

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

КОМПЬЮТЕРНАЯ 2D-ГРАФИКА

Программирование
в MathCAD



Е. А. Никулин



E.LANBOOK.COM

Е. А. НИКУЛИН

КОМПЬЮТЕРНАЯ 2D-ГРАФИКА. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В МАТНСАД

Учебное пособие



ЛАНЬ

• САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР •
2022

УДК 004.92
ББК 32.973я73

Н 65 Никулин Е. А. Компьютерная 2d-графика. Программирование в MathCAD : учебное пособие для вузов / Е. А. Никулин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 444 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-8114-9752-2

В книге детально излагаются математические и алгоритмические основы компьютерной графики в двумерном пространстве с ориентацией на их прикладное программирование в системе MathCAD 15. В кратком введении обосновывается выбор данной компактной среды научных исследований, близкой к привычному языку математики, а в восьми главах книги рассматриваются математические модели и алгоритмы работы со всеми графическими объектами на плоскости, изучаются и программируются операции со списками объектов, методы отсечения отрезков и разрезания полигонов, модели и построение кривых линий, включая сплайны, растровые алгоритмы обработки изображений и синтеза текстур и, наконец, моделирование, исследование и графическая визуализация многочисленных 2d-объектов фрактального мира.

Книга предназначена для студентов, аспирантов, преподавателей высшего образования, а также всем желающим освоить программирование разнообразных задач 2d-графики в среде программирования MathCAD.

УДК 004.92
ББК 32.973я73

Рецензент

В. П. ХРАНИЛОВ — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры компьютерных технологий в проектировании и производстве Института радиоэлектроники и информационных технологий Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева, эксперт ВАК.

Обложка
П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2022
© Е. А. Никулин, 2022
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СООТНОШЕНИЯ.....	6
АББРЕВИАТУРЫ.....	9
<i>КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ.....</i>	10
<i>1. ТОЧКИ, ВЕКТОРЫ, ОТРЕЗКИ, ПРЯМЫЕ.....</i>	12
<i>2. ПОЛИГОНЫ И ПОЛИГОНЫ.....</i>	32
2.1. Свойства полигонов.....	32
2.2. Генераторы случайных полигонов.....	46
2.3. Тесты и расчётные задачи с полигонами.....	57
2.4. Локализация графических объектов на плоскости.....	64
<i>3. СПИСКИ ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....</i>	80
3.1. Списковые операции.....	80
3.2. Сборка контуров из отрезков.....	88
<i>4. ОТСЕЧЕНИЕ И РАЗРЕЗАНИЕ.....</i>	98
4.1. Отсечение отрезков и полигонов полигонами.....	99
4.2. Логические операции с полигонами.....	105
4.3. Отсечение полуплоскостями.....	107
4.3.1. Отсечение выпуклого полигона.....	108
4.3.2. Расчёт ядра полигона.....	112
4.3.3. Пересечение выпуклых полигонов.....	114
4.4. Разрезание полигонов.....	116
4.4.1. Разрезание прямой линией.....	117
4.4.2. Разрезание на выпуклые фрагменты.....	120
4.4.3. Триангуляция полигонов.....	126
<i>5. КРИВЫЕ ЛИНИИ.....</i>	138
5.1. Модели плоских кривых.....	138
5.1.1. Неявные модели.....	138

5.1.2. Явные модели.....	141
5.1.3. Параметрические модели.....	144
5.2. Интерполяция и аппроксимация.....	152
5.2.1. Метод Лагранжа.....	156
5.2.2. Метод наименьших квадратов.....	157
5.2.3. Метод Эрмита.....	162
5.2.4. МНК-аппроксимация.....	168
5.3. Кривые Безье.....	171
5.3.1. Модели и свойства линий Безье.....	172
5.3.2. Рациональные линии Безье.....	178
5.4. Преобразования полиномиальных моделей.....	185
5.4.1. Преобразование параметрической шкалы.....	187
5.4.2. Преобразование типа полиномиальной линии.....	188
5.4.3. Преобразование порядка полиномиальной линии...	192
6. СОСТАВНЫЕ ЛИНИИ.....	196
6.1. Сопряжение прямых и окружностей.....	196
6.1.1. Задачи общего назначения.....	197
6.1.2. Сопряжения с окружностями.....	203
6.1.3. Скругление углов.....	211
6.1.4. Эквидистантные линии.....	215
6.2. Сопряжение полиномиальных сегментов.....	223
6.2.1. Общие элементы составных линий.....	223
6.2.2. Обеспечение гладкости сопряжения сегментов.....	226
6.3. Сопряжение с перекрытием сегментов.....	234
6.4. Сплайновые линии.....	236
6.4.1. Интерполяция.....	237
6.4.2. Аппроксимация.....	244
6.5. Составные линии Безье.....	251
6.5.1. Условия гладкости сопряжения сегментов Безье.....	251

6.5.2. Изменение сегментов составной линии Безье.....	259
6.5.3. Рациональные составные линии Безье.....	268
7. РАСЧЕТОВАЯ ГРАФИКА.....	279
7.1. Общие сведения о растровой графике.....	279
7.2. Обработка изображений в Mathcad.....	282
7.2.1. Создание растровых изображений.....	282
7.2.2. Файловые изображения.....	284
7.2.3. Преобразования растровых изображений.....	287
7.2.4. Фильтрация шумов.....	300
7.2.5. Повышение чёткости и выделение границ.....	312
7.3. Текстуры.....	327
7.3.1. Растеризация и сглаженная закрашка полигонов.....	329
7.3.2. Файловые текстуры.....	334
7.3.3. Процедурные текстуры.....	346
8. ФРАКТАЛЬНАЯ ГРАФИКА.....	371
8.1. Общие сведения о фрактальной графике.....	372
8.2. Алгебраические фракталы.....	374
8.3. Геометрические фракталы.....	382
8.3.1. Линия Коха и тетрагоны.....	383
8.3.2. Треугольник Серпинского.....	398
8.3.3. Дендриты.....	400
8.3.4. Системы итерируемых функций.....	402
8.4. Стохастические фракталы.....	413
8.4.1. Как растёт папоротник.....	413
8.4.2. Фрактальные полилинии и броуновское движение.....	414
8.5. Фрактальная размерность.....	427
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	439
БИБЛИОГРАФИЯ.....	440