

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

На правах рукопису

УДК 515.2

Андрій

А Й В А З Я Н

Камо Бенікович

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ
ЗА ДОПОМОГОЮ ЇХ МОНОМОДЕЛЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ
СПЕЦІАЛЬНИХ КООРДИНАТ НА ПЛОЩИНІ

Спеціальність: 05.01.01 - Прикладна геометрія,
комп'ютерна графіка, дизайн і ергономіка

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 1996 р.

До захисту подається рукопис.



Роботу виконано в департаменті інженерії 00339951 (U)

Державного інженерного університету Бірменії.

Науковий керівник: доктор технічних наук
професор Согомонян К.А.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук
професор Михайленко В.М.
кандидат технічних наук
доцент Фесан О.М.

Провідна організація: Брєванський автомобільний
завод "БРАЗ"

Захист відбудеться "21" лютого 1996 р.
о 13⁰⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради
Д 01.18.06 в Київському державному технічному університеті
будівництва і архітектури за адресою: 252037, м.Київ, Повіт-
рофлотський проспект, 31, аудиторія 319.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Київсько-
го державного технічного університету будівництва і архітек-
тури.

Автореферат розіслано "27" грудня 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради Д 01.18.06
кандидат технічних наук, доцент

Плюський В.О.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Процеси автоматизованого проектування в різних галузях техніки пов'язані із створенням і модифікаціями моделей об'єктів проектування, в яких міститься необхідна інформація для їх розробки та виготовлення. Значну частину моделі складають дані про геометричні характеристики об'єктів проектування. Цю частину моделі називають геометричною моделлю об'єкта. Для обробки моделі об'єкта в графічних системах САПР вагомим є не весь об'єм інформації про об'єкт, а та його частина, яка визначає ознаки об'єкта з точки зору його геометрії, тобто форми, розмірів, просторового розміщення компонентів. Для реалізації систем геометричного моделювання особливо важливим є метод формування і опису геометричних моделей. Від цього методу залежать зміст і характер програмного забезпечення, а рішення, які були прийняті на етапі створення програмного забезпечення, істотно впливають на основні експлуатаційні характеристики САПР в цілому. Тому дослідження, що пов'язані з розвитком методів формування і опису геометричних моделей, є актуальними.

Існуючі методи формування і опису геометричних моделей об'єктів в основному базуються на властивостях бінарних конструктивних моделей тривимірного простору. Але загальновідомі деякі складності використання бінарних моделей з точки зору формування даних, їх пошуку, зберігання, організації подання цих даних на графічних пристроях, а також розв'язання інших численних задач обробки графічної інформації. Ці складності в кінцевому результаті приводять до складних математичних обчислень, що різко знижує ефективність створення програмного забезпечення.

В роботі, що реферується, автором здійснена спроба
ЛІСОВИЙ-Стефанія
АН України

робки принципово нового методу формування і опису геометричних моделей об'єктів. Новий підхід полягає у використанні властивостей конструктивних мономоделей тривимірного простору. В результаті геометричні моделі об'єктів отримуються у вигляді досить простих фігур, математична обробка яких різко спрощується. Наприклад, модель поверхні подається у вигляді декартового добутку двох ліній площини, що дозволяє звести задачу інтерполяції, апроксимації та згладжування поверхонь до одновимірної аналогічної задачі і тим самим спростити складні математичні обчислення.

Отримані геометричні моделі мають достатньо прості алгоритми для автоматизованої їх переробки і дають можливість працювати як в пакетному, так і в інтерактивному режимі.

Мета роботи. Мета дисертаційної роботи полягає в розв'язанні методу формування і опису геометричних моделей об'єктів і в розробці конкретного методу моделювання поверхонь на комп'ютерах в режимі пошукового конструювання.

У зв'язку з поставленою метою в роботі передбачається розв'язання наступних задач:

- розробити метод геометричного моделювання, використовуючи можливості та властивості чотиривимірного простору при конструюванні поверхонь у тривимірному просторі;

- скласти формалізований апарат для побудови моделі поверхні, що конструюється, і на його базі розробити алгоритми реалізації побудов в автоматизованому режимі;

- створити комплекс програм, який реалізує моделі поверхонь на ЕОМ з використанням машинної графіки і здійснює діалог конструктора-проектанта з ЕОМ;

- ввести спеціальну так звану систему трьох координат, за допомогою якої реалізується задача двовимірної інтерполя-

ції, апроксимації та згладжування поверхні;

- провести апробацію метода автоматизованого проектування і розробленого на його основі комплексу програм на прикладі проектування поверхні конкретного об'єкта;

- розробити рекомендації практичного використання отриманих в роботі теоретичних результатів.

Метод дослідження. Розв'язання поставлених задач здійснюється на основі геометричного моделювання поверхонь технічної форми за допомогою аналітичної, обчислювальної та нарисної геометрії методом машинної графіки, обчислювальної математики та програмування.

Теоретичною базою проведених досліджень стали роботи:

- по формулюванню поверхонь технічних форм - О.В.Бубеннікова, Г.С.Іванова, І.І.Котова, В.Є.Михайленка, В.А.Осипова, А.В.Павлова, О.Л.Підгорного, А.М.Тевліна, В.І.Якуніна, К.А.Согомоняна;

- по методам машинної графіки - І.І.Котова, Ю.І.Котова, В.А.Осипова, В.С.Полозова;

- по автоматизованому проектуванню - В.А.Вязгіна, О.Г.Горелика, Д.М.Зозулевича, І.П.Норенкова, М.Д.Принса, В.В.Федорова, В.Д.Цветкова.

В основу проведення дослідження і розв'язання поставлених задач було покладено модель принципово нового метода формування і опису геометричних моделей об'єктів.

Наукову новизну складають:

- нова методика вивчення форм тривимітного простору /поверхня, що конструється/ за допомогою його відображення на чотиривимірний простір - на відміну від традиційних методів нарисної геометрії, де форми деякого простору вивчаються за допомогою їх відображень на просторі більш низької роз-

мірності;

- новий підхід до розв'язання задачі конструювання поверхні тривимірного простору: середовище, де здійснюється творчий процес геометричного конструювання, не обмежується рамками тривимірного простору і розширюється до чотиривимірного простору, де є більш широкі можливості для творчості;

- повністю формалізований метод автоматизованого моделювання форми, що конструюється;

- алгоритм і комплекс програм, які реалізують розроблений метод автоматизованого моделювання поверхонь;

- апарат моделювання поверхонь на комп'ютерах в режимі пошукового конструювання.

Практична цінність. На основі створеного апарату моделювання об'єктів тривимірного простору:

- розроблені алгоритми автоматизованого проектування поверхонь;

- розроблені дві графічні моделі в режимі пошукового конструювання за пультом ЕОМ.

Реалізація роботи. Матеріали результатів деяких досліджень даної роботи використовувались на автозаводі "ЄРАЗ" при конструюванні кутової частини передньої панелі автомобіля "ЄРАЗ" /1995 р./, в незалежному соціологічному центрі "Соціометр", в розробці проекту програми "Європоліс" /1995 р./, в СПКБ при ДІУВ, в дослідно-конструкторських роботах при розробці нового оригінального метода геометричного моделювання криволінійних поверхонь об'єктів складних технічних форм.

Результати даних досліджень як методичні матеріали використовувались в учбовому процесі:

- прочитано курс лекцій для студентів першого, другого курсів департаменту "Інженерна графіка ДІУВ" на теми: "Тео-

ретичні основи рисунка і геометричне моделювання", "Параметричний спосіб задання і конструювання поверхонь технічних форм", "Елементи пошукового конструювання поверхонь" /1993-94, 1994-95 рр. 24 год./.

Апробація роботи. Основні положення роботи повідомлені і обговорені на:

- науково-практичних конференціях "Інтегровані системи управління виробництвом в нових умовах господарювання. Автоматизація технологічних процесів" ДІУВ м.Бревана за період з 1991 по 1993 рр.;

- постійно діючому практичному семінарі з просторових конструкцій СПКБ ДІУВ в 1992, 1993 рр.;

- науково-технічних конференціях ДІУВ 1992-1994 рр.;

- засіданнях семінару "Прикладна геометрія і інженерна графіка, автоматизація проектування" департаменту інженерної графіки ДІУВ /1991, 1992, 1993, 1994, 1995 рр./.

На захист вносяться: положення, які складають наукову новизну роботи, а також пакет прикладних програм, що реалізує метод автоматизованого моделювання поверхонь тривимірного простору в режимі діалогу розробленої програми "GraphMod".

Об'єм публікацій по темі дисертації складає 3 найменування.

Структура і об'єм робіт: Дисертація складається із вступу, чотирьох глав, висновків, бібліографії і трьох додатків. Змістовна частина роботи включає 103 сторінки машинописного тексту, в текстовій частині - 36 рисунків.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність теми досліджень, проведено короткий огляд літературних джерел і досягнень в області геометричного моделювання поверхонь технічних форм, сформульовані мета і задачі даної роботи, її наукова новизна і практична цінність, викладено її зміст.

В першій главі розглянуто один метод побудови моноделей геометричних нелінійних форм в лінійних просторах.

Розглянуто n -вимірний простір R^n . Кожна точка цього простору визначена n незалежними параметрами /координатами/. В R^n встановлено таку спеціальну систему координат, яка кожній точці A_i цього простору приписує $n+r$ /координат - x_1, x_2, \dots, x_{n+r} ; в R^n зафіксована система Σ , яка складається із $n+r$ геометричних елементів, а в якості координат точки A_i прийнято відстань від цієї точки до елементів вибраної системи Σ . Тоді координати x_1, x_2, \dots, x_{n+r} , які введені в R^n , будуть зв'язані r залежностями у вигляді системи r рівнянь з $n+r$ невідомими:

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1(x_1, x_2, \dots, x_{n+r}) = 0 \\ f_2(x_1, x_2, \dots, x_{n+r}) = 0 \\ \dots \\ f_r(x_1, x_2, \dots, x_{n+r}) = 0 \end{array} \right. \Bigg|$$

Далі розглянуто простір R^{n+r} , кожна точка \bar{A}_i якого однозначно визначається $n+r$ звичайними декартовими незалежними координатами y_1, y_2, \dots, y_{n+r} . Між просторами R^n і R^{n+r} встановлене відображення φ , яке діє за принципом рівності координат: $\varphi : R^n \rightarrow R^{n+r} /x_1=y_1, x_2=y_2, \dots, x_{n+r}=y_{n+r} /$.

Очевидно, що відображення φ не є скр"сктивним відобра-

женням $\varphi/R^p \neq R^{n+r}$, тобто не всі точки простору R^{n+r} будуть мати прообрази в R^p . Множина точок простору R^{n+r} , які відповідають в φ точкам простору R^p , утворює деяку p -вимірну форму $\Phi \in R^{n+r}$.

Вибрана в R^p спеціальна система координат Σ і відображення φ дозволяють кожній точці форми $\Phi \in R^{n+r}$ співставити єдину точку в R^p . При цьому всі точки простору R^p разом з вибраною в ньому системою Σ можна вважати моноделлю форми Φ .

Якщо перехід із проєкційного креслення форми до її аналітичної моделі пов'язаний з конкретними труднощами, то монодель форми, яка була отримана описаним методом, служить простим і зручним методом для її аналітичного опису і, відповідно, для її машинного відтворення.

Для повного з'ясування запропонованого методу в роботі розглянуто випадок, коли $p=2$. В R^2 задається система координат $\Sigma(x, y, z)$, де x, y - осі, а (z) - точка, яка інцидентна осі y . Кожній точці $A_i \in R^2$ припишемо три координати x, y, z - відстань від точки A_i до осей x і y і точки (z) . Так задається система "трьох" координат в R^2 .

Введена система "трьох" координат встановлює деякі відповідності між точками A площини R^2 і трійками (x_A, y_A, z_A) дійсних чисел. Кожній точці площини R^2 відповідає повністю визначена єдина трійка дійсних чисел, але не всяка трійка чисел визначає точку площини R^2 . Точки площини повністю визначаються двома параметрами, а якщо ці точки описуються трьома параметрами, то очевидно, що між ними обов'язково існує один взаємозв'язок.

Між "трьома" координатами довільної точки $A \in R^2$ отримано таку залежність:

$$\| z^2 \sin^2 \varphi - [(x-a)^2 + y^2 + 2y(x-a) \cos \varphi] = 0$$

де a і φ - параметри задання системи "трьох" координат при фіксованих елементах O і x .

В роботі пояснюється, що отримане рівняння в тривимірному просторі є рівнянням конічної поверхні.

Система "трьох" координат дозволяє встановити ізоморфізм між деякою конічною поверхнею $K \in P^3$ і площиною P^2 .

Для встановлення цього ізоморфізму в P^3 фіксовано декартову систему координат $/X, Y, Z/$ вважаючи, що точки $A \in P^2$ і $\bar{A} \in P^3$ відповідають одна одній, якщо вони мають рівні координати - "три" координати точки $A \in P^2$ рівні декартовим координатам точки $\bar{A} \in P^3$ /рис.1/.

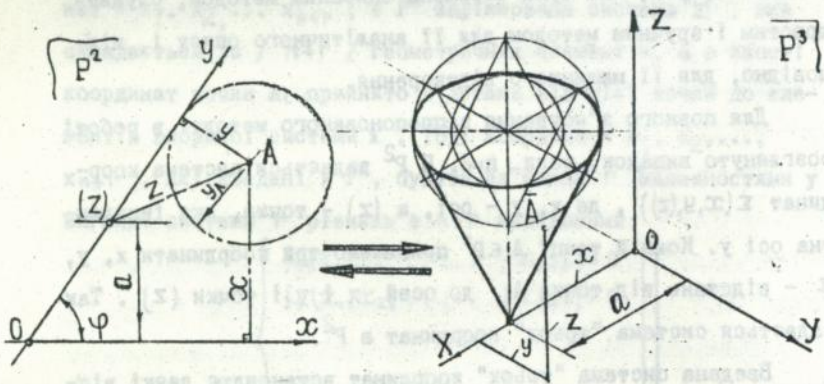


Рис.1

Система "трьох" координат є моноделлю конічної поверхні. Далі, використовуючи вищеописану відповідність між $K \in P^3$ і системою "трьох" координат, приведено алгоритм відображення множини конічних поверхонь простору P^3 на площині P^2 , вказано конструктивний шлях для побудови плоскої моделі множини конічних поверхонь тривимірного простору.

Якщо зафіксувати елементи x і O системи "трьох" коор-

динат, множина точок $\{z_i\} \in P^2$ моделює множину кінчних поверхонь P^3 , а конкретні лінії P^2 - жмутки із цих множин.

В другій главі розглянуто питання відображення між просторами P^3 , P^4 і P^2 при посередництві системи "трьох" координат.

Принцип моделювання простору P^3 і P^2 базується на властивостях системи "трьох" координат. Оскільки в цьому випадку не задовольняється необхідна умова моделювання $\dim P^3 \neq \dim P^2$, то очевидно, що P^2 , як точкова множина не може однозначно моделювати простір P^3 , тобто будь-яка точка простору P^3 не може як свою модель мати точку простору P^2 , без додаткових умов. Введена система "трьох" координат дозволяє точку простору P^3 моделювати парю точок P^2 .

В P^2 зафіксовано вісь x і точку $0 \in X$. Точка $Z(\alpha, \varphi) \in P^2$ задає систему "трьох" координат. При посередництві системи "трьох" координат встановлено деяку відповідність /відображення/ між точками просторів P^3 і P^2 : $\delta : P^3 \rightarrow P^2$.

В P^2 довільна пара точок $/A_1, A_2/$ моделює конкретну точку тривимірного простору $A \in P^3$. Точка A в P^3 визначається такими декартовими координатами, які дорівнюють "трьом" координатам точки A_2 відносно системи "трьох" координат, де $A_1 = (z)$. Перший компонент A_1 пари $/A_1, A_2/$ моделює деяку кінчну поверхню $K \in \{K_i\}_2$, $\{K_i\}_2 \in P^3$, а другий компонент A_2 - конкретну точку A цієї поверхні.

В P^2 множина можливих пар точок - чотирипараметрична $/W/$. Для моделювання простору P^3 необхідно із множини W ($\dim W = 4$) виділити тривимірну підмножину $\Delta_3 \subset W$, де $\dim \Delta_3 = 3$.

Найпростіша підмножина Δ_3 в P^2 отримується у випадку, коли множина точок A_{2i} утворює деяку лінію g_2 , тобто кількість необхідних зв'язків /однопараметричних/ дорівнює одно-

му.

Система "трьох" координат /при зафіксованих елементах x і $0 \in x$ / дозволяє отримати цю пару точок. Через точку A_{2i} проведена пряма $\alpha_{2i} \parallel \pi: d(0, x) - X_{A_{2i}}$. Для точки A_{2i} прямої α_{2i} можна побудувати точку A_{1i} так, щоб точка A_{2i} в системі "трьох" координат $\{x_{0y_1}, y_1 = 0A_{1i}\}$ мала б ті ж самі координати, що і точка $A_1 \in P^3$. Якщо точка A_{2i} описує пряму α_{2i} , то точка A_{1i} описує деяку криву ліній α_{1i} . Точки $A_{2i} \in \alpha_{2i}$ і $A_{1i} \in \alpha_{1i}$ знаходяться в деякій відповідності $f: \alpha_{2i} \rightarrow \alpha_{1i}$. Множина $\{(A_{1i}, A_{2i})\}$ моделює одну і ту ж точку A простору P^3 /рис.2/.

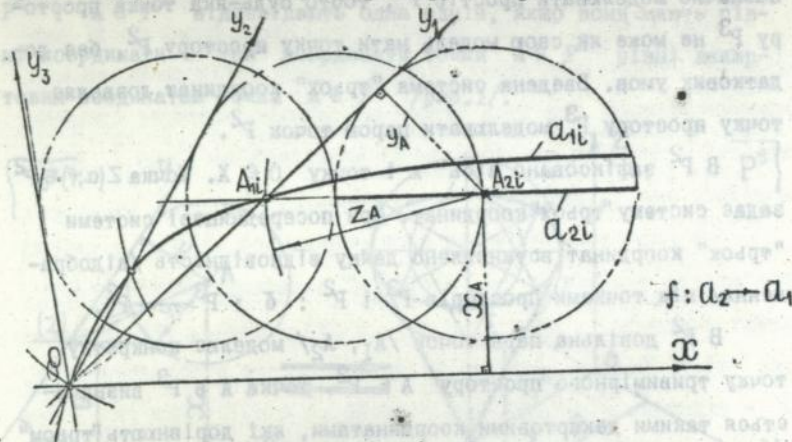


Рис.2

Прямі лінії простору P^3 в P^2 моделюються кривими 2-го ступеню.

Якщо тривимірний простір P^3 розглядати як заповнений однопараметричною множиною /кутком/ конічних поверхонь, тоді є можливість охопити точкову множину P^3 повністю і як модель цього кутка мати модель простору P^3 на P^2 .

Оскільки множина різноманітних пар точок площини P^2/W є чотирипараметричною множиною, то ця множина моделює чотири-вимірний простір P^4 .

Розглянуто множини $W = P^2 \times P^2$. Кожний елемент $x = /x_1, x_2/$ цієї множини є парю точок площини. Позначено першу точку через $x_1 = \text{pr}_1 x$ і названо першою проекцією елемента x , а точку $x_2 = \text{pr}_2 x$ - другою проекцією. Пари точок $/x_{1i}, x_{2i} /$ площини P^2 будуть інтерпретувати точки x_i простору P^4 .

Далі в роботі розглянуті питання моделювання прямих P^4 . Оскільки розглядається лінійна модель, то конструктивне відображення між P^4 і P^2 вибрано так, щоб проекції точок довільної прямої простору P^4 утворили б прямолінійні ряди точок площини P^2 моделі. Розглянуто проєктивне відображення між P^2 і P^4 .

В роботі розглянуто отримання бінарних моделей геометричних образів чотиривимірного простору. Апарат конструктивного відображення включає в себе дві початкові проєкціючі фігури $\{R_1\}_{T_1}$ і $\{R_2\}_{T_2}$ простору P^4 ; проєкціючими будуть площини R_{1i} і R_{2i} , а центрами проєкціювання - прямі T_1 і T_2 .

Як відомо, лінійна форма простору P^4 , інцидентна центрам T_1 і T_2 , буде "виключеним" образом P^4 при моделюванні /"виключена" гіперплощина Γ /. В роботі показано, що в площинній моделі виділення постійних прямих $/O_1, O_2/$ пов'язане з моделюванням "виключеної" гіперплощини Γ , тобто "виключена" гіперплощина Γ в P^2 моделюється різноманітними парами точок прямих O_1 і O_2 .

Якщо зафіксована пара прямих $/O_1, O_2/$, пряма $m \in P^4$, що задана двома точками $A \in P^4$ і $B \in P^4$, моделюється таким чином.

В P^2 ці точки моделюються парами точок $/A_1, A_2/$ і $/B_1, B_2/$. Прямі $m_1 = A_1 B_1$ і $m_2 = A_2 B_2$ будуть носіями множин відповідно перших і других проєкцій точок прямої $m = AB$, а пари точок $/x_{1i}, x_{2i} /$, які моделюють точки x_i прямої m ,

знаходяться в деякій проєктивній відповідності. Проєктивна відповідність між рядами m_1 і m_2 визначається трьома парами відповідних точок. Двома точками будуть задані точки $A_1, A_2; B_1, B_2$, а третя пара - бінарна модель загальної точки прямої m і "виключеної" гіперплощини Γ - буде інтерпретована паров точок $/H_1, H_2/$, де $H_1 = m \cap O_1, H_2 = m \cap O_2$.

Пряма $m = AB$ простору P^4 на P^2 моделюється проєктивною відповідністю $m, /A_1, B_1, H_1, \dots/ \bar{\wedge} m_2 /A_2, B_2, H_2, \dots/$ /рис.3/.

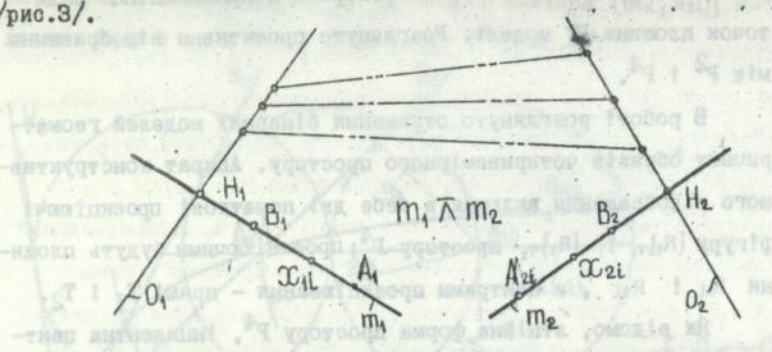


Рис.3.

Якщо цю відповідність позначити через $f: m_1 \rightarrow m_2$, то будь-яка пара точок $/x_{1i}, x_{2i}/$, де $x_{2i} = f(x_{1i})$ моделює точку x_i прямої $m = AB \in P^4$.

Моделі точок і прямих дозволяють побудувати моделі інших лінійних форм простору.

В роботі досліджені питання побудови бінарної моделі P^3 при розгляді простору P^3 як гіперплощини простору P^4 .

Далі проілюстровано питання відображення між просторами P^3 і P^4 при посередництві системи "трьох" координат.

Довільна пара точок $/A_1, A_2/ P^2$ при фіксованих елементах x і $0 \in X$, моделює конкретну точку тривимірного простору $A \in P^3$ і точку A' чотиривимірного простору. Це означає, що в

P^2 , при заданні системи "трьох" координат /точка $Z(\alpha, \Psi)$ /, задається деяка відповідність /відображення/ Ψ між точками просторів P^3 і P^4 .

Точки A і A' вважаються відповідними у відображенні:

$$\Psi = P^3 \rightarrow P^4.$$

Відображення, що розглядається, очевидно, не може бути взаємно однозначним / $\dim P^3 \neq \dim P^4$ /.

В роботі показано, що кожній точці $A \in P^3$ простору P^3 відповідає множина точок P^4 , яка утворює взагалі криву лінію, тобто точка $A \in P^3$ у відображенні Ψ переходить у множину точок $\{A'\} \in P^4$, яка утворює криву лінію α' . Крива $\alpha' \in P^4$, а також точка $A \in P^3$, в P^2 моделюється відповідністю $f: \alpha_2 \rightarrow \alpha_1$.

В третій главі на базі принципу конструювання поверхонь складних технічних форм, як засобом виходу в чотиривимірний простір, розроблено алгоритм і комплекс програм автоматизованого проектування поверхонь на ПЕОМ, які забезпечені графічними дисплеями і графопобудувачами.

Основний принцип полягає в тому, що середовище, де здійснюється творчий процес геометричного конструювання, розширюється до чотиривимірного простору P^4 , де є більш широкі можливості для творчості.

Основна задача: в тривимірному просторі P^3 вимагається зконструювати поверхню G , яка задовольнить деяким геометричним, технологічним і різноманітним функціональним умовам.

Ці умови виражаються за допомогою геометричних елементів, через які повинна пройти шукана поверхня G . Сукупність цих елементів складається з деякого масиву точок $\{A_i\}_{i=1,2,\dots,n}$ і ліній $\{l_i\}_{i=1,2,\dots,n}$. Цю сукупність вважають за початкові дані при конструюванні поверхні G .

Для того, щоб зконструювати поверхню G засобом виходу

в P^4 , початкові дані $\{A_i\}_{i=1,2,\dots,n}$ і $\{l_i\}_{i=1,2,\dots,n}$ переведені із P^3 в простір P^4 . Для цього використано деяке відображення між просторами P^3 і P^4 / $\Psi: P^3 \rightarrow P^4$. Оскільки $\dim P^3 \neq \dim P^4$, відображення Ψ не є взаємнооднозначним. У зв'язку з цим масив початкових точок $\{A_i\}_{i=1,2,\dots,n}$ у відображенні Ψ переходить в масив ліній $\{a_i\}_{i=1,2,\dots,n}$, а масив ліній $\{l_i\}_{i=1,2,\dots,n}$ - в масив 2 - поверхонь $\{L_i\}_{i=1,2,\dots,n} \in P^4$.

Для здійснення відображення $\Psi: P^3 \rightarrow P^4$ пропонується користуватися відображенням $\varphi: P^3 \rightarrow P^4$, за допомогою якого будується плоска бінарна модель чотиривимірного простору.

При конструюванні образу G' в P^4 використано достатньо широкий клас 2 - поверхонь цього простору. Вони характеризуються тим, що в плоскій бінарній моделі простору P^4 інтерпретуються у вигляді декартового добутку двох ліній: $\varphi(G) = G' = \mathcal{O}_1 \times \mathcal{O}_2$. Тому вони названі поверхнями "декартового добутку".

Основним етапом конструювання є подання образу $G' \in P^4$ шуканої поверхні $G \in P^3$ у вигляді декартового добутку двох ліній площини P^2 .

Останнім етапом конструювання є створення математичної моделі шуканої поверхні G і перехід від площини P^2 до самої поверхні G . Цей перехід здійснюється при допомозі відображення $\delta: P^2 \rightarrow P^3$, яке діє при посередництві системи "трех" координат.

Загальну схему конструювання шуканої поверхні подано на рис.4.

Алгоритм автоматизованого проектування реалізовано в комплексі програм спеціального призначення, який складається з двох програмних модулів. Всі програми комплексу функціонально розділені на рівні:

I рівень - програми створення геометричної моделі по-

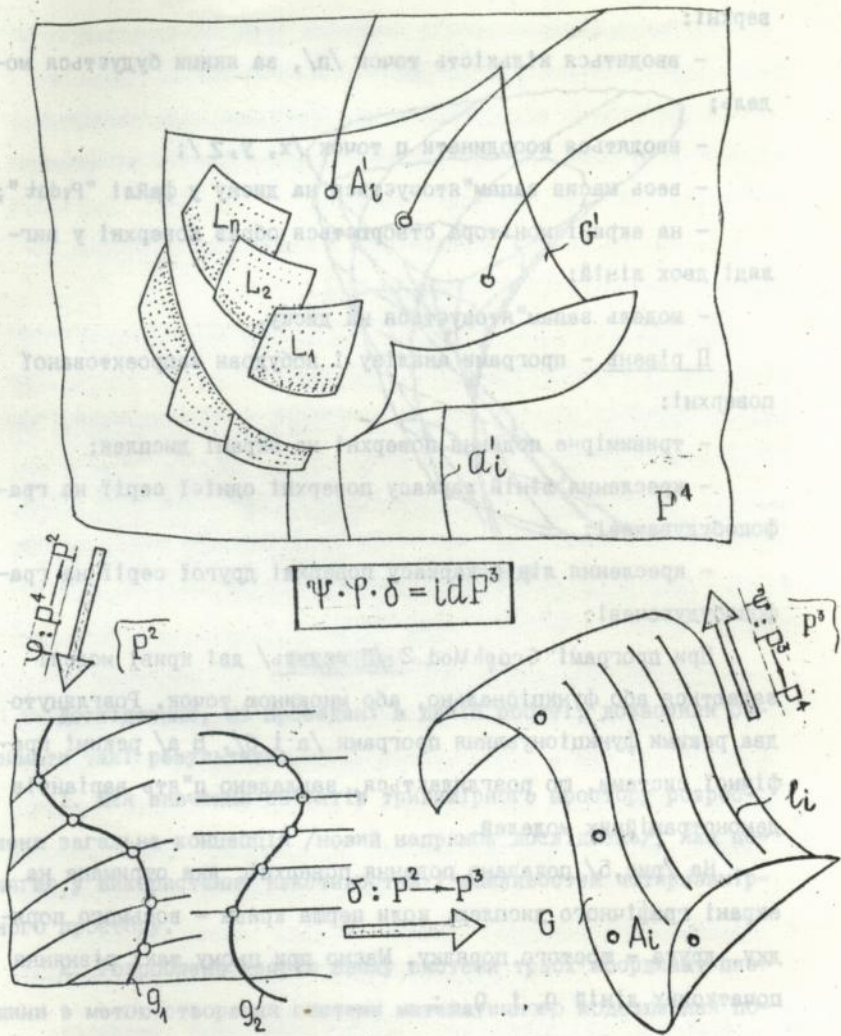


Рис. 4

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

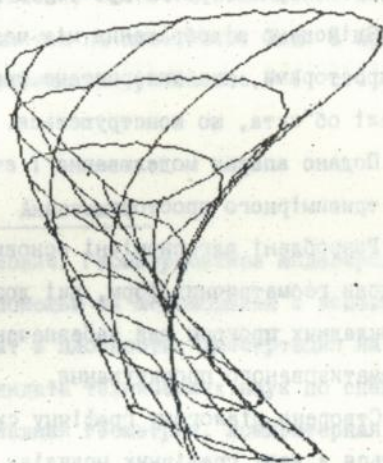


Рис.5

ВИСНОВКИ

Дослідження, що проведені в даній роботі, дозволили отримати такі результати:

1. Для вивчення об'єктів тривимірного простору розроблена загальна концепція /новий напрямок досліджень/, яка полягає у використанні властивостей і можливостей чотиривимірного простору.

2. Розроблено теорію вводу системи трьох координат площини з метою створення системи математичного моделювання поверхонь.

3. Запропоновано конструктивний шлях здійснення сюр'єктивного відображення між тривимірним простором і площиною - засобом ввідної системи.

4. Розроблено метод побудови мономоделей множин кінчних поверхонь тривимірного простору на площині.

5. Запропоновано спосіб побудови бінарних моделей чотири- і тривимірних просторів на площині.

6. Здійснено відображення між чотири- і тривимірними просторами, яке використано при формуванні математичної моделі об'єкта, що конструюється.

7. Подано апарат моделювання і етапи конструювання поверхонь тривимірного простору.

8. Розроблені алгоритмічні основи конструктивного методу побудови геометричних форм, які дозволяють створювати пакети прикладних програм для забезпечення функціонування систем автоматизованого проектування.

9. Створено діалогову графічну систему "GraphMod", яка складається з двох графічних модулів. На основі цієї системи розроблено конкретний метод моделювання поверхонь на комп'ютерах в режимі пошукового конструювання.

10. Розроблені і запропоновані конструктивні алгоритми задання і формування моделей мають потенційну можливість і перспективу використання в машинобудуванні, будівництві, біології, медицині, археології і в інших галузях науки і техніки.

Зміст дисертаційної роботи опубліковано в таких публікаціях:

1. Айвазян К.Б. Моделирование пучка конических поверхностей трехмерного пространства на плоскости. Деп. в АрмНИИТИ. Ежеквартальный библиографический указатель № 2, с.3, № 4, г.Ереван, 1993 г.

2. Согомонян К.А., Айвазян К.Б. Математическая модель поверхности, интерпретируемой декартовым произведением двух линий плоскости. Деп. в АрмНИИТИ. Ежеквартальный библиографический указатель № 1, с.4, № 7, г.Ереван, 1996 г.

З. Согомонян К.А., Айвазян К.Б. Система трех координат и связанное с ней отображение множеств конических поверхностей трехмерного пространства на плоскости. Деп. в АрмНИИТИ. Ежеквартальный библиографический указатель № I, с.4, № 8, г.Ереван, 1996 г.

Аннотация

Айвазян Камо Беникович. Геометрическое моделирование трехмерных объектов с помощью их мономоделей с использованием специальных координат в плоскости. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.01.01 - "Прикладная геометрия, компьютерная графика, дизайн и эргономика".

Киевский государственный технический университет строительства и архитектуры. Киев, 1996.

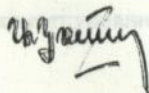
Защищаются три работы, в которых отражены основные положения выполненных исследований в области прикладной геометрии - по развитию метода формирования и описания геометрических моделей объектов и в разработке конкретного метода моделирования поверхностей технических форм с точки зрения использования их мономоделей.

Ключові слова: система "трьох" координат, мономодель, бінарна модель, гіперплощина, інтерпретація.

Aivazian Kamu Benickovich. The Geometric Modeling of 3-dimensional objects by their's monomodels using special coordinates in plane.

The thesis for accuring the scientific degree of candidate of technical sciences on the speciality: 05.01.01 - Applied geometry, computer graphics, design and ergonomics, Kyiv State Technical University of Construction and Architecture, Kyiv, 1996.

Three works are defending, which describe main points of researching in applied geometry: in development of method for forming and describing of concrete methods of technical form surface's modeling from the monomodel using point of view.



Піп. до друку 21.12.85 Формат 60×84¹/₁₆ Папір
друк. № 2 Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 1,16
Умовн. фарбо-відб. 1,24 Облік-вид. арк. 1,0
Тираж 10 Зам. № 5-5390

Фірма «ВІПОЛ».
252151, Київ, вул. Волинська, 60.

MS. 88. 2h

277 943

AB 33874

AB 33.874