

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования**

**«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра Начертательной геометрии, инженерной и  
компьютерной графики**

**Л.В.Горельская  
А.В.Кострюков  
С.И.Павлов**

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**  
**учебное пособие**  
**3-е издание, переработанное и дополненное**

**Допущено Министерством образования  
Российской Федерации в качестве  
учебного пособия для студентов высших  
учебных заведений, обучающихся по  
направлениям подготовки  
дипломированных специалистов в области  
техники и технологии.  
(№14-55-296 гр. от 23.07.2003 г.)**



**Оренбург 2003**

ББК 30.11:32.97.я7

Г-67

УДК 744.425:681.3(075.8)

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским Советом ОГУ

Рецензенты: д.т.н., профессор **Г.С. Иванов**,  
д.т.н., профессор **В.Н. Куприков**

**Горельская Л.В., Кострюков А.В., Павлов С. И.**

**Г-67 Компьютерная графика. Учебное пособие по курсу «Компьютерная графика». 3-изд., перераб. и доп. - Оренбург. ИПК ОГУ, 2003. – 148 с., с ил.**

**ISBN 5-7410-0696-5**

Учебное пособие предназначено для студентов не конструкторских специальностей ВУЗов (кроме архитектурных и строительных). 1-е изд.-2000г., 2-е изд.-2001г.

ББК 30.11:32.97.я7

Г  $\frac{2404010000}{6.79-01}$

**ISBN 5-7410-0696-5**

© Горельская Л.В., 2003  
© Кострюков А.В., 2003  
© Павлов С.И., 2003  
© ИПК ОГУ, 2003

## Содержание

Предисловие.....	5
Введение.....	6
1 Геометрическое моделирование.....	9
1.1 Модели и моделирование.....	9
1.2 Типичные примеры использования машинной графики.....	11
1.3 Классификация применений машинной графики.....	14
1.4 Формирование изображений.....	15
1.5 Обобщенные модели проецирования.....	16
1.6 Растровый и векторный вывод графики.....	18
1.7 Средства вывода графической информации.....	19
1.8 Средства ввода графической информации.....	20
2 Геометрические объекты.....	22
2.1 Взаимное расположение геометрических объектов .....	22
2.2 Геометрические примитивы.....	23
3 Проектирование кривых линий.....	28
3.1 Дифференциальные характеристики кривой.....	28
3.2 Особые точки кривых.....	30
3.3 Алгебраические и трансцендентные кривые.....	31
3.4 Конструирование кривых.....	32
3.5 Параметрическая форма задания кривых.....	39
3.6 Составные кривые (обводы).....	43
4 Поверхности.....	54
4.1 Поверхности вращения.....	55
4.2 Поверхности плоскопараллельного переноса.....	56
4.3 Линейчатые поверхности.....	57
4.4 Составные (сложные) поверхности.....	59
5 Линейные преобразования .....	66
5.1 Преобразования на плоскости.....	66
5.2 Векторное представление преобразований .....	69
5.3 Использование однородных координат .....	72
6 Наглядные изображения.....	75
6.1 Параллельное проецирование .....	75
6.2 Центральное проецирование (перспектива) .....	77
7 Экранирования и отсечения.....	79
7.1 Отсечения.....	79

7.2	Описание замкнутых областей.....	80
7.3	Закраска и полутоновые изображения.....	81
8	Удаление невидимых линий и поверхностей .....	87
8.1	Удаление невидимых линий .....	87
8.2	Сканирование экрана .....	90
8.3	Построчное сканирование.....	91
9	Обмен графической информацией.....	94
9.1	Метафайлы.....	94
9.2	Файлы описания чертежей.....	95
10	Введение в систему AutoCAD.....	101
10.1	Основные понятия системы AutoCAD.....	101
10.2	Команды AutoCADa.....	101
10.3	Работа с блоками .....	107
10.4	Объектная привязка в AUTOCADe.....	109
10.5	Простановка размеров.....	110
10.6	Многослойные чертежи.....	112
	Список использованных источников.....	116
	Приложение А Команды AUTOCADa.....	117
	Приложение Б Таблицы описания компонентов DXF-файлов.....	135
	Приложение В Англо-русский словарь AUTOCADa.....	140

## Предисловие

Широкое внедрение средств вычислительной техники в процесс обработки графической информации привело к тому, что дважды в год (перед или даже во время сессии) многим будущим техническим специалистам приходится в спешке формировать, комбинируемое из школьных предметов и вузовских курсов, представление о геометрических объектах и их графическом представлении в пространстве и на плоскости. На деле оказывается, что это весьма не просто.

Отыскать литературу по базовым алгоритмам компьютерной (машинной) графики в библиотеке, задача не проще, чем сдать экзамен. На просьбу студента найти "что -нибудь по машинной графике" в лучшем случае ему могут предложить подбор переводных монографий (У. Ньюмен и Р.Спрулл, Дж. Фоли и А.венДем, Л.Аммерал, Е.Павлидис, В.Гилой и др.) в купе с научно-художественной литературой (Ю.В.Котов, Е.Лапшин и др.) а также книги серии "... это очень просто, уважаемый чайник!".

Просмотр всего этого приводит к устойчивому представлению о том, что "все равно чего-то не хватает". Как правило "не хватает" конспекта, хорошо выверенного на лабораторных работах по компьютерной графике.

Занять эту нишу "хорошего выверенного конспекта" и должно это учебное пособие. Оно написано на основе лекций прочитанных студентам специальностей ВМКСС, ПОВТАС и САПР всех форм обучения, а также на курсах повышения квалификации.

В процессе написания постоянно приходилось балансировать между изучением базовых алгоритмов и инструментарием компьютерной графики. Надеемся, что нам удался этот цирковой баланс.

По возможности авторы старались следовать утверждению А.Гиглавого, А.Борескова и Е. и В. Шишкиных о том, что для уверенного в своих силах молодого специалиста важен не столько объем освоенного математического материала, сколько умение аккуратно организовать свою коллекцию методов разработки графических задач. Освоивший эти методы скоро убеждается в том, что *КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА* - это идеальная стартовая площадка для профессионала.

Рукопись этой книги в течение нескольких лет проверялась в той или иной форме в ходе учебных занятий. Многие своей поддержкой, терпением и советами способствовали этой работе. Мы выражаем нашу глубокую благодарность всем студентам и аспирантам, с которыми пришлось работать, а также инженерам, лаборантам и операторам ЭВМ, обеспечивающим курс *КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ*. Без них эта книга не была бы написана.

## ВВЕДЕНИЕ

Рассмотрение предмета удобнее начать с примеров применения машинной графики, которые знакомы большинству из нас.

— Формирование изображения на скоростных печатающих устройствах ударного действия.

— Получение штриховых изображений на планшетных или барабанных графопостроителях.

— Создание высококачественных цветных изображений существующих или воображаемых объектов в виде слайдов, или видеофильмов (например, статистических диаграмм, заставок в телевизионных передачах, сцен из научно-фантастических фильмов).

— Создание высококачественных штриховых и полутоновых изображений на экранах дисплейных терминалов.

— Игровые приставки, подключенные к телевизору, позволяющие работать с текстами и графическими изображениями.

— Моделирование процессов и сцен в реальном режиме времени и т.д.

Будущее машинной графики как стандартного средства интерактивного общения человека с ЭВМ представляется, весьма многообещающим. И, все-таки, целесообразно осмыслить общее состояние вопроса в этой области знаний и понять, каким путем пришли к этому. Обычно гораздо легче отразить историю развития аппаратной, чем программной части, поскольку аппаратура оказывает большее влияние на развитие отрасли. Поэтому мы начнем с аппаратуры.

Вывод несложных рисунков на устройства для получения твердых копий (телетайп, АЦПУ) относится еще к первым дням использования ЭВМ. Построенная в МТИ в 1950 г. ЭВМ Whirlwind была оборудована выходными дисплеями на ЭЛТ (как для оператора, так и для кинокамеры - с целью получения твердой копии).

В системе противовоздушной обороны SAGE в середине 50-х годов впервые были применены дисплейные пульта управления и контроля с использованием ЭЛТ, на которых оператор мог идентифицировать цели, указывая на них "световым пером".

Началом современной интерактивной графики можно считать основополагающую диссертационную работу Сазерленда, посвященную графической системе Sketchpad. Он предложил использовать структуры данных для хранения иерархии графических символов. Такие иерархии строятся путем простого копирования стандартных компонент (подобно использованию пластмассовых трафаретов для рисования блок-схем или радиосхем). Им разработаны также интерактивные методы использования клавиатуры и светового пера для выбора, указания и рисования, а также сформулированы многие другие основные идеи и методы, которые применяются до сих пор. Тогда же и возникло понимание,

сколь велики возможности машинной графики для автоматизации чертежных и других работ с большим объемом графического материала при машинном проектировании и при автоматизации производства в таких отраслях промышленности, как изготовление ЭВМ, автомобилестроение, авиационная и космическая техника.

В середине 60-х годов возник ряд исследовательских проектов, появились разработки, пригодные для коммерческого распространения. Наиболее значительными среди них были, проект фирмы General Motors по использованию много пультовой графической системы с разделением времени для многих фаз проектирования автомобиля, система Digigraphic (сначала созданная фирмой Itek для проектирования линз, а затем приобретенная и распространявшаяся фирмой СОО) и, наконец, дисплейная система IBM 2250, основанная на прототипе фирмы General Motors.

Вокруг достижений в области интерактивного взаимодействия человека с ЭВМ возник рекламный ажиотаж. Шли разговоры о том, что ЭВМ станет неотъемлемой составной частью существенно ускоряющихся интерактивных циклов проектирования.

Однако практические результаты оказались гораздо более скромными. Основные причины такого положения состояли в следующем: высокая стоимость графического оборудования, значительные потребности в мощности для обслуживания больших баз данных при работе с изображениями в интерактивном режиме, трудности при разработке больших интерактивных программ для работы в среде с разделением времени, индивидуальность программного обеспечения (невозможность переноса на другую вычислительную установку).

Широкое распространение персональных электронно-вычислительных машин привело к созданию специализированных систем автоматизированного проектирования (САПР). AutoCAD фирмы Autodesk одна из них. Эта система представляет собой не просто мощный графический редактор, а средство автоматизации конструкторских работ в машиностроении и различных графических работ в таких областях как архитектура, строительство и т.п.

Основным назначением системы является создание, редактирование и выдача на принтер или плоттер графических изображений разнообразных типов (рабочих схем и организационных диаграмм, графиков, художественных иллюстраций, чертежей и т.п.) и их оформление (нанесение надписей, простановка размеров, выбор цветов линий). Первая версия системы AutoCAD была разработана в 1982 г. и в настоящее время существуют Ассоциация зарегистрированных пользователей этой системы. В 1989 г. появилась русскоязычная версия. Русифицирована была 10-я версия системы AutoCAD.

В настоящее время существуют уже русифицированные версии AutoCAD 13, 14, 2000, 2002, 2004.

Между всеми формами машинной графики существуют большие различия с точки зрения метода получения, типа и качества изображения. Однако все