

УДК 524.8
ББК 22.313
Ф76

Рецензенты:

академик РАН, д-р физ.-мат. наук, профессор *В.И. Пустовойт*;
д-р физ.-мат. наук, профессор Московского педагогического
государственного университета *Б.Н. Фролов*

Фомин, И. В.

Ф76 Гравитационные волны ранней Вселенной / И. В. Фомин,
С. В. Червон, А. Н. Морозов. — Москва : Издательство МГТУ
им. Н. Э. Баумана, 2018. — 154, [2] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5003-9

Рассмотрены применение скалярных полей в космологии и методы построения моделей ранней Вселенной на основе их динамики. Выполнен анализ динамики Вселенной на различных стадиях ее эволюции. Проведен расчет параметров космологических возмущений. Представлены методы верификации инфляционных моделей и новые методы детектирования гравитационных волн.

Для специалистов, интересующихся проблемами нелинейной теории поля, теории гравитации, космологии и гравитационно-волновыми исследованиями, а также студентов старших курсов, магистров и аспирантов.

УДК 524.8
ББК 22.313

ISBN 978-5-7038-5003-9

© Фомин И.В., Червон С.В.,
Морозов А.Н., 2018
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018

Оглавление

Предисловие	3
1. Предпосылки и следствия теории космологической инфляции	4
1.1. Динамика скалярного поля	7
1.2. Плотность энергии и давление	8
1.3. Число e -фолдов	9
1.4. Наблюдательные данные	10
1.5. Анизотропия реликтового излучения	11
2. Скалярные поля в космологии	14
2.1. Ранние представления о скалярных полях в космологии	14
2.2. Нелинейные скалярные поля	25
2.3. Самогравитирующие скалярные поля	31
2.4. Скалярные поля в конформно-плоских пространствах ...	32
2.5. Массивное скалярное поле	35
2.6. Нелинейные поля в моделях инфляции	37
3. Анализ космологической динамики во Вселенной Фридмана ..	39
3.1. Параметры медленного скатывания	42
3.2. Приближение медленного скатывания	44
3.3. Кинетическое приближение	45
3.4. Точные решения уравнений космологической динамики	50
3.5. Точные решения на основе выбора параметра Хаббла	51
3.6. Генерирование новых точных решений из известных	60
3.7. Сопоставление точных и приближенных решений	65
3.8. Вселенная Фридмана с ненулевой кривизной или материей	69
3.9. Уравнения динамики в терминах числа e -фолдов	70
3.10. Точные решения из подстановки масштабного фактора	76

4. Космологические возмущения	80
4.1. Возмущения поля и метрики	82
4.2. Квантование возмущений	85
4.3. Параметры космологических возмущений	90
4.4. Диаграмма «Тензорно-скалярное отношение — спектральный индекс скалярных возмущений»	97
4.5. Постинфляционная эволюция космологических возмущений	100
4.6. Плотность энергии реликтовых гравитационных волн	102
5. Детектирование высокочастотных гравитационных волн	106
5.1. Высокочастотные флуктуации метрики пространства-времени	106
5.2. Описание интерферометра Фабри—Перо	109
5.3. Математическое моделирование отклика интерферометра Фабри—Перо	112
6. Регистрация высокочастотных гравитационных волн с помощью низкочастотного оптического резонанса	117
6.1. Расчет чувствительности интерферометра Фабри—Перо при регистрации высокочастотных гравитационных волн	118
6.2. Регистрация высокочастотных гравитационных волн	121
6.3. Оценка возможности регистрации реликтовых гравитационных волн	124
7. Регистрация флуктуаций метрического тензора пространства-времени	126
7.1. Модель флуктуирующего физического времени	126
7.2. Пространство-время с флуктуирующим метрическим тензором	128
7.3. Распространение света в пространстве-времени с флуктуирующим метрическим тензором	129
7.4. Расчет уширения спектральных линий света при воздействии гравитационных волн	133
Заключение	135
Литература	136