

**Ботвіновська Світлана Іванівна**

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри нарисної геометрії та інженерної графіки  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**ДИСКРЕТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ  
В ЗАДАЧАХ ФОРМОТВОРЕННЯ ДИЗАЙН-ОБ'ЄКТІВ**

*Анотація.* Наведено приклади побудови дискретних каркасів об'єктів дизайну у вигляді ваз, дискретні сітки яких утворюють певні візерунки на поверхні. Проблема створення нових естетичних форм дизайн-об'єктів є центральною у технічній естетиці. Для її вирішення необхідні глибинні теоретичні дослідження естетичних властивостей об'єктів, особливостей їх естетичного сприйняття. Для побудови дискретних каркасів поверхонь у роботі запропоновано узагальнений статико-геометричний метод. Цей метод, як один із методів дискретного геометричного моделювання, активно використовують при проектуванні архітектурних або дизайн-об'єктів у випадках, коли за природою утворення поверхні неможливо отримати її аналітичного рівняння. За допомогою цього методу можна утворювати дискретні каркаси поверхонь у вигляді сіток із довільним кроком. У роботі продемонстровано можливість створення нових поверхонь-образів за рахунок використання конструктивного розподілу зовнішнього формоутворюючого навантаження на вузли дискретної сітки, яку нанесено на цю поверхню. Тобто, розподіл зовнішнього формоутворюючого навантаження можна задавати конструктивно у вигляді деякої аналітично заданої поверхні, якщо на цю поверхню нанести дискретну сітку, топологічні характеристики якої мають бути ідентичними відповідним характеристикам сітки, що буде наноситись на поверхню-образ. Це допомагає прогнозувати різні естетичні характеристики образу та переносити на модельовані поверхні властивості обраних аналітично заданих поверхонь-прообразів.

*Ключові слова:* об'єкт дизайну; геометричне моделювання; дискретний каркас; технічна естетика; статико-геометричний метод

**Постановка проблеми**

Проблема створення нових естетичних форм в дизайн-проектах є центральною у технічній естетиці. Для її розв'язання необхідні глибинні теоретичні дослідження естетичних властивостей об'єктів, особливостей їх естетичного сприйняття. Різноманітні архітектурно-просторові форми дизайн-об'єктів мають ряд важливих характеристик для їх зорового сприйняття та майбутньої візуалізації, включаючи комп'ютерну. Формоутворююча роль художніх, естетичних та композиційних чинників є не менш вагомою, ніж інженерних, конструктивних та технічних [1 – 4]. Питання пошуку та вибору геометричної форми дизайн-об'єкта, яка повинна відповідати визначеним критеріям, технічним та естетичним вимогам й забезпечувати функціональне призначення об'єкта, і сьогодні залишається дуже актуальним.

**Мета статті**

Одним із напрямів досягнення виразності об'єктів дизайну може бути нанесення на їх поверхні різноманітних орнаментів, написів або рисунків.

Мета роботи – показати, що серед можливостей узагальненого статико-геометричного методу (СГМ) дискретного геометричного моделювання є можливість нанесення на поверхню, яка моделюється, замисленого дизайнером орнаменту або рисунка.

Використання орнаментальних особливостей дискретних сіток з різними топологічними та метричними параметрами значно розширює можливості моделювання дискретних каркасів дизайн-об'єктів шляхом використання СГМ.

**Аналіз останніх досліджень  
і публікацій**

Відомо, що статико-геометричний метод [5] належить до методів дискретного геометричного моделювання і є наочною інтерпретацією методу скінчених різниць. Методи дискретного моделювання широко використовуються у випадках, коли неможливо отримати аналітичні рівняння поверхонь.

Створення теоретичних основ формотворення в дискретному моделюванні об'єктів архітектури та архітектурного дизайну за рахунок узагальнення

СГМ [6] дало змогу враховувати при моделюванні не тільки геометричні та статичні умови, а й естетичні. Узагальнення СГМ призвело до розширення його формоутворюючих можливостей у процесі моделювання об'єктів дизайну, що допоможе розширити творчі можливості дизайнерів у пошуку нових цікавих і креативних форм.

Рисунки, орнаменти, різноманітні написи є одним із факторів впізнаваності та прийняття об'єктів архітектури та дизайну суспільством. Вони дають змогу зберігати оригінальність та індивідуальність цих об'єктів.

Естетичні якості поверхонь об'єктів архітектури або дизайну визначаються такими критеріями, як: просторова орієнтованість форми, єдність та пластичність її елементів, масштабна та пропорційна організованість, баланс, симетрія, ритм, циклічність, впорядкованість графічних та зображувальних елементів [4; 6 – 11].

Загальновідомо, що зміст естетичної цінності дизайн-об'єкта знаходить своє вираження передусім у відповідній геометричній формі. Естетичній проблемі художнього конструювання геометричної форми дизайн-об'єктів присвячено роботи [8; 9].

У роботах [12; 13] розглянуто питання дискретного геометричного моделювання поверхонь архітектурних форм СГМ на прикладах моделювання біоформи у процесі їх зростання по заданій траєкторії, але автори не враховували естетичні характеристики майбутніх поверхонь.

Аналіз джерел показав, що як і задачі архітектурного формотворення, так і формотворення дизайн-об'єктів тісно пов'язано з питаннями геометричного моделювання об'єктів. Знаходження форм, які будуть відповідати геометричним, статичним, естетичним та іншим критеріям – це є задача сучасних архітекторів та дизайнерів.

У проаналізованих роботах не розглядалися питання нанесення рисунків на дискретні каркаси поверхонь, і не аналізувалися можливості геометричного моделювання поверхонь із збереженням орнаментальних особливостей дискретної сітки з різними топологічними та метричними параметрами.

Дизайн-проектуванню графічних елементів композиції на поверхнях обертань присвячено роботу [14]. Автором розроблено способи конформного перетворення та відображення плоских зображень на плоскі ізометричні сітки та поверхні, віднесені до таких саме просторових сіток. Розроблено спосіб формування плоских рисунків та різних художніх форм із відрізків прямих і дуг кіл за заданими вихідними даними, визначеними у середовищі AutoCAD. У роботі не використовувався статико-геометричний метод дискретного моделювання.

## Виклад основного матеріалу

Побудова геометричної моделі будь-якої криволінійної поверхні у дизайні або технічній естетиці є непростою задачею. Кожний дизайнер прагне отримати найбільш досконалу форму об'єкта, що моделюється. Дискретна геометрична модель майбутнього об'єкта найповніше відображає геометричні властивості змодельованої поверхні, а саме – її форму та структуру сітки. Причому ця форма повинна максимально повно враховувати: вихідні умови, відповідати технічним умовам, забезпечувати функціональне призначення майбутнього об'єкта та мати естетичний вигляд, який запам'ятовується.

Сукупність вихідних умов, що висувуються до об'єкта дизайну, суттєво впливають на його форму. За цією сукупністю можна не лише побудувати єдину форму поверхні об'єкта дизайну, а й забезпечити різноманіття його форм. Одним із критеріїв унікальних дизайнерських форм об'єктів є естетичність форми поверхні, що моделюється. Саме естетичність форми (виразність, симетрія, повнота і чітко виражене смислове навантаження елементів форми тощо) може суттєво вплинути на якість майбутнього об'єкта.

Серед можливостей узагальненого СГМ при формуванні дискретних моделей поверхні дизайн-об'єкта можна виділити чотири основні напрями:

1. Пластичність форми дизайн-об'єкта, яка забезпечується можливістю формування дискретного каркаса єдиної поверхні, з довільно заданими крайовими умовами. Якщо крайові умови задано у вигляді дискретно представлених кривих без точок зламу, форма утвореної поверхні є пластичною, оскільки статико-геометрична модель фіксує остаточну форму, яку приймає поверхня при заданому зовнішньому навантаженні. Метод забезпечує можливість варіювання форми об'єкта за рахунок зміни певних параметрів моделі.

2. Підвищення виразності форми за рахунок включення у поверхню заданих особливих точок (конічних і точок сплюснення), які можуть належати лініям опорного контура і не належать їм.

3. Збереження задуманого дизайнером образу дизайн-виробу при варіюванні форми ліній опорного контура поверхні. Ця можливість може бути забезпечена двома запропонованими у роботі способами в рамках узагальненого СГМ:

а) спосіб перенесення зовнішнього навантаження, яке зрівноважує вузли дискретної сітки на поверхні замисленого прообразу для побудови зрівноваженої сітки з іншим опорним контуром;

б) спосіб, що доповнює СГМ геометричними перетвореннями об'єктів у тривимірному просторі.

Цей спосіб допомагає визначити шар простору, обмежений обраними криволінійними поверхнями, у якому формується дискретний каркас поверхні із заданими вихідними умовами.

Принципова різниця цих способів полягає у тому, що у першому випадку основою формування поверхні є розподіл зовнішнього формотворення навантаження між вузлами, а область існування модельованої поверхні не обмежується границями. Крім того, отримана дискретна сітка є зрівноваженою. У другому випадку зовнішнє формоутворююче навантаження, взагалі, відсутнє і утворена дискретна сітка не є зрівноваженою.

Оскільки перший спосіб передбачає задання поверхні-прообразу, він є більш прийнятним (зручним) при формоутворенні об'єктів дизайну.

4. Використання орнаментальних особливостей сітки з різними топологічними та метричними параметрами для нанесення замисленого дизайнером рисунку на поверхню, що моделюється. Така можливість забезпечується вільним вибором сітки довільної топології на поверхні-прообразі, оскільки будь-яку сітку можна вважати зрівноваженою [6].

У СГМ розподіл зовнішнього формоутворюючого навантаження можна задавати конструктивно у вигляді деякої аналітично заданої поверхні, якщо на цю поверхню нанести дискретну сітку, після чого визначити параметри дискретного формоутворюючого навантаження на вузли, під дією якого сітка зрівноважується. Якщо такі зусилля використати для формування каркаса іншої поверхні з іншими заданими вихідними даними, які відрізняються від вихідних даних, а саме вузлів опорного контура поверхні-прообразу, то отримаємо дискретний каркас поверхні із збереженням деяких властивостей поверхні-прообразу.

Важливо пам'ятати, що чим менше вихідні дані поверхні-образу відрізняються від вихідних даних поверхні-прообразу, тим менше геометрична форма образу буде відрізнятися від форми прообразу. При цьому топологічні характеристики сітки поверхні-образу мають бути ідентичними відповідним характеристикам сітки прообразу, але ця вимога не виключає різноманітність топологічної організації сіток, які проте мають бути однаковими як для поверхні-образу, так і поверхні-прообразу.

Цю ж властивість можна використати за необхідності нанесення орнаменту або малюнка на поверхню-образ. Сітка може бути нерегулярною і утворювати певний візерунок на поверхні, з якої будуть розраховуватись координатні складові зовнішніх зусиль, прикладених до кожного з вузлів сітки. Саме тому можна прогнозувати такий саме візерунок на поверхні-образу, яка має інші вихідні дані, інший крайовий контур.

Запропонований спосіб перенесення зовнішніх зусиль, які зрівноважують вузли сітки поверхні-прообразу у вузли сітки поверхні-образу, можна представити у вигляді системи рекурентних рівнянь, де координатні складові  $kP_{i,j,0}$  зовнішніх зусиль, які зрівноважують вузли сітки поверхні-образу розраховуються за формулою:

$$kP_{i,j,0} = nu'_{i,j,0} - u'_{i,j,1} - u'_{i,j,2} - u'_{i,j,3} - \dots - u'_{i,j,l} - u'_{i,j,n-1} - u'_{i,j,n}. \quad (1)$$

У рівнянні (1) позначення  $u'$  зі штрихом зверху є узагальненим позначенням відповідних координат  $(x, y, z)$  вузлів сітки поверхні-прообразу. Позначення  $i, j$  відповідає нумерації вузлів сітки у прийнятій системі відліку вузлів поверхні-прообразу, а  $n$  – число вузлів зірки сітки, які оточують центральний вузол  $M_{i,j,0}$ ,  $l$  – номер вузла зірки сітки поверхні-прообразу у локальній системі відліку, відносно центрального вузла зірки  $M_{i,j,0}$  так, як це показано на рис. 1.

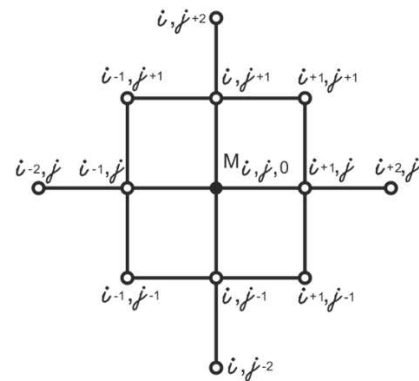


Рисунок 1 – Приклад нумерації вузлів дискретної сітки для зірки сітки бігармонічного шаблону

Методи дискретного геометричного моделювання активно використовують при проектуванні архітектурних та дизайн-об'єктів у випадках, коли за природою утворення поверхні неможливо отримати її аналітичного рівняння, оскільки вони дають змогу утворювати форму у вигляді сітки з довільним кроком.

Розглянемо можливості використання узагальненого СГМ для формування дискретних каркасів поверхонь дизайн-об'єктів на конкретних прикладах.

Приклад 1 (рис. 2). Необхідно змоделювати дискретний каркас поверхні дизайн-об'єкта з сіткою, яка несе на собі заданий малюнок.

Вибрано поверхню-прообраз у вигляді півсфери з нанесеною на неї орнаментальною сіткою, яку задано у плані (рис. 2, а). Необхідно сформувати дискретний каркас поверхні, опорний контур якої складається з двох компонент, із збереженням характеру заданого орнаменту.

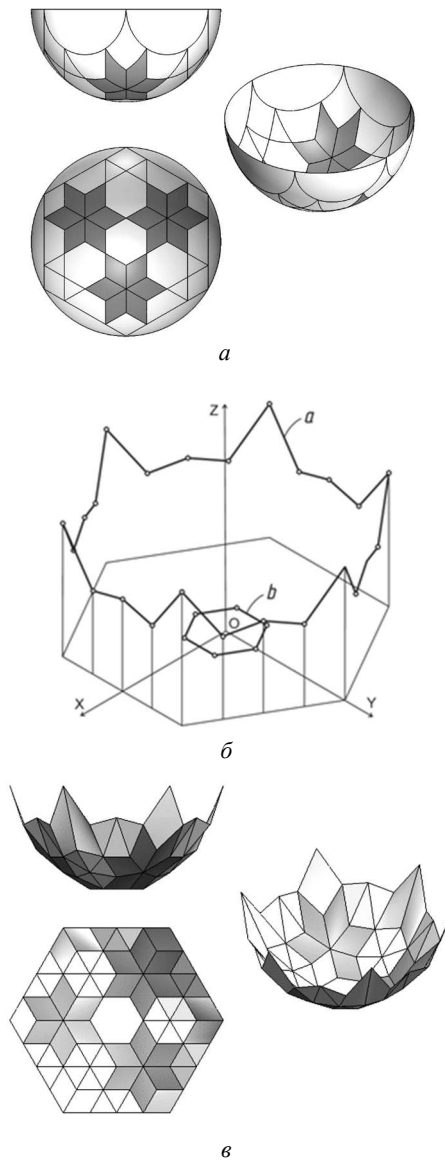


Рисунок 2 – Поверхня об’єкта дизайну із нанесеною орнаментальною сіткою: а – поверхня-прообраз з нанесеною орнаментальною сіткою; б – вихідні дані (заданий опорний контур); в – сформований каркас поверхні з орнаментальною сіткою

Поверхнею-прообразом, для якої відоме аналітичне рівняння, є півсфера радіусом  $R = 150$  лін. од. (рис. 2, а). Аплікати сітки на поверхні півсфери визначаються за абсцисами і ординатами вузлів заданої сітки у плані.

За рівнянням (2) рівноваги вузлів сітки з трикутними клітинами:

$$6z_{i,j} - z_{i-1,j} - z_{i+1,j} - z_{i,j-1} - z_{i,j+1} - z_{i+1,j-1} - z_{i-1,j+1} - kP_{i,j,z} = 0, \quad (2)$$

де  $z_{i,j}$  – апліката центрального вузла зірки сітки;  $i, j$  – нумерація вузлів сітки у прийнятій системі відліку вузлів відносно центрального вузла зірки сітки;  $k$  – невідомий коефіцієнт пропорційності

зовнішнього формоутворюючого навантаження;  $P_{i,j,z}$  – координатна складова зовнішнього зусилля, прикладеного до вузла  $i, j$ , визначаються координатні складові зовнішніх зусиль, які зрівноважують сітку на сфері.

Опорний контур майбутнього дизайн-об’єкта (поверхні-образу) – «Вази» складається з двох компонент: горизонтального правильного шестикутника (b) у площині основи та просторової ламаної (a) у шести вертикальних площинах так, як показано на рис. 2, б. Параметрами управління формою модельованої поверхні залишаються коефіцієнти пропорційності  $k$  у рівнянні (2).

Складається система рівнянь (2) рівноваги вузлів нової сітки із заданим опорним контуром і зовнішнім формоутворюючим навантаженням, яке було визначено для сітки на сфері. Абсциси і ординати вузлів сітки, що формується, дорівнюють відповідним координатам вузлів вихідної сітки на поверхні півсфери.

Система рівнянь рівноваги проєкцій зусиль на вісь  $Oz$  з урахуванням симетрії налічує 9 рівнянь типу (1). За результатами розв’язання цієї системи на рис. 2, в показано побудований дискретний каркас утвореної поверхні «Вази» із збереженням вищезазначених вимог.

Приклад 2. На рис. 3 показано розв’язання аналогічної задачі зі спіралеподібним орнаментом сітки. Заданий опорний контур (рис. 4, а) модельованої поверхні вази складається з двох компонент: правильного горизонтального шестикутника (b) і ламаної (a), вузли якої належать вертикальному циліндру радіусом  $R = 150$  лін. од. Координатна система обирається залежно від вимог, які висуваються до форми модельованої поверхні, а кінцево-різницева схема пов’язується з малюнком дискретної сітки. Для зручності обрано декартову систему координат.

Поверхнею-прообразом є зрізана сфера (рис. 4, б) з тими ж заданими вихідними умовами, що і у прикладі 1. Орнаментальну сітку задано на горизонтальній проєкції поверхні-прообразу. Сітка має трикутні клітини в плані, які для спрощення розрахунків можна розглядати як чотирикутні клітини.

Оскільки задача полягає у побудові спіралеподібного орнаменту, то необхідно виконати перетворення сітки, повернувши її на заданий кут  $\alpha = 60^0$  (рис. 3, а). Рівновага сітки при такому перетворенні не порушується. Це підтверджується наявною властивістю перетворення, що при афінному перетворенні зрівноваженої дискретної сітки, що формується за СГМ, не порушується рівновага цієї сітки [5; 6].

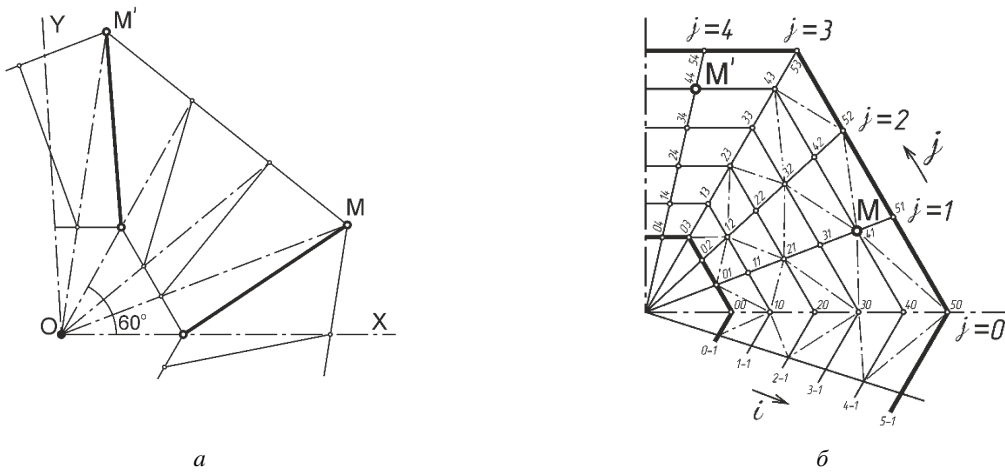


Рисунок 3 – Фрагмент розрахункової та топологічної схем дискретної сітки в плані для прикладу 2

Сітка, нанесена на поверхню півсфери, має ті самі топологічні та метричні параметри, що і сітка на модельованій поверхні. Розрахункову схему з вихідними даними для прикладу 2 та топологічну схему дискретної сітки представлено на рис. 3, б. У зв'язку з необхідністю повернення сітки на кут  $\alpha$  окремо розраховуємо абсциси та ординати всіх вузлів:

$$x_{i,4} = \frac{x_{i,1} - y_{0,1}\sqrt{3}}{2}; \quad y_{i,4} = \frac{x_{i,1}\sqrt{3} + y_{0,1}}{2};$$

$$x_{i,-1} = \frac{x_{i,2} + y_{i,2}\sqrt{3}}{2}; \quad y_{i,-1} = \frac{y_{i,2} - x_{i,2}\sqrt{3}}{2};$$

Аплікати сітки на поверхні півсфери визначаються за абсцисами і ординатами вузлів заданої сітки у плані.

На відміну від дизайн-об'єкта «Ваза» у попередньому прикладі 1 систему рівнянь рівноваги вузлів для цієї модельованої поверхні у прикладі 2 складено для всіх трьох складових зусиль зовнішнього формоутворюючого навантаження:

$$kP_{i,j,x} = -4x_{i,j} + x_{i-1,j} + x_{i,j-1} + x_{i+1,j} + x_{i,j+1};$$

$$kP_{i,j,y} = -4y_{i,j} + y_{i-1,j} + y_{i,j-1} + y_{i+1,j} + y_{i,j+1};$$

$$kP_{i,j,z} = -4z_{i,j} + z_{i-1,j} + z_{i,j-1} + z_{i+1,j} + z_{i,j+1}.$$

Ця система описує статичну рівновагу розтягнутої сітки з чотирикутними клітинами в плані.

При підстановці визначених аплікат та координат (3) вузлів зірки до системи рівнянь (4) рівноваги вузлів просторової сітки з чотирикутними клітинами отримуємо всі координатні складові зовнішнього формоутворюючого навантаження  $P_{i,j,u}$  на довільний вузол сітки, нанесеної на поверхню-прообраз, які зрівноважують сітку на поверхні півсфери.

Складаємо та розв'язуємо систему (4) рівноваги вузлів нової сітки на поверхні-образу із заданим опорним контуром і зовнішнім формоутворюючим навантаженням, яке було визначено на поверхні півсфери. У результаті складання та розв'язання нової системи (4) рівнянь рівноваги вузлів знайдено координати вузлів дискретного каркаса поверхні-образу з орнаментальною сіткою.

За отриманими координатами на рис. 4, в побудовано дискретний каркас поверхні-образу «Вази» із заданим опорним контуром (рис. 4, а) і із заданим спіралеподібним орнаментом на поверхні.

Побудову виконано за допомогою програмного комплексу САПР SolidWorks (рис. 4, в).

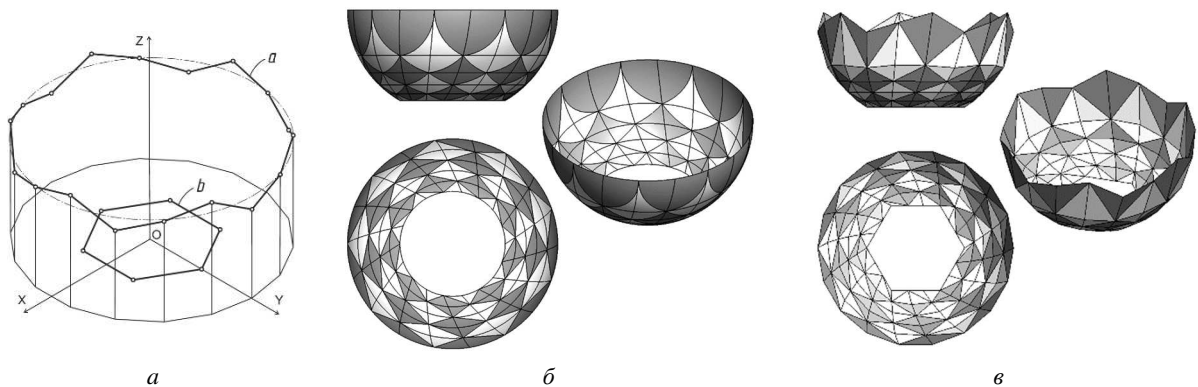


Рисунок 4 – Поверхня об'єкта дизайну із нанесеним спіралеподібним орнаментом: а – вихідні дані (заданий опорний контур); б – поверхня-прообраз з нанесеним спіралеподібним орнаментом; в – сформований каркас поверхні з орнаментальною сіткою

## Висновки

Наведені приклади доводять, що виразність геометричної форми об'єктів дизайн-проектів можна досягти за рахунок використання дискретних каркасів поверхонь, з нанесеними на них малюнками або орнаментами.

Конструктивний спосіб задавання розподілу зовнішнього навантаження на вузли дискретної сітки за допомогою вихідної поверхні-прообразу у рамках

узагальненого статико-геометричного методу, дає змогу формувати дискретні поверхні об'єктів дизайну із заданими естетичними властивостями, серед яких наближення форми об'єкта до задуманого образу та збереження задуманого візерунку сітки.

Наочно продемонстровано можливості узагальненого статико-геометричного методу для формотворення дискретних каркасів поверхонь об'єктів дизайну із заданими вихідними даними та орнаментальними особливостями сітки.

## Список літератури

1. Бирюкова Е.Е. Эстетика форм и содержание архитектурного пространства: автореф. дис. ... канд. философских наук : 09.00.04 / Владимир. гос. пед. ун-т. – Владимир, 2003. – 18 с.
2. Михайленко В.С., Каценко О.В. Основи біодизайну. – К.: Каравела, 2011. – 223 с.
3. Krivoshapko S.N., Nyeng Christian A. Bock Umbrella-Type Surfaces in Architecture of Spatial Structures. *Journal of Engineering (IOSRJEN)*. Vol. 3, Issue 3 (Mar. 2013). V3. – P. 43 – 53.
4. Scruton R. *The Aesthetics of Architecture: With a new introduction by the author.* Princeton University Press, 2013. – 320 p.: URL: <https://portalconservador.com/livros/Roger-Scruton-The-Aesthetics-of-Architecture.pdf>.
5. Ковалёв С.Н. Формирование дискретных моделей поверхностей пространственных архитектурных конструкций: дис. ...доктора техн. наук: 05.01.01. – М.: МАИ, 1986. – 348 с.
6. Ботвіновська, С.І. Теоретичні основи формотворення в дискретному моделюванні об'єктів архітектури та дизайну: дис. ...доктора техн. наук: 05.01.01. – К.: КНУБА, 2018. – 527 с.
7. Водчиц С.С. Эстетика пропорций в дизайне. – М.: Техносфера, 2005. – 432 с.
8. Ковальов, С.Н. Геометричне моделювання поверхонь із заданими властивостями у дизайні та архітектурі / С.Н. Ковальов, С.І. Ботвіновська, А.В. Золотова // Управління розвитком складних систем. – 2016. – № 25. – С. 121 – 126.
9. Ботвіновська С.І. Варіювання форми об'єктів дизайну шляхом використання різних поверхонь-прообразів. *Управління розвитком складних систем : наук. зб. Розділ «Інформаційні технології проектування».* – К.: КНУБА. 2017. – №. 30. – С. 136 – 141.
10. Botvinovska S. *Theoretical foundation of shaping in architecture and design objects modeling. Modern method, innovations, and experience of practical application in the field of technical science: International research and practice conference: conference proceeding, December, 27-28 2017. Radom: Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2017, 220 pages.* – P. 176-177.
11. Яковлев М.І. Геометричні принципи художнього формотворення: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.01.03. – К.: КНУБА, 1999. – 34 с.
12. Каценко, О.В. Дискретное моделирование принципов видоизменения биоформы в процессе ее роста [Текст] / О.В. Каценко, С.Н. Ковальов // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка». – К.: КНУБА, 2012. – № 90 – С. 44 – 51.
13. Каценко, О.В. Моделирование направления развития биоформы [Текст] / О.В.Каценко // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка». – К.: КНУБА, 2013. – № 92 – С. 138 – 144.
14. Кремец Т.С. Конформне відображення рисунків на ізометричні сітки у формотворчих дизайн-проектах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.01.03 «Технічна естетика». – К.: КНУБА, 2019. – 23 с.

Стаття надійшла до редколегії 21.01.2019

### Ботвиновская Светлана Ивановна

Кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой начертательной геометрии и инженерной графики Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

### ДИСКРЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ ОБРАЗОВАНИЯ ДИЗАЙН-ОБЪЕКТОВ

**Аннотация.** Приведены примеры формообразования дискретных каркасов объектов дизайна в виде ваз, дискретные сетки которых несут на себе определенный рисунок. Создание новых эстетических форм дизайн-объектов является центральной проблемой технической эстетики. Для ее решения необходимы углубленные теоретические исследования свойств моделируемых объектов и особенностей их эстетического восприятия. Для построения дискретных каркасов поверхностей предложено использовать обобщенный статико-геометрический метод. Этот метод, как один из методов дискретного геометрического моделирования, активно используется при проектировании архитектурных и дизайн-объектов в случаях, когда по природе образования поверхности невозможно получить описывающие ее аналитические уравнения. С помощью статико-геометрического метода можно моделировать дискретные каркасы поверхностей в виде сеток с произвольным шагом. Демонстрируются возможности создания новых поверхностей-образов путем использования конструктивного распределения внешнего формообразующего усилия, которое прикладывается к каждому узлу сетки, нанесенной на эти поверхности. То есть, распределение внешнего формообразующего усилия можно задавать конструктивно в виде некоторой аналитически заданной поверхности, если на нее нанести дискретную сетку, топологические характеристики которой будут идентичными соответствующим

характеристикам сетки, которая должна быть нанесена на моделируемую поверхность-образ. Такой подход позволит прогнозировать различные эстетические характеристики моделируемого объекта и переносить на моделируемую поверхность различные свойства, которые характеризуют аналитически заданную поверхность-прообраз.

**Ключевые слова:** объект дизайна; геометрическое моделирование; дискретный каркас; техническая эстетика; статико-геометрический метод

**Botvinovska Svetlana**

PhD, head of the Department of Descriptive Geometry and Engineering Graphics  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

#### A DISCRETE DESIGN IS IN TASKS OF FORMATION OF DESIGN-OBJECTS

**Abstract.** In this work examples of shaping of discrete frameworks of objects of design are presented in the form of vases. Interest is attracted by objects which discrete grids bear on themselves a certain drawing. A problem of creation of new aesthetic forms in object-design is the central problem of technical aesthetics. For her decision deep theoretical researches of properties of the designed objects, features of their aesthetic perception are needed. For creation of discrete frameworks of surfaces in this work it is offered to use the generalized static-geometric method. It the method as one of methods of discrete geometrical model operation, is actively used for planning architectural and design of objects in cases, when by the nature it is impossible to get educations of a surface its analytical equation. By means of a static-geometric method it is possible to model discrete frameworks of surfaces in the form of grids with the any step. In this work possibilities of creation of new surfaces images are shown by a path of use of constructive distribution of external form-building effort which is put to each knot of the grid applied on this surface. That is, distribution of external form-building effort can be set designly. As a rule a surfaces of prototypes are used surfaces which analytical equations are known. For this purpose to apply a discrete grid which topological characteristics will be identical to the corresponding characteristics of a grid which has to be applied on the modelled surface image on it. Such approach will allow to predict various esthetic characteristics of the modelled object and to transfer various properties which characterize analytically the given surface prototype to the modelled surface.

**Key words:** design object, geometric modeling, discrete framework, technical aesthetics, static-geometric method

#### References

1. Biryukova, E.E. (2004). *Aesthetics of forms and maintenance of architectural space: 09.00.04 "Aesthetics". Extended abstract of candidate's thesis.* Vladimir: Vladimir pedagogical university [in Russian].
2. Mikhaylenko, V.E. & Kashenko, A.V. (2011). *Fundamentals of a bio-design.* Kyiv: Caravela, 223.
3. Krivoshapko, S. N. & Hyeng, Christian A. (2013). *Bock Umbrella-Type Surfaces in Architecture of Spatial Structures.* *Journal of Engineering (IOSRJEN)*, 3, 3, 43–53.
4. Scruton, R. (2013). *The Aesthetics of Architecture: With a new introduction by the author.* Princeton University Press, 320. Retrieved from : <https://portalconservador.com/livros/Roger-Scruton-The-Aesthetics-of-Architecture.pdf>. [in Ukraine].
5. Kovalev, S.N. (1986). *The formation of discrete surface models spatial architectural structures.* [Applied geometry, engineering graphics] Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv: KUCA [Ukrainian].
6. Botvinovska, S.I. (2019). *Theoretical basis of shape formation in discrete modeling of objects in architecture and designing.* [Applied geometry, engineering graphics]. Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv: KNUCA [Ukrainian].
7. Vodchits, S.S. (2005). *Aesthetic proportions in design.* Moscow: Technosphere, 432.
8. Kovalev, S.N., Botvinovska, S.I. & Zolotova, A.V. (2016). *Geometric modeling of the surfaces with given properties in and architecture.* *Management of development of complex systems.* Kyiv, Ukraine: 25, 121-125.
9. Botvinovska, S. (2017). *Change geometrical forms of design objects by the use of different surfaces is a prototype.* *Management of Development of Complex Systems*, 30, 136–141.
10. Botvinovska, S. (2017). *Theoretical foundation of shaping in architecture and design objects modeling. Modern method, innovations, and experience of practical application in the field of technical sciences: International research and practice conference: conference proceeding, December, 27-28 2017.* Radom: Izdavnictvo «Baltija Publishing», 176-177.
11. Yakovlev, N.I. (1999). *Shape – forming art geometrical principles.* Manuscript. [Industrial art]. Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv: KNUCA [Ukrainian].
12. Kashenko, A.V. (2013). *Modeling of the bio-form development direction.* *The applied geometry and engineering graphics*, 92, 44-51.
13. Kashenko, A.V. (2012). *Discrete modeling principles bioform mutated during its growth.* *The applied geometry and engineering graphics*, 90, 138-144.
14. Kremetz, T.S. (2016). *Conformal mapping of drawings on an isometric grids in morphogenetic design processes.* [Technical aesthetics]. Extended abstract of candidate's thesis. Kyiv: KNUCA [Ukrainian].

#### Посилання на публікацію

- APA Botvinovska, Svetlana. (2019). A discrete design is in tasks of formation of design-objects. *Management of Development of Complex Systems*, 37, 66 – 72, [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.9783194](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9783194).
- ДСТУ Ботвіновська С.І. Дискретне моделювання в задачах формотворення дизайн-об'єктів [Текст] / С.І. Ботвіновська // Управління розвитком складних систем. – 2019. - № 38. – С. 66 – 72, [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.9783194](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9783194).