ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Белоконя Александра Игоревича «Динамика квантовых полей и их локализованных возмущений в искривлённых пространствах», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 - «теоретическая физика»

Автореферат соискателя посвящен описанию решения класса задач одновременно по нескольким направлениям современной квантовой теории поля на искривлённых пространствах. Если исходить из объёма представленной кандидатской диссертации и набора полученных результатов, то вполне можно было бы ограничиться только одним из выбранных направлений. Например, это изучение круга явлений, связанных с энтропией зацепленности и «островной» формулой (главы 3 и 4 диссертации), которые, на мой взгляд, представляет наибольший интерес с точки зрения определения и изучения содержащихся там математических структур (увы, до сих пор не осознанных в полной мере и пока существующих на уровне прескрипций). Тем не менее, несмотря на отсутствие в нашем распоряжении непротиворечивой теории квантовой гравитации, обстоятельное изучение различных проявлений квантовой природы пространства-времени на данном этапе развития играет решающую роль.

Более детально, **главы 3 и 4** посвящены изучению динамики гравитационной энтропии зацепленности и «островной» формулы в искривлённых пространствах, обладающих особенностью метрики, называемой горизонтом, с которым связано такое явление как излучение Хокинга. В целом, «островная» формула призвана решить вопрос об унитарности эволюции, нарушение которой известно как «информационный парадокс». В диссертации описана энтропия зацепленности и её свойства в пространстве электрически заряженной чёрной дыры и в пространстве де Ситтера. Следует отметить, что вычисление энтропии зацепленности в многомерном искривлённом пространстве-времени является крайне сложной задачей и точных результатов тут практически нет — весь анализ, как правило, сводится к двумерным теориям типа гравитации Джакива-Тейтельбойма. По этой причине в диссертации используется ряд методов, позволяющих свести исходно многомерную задачу к маломерной и воспользоваться доступными техниками и результатами вычислений, известными в литературе.

Так, в **главе 3** изучена временная зависимость энтропии зацепленности излучения Хокинга заряженного чернодырного решения Рейсснера-Нордстрёма для конечных областей 4D пространства, в которых собирается излучение. При сведении данной задачи к эффективно двумерной здесь получен интересный результат: при определённых размерах этих областей всегда можно выбрать значение заряда таким образом, чтобы не возникало информационного парадокса. Автор приводит соображения, почему информационный парадокс (даётся некоторая его версия и критерии возникновения) здесь отсутствует. В **главе 4** рассмотрена та же задача на пространстве де Ситтера, которое на больших масштабах описывает нашу Вселенную. Здесь также происходит редукция к двумерию, в частности, используются формулы для энтропии зацепленности конечного числа интервалов в двумерной конформной теории поля CFT2. Основной результат этой главы сводится к тому, что ряд необходимых энтропийных условий нарушаются, что, по всей видимости, опровергает правомерность применения упомянутых формул при вычислении энтропии зацепленности в частично редуцированной многомерной геометрии де Ситтера и требует их модификации в рамках CFT2 с границами (автор обсуждает подробности этого подхода).

Подытоживая, можно утверждать, что диссертационная работа Александра Игоревича Белоконя «Динамика квантовых полей и их локализованных возмущений в искривлённых пространствах» является законченной научно-квалификационной работой, результаты которой, по меньшей мере в области изучения энтропии зацепленности, расширяют наши текущие знания о предмете. Работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата наук, а её автор А.И. Белоконь заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 — «теоретическая физика».

дата 27.05.2025

подпись _____ / Алкалаев Константин Борисович

доктор физико-математических наук
по специальности 01.04.02 — «теоретическая физика»
ведущий научный сотрудник, заместитель руководителя
Отделения теоретической физики им. И.Е. Тамма
Физического института им. П.Н. Лебедева РАН
Москва, Ленинский проспект 53, ФИАН, ОТФ, 119991
тел.: 89037639804
e-mail: alkalaev@lpi.ru

Даю согласие на обработку моих персональных данных любым законодательно разрешенным способом.

Подпись К.Б. Алкалаева удостоверяю:

Ученый секретарь
Физического института им. П.Н. Лебедева РАН,
кандидат физико-математических наук А.В. Колобов

27 мая 2025 г.