

Путенихин Петр Васильевич

ГЕОМЕТРИЯ
искривлённых
пространств

Сборник статей

Саратов,
2023

ББК 22.151.2ф; 22.313ф; 22.62ф
УДК 514.01; 514.8; 514.12.01; 524.8; 530.12
П 90

Путенихин, Петр Васильевич.

П90 ГЕОМЕТРИЯ искривлённых пространств /
П.В. Путенихин. – Саратов : ООО "АМИРИТ",
2023. – 430 с., цв. илл.

ISBN 978-5-00207-234-7

Рассмотрены основные виды искривлённых пространств – пространства положительной и отрицательной кривизны. Введены соответствующие этим пространствам понятия диска и шара Римана, сферы Лобачевского. Утверждается, что параллельный перенос вектора в искривлённых пространствах невозможен в принципе, поскольку в них отсутствует понятие параллельных линий. В таких пространствах возможен только эквиугольный перенос. Рассмотрены противоречивые представления о диаграммах Пенроуза, являющихся, по сути, обычной системой координат, подобной декартовой. Приведены объёмные фигуры, построенные в пространствах положительной и отрицательной кривизны.

Книга ориентирована на читателя, интересующегося вопросами теории относительности, космологии и геометрии и имеющего некоторые представления об этих областях. Главная аудитория – это профессиональные математики и физики, преподаватели этих предметов.

ББК 22.151.2ф; 22.313ф; 22.62ф
УДК 514.01; 514.8; 514.12.01; 524.8; 530.12

ISBN 978-5-00207-234-7

© П.В. Путенихин, 2023
pe_put@rambler.ru

Оглавление

Иллюзия кривизны	3
Логарифмическая система координат	5
Диаграммы Картера-Пенроуза.....	14
Диск Пуанкаре.....	29
Гравюры Эшера.....	42
Заключение.....	54
Диаграмма Пенроуза как система координат	57
Классы диаграмм Пенроуза	68
Диаграмма в форме ромба (квадрата)	72
2М-диаграмма Пенроуза.....	77
Алгоритм построения диаграммы Пенроуза.....	81
Динамические диаграммы Пенроуза.....	86
Динамическая диаграмма обмена фотонами.....	89
Произвольные фигуры на диаграмме.....	90
Заключение.....	96
Показательная функция для 2М-диаграммы	98
Диаграмма Пенроуза для вечной Черной дыры.....	98
Уравнение геодезической для показательной шкалы....	99
Нелинейность времени на диаграмме Пенроуза.....	109
Построение мировой линии произвольной функции ..	121
Уравнения преобразования для точки.....	123
Использование диаграммы "Вечной Черной дыры"....	124
Демонстрация: секундомеры на 2М-диаграмме	130
Тороподобные поверхности	134
Пространственное линзирование	142
Замкнутые пространства Евклида	146
Многообразия Калаби-Яу	157
Парадоксы параллельности	160
1. Сущность параллельности	160
Определение прямой линии.....	163
Смысл геодезической.....	168
Сущность параллельного переноса	175
Использование термина параллельного переноса	179
Перемещение по контуру.....	179

<i>Перемещение зависит от пути</i>	186
<i>Произвольный путь переноса</i>	191
2. Произвольная траектория в роли геодезической	208
<i>Перенос вектора по поверхности конуса</i>	218
3. О возможности сравнения векторов.....	231
<i>Парадокс рецессии</i>	252
Заключение.....	256
Феномен конуса	258
Вариации конуса	259
Дефицитный угол.....	260
Загадки конуса.....	271
Сечения конуса.....	276
Перенос вектора	282
Инверсный куб	284
Заключение.....	286
Дифференциал площади круга dS	288
Аналитическое интегрирование простое	288
Уравнение со сложным дифференциалом	290
Численное интегрирование с точным элементом	294
Численное интегрирование простое.....	298
Диск Пуанкаре	301
Перенос вектора на диске Пуанкаре.....	305
Построение геодезической на диске Пуанкаре	306
Доказательство	312
Иллюзии кривизны.....	320
Диск и шар Римана	321
1. Вращение эллипса на диске Римана	323
2. Проведение эллипса через 2 точки	338
<i>Фокусы эллипса</i>	341
<i>График итерации на диаграмме</i>	348
<i>Программная итерация</i>	349
<i>Итерация с прямым перебором угла</i>	352
<i>Проведение дуги эллипса от точки до точки</i>	357
3. Фигуры на диске Римана.....	359
4. Сфера (шар) Римана	361

<i>Новые координаты</i>	371
<i>Автоматические новые координаты</i>	374
<i>Координаты точки С</i>	376
<i>Обратное вращение</i>	386
5. <i>Геометрические тела в сфере Римана</i>	388
<i>Эллиптический тетраэдр (пирамида)</i>	389
<i>Эллиптический куб</i>	389
<i>Эллиптический гиперкуб</i>	390
<i>Заключение</i>	391
<i>Сфера Лобачевского</i>	393
Диск Пуанкаре.....	393
Сфера Лобачевского.....	396
Трёхмерные тела отрицательной кривизны	407
Гиперкуб гиперболический	411
Заключение.....	413
<i>Трёхмерность бытия и теоремы Ферма и Пифагора</i>	414
<i>Литература</i>	418