


004.92

A 28

**И. А. Чермных, А. Г. Журило,
Е. А. Краевская, И. Ю. Адашевская**



**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ
В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

**И. А. Чермных, А. Г. Журило,
Е. А. Краевская, И. Ю. Адашевская**

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

ХАРЬКОВ 2017

УДК 004.92(075.8)

Ч 48

Рецензенты:

Л. Н. Куценко, д-р техн. наук, проф., Национальный Университет гражданской обороны Украины

В. Ф. Ткаченко, канд. техн. наук, профессор, Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Чермных И. А.

Ч 48 Геометрическое моделирование в компьютерной графике : учеб. пособие / И. А. Чермных, А. Г. Журило, Е. А. Краевская, И. Ю. Адашевская. - Харьков: «НТМТ», 2017. - 312 с. - На рус. яз.

ISBN 978-617-578-279-8

Навчальний посібник призначено для студентів вищих навчальних закладів технічного напрямку, в тому числі іноземних студентів, аспірантів, а також для дизайнерів, ілюстраторів, інженерно-технічних працівників, які працюють з комп'ютерною графікою у різних її галузях. Посібник пропонує читачам поіншому розглянути використання матриць та векторів, перетворення кривих високих порядків та сплайнів і фракталів у геометричному моделюванні. Велика кількість ілюстрацій значно полегшує опанування запропонованої інформації, дозволяє розглянути на прикладах найбільш складні питання.

У посібнику викладено теоретичні і практичні питання та існуючі методи геометричного моделювання точок, прямих, площин, поверхонь, перетворення координат, фракталів та сплайнів.

Запропонований матеріал може бути використаний при вивченні найважливіших питань геометричного моделювання, при курсовому й дипломному проектуванні.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений технического направления, в том числе для иностранных студентов, аспирантов, а также для дизайнеров, иллюстраторов, инженерно-технических работников, которые работают с компьютерной графикой в разных ее отраслях. Пособие предлагает читателям по - другому рассмотреть использование матриц и векторов, преобразования кривых высоких порядков, сплайнов и фракталов в геометрическом моделировании. Большое количество иллюстраций значительно облегчает усвоение предложенной информации, позволяет рассмотреть на примерах наиболее сложные вопросы,

В пособии приведены теоретические и практические вопросы и существующие методы геометрического моделирования точек, прямых, плоскостей, поверхностей, преобразование координат, фракталов и сплайнов. Предложенный материал может быть использован при изучении важнейших вопросов геометрического моделирования, при курсовом и дипломном проектировании.

ISBN 978-617-578-279-8

УДК 004.92(075.8)

© НТУ «ХПИ», 2017

© И. А. Чермных, А. Г. Журило,

Е. А. Краевская, И. Ю. Адашевская, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. Геометрические модели и моделирование.....	
РАЗДЕЛ 1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ МАТЕМАТИКИ.....	
1.1. Матрицы и операции над ними.....	
1.1.1 Действия над матрицами.....	
1.1.2 Умножение двух матриц.....	
1.1.3 Разбиение матриц на блоки.....	
1.1.4 Определитель матрицы.....	
1.1.5 Обращение матриц.....	
1.2. Элементы векторной алгебры.....	
1.2.1 Операции с векторами.....	
1.2.2 Линейные операции векторов.....	
1.2.3 Декартовы компоненты вектора.....	
1.2.4 Скалярное произведение.....	
1.2.5 Векторное уравнение прямой.....	
1.2.6 Векторное произведение.....	
1.2.7 Векторное уравнение плоскости.....	
1.2.8 Смешанное произведение.....	
1.2.9 Тройное векторное произведение.....	
РАЗДЕЛ 2. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.....	
2.1. Графический конвейер.....	
2.2. Преобразование точек и объектов.....	
2.3. Аффинные преобразования.....	
2.4. Однородные координаты.....	
2.5. Элементарные преобразования плоскости.....	
2.6. Элементарные трехмерные преобразования.....	
2.7. Плоские проекции трехмерных объектов.....	
2.7.1 Косоугольное параллельное проецирование.....	
2.7.2 Ортогональное проецирование.....	
2.7.3 Перспектива.....	
РАЗДЕЛ 3. КРИВЫЕ ЛИНИИ, ЗАКОНОМЕРНЫЕ КРИВЫЕ.....	
3.1. Общие сведения о кривых линиях.....	
3.1.1 Способы образования кривых.....	
3.1.2 Классификация кривых.....	
3.2. Способы задания кривой.....	

3.3. Основные характеристики кривой.....	
3.3.1 Касательная и нормаль.....	
3.3.2 Соприкасающаяся плоскость к кривой.....	
3.3.3 Кривизна и кручение кривой.....	
3.3.4 Формулы Френе.....	
3.3.5 Кривизна плоской кривой.....	
3.3.6 Соприкасающаяся окружность к плоской кривой.....	
3.3.7 Определение непрерывности кривой.....	
3.3.8 Особые точки плоских кривых.....	
3.3.9 Эволюта и эвольвента.....	
3.3.10 Огибающая семейства кривых.....	
РАЗДЕЛ 4. АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ.....	
4.1. Общие свойства алгебраических кривых.....	
4.2. Понятие о тангенциальных координатах.....	
4.3. Класс алгебраической кривой.....	
4.4. Формулы Плюккера.....	
4.5. Род алгебраической кривой.....	
4.6. Циклические точки и циркулярные кривые.....	
РАЗДЕЛ 5. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЛОСКИХ КРИВЫХ ЛИНИЙ.....	
5.1. Точечные преобразования.....	
5.2. Применение аффинных преобразований к плоским кривым.....	
5.3. Перспективные преобразования.....	
5.3.1 Трилинейные (проективные) координаты.....	
5.3.2 Проективные преобразования.....	
5.3.3 Частные случаи проективного преобразования.....	
5.4. Преобразование инверсии.....	
5.5. Подерное преобразование.....	
5.6. Катакаустика.....	
5.7. Конхоидное преобразование.....	
РАЗДЕЛ 6. КРИВЫЕ ВТОРОГО ПОРЯДКА.....	
6.1. Классификация кривых 2-го порядка.....	
6.2. Приведение уравнения кривой 2-го порядка к стандартному (каноническому) виду.....	
6.3. Геометрическое определение невырожденной кривой 2-го порядка.....	
6.4. Параметризация кривых второго порядка.....	
6.5. Суперконики.....	

РАЗДЕЛ 7. КРИВЫЕ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА.....	
7.1. Классификация прямых третьего порядка.....	
7.2. Примеры важнейших кривых третьего и высших порядков.....	
РАЗДЕЛ 8. КОНСТРУИРОВАНИЕ КРИВЫХ (ОБВОДЫ И СПЛАЙНЫ).....	
8.1. Основные понятия и определения.....	
8.2. Построение обводов методом интерполяции.....	
8.3. Интерполяция полиномными кривыми.....	
8.4. Интерполяционный сплайн.....	
8.5. Интерполирование параметрическими кубическими кривыми.....	
8.5.1 Параметрические кривые.....	
8.6. Кусочно-полиномиальные кривые.....	
8.7. В - сплайны.....	
8.8. Рациональные сплайны и NURBS - кривые.....	
8.9. Аппроксимация.....	
РАЗДЕЛ 9. ФРАКТАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ.....	
9.1. Интуитивное понятие о фракталах.....	
9.2. Самоподобие и фрактальная (дробная) размерность.....	
9.3. Конструктивные (классические) фракталы.....	
9.3.1 Сжимающие аффинные преобразования.....	
9.3.2 Метод Ньютона.....	
9.3.3 Последовательность Морса - Туэ.....	
9.3.4 Множество Жюлиа и Мандельброта.....	
9.3.5 Фрактальное сжатие.....	
9.4. Галерея фракталов.....	
РАЗДЕЛ 10. ПОВЕРХНОСТИ.....	
10.1. Способы задания поверхностей.....	
10.2. Моделирование поверхностей полигональными сетками.....	
10.3. Многогранники.....	
10.4. Экструзивные формы.....	
10.5. Линейчатые поверхности.....	
10.6. Поверхности 2-го порядка.....	
10.7. Билинейно сопряженные поверхности (лоскуты Кунса).....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ В ПРИРОДЕ, МАТЕМАТИКЕ И ИСКУССТВЕ. (КРАТКИЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ).....	