

ДО ПИТАННЯ ВАРІАНТНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДВЕРЕЙ ТА ВІКОН ПРАВОСЛАВНИХ ХРАМІВ

Терещук М.О., к.т.н.

nikolatereschuk@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4444-3677

Київський національний університет будівництва і архітектури
(м. Київ, Україна)

Анотація – подано засади нового підходу до варіантного автоматизованого формоутворення таких типових конструкційних елементів православних храмів, як вікна і двері. Описана методика спирається на теорію структурно-параметричного геометричного моделювання. Головна мета полягає в забезпеченні даним сакральним будівлям бажаної індивідуальності при збереженні канонічності форм їхніх основних архітектурних композиційних складових (середньої частини храму, вівтаря, притворів, куполів і т. д.).

Завдяки окресленій ідеї досягається розумний компроміс між широким застосуванням типових базових будівельних конструкцій, які достатньо відпрацьовані, перевірені практикою, мають високі техніко-економічні показники тощо, та забезпеченням кожному храму належної неповторності. У статті наведено необхідну систематизацію використовуваних вікон і дверей стосовно їхньої форми, запропоновано математичний апарат її варіантного визначення та реалізації у вигляді структурно-параметричних геометричних моделей. Ці засоби спрямовані на продуктивний аналіз великого числа різновидів проєктованих об'єктів, дефініцію кращих із них.

Розглянута методика корисна не тільки при зведенні нових сакральних будівель, а й відновленні зруйнованих унаслідок теперішніх воєнних дій на території України.

Ключові слова – варіантне геометричне моделювання, вікна, двері, православні храми, структурно-параметричне формоутворення.

Постановка проблеми. У важке для України воєнне лихоліття все більше людей приходять до православних храмів. На жаль, багато з останніх нині зруйновані або пошкоджені. Тому потребують відбудови. Згідно з християнськими канонами кожний сакральний об'єкт повинен мати яскраву індивідуальність. Одним із шляхів успішної реалізації цього, при збереженні форми та розмірів таких основних архітектурних складових, як середня частина храму, вівтар, притвори, куполи і т. д., слугують більш дрібні конструкційні та декоративно-оздоблювальні елементи. Певна важлива роль у цьому належить дверям і вікнам. Суттєвим фактором для

останніх є сучасний прогрес у їхньому забезпеченні високої енергоефективності будівель.

Аналіз останніх досліджень. У виданні [1] подано загальні відомості про архітектурну канонічну структуру православних храмів, яка до свого складу включає притвор, середню частину та вівтар. Наведено базові вимоги до об'ємно-планувальних рішень. Стосовно стін, дверей і вікон вказується, що створюваний ними внутрішній простір достатньо ізольований від навколишнього світу. Зазначені будівельні компоненти повинні засвідчувати міцність, безпеку та надійність православних храмів. Їхні вікна, зазвичай, невеликі й вузькі, розміщуються у верхній частині сакральних будівель, для яких непритаманне надмірне засклення стін. Вікна, як правило, розташовуються в барабанах куполів, що забезпечує розповсюдження світла зверху до низу приміщення. Це має особливе релігійно-духовне значення. У праці [2] розглядаються питання проєктування та реконструкції православних храмів, певним чином аналізуються застосовувані дверні й віконні отвори. Публікацією [3] акцентовано необхідність адаптації розробленої для машинобудування методології структурно-параметричного геометричного моделювання до потреб сучасного архітектурного формоутворення, зокрема, православних храмів. У статті [4] подано відповідні приклади комп'ютерного проєктування. Більш докладно стосовно куполів це викладено в дослідженнях [5, 6] та з прив'язуванням до конкретної місцевості – у виданні [7]. Виконаний огляд літератури показав актуальність задач варіантного геометричного моделювання дверей і вікон православних храмів.

Ціль публікації полягає в описі запропонованого підходу до комп'ютерного варіантного формоутворення дверей і вікон православних храмів на засадах структурно-параметричного геометричного моделювання.

Основна частина. Деякі розповсюджені різновиди одиночних дверей і вікон згідно з джерелами [2, 7] представлено на рис. 1.

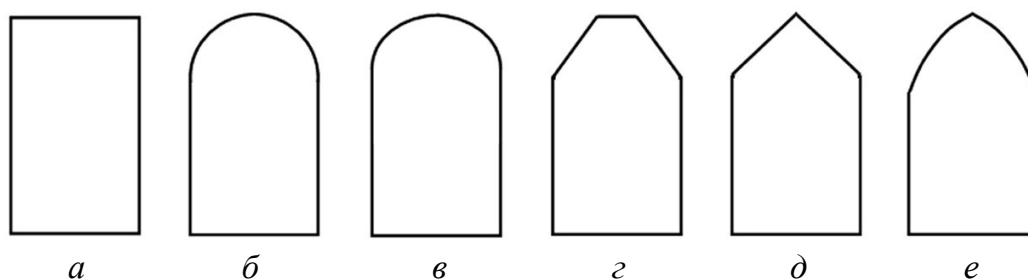


Рис. 1. Варіанти форм дверей і вікон:

a – прямокутні; *б* – з напівциркульною аркою; *в* – сегментні;
г – трапецієвидні; *д* – з загостренням при вершині; *е* – стрілочаті

У нинішніх автоматизованих інженерних системах для підвищення продуктивності аналізу великого числа можливих форм, розмірів та положень проєктованих компонентів широко застосовується параметричний підхід до конструювання. Він полягає в дефініції геометричних елементів і взаємозв'язків між ними за допомогою ключових

параметрів, варіювання яких дозволяє ефективно керувати комп'ютерним формоутворенням. У нашому випадку, див. рис. 1, це буде побудова шести відповідних моделей. Тоді, наприклад, можна гнучко переміщувати потрібним чином наведені вікна і двері, змінювати їхні розміри, пропорції між останніми тощо. Але, як правило, перетворення одного типу моделі в інший неможливе. Тобто, для оцінювання нового варіанта дверей або вікон необхідно замінювати поточну їхню модель на іншу. Було б значно продуктивніше мати параметричну геометричну модель, яка узагальнює зазначені вище.

У даній праці пропонується такий підхід на прикладі застосування методології структурно-параметричного формоутворення з використанням раціональних векторних кривих другого степеня

$$\mathbf{r}(u) = \frac{(1-u)^2 \mathbf{r}_0 + 2w_1(1-u)u\mathbf{r}_1 + u^2 \mathbf{r}_2}{(1-u)^2 + 2w_1(1-u)u + u^2}, \quad (1)$$

де $\mathbf{r}_0=(x_0, y_0)$, $\mathbf{r}_1=(x_1, y_1)$, $\mathbf{r}_2=(x_2, y_2)$ – радіус-вектори вершин характеристичної ламаної у прямокутній декартовій системі координат Oxy ; $w_1 \geq 0$ – ваговий коефіцієнт вершини \mathbf{r}_1 ; $u \in [0, 1]$ – параметр.

Зауважимо, що залежність (1) забезпечує побудову відрізків прямих, дуг кіл, еліпсів, парабол і гіпербол та здатна моделювати їхнє виродження в точку. На засадах структурно-параметричного підходу визначаємо склад множини з елементів (1), див. рис. 2, яка здатна описати в загальному вигляді подані вище фігури.

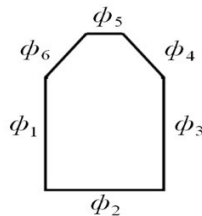


Рис. 2. Схема дефініції зображених на рис. 1 дверей і вікон

Отже, маємо

$$\Phi = (\phi_i)_{i=1}^{N_{\phi_i}} = (\phi_i)_{i=1}^6. \quad (2)$$

Зокрема, на підставі виразів (1) і (2) прямокутні двері або вікна відтворюються кортежем

$$\Phi_1 = (\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_5). \quad (3)$$

При цьому елементи ϕ_4 та ϕ_6 вироджені.

Фігура з напівциркульною аркою моделюється множиною

$$\Phi_2 = (\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4, \phi_6), \quad (4)$$

де крива ϕ_5 вироджена, а ϕ_4, ϕ_6 є дугами кола.

У наступному (рис. 1, в) схожому на співвідношення (4) випадку

$$\Phi_3 = \Phi_2, \quad (5)$$

але застосовуються еліптичні дуги ϕ_4, ϕ_6 .

Побудова трапецієвидних фігур відповідає схемі рис. 2

$$\Phi_4 = \Phi, \quad (6)$$

де всі елементи ϕ_i є прямолінійними відрізками.

Для вікон і дверей із загостреннями Φ_5 та стрілчатих Φ_6 маємо

$$\Phi_{5,6} = (\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4, \phi_6). \quad (7)$$

де лінія ϕ_5 вироджена. У першому разі ϕ_4, ϕ_6 – відрізки прямих, у другому – дуги кривих другого степеня.

Таким чином, залежності (1) ... (7) на засадах структурно-параметричного формоутворення дозволяють гнучко реалізовувати геометричне моделювання певних різновидів дверей і вікон православних храмів.

Висновки. У даній публікації розглянуто основи запропонованого способу комп'ютерного варіантного формоутворення деяких дверей і вікон православних храмів. Подані засоби сприяють підвищенню ефективності автоматизованого проєктування зазначених сакральних будівель завдяки забезпеченню продуктивного аналізу великого числа проєктних варіантів для визначення кращих із них.

Бібліографічний список

1. Куцевич В. Канонічна структура побудови православних храмів. *Українська академія мистецтва*, 2021. Вип. 30. С. 5–13. DOI: <https://doi.org/10.33838/naoma.30.2021.5-13>
2. Слєпцов О.С. Архітектурне проєктування і реконструкція православних храмів. Київ: А+С, 2014. 272 с.
3. Терещук М.О. До питання архітектурно-будівельної адаптації структурно-параметричного формоутворення. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*, 2020. Вип. 99. С. 190–199. DOI: <https://doi.org/10.32347/0131-579x.2020.99.190-199>
4. Tereschuk M. Variant planning orthodox churches in an integrated computer environment Excel-Dynamo-Revit. *Danish Scientific Journal*, 2020. № 42. Vol. 1. P. 3–7.
5. Терещук М.О. Структурно-параметричний спосіб формоутворення куполів православних храмів. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*, 2022. Вип. 103. С. 201–208. DOI: <https://doi.org/10.32347/0131-579X.2022.103.201-208>
6. Терещук М.О. Структурно-параметричні геометричні моделі поверхонь куполів православних храмів. *Прикладні питання математичного моделювання*, 2022. Вип. 5.1. С. 95–100. DOI: <https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2022-5-1-12>
7. Вірченко Г.А., Мартинов В.Л., Терещук М.О. До питання архітектурного формоутворення православних храмів Чернігівщини. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*, 2023. Вип. 105. С. 53–61. DOI: <https://doi.org/10.32347/0131-579X.2023.105.53-61>