

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В САПР



А. В. Приемышев
В. Н. Крутов
В. А. Третьяк
О. А. Коршакова



ЛАНЬ

E.LANBOOK.COM

А. В. ПРИЕМЫШЕВ,
В. Н. КРУТОВ,
В. А. ТРЕЯЛЬ,
О. А. КОРШАКОВА

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В САПР

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Издание третье, стереотипное



ЛАНЬ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА • КРАСНОДАР
2022

УДК 004.92
ББК 30.2-5-05я73

К 63 Компьютерная графика в САПР : учебное пособие для вузов / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Треаль, О. А. Коршакова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 196 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-507-44106-8

Основное внимание в пособии уделено описанию методов компьютерной графики и геометрического моделирования как основе современных систем САПР в машиностроении. Описывается создание, обработка и воспроизведение изображений с использованием средств вычислительной техники, дается введение в САПР и знакомство с теоретическими основами компьютерной графики.

Пособие предназначено для обучения бакалавров всех технических специальностей и соответствует по содержанию образовательным программам ФГОС третьего поколения по инженерной и компьютерной графике, а также представляет интерес для аспирантов и ИТР, связанных в своей практической деятельности с применением компьютерной графики и методов геометрического моделирования в САПР.

УДК 004.92
ББК 30.2-5-05я73

Рецензенты:

А. Г. ТАШЕВСКИЙ — доктор технических наук, профессор кафедры ТОиОАМП Института металлургии, машиностроения и транспорта СПбПУ;

З. С. КУЗИН — кандидат технических наук, профессор кафедры высшей математики (секция информатики) ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова.

Обложка
Е. А. ВЛАСОВА

© Издательство «Лань», 2022
© Коллектив авторов, 2022
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ПОНЯТИЕ ОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР	7
САПР в машиностроении	7
Составные части и базовые подсистемы САПР	12
Составные части процесса проектирования	14
Нисходящее и восходящее проектирование	15
Средства двумерного черчения	16
Обобщение основных геометрических построений на плоскости	17
Некоторые простые алгоритмы геометрических построений	18
Основные базовые функции графического редактора чертежей	20
Пример построения графического пользовательского интерфейса	22
3D системы	25
Полное электронное описание изделия (ПЭОИ), поддерживающее процесс проектирования и эксплуатации	27
Протокол CALS	28
Основные факторы, влияющие на выбор САПР	29
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ	32
Области применения компьютерной графики	32
Виды графики по типу представления графических данных	33
Растровая графика	33
Векторная графика	34
Фрактальная графика	35
Web-графика	35
3. ПОЛУЧЕНИЕ РЕАЛИСТИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	37
Методы создания реалистичных изображений	37
Удаление скрытых линий и поверхностей	38
Алгоритм сортировки по глубине	40

Свет в компьютерной графике	40
Некоторые сведения о свете	40
Модель освещения	42
Тени	46
Фактура	47
Цвет в компьютерной графике	48
Ахроматический и хроматический цвета.....	48
Цветовые модели.....	50
Цветовая гармония.....	51
4. ОСНОВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	51
Геометрические объекты	51
Геометрические преобразования	53
Двумерные преобразования	53
Перенос	53
Масштабирование.....	54
Поворот	55
Матричное представление трехмерных преобразований	56
Перенос	56
Масштабирование.....	57
Поворот.....	57
Композиция трехмерных преобразований	58
Общие сведения о геометрическом моделировании	61
Геометрическая модель.....	61
Основные виды геометрических моделей	62
Требования, предъявляемые к геометрическим моделям	68
5. СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ ПАРАМЕТРИЗОВАННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ	69
Параметрическое конструирование	69
ПК с полным набором связей.....	70
ПК с неполным набором связей.....	71
Ассоциативная геометрия	72
Объектно-ориентированное моделирование (ООМ)	73
Параметрическое прямое моделирование	74
Хранение и использование параметрических моделей	75
Проблема двумерной и трехмерной параметризации сборочных единиц	78
Методология практической параметризации чертежей	79

Методика формирования параметрических моделей	80
Внешние связи и отношения между элементами контуров и различными контурами и их интерпретация при создании параметрической модели	81
Примеры составления системы линейных алгебраических уравнений при создании параметрической модели	86
Явные, параметрические и гибридные модели	91
6. ДВУМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	91
Типы данных	91
Построение базовых элементов	92
Примеры моделей	94
7. ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	96
Преимущества 3D моделирования	96
Типы данных	97
Представление с помощью границ	98
Представление с помощью дерева	99
Методы описания трехмерных объектов	99
Описание геометрии объекта с использованием алфавитно-цифрового входного языка	100
Описание объекта в режиме графического диалога	101
Получение модели объекта путем ввода эскизов и восстановление модели по имеющимся проекциям	101
Методы построения трехмерных моделей	103
Построение кривых и поверхностей	103
Задание гранями (кусочно-аналитическое описание)	104
Кинематический принцип	105
Булевы операции	105
Этапы метода соединения с проникновением	107
Полигональные сетки	109
8. ОПИСАНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТЕЙ	111
Описание поверхностей	112
Параметрическое описание	112
Описание неявными функциями	113
Поточечное описание	113

Характеристики поверхностей	113
Поверхности первого порядка	113
Поверхности второго порядка.....	114
Моделирование деформации трехмерных полигональных поверхностей в режиме реального времени	114
Метод деформации на основе использования неявного задания поверхности объекта.	115
Метод деформации плоских протяженных объектов	115
Метод деформации тела, заданного полигональной сеткой	116
Триангуляция поверхностей	116
Кривые и поверхности Безье. NURBS и Т-сплайны	117
Скульптурные поверхности	117
Кривые Безье	119
Сплайны	122
Изобретение NURBS	123
Поверхности подразделения.....	125
Чем же хороши NURBS	127
Т-сплайны	128
Геометрическое ядро компьютерной графики	129
Роль геометрического ядра в 3D печати	138
Нахождение пересечения кривых и поверхностей.....	139
Импорт и экспорт данных из форматов других ядер и нейтральных форматов.....	139
Поиск и исправление ошибок в импортированной геометрии	139
Восстановление геометрии по данным 3D сканирования	139
Формирование триангулированной сетки поверхности	140
9. НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О СЖАТИИ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	140
Графические форматы.....	140
Способы сжатия изображений.....	140
10. ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ	141