

УДК 514.8
ББК 22.15
Г61

Р е ц е н з е н т ы:

В. А. Мартынюк – доцент кафедры систем автоматизированного проектирования МГТУ им. Баумана, канд. техн. наук
Г. В. Носовский – доцент кафедры дифференциальной геометрии МГУ им. Ломоносова, канд. физ.-мат. наук

Голованов Н. Н.

Г61 Геометрическое моделирование. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 406 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-806-7

В книге изложены математические методы построения геометрических моделей, приведена теория В-сплайнов и описаны свойства кривых и поверхностей, построенных на их основе, рассмотрены принципы построения твёрдых тел и алгоритмы выполнения операций над ними, представлен состав геометрической модели и принципы установления вариационных зависимостей между её элементами, рассказано о применении геометрических моделей и приёмах компьютерной графики.

Издание предназначено для специалистов по системам автоматизированного проектирования и студентов высших учебных заведений.

УДК 514.8
ББК 22.15

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-97060-806-7

© Голованов Н. Н., 2020
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2020

Содержание

Предисловие от издательства	6
Предисловие	7
Введение	8
Глава 1. Точки	11
1.1. Радиус-вектор	11
1.2. Аффинные координаты	14
1.3. Модификации векторов и точек	17
1.4. Однородные координаты	19
Упражнения	22
Глава 2. Кривые	23
2.1. Кривая	23
2.2. Аналитические кривые	28
2.3. Кривые, построенные по набору точек	32
2.4. Кривые Безье	41
2.5. Кривые Безье и конические сечения	45
2.6. Рациональные кривые Безье	54
2.7. Разделённые разности	58
2.8. В-сплайны	62
2.9. В-кривые	70
2.10. Алгоритм Де Бура	76
2.11. Вставка точки и узла В-кривой	78
2.12. Примеры В-кривых	81
2.13. В-кривые и кривые Безье	83
2.14. Частные случаи В-кривых	87
2.15. Кривые, построенные на базе кривых	95
2.16. Составная кривая	99
Упражнения	100
Глава 3. Поверхности	101
3.1. Поверхность	101
3.2. Аналитические поверхности	112
3.3. Поверхности, полученные движением кривой	118
3.4. Поверхности, построенные на семействе кривых	126
3.5. Поверхности, построенные на сетке кривых	132
3.6. Поверхность на сетке точек	141
3.7. Поверхность Безье	144

3.8. В-поверхность	147
3.9. Т-поверхности	154
3.10. Поверхности треугольной формы	158
3.11. Треугольные поверхности Безье	162
3.12. Однородные разделённые разности	168
3.13. Симплексные сплайны	176
3.14. S-поверхности	182
3.15. Поверхности на базе поверхностей	184
3.16. Деформируемая поверхность	188
3.17. Поверхность на базе триангуляции	189
3.18. Поверхность с произвольной границей	192
Упражнения	195

Глава 4. Построения на кривых и поверхностях

4.1. Проекция точки на кривую	196
4.2. Проекция точки на поверхность	199
4.3. Точки пересечения кривых	203
4.4. Точки пересечения поверхности и кривой	206
4.5. Точки пересечения трёх поверхностей	208
4.6. Кривые на поверхностях	209
4.7. Кривая пересечения поверхностей	215
4.8. Алгоритм построения кривых пересечения	219
4.9. Поверхности сопряжения	225
4.10. Поверхность фаски	234
4.11. Положение точки относительно поверхности	235
4.12. Поиск начальных приближений	237
4.13. Точность геометрических построений	240
Упражнения	242

Глава 5. Тела

5.1. Оболочка	243
5.2. Характеристики оболочки	245
5.3. Однородная оболочка	251
5.4. Тело	252
5.5. Структуры данных	253
5.6. Элементарные тела	255
5.7. Тела, полученные движением кривой	260
5.8. Тела, построенные по сечениям	265
5.9. Тело, построенное по поверхности	267
Упражнения	269

Глава 6. Методы построения тел

6.1. Методы геометрического моделирования	270
6.2. Булевы операции над телами	271
6.3. Алгоритм булевых операций	280

6.4. Разрезанное тело.....	285
6.5. Симметричное тело	286
6.6. Тело с достраиваемыми элементами.....	290
6.7. Эквидистантное тело	293
6.8. Тонкостенное тело	296
6.9. Скругление рёбер тела	299
6.10. Алгоритм скругления рёбер тела	304
6.11. Построение фаски рёбер тела.....	306
6.12. Прямое моделирование	307
6.13. Деформирование оболочек	311
Упражнения.....	313

Глава 7. Геометрические ограничения 314

7.1. Наложение геометрических ограничений	314
7.2. Объекты геометрических ограничений.....	317
7.3. Позиционирование набора тел	320
7.4. Уравнения геометрических ограничений	324
7.5. Консервативный метод.....	325
7.6. Метод декомпозиции	327
Упражнения.....	330

Глава 8. Геометрическая модель..... 331

8.1. Состав геометрической модели	331
8.2. Применение геометрической модели	332
8.3. Построение векторного изображения	333
8.4. Моделирование оптических свойств.....	338
8.5. Построение точечного изображения	344
8.6. Триангуляция	350
8.7. Триангуляция поверхности	356
8.8. Триангуляция оболочки.....	359
8.9. Инерционные характеристики	360
8.10. Вычисление инерционных характеристик	364
8.11. Главные моменты инерции.....	368
Упражнения.....	374

Приложение. Криволинейные системы 375

A.1. Криволинейные координаты.....	375
A.2. Дифференцирование в криволинейных координатах	380
A.3. Тензоры в криволинейных координатах	383
A.4. Примеры тензоров	388
A.5. Ортогональные криволинейные координаты	394

Список литературы 402

Предметный указатель..... 403