


Е. Г. БОРОДИНА

**ФОРМИРОВАНИЕ
ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА**

 «Инфра-Инженерия»

Е. Г. БОРОДИНА

**ФОРМИРОВАНИЕ
ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА**

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2024

УДК 524.8
ББК 22.632
Б83

Рецензенты:

зав. каф. физики БГТУ, д-р физ.-мат. наук, проф. *Д. Л. Фёдоров*;
зам. зав. каф. физики БГТУ, канд. техн. наук, доц. *В. В. Лентовский*

Бородина, Е. Г.

Б83 Формирование физической картины мира : учебное пособие / Е. Г. Бородина. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 296 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-1965-9

Изложен широкий круг вопросов и проблем, раскрывающих становление и эволюцию взглядов на формирование физической картины мира. Включены разделы релятивистской физики. Подробно рассмотрены основные идеи теории гравитации в их историческом развитии. Анализируются физические следствия из преобразований Галилея и Лоренца. Описываются энергия, импульс и масса в СТО, связь между силой и ускорением, гравитационное притяжение. Дается сравнительный анализ с теорией тяготения Ньютона. Кратко характеризуется природа массы на основе свойств бозона Хиггса. Излагаются некоторые космологические следствия современной теории тяготения.

Для студентов старших курсов технических вузов, а также всех, кто интересуется проблемами современной физики и космологии. Может быть полезно студентам младших курсов при расширенном изучении классических проблем кинематики, динамики Ньютона и теории относительности. Поможет в систематизации и обобщении знаний по курсу «Формирование физической картины мира» и развитии мировоззрения с учётом современных астрофизических исследований.

УДК 524.8
ББК 22.632

ISBN 978-5-9729-1965-9

© Бородина Е. Г., 2024
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2024
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОТ АВТОРА.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	10
1. ПРОБЛЕМА МИРОВОГО ЭФИРА И ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ.....	14
1.1. Теория относительности: основные идеи и следствия.....	14
1.2. Проблема мирового эфира и принцип относительности.....	17
1.3. Преобразования Лоренца в СТО.....	19
1.4. Вывод преобразований Лоренца по Эйнштейну.....	21
1.5. Основные следствия из преобразований Лоренца.....	22
1.6. Геометрический смысл преобразований Лоренца в четырёхмерном континууме.....	24
1.7. Ньютон, принцип относительности Эйнштейна и релятивистский импульс. Основное уравнение динамики в СТО.....	27
1.8. «Реальность» относительности. Лоренцево сжатие и замедление времени.....	28
1.9. Инварианты в СТО. Взаимосвязь релятивистской энергии и импульса.....	29
1.10. Предельная скорость в Природе. Соотношение между релятивистской и классической динамикой.....	33
2. ТЯГОТЕНИЕ В ТЕОРИИ НЬЮТОНА.....	35
2.1. Закон всемирного тяготения Ньютона. Принципиальные особенности классической теории тяготения.....	35
2.2. Движение тел под действием сил тяготения.....	37
2.3. Ускорение и тяготение. Принцип эквивалентности.....	41
3. ТЯГОТЕНИЕ В ТЕОРИИ ЭЙНШТЕЙНА.....	46
3.1. Релятивистская механика и теория поля.....	46
3.2. Кривизна пространства-времени в ОТО.....	48
3.3. Фундаментальные уравнения Эйнштейна.....	50
3.4. Слабые гравитационные поля и наблюдаемые эффекты. Гравитационное излучение.....	53
3.5. Тяготение и квантовая физика. Элементарные частицы и распад вакуума по механизму Хокинга.....	60
4. ЧЁРНЫЕ ДЫРЫ.....	68
4.1. Гравитационный радиус тела – радиус Шварцшильда. Чёрные мини-дыры.....	68
4.2. Массивные и сверхмассивные чёрные дыры.....	71
4.3. Сингулярность пространства-времени. Структура чёрной дыры.....	76

4.4. Гравитационное поле вращающейся чёрной дыры	78
4.5. Механизм Пенроуза	81
5. МОДЕЛИ ВСЕЛЕННОЙ	83
5.1. Статические модели мира. Стационарные Вселенные Ньютона и Эйнштейна	83
5.2. Уравнения Фридмана для нестатической Вселенной	85
5.3. Метагалактика и закон Хаббла. Гипотеза «горячей» Вселенной и важнейшие этапы её развития.....	90
5.4. Нестатические модели Леметра и Эйнштейна-де Ситтера.....	103
6. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОСМОЛОГИИ	106
6.1. Особенности реликтового излучения	106
6.2. Формирование галактик и квазаров	110
6.3. Элементарные частицы и структура Вселенной.....	114
6.4. Космическая гармония по Пифагору	119
6.5. «Тяжёлый» электрон и гармония Мира по А. Саламу	121
6.6. «Жемчужина» физики – принцип Гейзенберга и его роль в эволюции Вселенной	127
7. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ.....	133
7.1. Проблемы «скрытой массы» и «тёмной энергии».....	133
7.2. Топологическое многообразие и сингулярность пространства-времени. Проблема «первоначала» Мира	141
7.3. «Истинная» размерность Мира.....	146
7.4. Размерность пространства-времени в современной физике и космологии.....	153
7.5. Фундаментальная проблема единственности Метагалактики	159
7.6. Внутренняя симметрия и проблема иерархии в космологии	163
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	167
ПРИЛОЖЕНИЯ	169
1. Определение тензора	169
2. Тензорная алгебра	169
3. Симметричные и антисимметричные тензоры	170
4. Ковариантные и контравариантные тензоры	171
5. Преобразование ковариантных, контравариантных и смешанных тензоров.....	174
6. Символы Кристоффеля. Ковариантная производная тензора	175
7. Геодезическая линия, её уравнение и особенности. Экстремумы и причинность	177
8. Кривизна четырёхмерного пространства-времени.....	180

9. Решение Шварцшильда. Гравитационный радиус тела.....	182
10. Релятивистский гравитационный коллапс	185
11. Антигравитация в уравнениях Эйнштейна	188
12. Границы применимости закона Хаббла.....	190
13. Основные этапы эволюции Вселенной.....	194
14. Фундаментальные взаимодействия и классы элементарных частиц.....	200
15. Природа массы. Бозоны Хиггса.....	207
16. Аксион в роли элементарной частицы тёмной материи	213
17. Гравитация как энтропия. Энтропийная Вселенная.....	216
18. «Музыка сфер» в астрофизике.....	216
19. Правильные многогранники («платоновы тела») и топология пространства	219
20. Новые загадки мюона и электрона	220
21. Элементарные процессы в ионосфере Земли. Связь с вариациями альbedo планеты	228
22. Одна формула и весь мир (электрон и видимый солнечный свет).....	234
23. Проблема «первоначала» Мира в науке и теологии.....	238
24. Проблема Озма. Симметрия и асимметрия в микромире	240
25. «Золотое сечение» в Солнечной системе. Связь с числами Фибоначчи	247
26. Принцип наименьшего действия в физике и телеологии. Мопертюи и Планк.....	250
ТРУДНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ. ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ РАЗМЫШЛЕНИЙ.....	260
УКАЗАНИЯ. РЕШЕНИЯ. ОТВЕТЫ	273
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	292
ПРИМЕРЫ СТРУКТУРНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ВСЕЛЕННОЙ	294