ОТЗЫВ

научного руководителя, доктора физико-математических наук, профессора Евгения Алексеевича Иванова, о диссертации Никиты Михайловича Заиграева «N=2 суперсимметричная теория высших спинов в гармоническом суперпространстве», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальность 1.3.3 – теоретическая физика.

Теория высших спинов привлекает повышенный интерес в течение нескольких десятков лет, в частности, ввиду её тесной связи с теорией струн. Свободные лагранжианы калибровочных полей с высшими спинами, как целыми, так и полуцелыми, были построены в классических работах Фронсдала и Фанга и Фронсдала. В дальнейшем были рассмотрены N=1 суперсимметричные расширения этих теорий, как на компонентном, так и на полном суперполевом уровне вне массовой поверхности. Взаимодействиям высших спинов с материей, главным образом, кубичным вершинам, также посвящено множество работ. Суперсимметрия существенно ограничивает структуру таких взаимодействий. Опять же, в основном изучались N=1 суперсимметричные теории.

Что касается обобщений теории высших спинов на случай расширенной суперсимметрии, в том числе её простейшего N=2 варианта, то до последнего времени не было известно, как строить даже простейшие N=2 суперсимметричные теории свободных высших спинов вне массовой поверхности в терминах N=2 суперполей без сторонних связей. Также были неизвестны лагранжианы взаимодействия N=2 высших спинов с гипермультиплетами материи. Все эти проблемы были недавно успешно решены в наших работах с определяющим участием Никиты Заиграева на основе методов гармонического суперпространства. Именно эти работы составили основу представленной Никитой диссертации на соискание степени кандидата физико-математических наук.

Хотя детальная оценка диссертации будет дана в отзывах оппонентов и ведущей организации, я хотел бы остановиться на нескольких основных результатах и их значимости.

Во-первых, впервые построены линеаризованные суперполевые лагранжианы калибровочных N=2 супермультиплетов (с целым суперспином) вне массовой поверхности и показано, что естественными переносчиками этих мультиплетов являются гармонические аналитические суперполя без связей, обобщающие известные аналитические суперпотенциалы N=2 теории Янга-Миллса и эйнштейновской супергравитации. Установлен неприводимый состав этих новых калибровочных потенциалов в калибровке Весса-Зумино.

Во-вторых, для любого N=2 супермультиплета высших спинов найдена общая кубическая вершина его взаимодействия с аналитическими суперполями гипермультиплетов. Найден явный вид супертоков, билинейных по гипермультиплетам, найдены соответствующие законы сохранения в гармоническом суперпространстве с использованием супераналога теоремы Нётер.

Наконец, определён полный набор аналитических калибровочных потенциалов для расширения конформной N=2 супергравитации на высшие спины, указан их неприводимый компонентный состав в калибровке Весса-Зумино, и тем самым впервые описаны аналоги N=2 мультиплета Вейля для высших спинов вне массовой поверхности. Их интересной

особенностью является то, что все компонентные поля являются калибровочными, в отличие от неконформных мультиплетов. Общим свойством минимальной связи конформных и неконформных калибровочных N=2 мультиплетов высших спинов с гипермультиплетами является то, что для случая нечётных спинов эта связь с необходимостью должна включать нарушение внутренней симметрии типа Паули-Гюрси, реализованной на суперполях гипермультиплетов. Впервые найден самый общий вид кубичных вершин взаимодействия с гипермультиплетами на произвольном фоне конформной N=2 супергравитации.

Этот цикл работ открыл новые горизонты применения метода гармонического суперпространства как наиболее адекватного метода описания теорий с расширенной суперсимметрией и ещё раз подтвердил решающую роль принципа грассмановой аналитичности в калибровочных N=2 теориях. В настоящее время в ЛТФ продолжается активная работа над решением многочисленных совершенно новых задач, возникших в процессе работы над вышеуказанным кругом проблем, и одним из главных участников этих исследований является диссертант Никита Заиграев. В частности, предполагается развить квантовую версию N=2 теории высших спинов, вычислить их индуцированное действие с использованием кубичных вершин с квантовыми гипермультиплетами, и др. С учётом этих широких перспектив считаю, что диссертация Никиты значительно превышает стандартный уровень кандидатских диссертаций.

Несколько слов о диссертанте Под моим руководством перед учёбой в аспирантуре он защитил бакалаврский и магистерский дипломы, и я имел возможность наблюдать его научный рост в течение более чем 6 лет. На мой взгляд он вырос в молодого талантливого исследователя, умеющего не только решать задачи, требующие высокой математической и теоретико-полевой культуры, но и выдвигать новые далеко идущие интересные идеи. Он очень энергичен, самостоятелен и искренне предан науке. Одна из наиболее сильных черт Никиты как теоретика – интуиция, часто позволяющая ему увидеть ответ до конкретных вычислений или формального доказательства. Ещё он любит преподавать и пользуется, насколько я знаю, большой популярностью у студентов Физтеха.

Научный руководитель:

Иванов Евгений Алексеевич,
доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник Лаборатории теоретической физики имени Н.Н. Боголюбова
Объединенного института ядерных исследований

19.04. 2024 г.

Дубна, ул. Жолио-Кюри, д.6
email: eivanov@theor.jinr.ru

Подпись Иванова Евгения Алексеевича заверяю

Учёный секретарь ЛТФ им. Н.Н. Боголюбова

Объединенного института ядерных исследований,

кандидат физико-математических наук А. В. Андреев

19 апреля 2024 г.