ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.167.02 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. В.А. СТЕКЛОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК.

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 06.06.2024 № 8

О присуждении **Губареву Кириллу Алексеевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «**Симметрии пространства решений уравнений 11-мерной супергравитации»** на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – теоретическая физика принята к защите «14» марта 2024 г., протокол № 4 диссертационным советом 24.1.167.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Математического института им. В.А. Стеклова Российской академии наук (119991, г. Москва, ул. Губкина, д. 8; приказ № 1114/НК от 23.05.2023).

Губарев Кирилл Алексеевич, 1996 года рождения, окончил в 2020 г. магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» по направлению 03.04.01 «Прикладные математика и физика», в настоящее время обучается там же в аспирантуре и работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории физики высоких энергий. Диссертация выполнена в лаборатории физики высоких энергий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)».

Научный руководитель – Мусаев Эдвард Таваккулович, кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории физики высоких энергий Федерального государственного автономного образовательного

учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

- Бухбиндер Иосиф Львович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела современной математической физики Лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова Международной межправительственной организации Объединенный институт ядерных исследований (специальность – 01.04.02)

- Литвинов Алексей Викторович, кандидат физико-математических наук, доцент Центра Перспективных Исследований им. И.М. Кричевера Автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий»

(специальность – 01.04.02) дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (г. Москва) в своем положительном заключении, утвержденном директором Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, член-корреспондентом РАН, профессором, д.ф.-м.н. Николаем Николаевичем Колачевским, указала, что полученные в диссертации результаты представляют существенный интерес в контексте исследования пространства вакуумов М-теории, а также отметила, что с вычислительной стороны диссертантом использовано множество современных дифференциально-алгебраических методов исследований и символьных вычислений.

Соискатель имеет 7 публикаций в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК:

1. K. A. Gubarev, I. V. Bakhmatov, E. T. Musaev. Non-abelian tri-vector defor-mations in d = 11 supergravity // J. High Energ. Phys. 2020, 113 (2020).

2. K. A. Gubarev, E. T. Musaev. Polyvector deformations in eleven-dimensional su-pergravity // Phys. Rev. D103 066021 (2021).

3. К. А. Губарев. Обобщенная супергравитация из поливекторных деформаций // Учен. зап. физ. фак-та Моск. ун-та. N 4, (2022).

4. К. А. Губарев, Э. Т. Мусаев. Обобщение обобщенной супергравитации // Письма в ЭЧАЯ Т. 20, 3(248) (2023).

5. K. A. Gubarev, I. V. Bakhmatov, A. Çatal-Özer, N. S. Deger, E. T. Musaev. Generalizing eleven-dimensional supergravity // Phys. Rev. D105 L081904 (2022).

6. K. A. Gubarev, I. V. Bakhmatov, A. Çatal-Özer, N. S. Deger, E. T. Musaev. Generalized 11D supergravity equations from tri-vector deformations // The European Physical Journal C. 83 37 (2023) .

7. K. A. Gubarev, E. T. Musaev. Integrability structures in string theory // Phys. Usp., V. 67:3, pp. 219–250 (2024).

По совместным статьям есть заявление соавторов о разделении вклада в публикации.

Других отзывов на диссертацию и автореферат не поступало.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они являются компетентными, высококвалифицированными специалистами в области физико-математических наук, в частности, в теории струн и супергравитации, а также наличием публикаций по тематике, близкой к теме диссертации. Оппонент Бухбиндер И.Л. является крупным международно известным специалистом в области суперсимметричных теорий, теории струн и квантовой теории поля. Оппонент Литвинов А.В. является автором важных результатов в теории интегрируемых систем и сигма-моделей. Среди сотрудников ведущей организации имеется ряд ведущих специалистов по теории струн, супергравитации, теории высших спинов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- описаны методы изучения вакуумов теории струн и М-теории, в частности, развит потоковый формализм исключительной теории поля SL(5), позволяющий описывать 11-мерную супергравитацию ковариантно по отношению к симметрии U-дуальности и строить поливекторные деформации супергравитации;

- разработан метод построения новых вакуумов М-теории при помощи поливекторных деформаций решений 11-мерной супергравитации, обладающих векторами Киллинга;
- предложены уравнения, обобщающие 11-мерную супергравитацию, являющиеся перспективным кандидатом на роль достаточных условий каппа-инвариантности супермембраны Грина-Шварца.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1) выведены условия на поливекторные параметры деформаций, достаточные для генерации новых вакуумов и являющиеся обобщением классического уравнения Янга-Бакстера;
2) в потоковой формулировке SL(5) исключительной теории поля найден полный набор тождеств Бьянки, с помощью которых проведена классификация объектов М-теории;
3) построены поливекторные деформации фона $AdS_4 \times S^7$;
4) построены решения уравнений, обобщающие 11-мерную супергравитацию.

В диссертации эффективно использованы современные математические методы теории поля, в частности, подход расширенных теорий поля, а также методы символьных вычислений при помощи программы Cadabra. Все файлы вычислений имеют публичный доступ.

Диссертация имеет теоретический характер. Результаты диссертации представляют особый интерес с точки зрения голографического подхода исследования суперконформных теорий и могут быть использованы для исследования деформаций конформных теорий поля. Развитая в диссертации потоковая формулировка исключительной теории поля является полезной для изучения теорий на мембранах и построения эффективных действий для них. Предложенные в диссертации уравнения, обобщающие 11-мерную супергравитацию являются перспективным кандидатом на роль достаточных условий каппа-симметричности мембран, что представляет особый интерес для дальнейших исследований.

Достоверность результатов, представленных в диссертации, подтверждается строгими формулировками утверждений, детальностью вычислений и приведенными строгими доказательствами. Результаты работы являются новыми и находятся в полном соответствии с результатами, полученными другими авторами. По материалам диссертации автором опубликовано 7 статей, в том числе в журналах первого квартиля. Результаты исследований докладывались автором на многочисленных семинарах и конференциях. Все работы выполнены при

непосредственном участии диссертанта, и его вклад в эти работы, в том числе в положения, выносимые на защиту, является определяющим.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания:

1) было бы полезно провести редукцию решений 10- и 11-мерной супергравитации, найденных в диссертации, в четырехмерное пространство и выяснить, как соотносятся полученные таким образом метрики с известными решениями 4-мерной общей теории относительности;

2) рассмотренные в диссертации симметрии решений 11-мерной супергравитации касаются классических симметрий теорий поля. Было бы полезно обсудить, насколько эти симметрии сохраняются в квантовой теории поля, в частности, связаны ли они с симметриями струнных амплитуд в М-теории;

3) аббревиатура ИДА во Введении расшифровывается только во второй части диссертации;

4) в автореферате указано, что соискатель имеет 8 статей, вместо 7 перечисленных;

5) в списке публикаций автора в диссертации последняя работа в УФН не имеет точной ссылки.

6) в работе достаточно часто используется условие проекции (1.60), возникающее в рамках обобщённой геометрии и введённое другими авторами. Однако его геометрический смысл остаётся неясным. С одной стороны, оно выглядит искусственным условием ad hoc — с целью иметь возможность вернуться в 10-мерное «физическое» пространство, а с другой стороны, оно похоже на условия калибровки в стандартных калибровочных теориях или на уравнения движения в частных производных, полученное варьированием «вспомогательного» поля (похожая структура имеется в гравитации Джакива-Тейтельбойма). Было бы замечательно, если бы автор диссертации уделил обсуждению этого условия проекции какое-то место в своей работе.

Соискатель Губарев К.А. согласился с замечаниями и ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, а также привел собственную аргументацию:

1) действительно интересным вопросом является исследование редукций полученных 11-мерных решений в 4-мерное пространство, а также метода построения деформаций, это планируется сделать в дальнейших работах;

2) сохранение симметрии U-дуальности, а также каппа-симметрии на квантовом уровне также является перспективным и интересным вопросом для дальнейшего исследования;

3) согласен, следовало пояснить обозначение ИДА – Исключительная алгебра Дринфельда, ранее, во Введении;

4) согласен, в тексте автореферата допущена опечатка и указано что автор имеет 8 а не 7 публикаций, однако в полном списке публикаций автора указаны правильно 7 статей;

5) согласен, ссылка на работу 7, опубликованную в УФН, отображается некорректно, что связано с опечаткой в оформлении списка публикаций;

6) геометрическая интерпретации условий проекции на сегодняшний момент неясна.

На заседании 06 июня 2024 г. диссертационный совет принял решение за развитие ковариантных методов исследования пространства вакуумов М-теории и теории струн присудить Губареву К.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.3.3, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за **16**, против **нет.**

Председатель диссертационного совета
24.1.167.02
доктор физико-математических наук

Славнов Никита Андреевич

Ученый секретарь диссертационного совета
24.1.167.02
кандидат физико-математических наук

Теретёнков Александр Евгеньевич

06 июня 2024 года