

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
1. Введение	5
2. Общие принципы теории поля	18
2.1. Аналогия между классической механикой и теорией поля	18
2.2. Принцип экстремума действия в общей теории относительности	21
2.3. Законы сохранения: общий анализ	26
2.4. Законы сохранения: теорема Нётер	32
2.5. Трансформационные свойства сохраняющихся величин	44
2.6. Канонический формализм в классической теории поля	49
3. Классическая теория гравитации Эйнштейна	60
3.1. Лагранжианы метрического (гравитационного) поля	60
3.2. Уравнения Эйнштейна	62
3.3. Решение Швардшильда	65
3.4. Решение Фридмана. Расширяющаяся Вселенная	73
3.5. Уравнения движения. Девияция геодезических	77
3.6. Три классических эффекта общей теории относительности	84
3.7. Гравитационные сохраняющиеся величины	93
3.8. Проблема гравитационной энергии	98
3.9. О числе измерений физического мира	108
4. Физические поля (кроме гравитационного)	111
4.1. Электромагнитное поле Максвелла: лагранжиан и уравнения	111
4.2. Сохраняющиеся величины и решения для системы электромагнитного и гравитационного полей	116
4.3. Естественная единая нелинейная теория гравитации и электромагнетизма Райнича — Уилера	125
4.4. Скалярное поле	127
4.5. Фермионные поля: лагранжиан и уравнения	131
4.6. Симметрия фермионного тензора энергии и его ковариантное сохранение	137
4.7. Сохраняющиеся величины и спин фермионов	140
4.8. Квадрирование уравнения Дирака; уравнение Паули и фермионно-гравитационно-электромагнитные эффекты	142
4.9. Естественная единая теория электромагнитного и фермионного полей	148
5. Гравитационное поле как аналог поля Максвелла	152
5.1. Аналогии в случае слабого поля	152
5.2. Интерпретация нелинейности гравитационного поля согласно Гупте и Папапетру	155
5.3. Тензор относительной напряженности гравитационного поля	158
5.4. Квазимаксвелловские уравнения гравитационного поля	161
5.5. Вариационный принцип для квазимаксвелловских уравнений	167
5.6. Гравитационные сохраняющиеся величины	176
5.7. Усреднение уравнений полей. Полуфеноменологическая теория физических полей в материальных средах	178

6. Принципы квантовой теории и общая теория относительности	184
6.1. Канонический формализм и квантование	184
6.2. Мотивировка и обсуждение квантования гравитации	189
6.3. Скалярное поле: демонстрация стандартного метода квантования	195
6.4. Квантование электромагнитного поля	200
6.5. Квантование фермионного поля	206
6.6. Разложение физических величин по степени гравитационной постоянной в представлении взаимодействия	212
6.7. Квантование гравитационного поля. Спин гравитона	220
6.8. Альтернативные пути квантования гравитации	230
6.9. Элементы теории матрицы рассеяния	231
7. Квантово-гравитационные эффекты	239
7.1. Отклонение луча света в гравитационном поле и другие эффекты этого типа	239
7.2. Превращение фотонов в гравитоны и обратно	244
7.3. О равенстве инертной и тяготеющей масс (квантовый вывод принципа эквивалентности Галилея — Этвёша — Эйнштейна)	248
7.4. Фотон-гравитонные аннигиляции пар и обменной комптон-эффект	252
7.5. Дробление частиц нулевой массы покоя	256
7.6. Вакуумная нелинейность гравитационного поля	260
8. Некоторые математические методы и соотношения теории относительности	268
8.1. Сводка основных соотношений тензорного анализа	268
8.2. Элементы объема многообразий. Интегрирование по многообразиям	270
8.3. Вариационные производные на многообразиях	274
8.4. Дельта-функция Дирака и связанные с ней понятия	276
8.5. Двуметрический формализм	281
8.6. Матричная формулировка римановой геометрии	287
8.7. Представление метрического поля с помощью тетрад	291
8.8. Кватернионы в римановом пространстве	297
8.9. Метод хронометрических инвариантов Зельманова	300
Л и т е р а т у р а	312
Предметный указатель	322