

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И  
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ УКРАИНЫ  
АКАДЕМИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК  
АКАДЕМИЯ НАУК ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ УКРАИНЫ  
ТАВРИЧЕСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ  
АКАДЕМИЯ

## СБОРНИК ТРУДОВ

IV Международной научно-практической конференции  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ

Часть 3

4—6 сентября, 1997 г.  
Мелитополь, Украина

Мелитополь, 1997

УДК 515.2

Сборник трудов 4 Международной научно-практической конференции "Современные проблемы геометрического моделирования" - часть 3. - Мелитополь: ТГАТА. - 1997. - 188 с.

В сборнике представлены материалы исследований, результаты которых доложены на заседаниях 4-х секций конференции. Исследования касаются разработки новых методов геометрического моделирования применительно к различным аспектам их практического внедрения. Широко представлены научно-методические материалы, отражающие проблемы подготовки научно-педагогических и инженерных кадров. Большое внимание уделяется компьютеризации учебного процесса и составлению научно-исследовательских программ, обеспечивающих вычислительную реализацию предлагаемых методов.

Сборник составлен в 3-х частях. Предназначен для научных сотрудников, работников проектно-конструкторских организаций, преподавателей вузов, аспирантов и соискателей.

Редакционная коллегия: В.М.Найдыш (отв.редактор), В.М.Верещага (зам.отв.редактора), В.М.Брустинов (отв.секретарь), И.Г.Балдуба, С.Н.Ковалев, Л.Н.Куценко, В.Е.Михайленко, А.В.Найдыш, А.В.Павлов, А.Л.Подгорный, В.С.Обухова, А.Н.Подкорытов, К.А.Сазонов, И.А.Скидан.

Адрес редколлегии: 332339, Мелитополь,  
пр.Б.Хмельницкого, 18, ТГАТА  
тел. 2-21-29, 2-10-04

© Таврическая государственная  
агротехническая академия  
(ТГАТА), 1997

МОДЕЛЮВАННЯ, ПЕРЕТВОРЕННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ -  
ОСНОВА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

Милик М.П., Пік А.І., Балабан С.М., Ковбашин В.І.,  
Маркович М.И., Рассказов Ю.С.

Тернопільський державний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Сучасні програмно-оперативні засоби комп'ютерної графіки є досить ефективним інструментом при розвитку просторово-образного мислення людини при виконанні проектно-конструкторських, науково-дослідних і виробничих робіт. З іншої сторони, саме просторово-образне мислення є неформальною творчою основою для розширення відображувальних можливостей комп'ютерів. Саме тому комп'ютерна візуалізація, а особливо динамічна є важливим інструментом для навчання.

Швидкий розвиток програмного забезпечення, поява значної кількості графічних пакетів програм значно інтенсифікувала процес наукових досліджень, виробничий цикл. Використання графічних програм Autocad, Adem, Cimatron у навчальному процесі значно підвищує професійну підготовку майбутніх спеціалістів. Проте розуміння геометричних понять, формул, алгоритмів, що в задачах комп'ютерної графіки відіграють важливу роль і є основою графічних пакетів значно полегшує освоєння пакетів прикладних програм.

Останні декілька років на кафедрі графічного моделювання Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя для спеціальності 6.0906 "Електронні апарати" читається курс "Комп'ютерна графіка" побудований з точки зору машинної геометрії, що є синтезом аналітичної, нарисної, проективної геометрії.

Курс починається з ознайомлення студентів з системою машинної графіки, її основними задачами. Знайомляться студенти з роботами основних графічних пристроїв, а також з роботою графічної бібліотеки - модуля Graph системи Turbo Pascal.

Геометричний опис об'єктів, створення моделей об'єктів, виділення геометричної фігури з групи фігур потребують знання

параметричного числа об'єкту, основних положень параметризації геометричних фігур.

Дії над створеними об'єктами (масштабування, симетрія, зсув, переміщення і т.д.), що в графічних пакетах реалізуються виконанням ключових слів - команд в геометричному моделюванні носять назву перетворення координат і перетворення простору (площини). Координатна форма таких перетворень у загальному випадку виражається системою рівнянь:

$$\begin{cases} x' = a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z + a \\ y' = a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z + b \\ z' = a_{31}x + a_{32}y + a_{33}z + c \end{cases} \quad (1)$$

де  $x, y, z$  - координати вихідної точки моделі;

$x', y', z'$  - координати точки (перетвореної), в яку переходить вихідна точка;

$a_{11}, a_{12}, a_{13}$  - напрямні косинуси кутів осі  $Ox'$ , що зв'язана з об'єктом (перетвореної) з осями відповідно  $Ox, Oy, Oz$  вихідної системи координат;

$a_{21}, a_{22}, a_{23}$  - напрямні косинуси кутів осі  $Oy'$ , з осями вихідної системи координат;

$a_{31}, a_{32}, a_{33}$  - напрямні косинуси кутів осі  $Oz'$ , з осями вихідної системи координат;

$a, b, c$  - координати суміщення початку координат відносно вихідної системи.

Окремі випадки перетворень (обертання, розтяг, відображення, перенос і т.п.) мають значно простішу форму. Наприклад, перенос забезпечується співвідношенням:

$$\begin{cases} x' = x + a \\ y' = y + b \\ z' = z + c \end{cases}$$

Як відомо, з курсу аналітичної геометрії, будь-яке перетворення (1) завжди можна представити, як перетворення простих перетворень.

У комп'ютерній графіці більш зручним є запис перетворень в матричній формі:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & b \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & c \end{vmatrix} \quad (2)$$

Наприклад, щоб повернути об'єкт в площині на деякий кут  $\varphi$  навколо вказаного центра з координатами  $(a, b)$  потрібно задіяти матрицю:

$$[R_\varphi] = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & a \\ \sin \varphi & \cos \varphi & b \end{vmatrix}$$

Після проведення необхідних дій з об'єктом (моделлю) потрібно одержати його паралельну чи центральну проекцію. Проекції також утворюються відповідними проєктивними перетвореннями. Студентам доводиться механізм утворення проекції, перетворення, якими вони досягаються вводиться поняття проєктивної площини, однорідних та проєктивних координат.

У загальному випадку проєктивні перетворення простору описуються матрицею:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} \quad (3)$$

Матриця (3) використовується для однорідних координат, які полегшують рішення задач геометричного моделювання. Опис матриць геометричних перетворень на мовах програмування є нескладною задачею.

Курс завершується виконанням практичної роботи, що включає в себе створення координатної моделі об'єкта, отримання його зображення (динамічної картинки) на екрані комп'ютера. При цьому використовується графічний пакет MODEL, створений на кафедрі з метою покращення навчального процесу.

Доповідь супроводжується демонстрацією програми.