, 25 декабря 1997 года рождения, в 2021 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» (МГУ) по специальности 03.04.02 «Физика». С 2021 года обучается в аспирантуре ФИАН по направлению «Физика и астрономия». Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2023 году. С 2021 г. работает в ФИАН в должности высококвалифицированного младшего научного сотрудника в лаборатории физики высоких энергий Отделения теоретической физики имени И.Е.Тамма (ОТФ). Диссертационная работа Мишнякова В.В. выполнена в ОТФ ФИАН.

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

Официальные оппоненты:

1. Погребков Андрей Константинович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Математического института им. В.А. Стеклова РАН
2. Кривонос Сергей Олегович, доктор физико-математических наук, начальник отдела Современной математической физики Лаборатории Теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова Объединенного Института Ядерных Исследований сотрудник.

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук» (ИТФ им. Ландау РАН), Московская область, город Черноголовка, в своем положительном отзыве, составленном научным сотрудником ИТФ им. Ландау РАН, кандидатом физико-математических наук Пархоменко Сергеем Евгеньевичем, подписанном кандидатом химических наук, Крашаковым Сергеем Александровичем, ученым секретарем ИТФ им. Ландау РАН, и утвержденном доктором физико-математических наук, доцентом Колоколовым Игорем Валентиновичем, директором ИТФ им. Ландау РАН, 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.

Соискать имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертацию опубликовано 6 работ, из них в рецензируемых научных

изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science, опубликовано 6 работ.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Мишняковым В.В. работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Virasoro Versus Superintegrability. Gaussian Hermitian Model / V. Mishnyakov [и др.] // JETP Lett. — 2021. — т. 113, № 11. — с. 728—732. — DOI: 10.1134/S0021364021120018. — arXiv: 2104.11550 [hep-th].

2. Matrix model partition function by a single constraint / V. Mishnyakov [и др.] // Eur. Phys. J. C. — 2021. — т. 81, № 12. — с. 1140. — DOI: 10.1140/epjc/s10052-021-09912-0. — arXiv: 2105.09920 [hep-th].

3. Mishnyakov V., Mironov A., Morozov A. Non-Abelian W-representation for GKM // Phys. Lett. B. — 2021. — т. 823. — с. 136721. — DOI: 10.1016/j.physletb.2021.136721. — arXiv: 2107.02210 [hep-th].

4. Natanzon-Orlov model and refined superintegrability / V. Mishnyakov [и др.] // Phys. Lett. B. — 2022. — т. 829. — с. 137041. — DOI: 10.1016/j.physletb.2022.137041. — arXiv: 2112.11371 [hep-th].

5. Mishnyakov V., Oreshina A. Superintegrability in  $\beta$ -deformed Gaussian Hermitian matrix model from W-operators // Eur. Phys. J. C. — 2022. — т. 82, № 6. — с. 548. — DOI: 10.1140/epjc/s10052-022-10466-y. — arXiv: 2203.15675 [hep-th].

6. AGT correspondence, (q-)Painlevé equations and matrix models / V. Mishnyakov [и др.] // Nucl. Phys. B. — 2022. — т. 985. — с. 116022. — DOI: 10.1016/j.nuclphysb.2022.116022. — arXiv: 2209.06150 [hep-th].

Выбор Погребкова Андрея Константиновича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в теории интегрируемых систем, в частности интегрируемых нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных.

Выбор Кривоноса Сергей Олеговича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области интегрируемых систем механики и теории представлений, экспертизы в области  $W$ -алгебр.

Выбор ведущей организации обоснован тем, что ИТФ им. Ландау РАН является одним из ведущих научных институтов в области теоретической физики в Российской Федерации.

Диссертационная работа Мишнякова В.В. посвящена разработке методов теории матричных моделей, её связи с теорией интегрируемых систем и исследованию нового феномена суперинтегрируемости матричных моделей.

Актуальность данной работы обусловлена несколькими причинами. Во-первых, матричные модели возникают непосредственно в различных разделах теоретической физики. Среди них, наиболее тесно связанные с темой диссертации: суперсимметричная локализация функциональных интегралов, двумерная квантовая гравитация, теория струн и конформная теория поля. Во-вторых, матричные модели позволяют изучать некоторые структуры, характерные для функциональных интегралов в квантовой теории поля. В-третьих, многие задачи современной математики, связанные или вдохновленные теорией струн, такие как некоторые задачи комбинаторной геометрии, эффективно решаются с использованием техник матричных моделей. Конкретно, рассматриваемые в работе статсуммы являются производящими функциями геометрических инвариантов.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1) Показано, что в эрмитовой гауссовой матричной модели, система условий Вирасоро в базисе характеров переписывается в форме алгебро-комбинаторных соотношений. Построено решение этой системы и таким образом показано свойство суперинтегрируемости. Связь интегрируемости и условий Вирасоро в эрмитовой гауссовой матричной модели изучена в терминах коэффициентов разложения по характерам. Показано, что совместный учет струнного уравнения и только одного условия Вирасоро приводит к ответу.

2) Показано для многих матричных моделей, что система тождеств Уорда эквивалентна единственному уравнению на статсумму. Предъявлен метод построения этого уравнения и его решения в форме  $W$ -представления. Отдельно рассмотрен случай обобщенной модели Концевича, для которой построено неабелево  $W$ -представление. Предъявлен метод построения  $W$ -операторов из скрученных бозонных полей.

3) Разработан метод доказательства суперинтегрируемости для моделей, для которых известно  $W$ -представление. Построена  $\beta$ -деформация  $W$ -оператора в гауссовой эрмитовой модели и с его помощью доказана суперинтегрируемость для средних от полиномов Джека.

4) Рассмотрены матричные модели, связанные с  $Q$ -функциями Шура. Показано, что метод доказательства суперинтегрируемости работает в модели Брезана-Гросса-Виттена (БГВ). Построена фермионная версия суперинтегрируемости в модели Натансона-Орлова

5) Рассмотрены последовательные пределы от разностных уравнений на  $q$ -деформированную матричную модель для конформного блока  $q$ -Вирасоро к их дифференциальному аналогу, а также предел чистой калибровочной теории. Показано, что в пределах сохраняется соотношение между тождествами Уорда уравнениями Хироты и уравнением Пенлеве VI.

Все результаты, представленные автором, являются новыми. Ключевой вклад автора состоит в использовании комбинаторных методов

теории симметрических функций для анализа условий Вирасоро и  $W$ -представлений. Благодаря этому удалось развить совершенно новый взгляд на поставленные цели и задачи. Результаты диссертации вытекают из дальнейшей разработки автором этого метода.

Значение полученных соискателем результатов обусловлено возможностью их использования в задачах квантовой теории поля, статистической физики, комбинаторики и комбинаторной алгебраической геометрии. Так, вычисление корреляционных функций специальных суперсимметричных наблюдаемых в суперсимметричных калибровочных теориях в различных размерностях пространства времени, сводится к вычислению средних в матричных моделях, таких как рассмотренные в работе. В моделях статистической физики, описываемых матричными моделями, развитие техник точного вычисления средних также значимо, а связь с комбинаторной геометрией дает возможность формулировать гипотезы о соответствующих геометрических объектах. Важное значение имеют представленные результаты и в теоретической плоскости – а именно, автор продолжает развитие идей и методов теории струн, которые должны в будущем привести к построению и формулировке новых принципов описания физических явлений.

Высокая степень достоверности приведенных в работе выводов и научных положений подтверждается возможностью непосредственной проверки приведенных автором вычислений, сравнением их с известными ранее результатами, изложением работы на семинарах и конференциях, а также использованием другими научными коллективами результатов автора для получения новых результатов.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию Мишнякова В.В., получены лично автором либо при его непосредственном участии. В частности, автор лично сформулировал основной результат

диссертации - метод работы с  $W$ -операторами в базисе характеров, рассмотрел непрерывный предел уравнений для конформного блока и предложил рассмотреть  $Q$ -функции, как характеры супералгебры, с точки зрения матричной модели. Подготовка результатов к публикации проводилась совместно с соавторами.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

В ходе защиты соискатель Мишняков В.В. аргументировано ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 12 февраля 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Мишнякову В.В. учёную степень кандидата физико-математических наук за развитие методов теории матричных моделей и их связи с теорией интегрируемых систем.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве **11** человек, из них **10** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.3 — Теоретическая физика), участвовавшее в заседании, из **14** человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени - **11**,  
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  
к.ф.-м.н.

Чернышов Дмитрий Олегович

12 февраля 2024 г.