

ОТЗЫВ

Официального оппонента доктора физико-математических наук Ляховича Семёна Леонидовича 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».

Диссертация Грицаенко В.С. посвящена исследованию лагранжевых формулровок теоретикополевых систем в терминах стационарной поверхности и заданной на ней предсимплектической структуры. Рассматриваются как ситуации, когда калибровочная симметрия теории закодирована в геометрические данные стационарной поверхности, так и случаи, аналогичные вырожденным системам Баталина-Вилковыского, когда калибровочная симметрия не учтена. При этом основное внимание уделяется построениям минимальных лагранжианов массивных теорий, не имеющих калибровочных симметрий. Тема в диссертационной работы Грицаенко В.С. представляется актуальной, поскольку квантование массивных теорий, а также поиск совместных взаимодействий массивных полей на классическом уровне является одной из важных задач последних десятилетий. Разработка теории фундаментальных геометрических структур, лежащих в основе данного класса моделей теории поля, может рассматриваться как вполне разумное направление исследований.

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** приводится обоснование актуальности выбранной темы, степень её проработанности в литературе, формулируются цели исследования, научные задачи и положения, выносимые на защиту, проводится анализ научной новизны и научной значимости данной работы. Даётся необходимая информация об апробации и личном вкладе автора, а также приводится список его публикаций по теме исследования.

В **первой главе** вводится понятие внутреннего действия – предсимплектического действия, определённого в терминах стационарной поверхности. Принцип построения данного действия раскрывается на различных примерах, после чего рассматривается внутреннее действие для массивного спина 2. Показывается, что подобное действие не позволяет воспроизвести все необходимые уравнения движения, после чего вводятся дополнительные координаты на стационарной поверхности, благодаря которым удается построить минимальную предсимплектическую формулировку данной теории. Проведённые действия повторяются для случая массивного спина 3.

Вторая глава посвящена обобщённому предсимплектическому BV-AKSZ формализму. На языке градуированных расслоений описываются формализм Баталина-Вилковыского, конструкция AKSZ. Вводится понятие предсимплек-

тического BV-AKSZ формализма, а также определяется его обобщённая версия, после чего в представленных терминах формулируется конструкция внутреннего действия. Наконец, рассматриваются примеры вырожденных калибровочных систем: электродинамики р-форм и модели Фридмана-Таунсенда.

В третьей главе в терминах обобщённого предсимплектического BV-AKSZ формализма рассматривается бездуховая массивная теория бигравитации. Описывается мотивация возникновения бигравитации, как одной из возможных космологических моделей Вселенной. Анализируется калибровочная симметрия данной теории. Вводится квазирегулярная поверхность связей, на которой оказываются выполнеными аксиомы обобщённого предсимплектического BV-AKSZ формализма.

В **заключении** формулируются основные результаты работы.

Основные результаты, выводы и положения, выносимые на защиту, достаточно обоснованы, являются оригинальными и, несомненно, обладают достаточной новизной. Полученные результаты имеют значение для расширения фундаментальных представлений о формулировках массивных теорий в геометрических терминах стационарной поверхности. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Материалы диссертации достаточно полно представлены в публикациях. Всего соискателем было опубликовано 3 статьи в рецензируемых научных журналах. Результаты прошли апробацию в 2 сообщениях на конференциях. Такой уровень публикации и апробации представляется скромным, но достаточным.

По диссертации Грицаенко В.С. можно сделать следующие замечания:

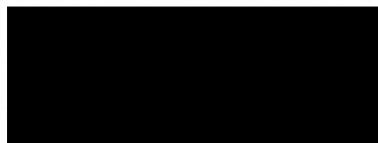
1. Поскольку в диссертации заявляется, что полученные в первой главе результаты без изменений обобщаются на случай массивных теорий высших спинов, то непонятно, почему это не было реализовано. В том числе, непонятно почему не предъявлено минимальное мультисимплектическое действие для свободного поля массивного спина s .
2. Число локальных физических степеней свободы — важная целочисленная характеристика любого локального БРСТ комплекса, которая принципиальна для многих проблем, включая исследование совместности взаимодействий. Разработанный в диссертации формализм не описывает эту характеристику, хотя альтернативные методы, в том числе предложенные в моих работах, такую задачу решают. Также важным для включения взаимодействий, в особенности в мультисимплектическом случае, является проблема устойчивости. Она в диссертации не изучена, хотя с позиций этой проблемы некоторые пресимплектические структуры могут быть более предпочтительными, чем другие.
3. В диссертации рассмотрена лишь одна массивная взаимодействующая теория — бездуховая массивная бигравитация. Представляется, что работа

была бы более последовательной, если бы были рассмотрены и другие взаимодействия в массивных теориях и прояснено, какие препятствия данный формализм может идентифицировать для включения взаимодействий.

Указанные замечания носят скорее характер рекомендаций и не снижают общей высокой оценки новизны и содержательности результатов диссертации и не ставят под сомнение высокую квалификацию, продемонстрированную соискателем.

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, профессор Ляхович Семён Леонидович, заведующий кафедрой квантовой теории поля Физического факультета, главный научный сотрудник лаборатории теоретической и математической физики Национального исследовательского Томского государственного университета



Ляхович Семён Леонидович
02.04.2025

Контактные данные:

Тел: +7 (3822) 529-843

e-mail: sll@phys.tsu.ru

Адрес организации: 634050, г. Томск, пл. Новособорная – 1

Подпись Ляховича Семёна Леонидовича заверяю:



Список основных работ по теме защищаемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. I. Yu. Karataeva, S. L. Lyakhovich, I. A. Retuntsev "Topological string as massive spinning particle in three dimensions" // Physical Review D. 2024. Vol. 110, № 12, P. 126004
2. Abakumova V.A., Lyakhovich S.L. "Unfree Gauge Symmetry"// Physics of Particles and Nuclei. 2023. Vol. 54, № 5. P. 950–956.
3. V. A. Abakumova and S. L. Lyakhovich, "Dualisation of free fields" // Annals Phys. **453**, 169322 (2023)
4. D. S. Kaparulin, S. L. Lyakhovich and I. A. Retuntsev, "Worldsheet of a continuous helicity particle" // Phys. Rev. D **105**, no.6, 065004 (2022)
5. Abakumova V.A., Frolovsky D., Herbig H.C., Lyakhovich S.L. "Gauge symmetry of linearised Nordström gravity and the dual spin two field theory"// European Physical Journal C. 2022. Vol. 82, № 9. Art. num. 780.
6. Абакумова В.А., Ляхович С.Л. "Дуальные формулировки в теориях с приводимой симметрией Штюкельберга"// Ученые записки физического факультета Московского Университета. 2022. № 4. Ст. ном. 2241506.
7. Karataeva I.Yu., Lyakhovich S.L. "Gauge symmetry of unimodular gravity in Hamiltonian formalism"// Physical Review D. 2022. Vol. 105, № 12. Art. num. 124006.
8. Abakumova V.A., Lyakhovich S. L. "Hamiltonian BFV-BRST Quantization for the Systems with Unfree Gauge Symmetry"// AIP Conference Proceedings. 2021. Vol. 2377, № 1. P. 090001-1–090001-5.
9. V.A. Abakumova, S.L. Lyakhovich. "Reducible Stueckelberg symmetry and dualities"// Physics Letters B. 2021. Vol. 820. P. 136552-1–136552-6.
10. S. L. Lyakhovich, "General method for including Stueckelberg fields" // Eur. Phys. J. C **81**, no.5, 472 (2021)