Отзыв
научного руководителя о диссертации Храмцова М. А.
«Голографическое описание топологических дефектов и термализация сильновзаимодействующих квантовых систем»

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 (теоретическая физика)

Данная диссертация посвящена различным аспектам применения голографического подхода к задачам описания неравновесных явлений в квантовых системах и непертурбативной структуры квантовой гравитации. Согласно голографическому принципу, теории гравитации в режиме слабой связи в (d+1)-мерном пространстве ставится в соотвествие квантовая теория поля в d-мерном пространстве в режиме сильной связи. Это открывает множество возможностей к исследованию как абстрактных и фундаментальных проблем, так и непосредственно наблюдаемых экспериментально физических ситуаций. Широкая активность в научном сообществе по применению этих методов в последние двадцать лет по существу сделала голографию новой отдельной областью теоретической физики на стыке квантовой теории поля, теории струн и теории гравитации, с широкими связями с физикой высоких энергий, физикой твердого тела, квантовой информацией и другими областями науки.

В данной диссертации исследуются как формальные аспекты голографического AdS/CFT-соответсвия, так и непосредственные физические применения. В первых трех главах рассматривается голографический подход в частном случае AdS3/CFT2-соответствия. В этой ситуации с гравитационной стороны важную роль играют решения уравнений Эйнштейна в трехмерии, которые представимы в виде топологических дефектов в пространстве анти-де Ситтера. С помощью различных голографических подходов вычисляются корреляционные функции и энтропия зацепленности в голографически дуальной двухмерной конформной теории поля, и анализируются физические следствия для неравновесной физики. В четвертой главе рассматривается модель Сачдева-Йе-Китаева, которая является голографической моделью двухмерной квантовой гравитации. В этой модели строятся новые решения, связанные с непертурбативными эффектами в гравитации.

Основными результатами, полученными в диссертации, являются следующие.

1. С помощью голографического подхода Габсера-Клебанова-Полякова/Виттена (GKPW) вычислена двухточечная корреляционная функция в теории, дуальной пространству AdS3 с коническим дефектом. Построено решение задачи Дирихле для уравнения скалярного поля в этом пространстве. Показано, что в частном случае, когда пространство является орбифолдом, коррелятор совпадает с коррелятором в конформной теории поля.

2. Построено обобщение голографического геодезического приближения в пространстве AdS3 для вычисления корреляторов на случай наличия дефектов, которое применимо для произвольных временных интервалов и учитывает iε-предписание. Произведено вычисление двухточечного коррелятора по этому предписанию на примере случая массивной движущейся частицы AdS3.

3. Показано, что сталкивающиеся безмассовые частицы, образующие черную дыру в пространстве AdS3 , реализуют точно решаемую голографическую модель термализации замкнутой квантовой системы в результате эволюции неоднородного возбужденного начального состояния. Получены явные формулы, описывающее термализацию энтропии

зацепленности в таком процессе. Проанализирована динамика зацепленности в сравнении с другими моделями термализации и получен ряд интересных эффектов. А именно, показано, что в неравновесном режиме при больших временах система теряет память о начальном состоянии, и что голографическое вычисление явно связывает эту потерю памяти с областью под горизонтом черной дыры.

4. В модели термализации, дуальной образованию черной дыры при столкновении частиц, голографически вычислена взаимная информация и проанализирована ее динамика.

5. В модели Сачдева-Йе-Китаева (SYK) построены новые реплика-недиагональные решения уравнений седловой точки при больших N. В режиме сильной связи модели SYK получены аналитические реплика-недиагональные решения в пределе нулевого числа реплик.
На этих решениях вычислена регуляризованная свободная энергия, и показано, что существуют реплика-недиагональные решения, для которых она ниже, чем у стандартного диагонального решения.

Результаты диссертации опубликованы в пяти статьях в международных журналах, а также докладывались и были представлены на семинарах и международных конференциях.

Считаю, что диссертация Храмцова М. А, удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 (теоретическая физика), а ее автор безусловно заслуживает присуждения искомой степени.

Научный руководитель
Доктор физико-математических наук (специальность 01.04.02),
ведущий научный сотрудник отдела теоретической физики
Математического института им. В. А. Стеклова РАН,
профессор Арефьева И. Я.
Тел. (499) 941-01-87
e-mail: arefeva@mi-ras.ru
«11» марта 2019 г.

Подпись Арефьевой И.Я. заверяю:
зав. отделом кадров МИАН
Высоцкая В.И.