

УДК 530.1; 539.1  
ББК 22.31  
В57

**Владимиров Ю. С.**

**В57** Геометрофизика / Ю. С. Владимиров. — 6-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2024. — 543 с. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-93208-696-4

Книга посвящена изложению и анализу геометрического подхода к описанию физического мира, в частности общей теории относительности А. Эйнштейна и многомерной геометрической теории физических взаимодействий. В первой части дано введение в общую теорию относительности. Во второй части детально рассматриваются теория относительности, ее формулировки и обобщения. Третья часть посвящена изложению многомерной геометрической теории микромира. В четвертой части произведен метафизический анализ геометрического и иных подходов к физике с целью обоснования необходимости перехода к более совершенной картине мира.

Книга адресована студентам и преподавателям вузов физикоматематического профиля, физикам-теоретикам и философам.

**УДК 530.1; 539.1  
ББК 22.31**

**Деривативное издание на основе печатного аналога:** Геометрофизика / Ю. С. Владимиров. — 2-е изд., испр. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. — 536 с. : ил. — ISBN 978-5-9963-0303-8.

**В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации**

**ISBN 978-5-93208-696-4**

© Лаборатория знаний, 2015

# Оглавление



Предисловие ко второму изданию .....	10
Предисловие к первому изданию .....	12
Введение .....	14
<b>Часть I. Общая теория относительности и геометрическое миропонимание .....</b>	<b>19</b>
Глава 1. <b>Основные понятия общей теории относительности .....</b>	<b>20</b>
1.1. Координатные преобразования и тензоры .....	21
1.1.1. Координатные системы .....	21
1.1.2. Основы тензорной алгебры .....	24
1.2. Метрический тензор .....	27
1.3. Ковариантное дифференцирование .....	31
1.3.1. Уравнения геодезических линий .....	31
1.3.2. Ковариантные производные .....	35
1.4. Тензор кривизны и уравнения Эйнштейна .....	36
1.4.1. Тензор кривизны .....	37
1.4.2. Уравнения Эйнштейна .....	39
1.4.3. Координатные условия .....	42
1.5. Уравнения движения пробных частиц .....	44
1.5.1. Монополярные частицы .....	45
1.5.2. Дипольные частицы .....	46
Глава 2. <b>Основные следствия общей теории относительности .....</b>	<b>49</b>
2.1. Метрика Шварцшильда .....	50
2.1.1. Вывод решения Шварцшильда .....	51
2.1.2. Анализ метрики Шварцшильда и ее обобщений .....	54
2.1.3. Уравнения геодезических линий .....	58
2.1.4. Смещение перигелия Меркурия .....	61
2.1.5. Эффект отклонения лучей света .....	64
2.2. Метрика Керра .....	67
2.2.1. Анализ метрики Керра .....	67
2.2.2. Уравнения геодезических линий в метрике Керра .....	70
2.2.3. Некоторые эффекты в метрике Керра .....	73
2.3. Космологические модели .....	76
2.3.1. Космология. Постановка задачи .....	76
2.3.2. Пространства постоянной кривизны .....	79
2.3.3. Однородные изотропные модели Вселенной .....	82
2.3.4. Космологическое красное смещение .....	87

2.3.5. Критическая плотность и возраст Вселенной .....	90
<b>Глава 3. Монадный метод описания систем отсчета .....</b>	<b>93</b>
3.1. Понятие системы отсчета .....	94
3.2. Алгебра монадного метода .....	96
3.2.1. Алгебра общековариантного монадного метода .....	96
3.2.2. Метод хронометрических инвариантов .....	99
3.2.3. Метод кинеметрических инвариантов .....	102
3.3. Монадные физико-геометрические тензоры .....	107
3.4. Монадные операторы дифференцирования .....	110
3.5. Монадный вид геометрических уравнений .....	113
3.5.1. Уравнения геодезических линий .....	114
3.5.2. Уравнения Эйнштейна и тождества .....	117
3.6. Монадный метод в точных решениях .....	119
3.6.1. Монадный метод в метриках Фридмана .....	120
3.6.2. Монадный метод в метрике Шварцшильда .....	122
3.6.3. Монадный метод в метрике Керра .....	126
3.6.4. Монадный метод в метрике Геделя и ее обобщениях ...	129
3.7. Некоторые выводы и замечания .....	131
<b>Часть II. Четырехмерная картина мира .....</b>	<b>133</b>
<b>Глава 4. Искривленное (риманово) пространство-время .....</b>	<b>134</b>
4.1. Метрика пространства-времени и ее обобщения .....	135
4.1.1. Концептуальные вопросы введения метрики .....	135
4.1.2. Геометрия Финслера .....	138
4.2. Параллельный перенос и геометрии Схоутена .....	139
4.2.1. Геометрии Схоутена .....	140
4.2.2. Физические теории в обобщенных геометриях .....	143
4.3. Производные Ли и симметрии .....	147
4.3.1. Производные Ли .....	148
4.3.2. Уравнения и векторы Киллинга .....	149
4.3.3. Классификация однородных пространств .....	154
4.4. Геометрический смысл тензора кривизны .....	156
4.4.1. Перемещения, ассоциированные с циклом .....	157
4.4.2. Уравнения девиаций геодезических линий .....	160
4.5. Алгебраическая классификация Петрова .....	162
4.5.1. Характеристическая матрица .....	163
4.5.2. Алгебраическая классификация Петрова .....	166
4.5.3. Инварианты тензора кривизны и векторы Дебеве в про- странствах различных подтипов .....	168
4.5.4. Примеры точных решений различных подтипов .....	170
4.6. Соответствия между римановыми пространствами .....	172
4.6.1. Конформное соответствие .....	172
4.6.2. Проективное соответствие римановых пространств ....	174

Глава 5. Гравитация и электромагнетизм в 4-мерном пространстве-времени .....	175
5.1. Электромагнитное поле в ОТО .....	176
5.1.1. Уравнения Максвелла и Клейна—Фока в искривленном пространстве-времени .....	176
5.1.2. «Частицеподобные» точные решения .....	179
5.2. Первая аналогия гравитации и электромагнетизма .....	181
5.2.1. Лагранжев формализм электромагнитного поля .....	182
5.2.2. Лагранжева формулировка ОТО в метрическом представлении .....	183
5.2.3. Формализм Палатини .....	185
5.3. Вторая аналогия гравитации и электромагнетизма .....	186
5.3.1. Уравнения Максвелла в монадном виде .....	186
5.3.2. Системы отсчета, ассоциированные с электромагнитным полем .....	188
5.3.3. Классификация матриц 3-мерных составляющих тензора электромагнитного поля .....	190
5.3.4. Алгебраическая классификация систем отсчета .....	191
5.4. Третья аналогия гравитации и электромагнетизма .....	192
5.4.1. Гамильтонова формулировка электромагнетизма .....	193
5.4.2. Гамильтонова формулировка теории гравитации .....	194
5.4.3. Суперпространство Уилера—ДеВитта .....	197
5.5. Четвертая аналогия гравитации и электромагнетизма .....	200
5.5.1. Дуально сопряженные тензоры кривизны .....	202
5.5.2. Квадратичные по тензору кривизны лагранжианы ....	204
5.5.3. Классификация матриц электромагнитного тензора 2-го ранга .....	206
5.6. Пятая аналогия гравитации и электромагнетизма .....	207
5.7. Выводы и замечания .....	209
Глава 6. Системы отсчета и ориентаций .....	212
6.1. Хроногеометрия .....	214
6.2. Тетрадный метод .....	218
6.2.1. Алгебра тетрадного метода .....	218
6.2.2. Тетрадные операторы дифференцирования .....	221
6.2.3. Тетрадные физико-геометрические тензоры .....	223
6.2.4. Метод изотропных тетрад Ньюмена—Пенроуза .....	225
6.3. Диадный метод .....	228
6.3.1. Алгебра диадного метода .....	228
6.3.2. Диадные физико-геометрические тензоры .....	234
6.3.3. Диадные операторы дифференцирования .....	237
6.4. Диарный метод .....	239
6.4.1. Алгебра диарного метода .....	240
6.4.2. Диарные физико-геометрические тензоры и операторы дифференцирования .....	243

Глава 7. Фермионная материя в общей теории относительности	244
7.1. Спиноры и биспиноры	245
7.1.1. Двухкомпонентные спиноры	245
7.1.2. Биспиноры	249
7.1.3. $1 + 3$ -расщепление в пространстве спиноров	251
7.1.4. Алгебры Клиффорда и 4-компонентные спиноры	255
7.2. Уравнения Дирака в плоском пространстве-времени	258
7.2.1. Обсуждение уравнений Дирака	258
7.2.2. Спинорная запись фундаментальных уравнений	260
7.3. Фермионы в искривленном пространстве-времени	262
7.3.1. Уравнения Дирака в искривленном пространстве-времени	262
7.3.2. Квадрирование уравнений Дирака	264
<b>Часть III. Многомерность физического мира</b>	267
Глава 8. Пятимерные теории Калуцы и Клейна	269
8.1. Основания перехода к пятимерной теории	270
8.2. Геометрический прообраз гравитационно-электромагнитных взаимодействий	274
8.2.1. Монадный метод редуцирования ( $4 + 1$ -расщепления)	274
8.2.2. Геометрические уравнения в монадном виде	277
8.3. Пятимерная теория Калуцы (упрощенный вариант)	278
8.3.1. Переход от 5-мерной геометрии к электродинамике в ОТО	278
8.3.2. Негеометрические заряженные поля в теории Калуцы	281
8.3.3. Спинорное поле	282
8.4. Теория Калуцы со скаляризмом	284
8.4.1. Скаляризм в электродинамике и его интерпретация	285
8.4.2. Сферически-симметричные решения многомерных уравнений Эйнштейна	288
8.4.3. Скаляризм и конформный фактор	291
8.4.4. Эффекты скаляризма в 5-мерной теории	293
8.5. Вариант 5-мерной теории Клейна—Фока—Румера	296
8.5.1. Общая теория относительности как 5-оптика	297
8.5.2. 5-Мерная теория Клейна—Фока—Румера	298
8.5.3. Квантовая механика и геометрофизика	301
8.6. Анализ критических замечаний по 5-мерию	303
Глава 9. 8-Мерная геометрическая теория гравитационно-сильных взаимодействий	308
9.1. Основания 8-мерной теории	309
9.2. Геометрический прообраз взаимодействий	313
9.2.1. Тетрадный метод в 8-мерной теории	313
9.2.2. Геометрическая часть гиперплотности лагранжиана	317
9.2.3. Фермионная часть гиперплотности лагранжиана	319
9.3. Сведения из теории сильных взаимодействий	321
9.4. Принцип соответствия	325
9.4.1. Условия соответствия двух теорий в бозонном секторе	325

9.4.2. Условия на коэффициенты из фермионного сектора . . .	329
9.4.3. Заряды взаимодействий с нейтральными полями . . . . .	330
9.5. Массовый сектор 8-мерной геометрической теории . . . . .	331
9.5.1. Проблема планковских масс заряженных бозонных полей . . . . .	331
9.5.2. Конформное преобразование . . . . .	332
<b>Глава 10. Геометризация электрослабых взаимодействий . . . . .</b>	<b>337</b>
10.1. Основания 7-мерной теории . . . . .	338
10.2. Переход от 8-мерия к 7-мерной теории . . . . .	341
10.2.1. Бозонный сектор . . . . .	341
10.2.2. Кварки в 7-мерной теории . . . . .	344
10.3. Бозонный сектор 7-мерной теории . . . . .	346
10.3.1. Тriaдный метод в 7-мерной теории . . . . .	346
10.3.2. Геометрическая часть плотности лагранжиана . . . . .	349
10.4. Сведения из модели электрослабых взаимодействий . . . . .	351
10.4.1. Бозонный сектор калибровочной модели . . . . .	351
10.4.2. Фермионный сектор калибровочной модели . . . . .	352
10.5. Принцип соответствия бозонных секторов . . . . .	355
10.5.1. Соответствие с калибровочной моделью . . . . .	355
10.5.2. Соответствие с 8-мерной теорией . . . . .	356
10.6. Заряды взаимодействий с нейтральными бозонами . . . . .	358
10.6.1. Нейтральные векторные поля и заряды кварков . . . . .	358
10.6.2. Заряды лептонов . . . . .	361
10.7. Фермионный сектор 7-мерной теории . . . . .	364
10.7.1. Септадный метод и обобщенные матрицы Дирака . . .	364
10.7.2. Лагранжиан взаимодействия фермионов с векторными бозонами . . . . .	367
10.8. Массовый сектор 7-мерной теории . . . . .	370
10.8.1. Массы векторных бозонов . . . . .	370
10.8.2. Хиггсовские скалярные бозоны в калибровочной модели . . . . .	373
<b>Глава 11. 6-Мерная теория Калуцы—Клейна . . . . .</b>	<b>376</b>
11.1. Переход от 7-мерия к 6-мерной теории . . . . .	377
11.1.1. Бозонный сектор . . . . .	377
11.1.2. Фермионный сектор . . . . .	379
11.2. 6-Мерная геометрическая теория . . . . .	380
11.2.1. Самостоятельный вариант 6-мерной теории . . . . .	380
11.2.2. Физическая интерпретация 6-мерной теории . . . . .	382
11.3. Физические поля негеометрической природы . . . . .	385
11.3.1. Негеометрическое скалярное поле . . . . .	385
11.3.2. Конформный фактор и массовый сектор 6-мерной теории . . . . .	387
11.4. Магнитные поля астрофизических объектов . . . . .	389
11.5. Шестимерие с двумя времени-подобными координатами . . . .	392
11.6. Выводы, замечания, гипотезы . . . . .	396

<b>Часть IV. Метафизические основы миропонимания</b>	<b>399</b>
Глава 12. <b>Метафизические парадигмы в фундаментальной физике</b>	<b>401</b>
12.1. Теории гравитации в триалистической парадигме	403
12.1.1. Неэйнштейновские теории гравитации	403
12.1.2. Релятивистская теория гравитации	405
12.1.3. «Перелицовка» ОТО в теорию триалистической парадигмы	408
12.2. Калибровочная теория взаимодействий	410
12.2.1. Калибровочная теория электромагнетизма	410
12.2.2. Калибровочная теория электрослабых взаимодействий	412
12.2.3. Калибровочный подход к описанию гравитации	414
12.3. Теория гравитации в теоретико-полевом миропонимании	416
12.3.1. Суперпространство	416
12.3.2. Суперполевого мультиплет	419
12.3.3. Теории супергравитации	421
12.3.4. Теория суперструн	424
12.4. Геометрическое миропонимание	426
12.4.1. Идея всеобщей геометризации физики	426
12.4.2. Теория Райнича—Уилера и ее обобщения	428
Глава 13. <b>Концепция дальнего действия</b>	<b>432</b>
13.1. Принцип действия Фоккера	433
13.2. Фейнмановская теория поглотителя	437
13.3. Прямое гравитационное взаимодействие	441
13.4. ОТО в концепции дальнего действия	443
13.5. Концепция дальнего действия в многомерии	445
13.5.1. Теория Калуцы в концепции дальнего действия	446
13.5.2. Клейновское 5-мерие в концепции дальнего действия	449
13.6. Концепции дальнего действия и близкого действия	452
13.7. Выводы из сравнения метафизических парадигм	456
Глава 14. <b>Парадигмальные проблемы общей теории относительности</b>	<b>461</b>
14.1. Эффекты ОТО в разных метафизических парадигмах	462
14.2. Проблема энергии-импульса гравитационного поля	464
14.2.1. Ситуация с законами сохранения энергии и импульса в ОТО	465
14.2.2. Критика псевдотензорного подхода	468
14.3. Системы отсчета и законы сохранения	473
14.3.1. Монадные векторы энергии	473
14.3.2. Тетрадные комплексы энергии-импульса	476
14.3.3. Определения грави-инерциальной суперэнергии	478
14.4. Проблема гравитационных волн	480
14.4.1. Трудности общепринятой трактовки гравитационных волн	481
14.4.2. Алгебраический подход к определению гравитационных волн	483

14.4.3. Референционный анализ гравитационных процессов .....	485
14.4.4. Слабые гравитационные волны .....	489
14.5. Воздействие гравитационных волн на прибор .....	494
14.5.1. Поведение свободных пробных масс в слабой плоской гравитационной волне .....	494
14.5.2. Воздействие гравитационных волн на детектор ..	496
14.6. Проблема квантования гравитации .....	501
14.6.1. Метафизический характер проблемы квантования гравитации .....	501
14.6.2. Замечания по некоторым исследованиям проблемы квантования гравитации .....	503
14.6.3. Гипотеза гравитонов .....	505
14.7. Пределы измеримости геометрических понятий .....	509
14.7.1. Планковская длина и коллективные ошибки .....	509
14.7.2. Мысленные эксперименты .....	512
<b>Заключение</b> .....	516
<b>Литература</b> .....	521
<b>Предметный указатель</b> .....	531