

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Соломко Тимофея Дмитриевича «Теория голографических моделей, описывающих реджевский спектр мезонов, и её приложения», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Диссертационная работа Тимофея Соломко посвящена построению общей теории «ботом-ап» голографических моделей для сильных взаимодействий, описывающих линейные реджевские траектории, и различным физическим приложениям разработанного подхода.

Изначально, голографический подход к сильным взаимодействиям возник из теории струн. В его основе лежит гипотеза Малдасены (1997 г.) о том, что фундаментальные струны определенного типа в низкоэнергетическом приближении могут быть дуальны некоторым конформным калибровочным теориям (КТП) в четырехмерном пространстве-времени. Эта догадка известна как гипотеза АдС/КТП соответствия, которая строго не доказана, но успешно прошла множество тестов. Замечательная особенность обнаруженной дуальности состоит в том, что четырехмерная калибровочная теория поля находится в режиме сильной связи, в то время как эквивалентная ей пятимерная теория гравитации является слабосвязанной. Отсюда возникает перспектива найти мощный непертурбативный метод для решения сильносвязанных теорий Янга-Миллса – нужно отыскать дуальные им теории гравитации и работать с последними квазиклассическими методами. Конкретный рецепт получения функций Грина калибровочной теории в этой схеме был предложен Виттеном и независимо Губсером, Клебановым и Поляковым. Поскольку голографический метод позволяет получить теоретический контроль над калибровочными теориями в режиме сильной связи, возникла важнейшая задача обобщения данного метода на физические калибровочные теории, такие как квантовая хромодинамика (КХД). Первый шаг в этом направлении был сделан Полчинским и Страсслером (2002 г.), предложившими пятимерную модель для рассеяния глюболов, в которой пятая (голографическая) координата трактовалась как обратный масштаб энергии. В итоге изометрия метрики пространства АдС описывала конформную симметрию безмассовой КХД, а появление массового масштаба в КХД в результате размерной трансмутации (нарушение конформной инвариантности квантовыми поправками) моделировалось

введением обрезания по пятой координате – так называемой «жесткой стенкой». Через некоторое время, данная идея была применена к описанию спектра легких мезонов и всей низкоэнергетической физики, связанной со спонтанным нарушением киральной симметрии. При этом спектр возникает из четырехмерных калуца-клейновских мод соответствующего дуального пятимерного поля. Однако спектр этих возбуждений в моделях с жесткой стенкой не имеет реджевской формы. Это послужило главной причиной для введения голографических моделей с «мягкой» стенкой, в которых массовый масштаб возникает за счет наличия в пятимерном действии дилатонного фона, что эквивалентно модификации метрики АдС, становящейся существенной при достаточно больших значениях пятой координаты, то есть, в области достаточно низких энергий. В последующие несколько лет появилось огромное число работ, посвященных применению голографических идей к реальной физике сильных взаимодействий. В общем и целом, голографические модели для КХД показали себя как интересный математический язык, который позволяет на единой основе обсуждать разнообразные подходы к моделированию взаимодействий и спектральных характеристик легких и тяжелых адронов, адронные формфакторы, физику померона, фазовую диаграмму КХД и многие другие феноменологические аспекты. Достигнутые успехи убедительно показывают, что дальнейшие исследования в данном направлении выглядят весьма перспективными, независимо от того, имеют ли отношение возникающие модели к оригинальной идее АдС/КТП соответствия или нет.

Именно в данном русле выполнены исследования, представленные в диссертации. Была построена общая теория точно решаемых голографических моделей для линейных реджевских траекторий легких мезонов. Далее, разработаны приложения построенной теории к феноменологическому описанию различных аспектов физики мезонов: нарушение киральной симметрии, двухточечный векторный коррелятор при низких и высоких энергиях, пространственноподобный формфактор пи-мезона, исследовано обобщённое условие конфайнмента из голографической петли Вильсона, вычислен линейный потенциал конфайнмента между тяжёлыми кварками для общего случая, соответствующего построенной теории. Из совокупности физических приложений показано, что наиболее согласованный радиальный спектр векторных мезонов близок к предсказанию дуальной амплитуды Ловеласа-Шапиро, то есть, пересечение линейного реджевского спектра близко к 1/2.

Выведен важный результат по голографическому потенциалу конфайнмента: потенциал, наиболее близкий к эмпирическим и решеточным данным, возникает в скалярном канале.

В общем и целом, выполненная теоретическая работа является объемной и интересной, имеет хорошую перспективу для использования в качестве основы для построения новых моделей в феноменологии адронов. Результаты работы являются оригинальными, существенная часть получена лично соискателем. Результаты изложены в нескольких статьях в весьма известных международных журналах по физике, что доказывает высокий уровень проделанных теоретических изысканий.

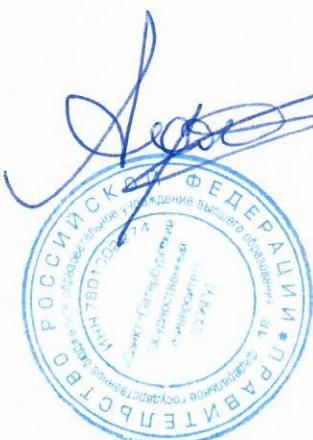
В разработке и решении поставленных задач Тимофей проявил качества высококвалифицированного исследователя, способного корректно проделать большую вычислительную работу, найти необходимые математические средства для достижения результата и выделить правильные физические решения.

Считаю, что диссертация Соломко Тимофея Дмитриевича на тему: «Теория голографических моделей, описывающих реджевский спектр мезонов, и её приложения» представляет собой законченный научный труд, содержащий новые результаты. Поэтому её автор несомненно заслуживает степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика. Диссертация соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете». Рекомендую диссертационную работу Тимофея Соломко к защите в Санкт-Петербургском государственном университете.

Научный руководитель,  
доктор физико-математических наук  
профессор кафедры физики высоких энергий  
и элементарных частиц Санкт-Петербургского  
государственного университета

С.С. Афонин

«4» апреля 2022 года



Личную подпись  
С.С. Афонина  
заверяю,  
И.О. начальника отдела кадров № 3  
И.И. Константина  
04.04.2022