

## ОТЗЫВ

Официального оппонента доктора физико-математических наук Катанаева Михаила Орионовича на диссертацию Грицаенко Вячеслава Сергеевича «Предсимплектические структуры и минимальные лагранжианы первого порядка для массивных полей», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – «Теоретическая физика».

Диссертационная работа В.С. Грицаенко посвящена актуальной проблеме современной теоретической физики – построению инвариантных, то есть не зависящих от выбора независимого набора полей в моделях, лагранжевых формулировок массивных и калибровочных теорий, в том числе массивных полей со спином, при помощи вырожденных симплектических (предсимплектических) структур и обобщённого формализма Баталина-Вилковыского-Александрова-Концевича-Шварца-Заборонского (BV-AKSZ). Исследование выполнено на стыке дифференциальной геометрии, теории поля и математической физики, что демонстрирует междисциплинарность и научную значимость работы.

Тема диссертации является актуальной, поскольку массивные поля играют ключевую роль в современной квантовой теории поля. Особый интерес представляет применение разработанных методов к массивной теории бигравитации, не содержащей гостов, что открывает новые перспективы для решения проблем, связанных с построением и анализом взаимодействия в подобных теориях.

Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения и списка цитируемой литературы. Полный объём работы составляет 118 страниц. Список использованной литературы включает в себя 89 наименований.

Во **введении** автор обосновывает актуальности выбранной темы, степень её проработанности в литературе, формулирует цели исследования, научные задачи и положения, выносимые на защиту, проводит анализ научной новизны и научной значимости данной работы. Также во введении описана апробация работы и личный вклад автора, а также приводится список его публикаций по теме исследования.

**Первая глава** диссертации посвящена описанию общего метода построения инвариантных лагранжевых формулировок теории поля в терминах стационарной поверхности в расслоении джетов и определённой на ней предсимплектической структуры. В том числе, в качестве примеров рассмотрены массивные поля спинов 2 и 3. Автор определяет стационарную поверхность, как поверхность, задаваемую в расслоении джетов уравнениями движения полевой теории и, возможно, бесконечным набором их

дифференциальных следствий, и предсимплектическое действие, как ковариантное действие гамильтонова типа. После этого автор показывает, что внутреннее действие, предсимплектическое действие, определённое на сечениях стационарной поверхности, оказывается неполным (не воспроизводит все уравнения движения), а затем вводит вспомогательные поля и с их помощью расширяет внутреннее действие минимальным образом до полного предсимплектического действия.

Во второй главе автор рассматривает расширение формализма, рассмотренного в первой главе, на случай калибровочных теорий – обобщённый предсимплектический BV-AKSZ формализм – и рассматривает в рамках данного расширения электродинамику  $p$ -форм и модель Фридмана-Таунсенда.

В третьей главе автор рассматривает массивную теорию бигравитации, не содержащую гостов. После приведения исторической справки, описывается градуированный аналог условия Дезера-ван Невенхойзена, благодаря которому удаётся построить формулировку бигравитации в терминах обобщённого предсимплектического BV-AKSZ формализма.

В заключении формулируются основные результаты работы.

Результаты диссертационной работы В.С. Грицаенко могут быть использованы для дальнейшего исследования массивных полей в квантовой гравитации, теориях высших спинов и космологии. Описанные методы упрощают анализ калибровочных теорий, что важно для построения последовательных физических моделей. Все результаты диссертации являются оригинальными и опубликованы в трёх статьях в рецензируемых журналах, включенных в международные базы данных. Работа вносит существенный вклад в развитие геометрического подхода к лагранжевым формулировкам, что подтверждается её апробацией на двух международных конференциях.

По диссертации Грицаенко В.С. сделаем следующие замечания:

1) Вводная часть первой главы написана небрежно. Например, в определении расслоения на с.17 не указана связь топологий на базе и пространстве расслоения; в определении расслоения джетов на той же странице не указана область, в которой должны совпадать производные.

2) Отсутствует обсуждение того, как обобщённый предсимплектический BV-AKSZ формализм мог бы быть применён к взаимодействующим теориям спина 3 и выше.

3) Обсуждение ограничений обобщённого предсимплектического BV-AKSZ формализма (например, для нелокальных теорий) представлено кратко и могло бы быть расширено.

Указанные замечания носят характер рекомендаций и не снижают общей высокой оценки квалификации, продемонстрированной соискателем.

На основании изложенного считаю, что диссертация Грицаенко Вячеслава Сергеевича «Предсимплектические структуры и минимальные лагранжианы первого порядка для массивных полей» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, удовлетворяющую требованиям к кандидатской диссертации, а её автор, Грицаенко Вячеслав Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – «Теоретическая физика».

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела математической физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Математический институт им. В. А. Стеклова РАН»

Катанаев Михаил Орионович

14.04.2025

*Подпись Катанаева М.О.*  
*Заведующий*

Контактные данные:

Тел: +7 (495) 984 81 41 доб. 36 62

e-mail: katanaev@mi-ras.ru

Адрес организации: 117966, г. Москва, ул. Губкина, 8

ЗАВЕДУЮЩИЙ  
ОТДЕЛОМ КАДРОВ  
КАЧЕВА О. Г.

Список основных работ по теме защищаемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15)

1. M. O. Katanaev, "Gravity with dynamical torsion", *Class. Quantum Grav.*, 38:1 (2021), 015014 , 10 pp.
2. M. O. Katanaev, "Global conformal gauge in string theory", *Phys. Lett. B*, 816 (2021), 136246 , 5 pp.
3. D. E. Afanasev, M. O. Katanaev, "On global properties of warped solutions in General Relativity with an electromagnetic field and a cosmological constant", *Proc. of Sci.*, 376 (2020), 1–14
4. D. E. Afanasev, M. O. Katanaev, "Global properties of warped solutions in general relativity with an electromagnetic field and a cosmological constant. II", *Phys. Rev. D*, 101:12 (2020), 124025 , 20 pp.