

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет радиофизики и компьютерных технологий
Кафедра интеллектуальных систем

Аннотация к дипломной работе

**«Моделирование туннельных процессов в квантовой теории
калибровочных полей»**

Ворона Павел Николаевич

Научный руководитель: кандидат физ.-мат. наук, доцент Шуляковский Р.Г.

2016

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 66 страниц, 17 иллюстраций, 5 источников.

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ТЕОРИЯ ПОЛЯ, ТУННЕЛИРОВАНИЕ, ИНТЕГРАЛЫ ПО ТРАЕКТОРИЯМ, ИНСТАНТОНЫ, АБЕЛЕВА МОДЕЛЬ ХИГГСА.

В работе рассматривается возможность применения классических решений уравнений Лагранжа-Эйлера в Евклидовых пространствах с мнимым временем при расчёте туннельных амплитуд и выясняется целесообразность их использования на некоторых примерах (рассматриваются как квантово-механические модели так и полевые). Так же производится численный поиск решения при помощи метода инстантонов и метода конечных разностей в абелевой модели Хиггса в $(1 + 1)$ измерениях и моделирование взаимодействия группы таких решений.

В ходе работы был описан математический аппарат, используемый в квантовой теории калибровочных полей для описания вакуумного туннелирования, а так же были получены следующие результаты:

1. Найдены решения в аналитическом виде для прямоугольного, треугольного и двукратного потенциалов в квантовой механике (при энергиях отличных от вакуумных).
2. Описан процесс вакуум-вакуумного туннелирования для случая «ложных» вакуумов в теории поля.
3. Построено численное решение в виде конфигурации скалярного и векторного полей для абелевой модели Хиггса.
4. Проведено моделирование взаимодействия группы вихревых решений.
5. Проведен анализ метода решения задач туннелирования в евклидовом пространстве.

Оригинальными результатами являются решения квантово-механических задач в евклидовом пространстве, а так же полученные численные решения для абелевой модели Хиггса в виде вихрей полей электромагнитного поля и моделирование взаимодействия группы таких вихрей.

ABSTRACT

The work: 66 pages, 17 figures, 5 sources.

QUANTUM MECHANICS AND FIELD THEORY, TUNNELING, PATH INTEGRALS, INSTANTONS ABELIAN HIGGS MODEL.

The paper considers the possibility of using of classical solutions of the Lagrange-Euler equations in Euclidean space with imaginary time when calculating tunnel amplitudes. Quantum mechanics and field theory considered. Found a numerical solution by the method of instantons and the finite difference method in the Abelian Higgs model in $(1 + 1)$, also interaction of a group of such solutions is modeled.

The paper describes mathematical formalism used in quantum theory of the gauge fields to describe vacuum tunneling, as well as the following results were obtained:

1. Found analytic solutions for rectangular, triangular and two-humped potentials in quantum mechanics (for energies other than vacuum energy).
2. The process of vacuum-vacuum tunneling in field theory is described.
3. The numerical solution of a configuration of scalar and vector fields for the Abelian Higgs model has been found.
4. The simulation of the interaction of a group of vortex solutions is done.
5. The analysis of method for solving tunneling problems in Euclidean space.

Original results are analytical solutions of quantum mechanical problems in Euclidean space, as well as obtained numerical solutions to the Abelian Higgs model in the form of a vortex electromagnetic field and simulation of the interaction of groups of such vortices.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца: 66 старонак, 17 ілюстрацый, 5 крыніц.

КВАНТАВАЯ МЕХАНІКА І ТЭОРЫЯ ПОЛЯ, ТУНЭЛЯВАННЕ, ІНТЭГРАЛЫ ПА ТРАЕКТОРЫІ, ИНСТАНТОНЫ, АБЕЛЕВА МАДЭЛЬ ХІГСА.

У працы разглядаецца магчымасць прымянення класічных рашэнняў ураўненняў Лагранжа-Эйлера ў эўклідавай прасторах са ўяўным часам пры разліку тунэльных амплітуд і высвятляецца мэтазгоднасць іх выкарыстання на некаторых прыкладах (разглядаюцца як квантава-механічныя мадэлі так і палявыя). Так жа вырабляецца колькасны пошук рашэнні пры дапамозе метаду інстантоноў і метаду канчатковых рознасцяў ў абелевой мадэлі Хігса ў $(1 + 1)$ вымярэннях і мадэляванне ўзаемадзеяння групы такіх рашэнняў.

У ходзе работы быў апісаны матэматычны апарат, які выкарыстоўваецца ў квантавай тэорыі калібровачнае палёў для апісання вакуумнага тунэлявання, а так сама былі атрыманы наступныя вынікі:

1. Знойдзены рашэнні ў аналітычным выглядзе для праствакутнага, трохкутнага і двуюмога патэнцыялаў ў квантавай механіцы (пры энергіях выдатных ад вакуумных).

2. Апісаны працэс вакуум-вакуумнага тунэлявання для выпадку «ілжывых» вакуумам ў тэорыі поля.

3. Пабудавана колькасную рашэнне ў выглядзе канфігурацыі скалярнага і вектарнага палёў для абелевай мадэлі Хігса.

4. Праведзена мадэляванне ўзаемадзеяння групы віхравых рашэнняў.

5. Праведзены аналіз метаду рашэння задач тунэлявання ў эўклідавай прасторы.

Арыгінальнымі вынікамі з'яўляюцца аналітычныя рашэння квантава-механічных задач у эўклідавай прасторы, а так жа атрыманыя лікавыя рашэнні для абелевой мадэлі Хігса ў выглядзе віхур палёў электрамагнітнага поля і мадэляванне ўзаемадзеяння групы такіх віхур.