ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ТА ЕРГОНОМІКА

УДК 72.021.5
DOI https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.5/01

Василишин В.Я.
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ГРАФОАНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АРХІТЕКТУРНИХ ПОВЕРХОНЬ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

У статті запропоновано загальний метод графоаналітичного моделювання поверхонь, який є універсальним, оскільки може застосовуватися для моделювання всіх закономірних лінійчатих і нелінійчатих поверхонь, що містять однопараметричні сім'ї твірних. Виділено три основні практичні задачі, що виникають у процесі графоаналітичного моделювання архітектурних поверхонь складної форми:

1) побудова графоаналітичної моделі поверхні, що отримана експериментально;

2) побудова графоаналітичної моделі поверхні за деякою множиною базових ліній із заданими граничними умовами;

3) побудова графоаналітичної моделі поверхні, що задана базовими лініями, описаними аналітичними функціями й граничними умовами.

Графоаналітичне моделювання архітектурної поверхні полягає в отриманні системи рівнянь, а також початкових і граничних умов, які однозначно визначають будь-яку конкретну поверхню. Розглянуто етапи реалізації методу:

1. Вихідні дані містять теоретичне креслення. Воно складається з деякої множини базових ліній каркаса, що належать двом різним однопараметричним множинам ліній поверхні. Вважаємо лінії однієї із цих множин – твірними, а лінії другої – напрямними.

2. Якщо базові лінії описуються складними, незручними в обчислювальному відношенні функціями або ж задані конструктором у вигляді ескізів, то таке теоретичне креслення буде вихідним для моделювання поверхні складної форми. У цьому випадку необхідно виконати моделювання базових ліній теоретичного креслення загальним методом графоаналітичного моделювання поверхонь.

3. Після отримання рівнянь базових ліній теоретичного креслення будуємо відповідну множину твірних ліній, число параметрів якої залежить від кількості напрямних ліній. Запропоновано випадок графоаналітичного моделювання архітектурних поверхонь, утворених чотирма твірними й однією напрямною.

Ключові слова: *графоаналітичне моделювання, архітектурна поверхня, твірна, напрямна, базові лінії.*

Постановка проблеми. При графоаналітичному моделюванні архітектурних поверхонь складної форми виникають такі основні задачі:

1) побудова графоаналітичної моделі поверхні, яка отримана експериментально;

2) побудова графоаналітичної моделі поверхні за деякою множиною базових ліній із заданими граничними умовами;

3) побудова графоаналітичної моделі поверхні, що задана базовими лініями, описаними аналітичними функціями і граничними умовами.

Базові лінії теоретичного креслення архітектурної поверхні піддаються математичному моделюванню з метою отримання їх рівнянь. Графоаналітичне моделювання поверхні полягає в отриманні системи рівнянь, а також початкових і граничних умов, які однозначно визначають будь-який конкретну поверхню, дозволяють вирішувати різноманітні задачі, пов'язані з їх проєктуванням, відтворенням і функціонуванням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми математичного, графічного, графоаналітичного моделювання поверхонь висвітлювались в багатьох наукових працях вітчизняних і закордонних авторів [1; 2]. Світ поверхонь простягається від елементарної площини, що вирізняється простотою та математичною строгістю, до найскладніших, химерних форм криволінійних поверхонь, що не піддаються точному математичному опису. Більшість існуючих методів моделювання поверхонь накладають значні обмеження на творчі пошуки архітектора в процесі створення художньо повноцінних архітектурних форм. Ці обмеження пов'язані з чіткими геометричними рамками, оскільки використовуються прості заздалегідь задані криві лінії і поверхні, що не завжди характеризуються художньою виразністю. Тому розробка загального методу графоаналітичного моделювання як простих, так і складних архітектурних поверхонь дає архітектору та інженеру-проєктувальнику необмежені можливості для створення як класичних, так і довільних новітніх архітектурних форм.

Постановка завдання. Завдання дослідження – отримання графоаналітичної моделі у вигляді системи рівнянь, а також початкових і граничних умов, які однозначно визначають будь-яку конкретну архітектурну поверхню, дозволяють вирішувати різноманітні задачі, пов'язані з її проєктуванням.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під архітектурними поверхнями складної форми розуміємо поверхні, які задаються теоретичним кресленням, що містить базові лінії поверхні. Дуже часто ці лінії визначені конструктором у вигляді ескізів.

Перша задача ставиться на стадії ескізного проєкту, коли архітектор знаходить поверхню так званої довільної форми у вигляді макета. Аналогічна ситуація спостерігається у художньому конструюванні, дизайні, де основним методом знаходження технічних форм є створення моделі (макета). На наступних стадіях проєктування та розв'язання питань відтворення в робочому матеріалі створена модель піддається математичному опису. Вихідна інформація для моделювання знімається з макету експериментальним шляхом у вигляді базових ліній або їх масиву точок, після чого розв'язування зводиться до другої задачі.

Друга задача буває найчастіше на практиці.

Створюючи архітектурні форми, архітектор розробляє декілька варіантів ескізного проєкту, з яких вибирає оптимальний. Архітектор промальовує при цьому найбільш характерні лінії архітектурної поверхні, які приймаються за вихідні при побудові математичної моделі. У процесі їх побудови необхідно враховувати різні умови. Ними можуть бути функціональні або об'ємно-планувальні вимоги, конструктивно-розрахункові, технологічні, світлотехнічні, естетичні й інші.

Ідея загального методу математичного моделювання поверхонь полягає в такому: оскільки заглиблення напрямної лінії у задану множину ліній понижує кількість параметрів на одиницю, то для моделювання поверхні достатньо на основі вихідних даних побудувати n – параметричну множину ліній і заглибити в неї $(n-1)$ – напрямну; внаслідок виділиться однопараметрична множина ліній, що утворює поверхню.

Розглянемо етапи реалізації методу.

1. Вихідні дані для моделювання поверхні містить її теоретичне креслення. Воно складається з деякої множини базових ліній каркаса, що належать двом різним однопараметричним множинам ліній поверхні. Вважаємо лінії однієї з цих множин за твірними, а лінії другої – напрямними.

2. Домовимося вважати, що теоретичне креслення задає поверхню простої форми, якщо рівняння базових ліній відомі і описуються простими функціями. Якщо ж базові лінії описуються складними, незручними в обчислювальному відношенні функціями або ж задані конструктором у вигляді ескізів, то таке теоретичне креслення буде вихідним для моделювання поверхні складної форми. У такому випадку необхідно виконати моделювання базових ліній теоретичного креслення розробленими вище методами.

3. Після отримання рівнянь базових ліній теоретичного креслення будуємо відповідну множину твірних ліній, число параметрів якої залежить від кількості напрямних ліній. Загалом множина твірних моделюється рівняннями вигляду [3, 4]

$$F(x, y, z, C_1, C_2, \dots, C_n) = 0, \quad G(x, y, z, C_1, C_2, \dots, C_n) = 0, \quad (1)$$

де $C_1, C_2, \dots, C_n$ – параметри. Число n повинно бути на одиницю більше числа напрямних ліній.

4. Нехай рівняння напрямних мають вигляд

$$\begin{aligned} &\phi_1(x, y, z) = 0, \qquad \psi_1(x, y, z) = 0, \\ &\phi_2(x, y, z) = 0, \qquad \psi_2(x, y, z) = 0, \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ &\phi_{n-1}(x, y, z) = 0, \quad \psi_{n-1}(x, y, z) = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

При заглибленні напрямних (2) в множину (1) виділяється однопараметрична множина твірних ліній, що утворює шукану поверхню.

5. Для отримання рівняння шуканої поверхні необхідно встановити функціональний зв'язок між параметрами $C_1, C_2, \dots, C_n$. Це здійснюється за допомогою рівнянь твірних (1) і пари рівнянь (2), наприклад, першої. Якщо з (1) і одного з рівнянь першої пари (2), наприклад $\psi_1(x, y, z) = 0$, виразити змінні x, y, z через параметри $C_1, C_2, \dots, C_n$

$$x = x(C_1, C_2, \dots, C_n), \quad y = y(C_1, C_2, \dots, C_n), \quad z = z(C_1, C_2, \dots, C_n) \quad (3)$$

і підставити в рівняння $\phi_1(x, y, z) = 0$, то отримуємо функціональну залежність

$$\Phi(C_1, C_2, \dots, C_n) = 0. \quad (4)$$

Якщо тепер з (1.58) і рівнянь (1.59), що залишились, визначити параметри $C_1, C_2, ..., C_n$ через змінні x, y, z

$$C_1 = C_1(x, y, z), \quad C_2 = C_2(x, y, z), \quad C_3 = C_3(x, y, z) \quad (5)$$

і підставити у функцію (4), знайдемо шукане рівняння поверхні

$$\Phi(C_1(x, y, z), \quad C_2(x, y, z), \quad ..., \quad C_n(x, y, z)) = 0 ., \quad (6)$$

Загальний метод математичного моделювання поверхонь можна представити також в параметричній формі.

Нехай n – параметрична множина ліній задана параметричними рівняннями

$$\begin{aligned} x &= x(u, C_1, C_2, ..., C_n), \\ y &= y(u, C_1, C_2, ..., C_n), \\ z &= z(u, C_1, C_2, ..., C_n), \end{aligned} \quad (7)$$

а напрямні – рівняннями

$$x = x_i(v), \quad y = y_i(v), \quad z = z_i(v), \quad i = 1, 2, ..., n/2. \quad (8)$$

Якщо з виразів (7) і (8) виразити параметри $C_1, C_2, ..., C_n$ через функції $x_i(v), y_i(v), z_i(v)$ і підставити в (7), отримаємо рівняння поверхні в параметричній формі [4]

$$x = x(u, v), \quad y = y(u, v), \quad z = z(u, v). \quad (9)$$

У деяких випадках розрахунки спрощуються при змішаному заданні: множина твірних записується в параметричній формі, а напрямні – явними і неявними рівняннями, і навпаки.

Отже, загальний метод математичного моделювання поверхонь є універсальним, оскільки може застосовуватися для моделювання всіх закономірних лінійчатих і нелінійчатих поверхонь, що містять однопараметричні сім'ї твірних.

Поверхні з однією напрямною моделюються за допомогою конгруенцій ліній LC_2. Представимо цю конгруенцію як прямий добуток двох множин ліній LC_1, що лежать у координатних площинах. Таке задання відповідає зображенню поверхонь технічних форм на кресленнях.

1. Нехай на відрізку $[AB]$ осі Oz задані такі базові лінії теоретичного креслення (рис. 1):

$(\tilde{u}_1)$: $y = f_1(z)$, $x = 0$, (координатна площина Oyz);

$(\tilde{u}_2)$: $y = f_2(z)$, $x = 0$, (координатна площина Oyz);

$(\tilde{u}_3)$: $x = f_3(z)$, $y = 0$,
(координатна площина Oxz); (10)

$(\tilde{u}_4)$: $x = f_4(z)$, $y = 0$, (координатна площина Oxz);

$(\tilde{v})$: $y = \phi(x)$, $z = 0$, (координатна площина Oxy).

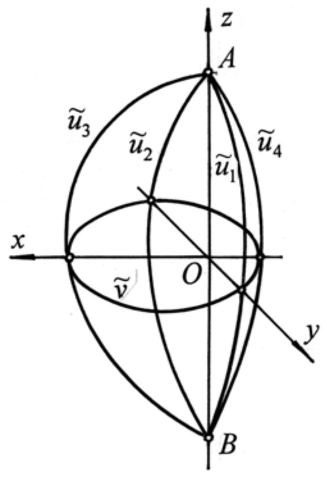

Рис. 1.

Вважаємо криві $\tilde{u}_1, \tilde{u}_2, \tilde{u}_3, \tilde{u}_4$ твірними, а поперечний переріз $\tilde{v}$ – напрямною.

Згідно з п. 1.5 конгруенцію LC_2 запишемо у вигляді

$$\begin{aligned} \frac{y}{y - f_1(z)} : \frac{f_2(z)}{f_2(z) - f_1(z)} &= C_1, \\ \frac{x}{x - f_3(z)} : \frac{f_4(z)}{f_4(z) - f_3(z)} &= C_2. \end{aligned}, \quad (11)$$

Для встановлення функціональної залежності між параметрами C_1 і C_2 виразимо з виразу (11) і другого рівняння напрямної $\tilde{v}$, тобто $z = 0$, координати x і y через параметри C_1 і C_2:

$$y = \frac{a \cdot C_1}{b \cdot C_1 + c}, \quad x = \frac{d \cdot C_2}{e \cdot C_2 + g}, \quad (12)$$

де сталі

$$\begin{aligned} a &= f_1(0) \cdot f_2(0), \quad b = f_2(0), \quad c = f_1(0) - f_2(0), \\ d &= f_3(0) \cdot f_4(0), \quad e = f_4(0), \quad g = f_3(0) - f_4(0), \end{aligned} \quad (13)$$

і підставимо в рівняння $y = \phi(x)$ напрямної:

$$\frac{d \cdot C_2}{e \cdot C_2 + g} = \phi\left(\frac{a \cdot C_1}{b \cdot C_1 + c}\right). \quad (14)$$

Зі співвідношення (11) визначимо

$$C_1 = \frac{y \cdot f_2(z) - y \cdot f_1(z)}{y \cdot f_2(z) - f_1(z) \cdot f_2(z)}; \quad C_2 = \frac{x \cdot f_4(z) - x \cdot f_3(z)}{x \cdot f_4(z) - f_3(z) \cdot f_4(z)}$$

і підставимо в рівняння (14); отримаємо шукане рівняння поверхні у вигляді

$$x = \frac{\phi(y, z)}{x_1(z) \cdot \phi(y, z) + x_2(z)}, \quad (15)$$

де функції

$$\phi(y, z) = \phi\left(\frac{y}{y_1(z) \cdot y + y_2(z)}\right),$$

$$y_1(z)=\frac{(b+c)\cdot f_2(z)-b\cdot f_1(z)}{a\left[f_2(z)-f_1(z)\right]},$$
$$y_2(z)=\frac{c\cdot f_1(z)\cdot f_2(z)}{a\left[f_2(z)-f_1(z)\right]}, \qquad (16)$$
$$x_1(z)=\frac{(e+g)\cdot f_4(z)-e\cdot f_3(z)}{d\left[f_4(z)-f_3(z)\right]},$$
$$x_2(z)=\frac{g\cdot f_3(z)\cdot f_4(z)}{d\left[f_4(z)-f_3(z)\right]}.$$

Будь-який поперечний переріз поверхні можна визначити так:

$$x=\frac{\phi\left(\dfrac{y}{a_1\cdot y+b_1}\right)}{c_1\cdot\phi\left(\dfrac{y}{a_1\cdot y+b_1}\right)+d_1},\quad z=m, \qquad (17)$$

де сталі

$$a_1=y_1(m),\quad b_1=y_2(m),\quad c_1=x_1(m),\quad d_1=x_2(m). \qquad (18)$$

Рівняння твірної поверхні (15) визначаються з виразів (11), де необхідно визначити значення параметрів C_1 і C_2 з умови проходження твірної через початкову точку $M(x_0, y_0, z_0)$ поверхні.

Якщо напрямна $\tilde{v}$ задається рівнянням у неявному виді

$$\phi(x,y)=0,\quad z=0, \qquad (19)$$

тоді замість виразу (14) приходимо до неявного рівняння

$$\phi\left(\frac{a\cdot C_1}{b\cdot C_1+c},\quad \frac{d\cdot C_2}{e\cdot C_2+g}\right)=0. \qquad (20)$$

Тоді рівняння поверхні (15) має вигляд

$$\phi\left(\frac{a\cdot y\left[f_2(z)-f_1(z)\right]}{\left\{b\left[f_2(z)-f_1(z)\right]+c\cdot f_2(z)\right\}y-c\cdot f_1(z)\cdot f_2(z)},\right.$$
$$\left.\frac{dx\left[f_4(z)-f_3(z)\right]}{\left\{e\left[f_4(z)-f_3(z)\right]+g\cdot f_4(z)\right\}x-g\cdot f_3(z)\cdot f_4(z)}\right)=0 \qquad (21)$$

На практиці буває симетричний випадок, за якого $f_2(z)=-f_1(z)$ (рис. 2). Тоді функції $\phi(y,z), y_1(z), y_2(z)$ рівняння поверхні значно спрощуються:

$$y_1(z)=\frac{\left[f_2(0)+f_1(0)-f_2(0)\right]\cdot f_2(z)-f_2(0)\cdot f_1(z)}{f_1(0)\cdot f_2(0)\left[f_2(z)-f_1(z)\right]}=0,$$
$$y_2(z)=\frac{\left[f_1(0)-f_2(0)\right]\cdot f_1(z)\cdot f_2(z)}{f_1(0)\cdot f_2(0)\left[f_2(z)-f_1(z)\right]}=\frac{f_1(z)}{f_1(0)}, \qquad (22)$$
$$\phi(y,z)=\phi\left(\frac{f_1(0)}{f_1(z)}\cdot y\right).$$

Якщо криві $\tilde{u}_3$ і $\tilde{u}_4$ також симетричні відносно осі Oz, тобто $f_4(z)=-f_3(z)$, то рівняння поверхні має вигляд

$$x=\frac{f_3(z)}{f_3(0)}\cdot\phi\left(\frac{f_1(0)}{f_1(z)}y\right). \qquad (23)$$

Якщо ж всі чотири твірні $\tilde{u}_1, \tilde{u}_2, \tilde{u}_3, \tilde{u}_4$ симетричні відносно осі Oz рівняння (23) має вигляд (рис. 3)

$$x=\frac{f(z)}{f(0)}\cdot\phi\left(\frac{f(0)}{f(z)}\cdot y\right). \qquad (24)$$

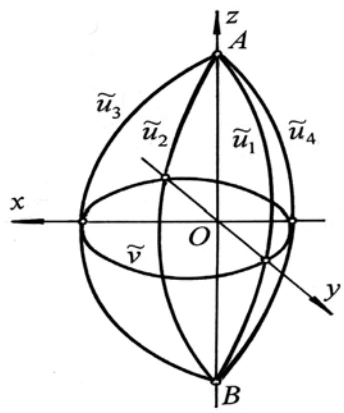

Рис. 2.

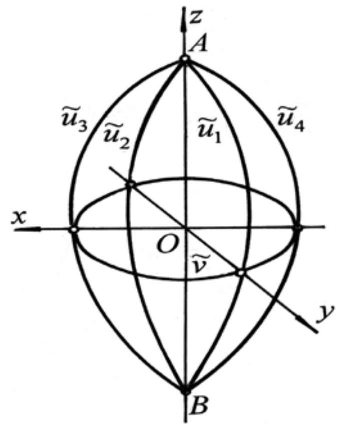

Рис. 3.

2. Теоретичне креслення розглянутої поверхні містить чотири базові твірні, які лежать в координатних площинах. Якщо базові твірні займають загальне положення відносно координатних площин, то з побудови твірних LC_2 випливає, що їх кількість на теоретичному кресленні не повинна перевищувати трьох (рис. 4).

Нехай базові твірні $\tilde{u}_1, \tilde{u}_2, \tilde{u}_3$ описуються відповідно рівняннями

$$(\tilde{u}_1): \quad y = f_1(z), \quad x = f_2(z),$$
$$(\tilde{u}_2): \quad y = f_3(z), \quad x = f_4(z),$$
$$(\tilde{u}_3): \quad y = f_5(z), \quad x = f_6(z),$$

а напрямна $\tilde{v}$ – виразами

$$z = 0, \quad x = \phi(y). \tag{25}$$

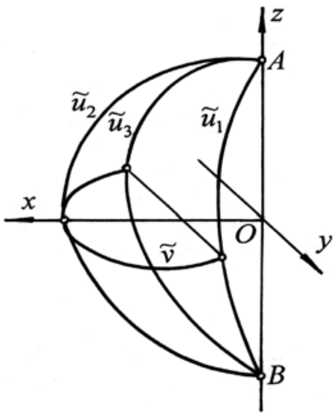

Рис. 4.

Складаємо рівняння множин твірних другого порядку:

$$\begin{aligned}\frac{y - f_1(z)}{y - f_3(z)} : \frac{f_5(z) - f_1(z)}{f_5(z) - f_3(z)} = C_1,\\ \frac{x - f_2(z)}{x - f_4(z)} : \frac{f_6(z) - f_2(z)}{f_6(z) - f_4(z)} = C_2.\end{aligned} \tag{26}$$

З рівнянь (2.16) і (2.17) маємо:

$$y = \frac{a + C_1}{b \cdot C_1 + c}, \quad x = \frac{d + C_2}{e \cdot C_2 + g}, \tag{27}$$

звідки

$$\frac{d + C_2}{e \cdot C_2 + g} = \phi\left(\frac{a + C_1}{b \cdot C_1 + c}\right), \tag{28}$$

де постійні

$$\begin{aligned}a = \frac{f_1(0)\left[f_3(0) - f_5(0)\right]}{f_3(0)\left[f_5(0) - f_1(0)\right]}; \quad b = \frac{1}{f_3(0)};\\ c = \frac{f_3(0) - f_5(0)}{f_3(0)\left[f_5(0) - f_1(0)\right]};\end{aligned} \tag{29}$$

$$d = \frac{f_2(0)\left[f_4(0) - f_6(0)\right]}{f_4(0)\left[f_6(0) - f_2(0)\right]}; \quad e = \frac{1}{f_4(0)}; \quad g = \frac{f_4(0) - f_6(0)}{f_4(0)\left[f_6(0) - f_2(0)\right]}.$$

Підставляючи в (28) значення параметрів C_1 і C_2 з (2.17) отримуємо рівняння поверхні

$$x = \frac{\phi(y,z) + x_1(z)}{x_2(z) \cdot \phi(y,z) + x_3(z)}. \tag{30}$$

Тут функції:

$$\phi(y,z) = \phi\left(\frac{y + y_1(z)}{y_2(z) \cdot y + y_3(z)}\right),$$

$$y_1(z) = -\frac{a \cdot f_3(z) \cdot \left[f_5(z) - f_1(z)\right] + f_1(z) \cdot \left[f_5(z) - f_3(z)\right]}{a \cdot \left[f_5(z) - f_1(z)\right] + f_5(z) - f_3(z)},$$

$$y_2(z) = \frac{b \cdot \left[f_5(z) - f_3(z)\right] + c \cdot \left[f_5(z) - f_1(z)\right]}{f_5(z) - f_3(z) + a \cdot \left[f_5(z) - f_1(z)\right]},$$

$$y_3(z) = -\frac{b \cdot f_1(z) \cdot \left[f_5(z) - f_3(z)\right] + c \cdot f_3(z) \cdot \left[f_5(z) - f_1(z)\right]}{f_5(z) - f_3(z) + a \cdot \left[f_5(z) - f_1(z)\right]}, \tag{31}$$

$$x_1(z) = -\frac{d \cdot f_4(z) \cdot \left[f_6(z) - f_2(z)\right] + f_2(z) \cdot \left[f_6(z) - f_4(z)\right]}{g \cdot f_4(z) \cdot \left[f_6(z) - f_2(z)\right] + e \cdot f_2(z) \cdot \left[f_6(z) - f_4(z)\right]},$$

$$x_2(z) = \frac{e \cdot \left[f_6(z) - f_4(z)\right] + g \cdot \left[f_6(z) - f_2(z)\right]}{e \cdot f_2(z) \cdot \left[f_6(z) - f_4(z)\right] + g \cdot f_4(z) \cdot \left[f_6(z) - f_2(z)\right]},$$

$$x_3(z) = -\frac{d \cdot \left[f_6(z) - f_2(z)\right] + f_6(z) - f_4(z)}{g \cdot f_4(z) \cdot \left[f_6(z) - f_2(z)\right] + e \cdot f_2(z) \cdot \left[f_6(z) - f_4(z)\right]}.$$

Вирази для поперечних перерізів поверхні мають вигляд

$$x = \frac{\phi(m,y) + x_1(m)}{x_2(m) \cdot \phi(m,y) + x_3(m)}, \quad z = m. \tag{32}$$

Рівняння твірної, що проходить через точку $M(x_0, y_0, z_0)$ поверхні, випливає з (26).

Маючи рівняння (15) і (30) поверхонь з однією напрямною, можемо розв'язувати метричні і позиційні задачі, пов'язані з ними.

У випадку необхідності моделювання конкретної поверхні з більшою кількістю напрямних необхідно всі розрахунки проводити за викладеною вище методикою математичного моделювання поверхонь.

Висновки. Загальний метод математичного моделювання поверхонь дає архітектору та інженеру-проєктувальнику необмежені можливості для створення як класичних, так і довільних новітніх архітектурних форм. Це пояснюється тим, що він не накладає жорстких геометричних рамок на створювану форму: базові лінії поверхні можуть бути задані проєктувальником у вигляді ескізів із врахуванням технологічних, естетичних, функціональних та інших умов.

Список літератури:

1. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве / пер. с англ. Москва : Мир, 1982. 304 с.
2. Цвицинский И.В. Математическое моделирование поверхностей сложной формы. Кишинев : «Штиинца», 1984. 109 с.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / пер. с американского изд. Москва : Наука, 1974. 831 с.
4. Ефимов М.В. Квадратичные формы и матрицы. Москва : Физматгиз, 1963. 159 с.

Vasylyshyn V.Ia. GRAPHO-ANALYTICAL MODELING OF ARCHITECTURAL SURFACES OF COMPLEX FORM

The article proposes a general method of graphoanalytical modeling of surfaces, which is universal because it can be used to model all regular linear and nonlinear surfaces containing one-parameter families of generators. There are three main practical problems that arise in the graph-analytical modeling of architectural surfaces of complex shape: 1) construction of a graph-analytical model of the surface obtained experimentally; 2) construction of a graph-analytical model of the surface on a set of baselines with given boundary conditions; 3) construction of a graph-analytical model of the surface, given by the base lines described by the analytical functions and boundary conditions. Graphoanalytical modeling of an architectural surface consists in obtaining a system of equations, as well as initial and boundary conditions, which unambiguously define any specific surface. The stages of method implementation are considered: 1) The initial data contain a theoretical drawing. It consists of some set of base lines of the framework belonging to two different one-parameter sets of surface lines. We consider the lines of one of these sets to be generative, and the lines of the second to be directing; 2) If the baselines are described by complex, computationally inconvenient functions or given by the designer in the form of sketches, then such a theoretical drawing will be the source for modeling a surface of complex shape. In this case it is necessary to perform modeling of the basic lines of the theoretical drawing by the general method of graphoanalytical modeling of surfaces; 3) After obtaining the equations of the base lines of the theoretical drawing, we construct a corresponding set of generating lines, the number of parameters of which depends on the number of guide lines. A case of graphoanalytical modeling of architectural surfaces formed by four generators and one guide is proposed.

Key words: *graphoanalytical modeling, architectural surface, generating, guide, base lines.*