

## Оглавление

Предисловие к русскому переводу . . . . .	9
Предисловие . . . . .	12
Квантовая гравитация . . . . .	43
<b>Лекция 1. . . . .</b>	<b>56</b>
1.1. Полевое приближение гравитации . . . . .	56
1.2. Характеристики феномена гравитации . . . . .	58
1.3. Квантовые эффекты в гравитации . . . . .	68
1.4. О философских проблемах в квантовании макроскопических объектов . . . . .	70
1.5. Гравитация как следствие других полей . . . . .	74
<b>Лекция 2. . . . .</b>	<b>76</b>
2.1. Постулаты статистической механики . . . . .	76
2.2. Трудности гипотетических теорий . . . . .	81
2.3. Обмен одним нейтрино . . . . .	84
2.4. Обмен двумя нейтрино . . . . .	85
<b>Лекция 3. . . . .</b>	<b>90</b>
3.1. Спин гравитона . . . . .	90
3.2. Амплитуды и поляризации в электродинамике, типичной полевой теории . . . . .	92
3.3. Амплитуды для обмена гравитона . . . . .	96
3.4. Физическая интерпретация в терминах амплитуд . . . . .	99
3.5. Лагранжиан для гравитационного поля . . . . .	103
3.6. Уравнения гравитационного поля . . . . .	104
3.7. Определение символов . . . . .	106
<b>Лекция 4. . . . .</b>	<b>108</b>
4.1. Связь между рангом тензора и знаком поля . . . . .	108
4.2. Тензор энергии-импульса для скалярной материи . . . . .	110
4.3. Амплитуды для рассеяния (скалярная теория) . . . . .	112
4.4. Подробные свойства плоских волн. Эффект Комптона	113
4.5. Нелинейные диаграммы для гравитонов . . . . .	115

4.6. Классические уравнения движения гравитирующей частицы . . . . .	117
4.7. Орбитальное движение частицы вокруг звезды . . . . .	120
<b>Лекция 5. . . . .</b>	<b>123</b>
5.1. Орбиты планет и прецессия Меркурия . . . . .	123
5.2. Замедление времени в гравитационном поле . . . . .	126
5.3. Космологические эффекты, связанные с замедлением времени. Принцип Маха . . . . .	130
5.4. Принцип Маха в квантовой механике . . . . .	132
5.5. Собственная энергия гравитационного поля . . . . .	136
<b>Лекция 6. . . . .</b>	<b>138</b>
6.1. Билинейные члены тензора энергии-импульса . . . . .	138
6.2. Формулировка теории, справедливой во всех порядках . . . . .	141
6.3. Построение инвариантов по отношению к инфинитезимальным преобразованиям . . . . .	143
6.4. Лагранжиан теории, справедливой во всех порядках . . . . .	147
6.5. Уравнение Эйнштейна для тензора энергии-импульса . . . . .	149
<b>Лекция 7. . . . .</b>	<b>151</b>
7.1. Принцип эквивалентности . . . . .	151
7.2. Некоторые следствия принципа эквивалентности . . . . .	155
7.3. Максимальные скорости хода часов в гравитационных полях . . . . .	157
7.4. Собственное время в общих координатах . . . . .	160
7.5. Геометрическая интерпретация метрического тензора . . . . .	162
7.6. Кривизна в двух и четырех измерениях . . . . .	165
7.7. Число величин, инвариантных под действием преобразований общего вида . . . . .	167
<b>Лекция 8. . . . .</b>	<b>170</b>
8.1. Преобразования компонент тензора в неортогональных координатах . . . . .	170
8.2. Уравнения, определяющие инварианты $g_{\mu\nu}$ . . . . .	173
8.3. О предположении, что пространство есть в точности плоское . . . . .	175
8.4. О соотношениях между различными подходами к теории гравитации . . . . .	177
8.5. Кривизна как величина, относящаяся к касательному пространству . . . . .	179

8.6. Кривизна как величина, относящаяся к произвольным координатам . . . . .	182
8.7. Свойства Великого Тензора Кривизны . . . . .	184
<b>Лекция 9. . . . .</b>	<b>187</b>
9.1. Модификация электродинамики, требуемая принципом эквивалентности . . . . .	187
9.2. Ковариантные производные тензоров . . . . .	188
9.3. Параллельный перенос вектора . . . . .	192
9.4. Связь между кривизной и материей . . . . .	197
<b>Лекция 10. . . . .</b>	<b>200</b>
10.1. Полевые уравнения гравитации . . . . .	200
10.2. Действие для классических частиц в гравитационном поле . . . . .	205
10.3. Действие для материальных полей в гравитационном поле . . . . .	209
<b>Лекция 11. . . . .</b>	<b>217</b>
11.1. Кривизна в окрестности сферической звезды . . . . .	217
11.2. О связи между материей и кривизной . . . . .	219
11.3. Метрика Шварцшильда, поле вне сферической звезды . . . . .	220
11.4. Сингулярность Шварцшильда . . . . .	222
11.5. Размышления о понятии кротовой норы . . . . .	226
11.6. Проблемы теоретических исследований кротовых нор . . . . .	228
<b>Лекция 12. . . . .</b>	<b>230</b>
12.1. Проблемы космологии . . . . .	230
12.2. Предположения, приводящие к космологическим моделям . . . . .	233
12.3. Интерпретация космологической метрики . . . . .	236
12.4. Измерения космологических расстояний . . . . .	239
12.5. О характеристиках закрытой или открытой вселенной	240
<b>Лекция 13. . . . .</b>	<b>243</b>
13.1. О роли плотности вселенной в космологии . . . . .	243
13.2. О возможности неоднородной и несферической вселенной . . . . .	246
13.3. Исчезновение галактик и сохранение энергии . . . . .	248
13.4. Принцип Маха и граничные условия . . . . .	250
13.5. Тайны на небесах . . . . .	252

<b>Лекция 14.</b>	255
14.1. Проблема сверхзвезд в общей теории относительности	255
14.2. Значение решений и их параметры	258
14.3. Некоторые численные результаты	260
14.4. Планы и предположения для дальнейших исследований сверхзвезд	262
<b>Лекция 15.</b>	264
15.1. Физическая топология решений Шварцшильда	264
15.2. Орбиты частиц в поле Шварцшильда	265
15.3. О будущем геометродинамики	268
<b>Лекция 16.</b>	271
16.1. Связь между полями вещества и гравитацией	271
16.2. Завершение теории: простой пример гравитационного излучения	274
16.3. Излучение гравитонов при распаде частиц	276
16.4. Излучение гравитонов при рассеянии частиц	278
16.5. Источники классических гравитационных волн	281
<b>Список литературы</b>	284
<b>Предметный указатель</b>	292