

**Волобуев Андрей Николаевич**

**Квантование полей**

2021

31  
68

УДК 530.1  
ББК 22.314  
В68

Квантование полей: научное издание, 2-е, дополненное – Самара: АНО «Издательство СНЦ», 2021. – 167 с.

Quantization of Fields: Scientific edition, 2-nd, added. – Samara: ANO "Publishing House SNC", 2021. – 167 p.

В книге рассмотрены основные проблемы квантования электромагнитного и гравитационного полей. Представлена стандартная идея квантования электромагнитного поля. Показаны недостатки этой идеи, противоречивые результаты, следующие из нее. В книге проблема квантования электромагнитного поля решена на основе перехода в пространство вектор-потенциала или фотонное пространство. На основе единой системы отсчета, движущейся со скоростью света, рассмотрена проблема взаимодействия электромагнитного излучения и массовой частицы и другие физические явления. Во 2-м издании книги, на основе «диаграммной техники» Р. Фейнмана показаны методы решения ряда стандартных задач квантовой электродинамики. Отмечена невозможность точного решения задачи взаимодействия фотона и массовой частицы в евклидовом пространстве. Показана возможность точного решения уравнения Дирака для атома водорода.

Рассмотрены проблемы, связанные с распространением гравитационного поля. Показан принцип решения стандартных задач на основе уравнения Эйнштейна общей теории относительности. Большое внимание уделено квантованию гравитационного поля. На основе использования квантового гравитационного эйконала найдена энергия кванта гравитационного поля - гравитона. Найдена квантовая форма тензора энергии-импульса в уравнении Эйнштейна, из которой следует существование гравитона. Показано, что взаимодействие гравитонов с гравитационным полем массивных тел принципиально позволяет решить проблему регистрации гравитонов.

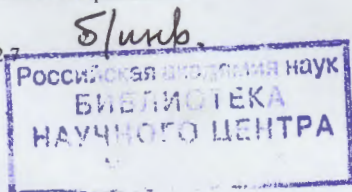
Книга может быть полезна студентам и ученым, интересующимся проблемами квантования электромагнитного и гравитационного полей.

In the book the basic problems of electromagnetic and gravitational fields quantization are investigated. The standard idea of an electromagnetic field quantization is submitted. Lacks of this idea and the inconsistent results following from it are shown. In the book the problem of quantization of an electromagnetic field is solved on the basis of transition in space of a vector-potential or photon space. On the basis of the uniform reference system moving with light velocity the problem of electromagnetic radiation and a mass particle interaction and other physical phenomena is investigated. In 2-nd edition of the book on the basis diagram method of R. Feynman the some standard tasks of quantum electrodynamics are solving. The impossibility of accurate solution of a problem of a photon and mass particle interaction in Euclidian space is marked. The opportunity of accurate solution of the Dirac's equation for atom of hydrogen is shown.

The problems connected to propagation of a gravitational field are considered. The principle of the standard tasks solving on the basis of Einstein's equation of the general relativity is shown. The large attention is given also to a gravitational field quantization. On the basis of a quantum gravitational eikonal use the energy of a gravitational field quantum - graviton is found. In the process of a gravitational field quantization the quantum representation of an energy-impulse tensor is used. On the basis of this representation the solution of Einstein's equation for a gravitational field from which existence of a gravitational field quantum - graviton follows is received. It is shown that interaction of a graviton and gravitational field of a massive body essentially allows solve a problem of the graviton registration.

The book will be useful to students and scientists whose interests lay in the area of electromagnetic and gravitational fields quantization.

ISBN 978-5-6047409-2-7



© АН. Волобуев. 2021

## Оглавление

<b>1. Введение</b> .....	5
<b>2. Электромагнитное поле</b> .....	12
<b>2.1. Существующий метод квантования электромагнитного поля</b> .....	13
2.1.1. Стоячие электромагнитные волны в кубическом пространстве .....	14
2.1.2. Квантование электромагнитного поля .....	17
2.1.3. Физические свойства фотона .....	19
2.1.4. Проблема вакуума .....	20
2.1.5. Точное решение задач квантовой электродинамики при отсутствии фотонов .....	21
2.1.5.1. Электрон в кулоновском поле ядра атома водорода .....	21
<b>2.2. Фотонное пространство</b> .....	28
2.2.1. Обобщенные координаты для свободного фотона .....	29
2.2.2. Обобщенные координаты для системы фотон – электрон .....	31
2.2.3. Квантование электромагнитного поля в фотонном пространстве .....	34
2.2.4. Уравнение Шредингера для фотона в фотонном пространстве .....	35
2.2.5. Решение уравнения Шредингера для фотона .....	38
2.2.6. Проблема вакуума и длина фотона в фотонном пространстве .....	40
<b>2.3. Массовая частица в фотонном пространстве</b> .....	43
2.3.1. Сохраняющиеся параметры в фотонном пространстве .....	43
2.3.2. Уравнение Шредингера для электрона в фотонном пространстве .....	45
2.3.3. "Дрожание" электрона в фотонном пространстве .....	47
2.3.4. Магнитный момент электрона в фотонном пространстве .....	50
2.3.5. Взаимодействие фотона и атома в фотонном пространстве .....	53
2.3.6. Многофотонная система в фотонном пространстве .....	55
<b>2.4. Некоторые примеры использования метода диаграмм Фейнмана</b> ...	57
2.4.1. Закон Малюса .....	57
2.4.1.1. Объяснение закона Малюса на основе волновой природы света .....	57
2.4.1.2. Взаимодействие кванта света с частицей вещества .....	67
2.4.1.3. Нахождение матричного элемента оператора взаимодействия .....	68
2.4.1.4. Интенсивность света после взаимодействия с веществом .....	71
2.4.2. Аннигиляция электрона и позитрона .....	73
2.4.2.1. Дифференциальное эффективное сечение аннигиляции позитрона и электрона в фотоны .....	73
2.4.2.2. Угловое и энергетическое распределение излучения аннигиляции ...	84
2.4.3. Тормозное излучение .....	91
2.4.3.1. Анализ возникновения тормозного излучения при движении электрона в веществе. Нерелятивистский вариант .....	92
2.4.3.2. Спектр тормозного излучения .....	100
2.4.3.3. Анализ возникновения тормозного излучения при движении электрона в веществе. Релятивистский вариант .....	102
<b>3. Гравитационное поле</b> .....	116
<b>3.1. Некоторые аспекты теории гравитационного поля</b> .....	116
3.1.1. Стационарное гравитационное поле уединенной массы .....	118
3.1.2. Нестационарное гравитационное поле уединенной массы .....	125

3.1.3. Преобразования Лоренца в метрике Шварцшильда и закон Ньютона всемирного тяготения.....	126
3.1.4. Уравнение геодезической линии .....	128
<b>3.2. Гравитационное излучение .....</b>	<b>130</b>
3.2.1. Фотон в постоянном однородном гравитационном поле .....	131
3.2.2. Генерирование гравитационного излучения и гравитационные волны .....	134
<b>3.3. Квантование гравитационных волн .....</b>	<b>140</b>
3.3.1. Действие системы гравитационное поле – частица.....	140
3.3.2. Энергия гравитона и квантовый гравитационный эйконал. Квантовая гравитодинамика. Гравитационный вакуум.....	142
3.3.3. Квантовая форма тензора энергии-импульса.....	146
3.3.4. Уравнение гравитона .....	150
3.3.5. Возможность регистрации гравитонов .....	153
<b>4. Исторические и современные проблемы развития физики .....</b>	<b>154</b>
4.1. Неполнота физики.....	159
<b>5. Заключение.....</b>	<b>161</b>
<b>6. Литература .....</b>	<b>164</b>