

УДК 004.925.8:726.52

ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АРХІТЕКТУРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРАВОСЛАВНИХ КАПЛИЦЬ

DOI: 10.33842/2313-125X-2026-29-286-293

Терещук М.О., канд. техн. наук,

nikolatereschuk@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4444-3677*Київський національний університет будівництва і архітектури (м. Київ, Україна)*

Сучасний етап існування України є важким історичним періодом, який пов'язаний із тривалими воєнними діями на її території. Акцентовані умови спричиняють тяжкі наслідки не тільки у вигляді загибелі великого числа людей, їх каліцтва, а й руйнування багатьох будівель і споруд, у тому числі сакральних об'єктів. В окреслених скрутних обставинах усе частіше громадяни нашої держави, серед яких більшість становлять православні християни, звертаються за підтримкою до всевишніх сил. Через обмежені наявні матеріальні й фінансові спроможності парафіян нині популярне зведення не великих храмів, а маленьких каплиць. Останні розташовуються у святих місцях, на перехрестях доріг, біля цілющих джерел, у лікарнях, закладах освіти, військових містечках, парках та скверах, на кладовищах і т. д. Зараз доволі розповсюдженими стають меморіальні каплиці на згадку про полеглих у боях воїнів та загиблих мирних людей.

Відомо, що православ'я характеризується жорсткими вимогами стосовно потреби дотримання архітектурних канонів для культових будівель. З іншого боку, бажаною вважається висока індивідуальність, оригінальність та естетична привабливість зазначених об'єктів. Наведену суперечність автором цієї публікації пропонується долати шляхом використання методології структурно-параметричного геометричного моделювання в середовищі BIM (Building Information Modelling) технологій. Застосування вказаних засобів дозволяє значно підвищувати якість багатьох будівель, зменшувати витрати під час їх розроблення, спорудження та експлуатації, тобто протягом усього життєвого циклу даних об'єктів. Викладені у статті прийоми структурно-параметричного варіантного моделювання забезпечують належну різноманітність архітектурного формоутворення, яку проілюстровано на прикладі каплиць. Напрацьована методика, в разі необхідності, за аналогією може бути розповсюджена не тільки на православні храми, а й культові будівлі решти християнських конфесій, поширених в Україні, а також, навіть, інших релігій. Однак, це потребує проведення подальших наукових досліджень з розглянутої тематики.

Ключові слова: автоматизоване проектування, BIM-технології, архітектурне формоутворення, структурно-параметричне геометричне моделювання, православні каплиці.

Постановка проблеми. Сакральна архітектура є матеріальним свідченням історичного розвитку духовності народу, формування його самосвідомості. Спрямованість цих будівель угору уособлює прагнення людей до ідеалів та досконалості. Протягом століть християнські храми України слугували центрами культури, визначали моральні норми суспільства. Тому збереження зазначених об'єктів становить важливе завдання для нашої держави. Успішному його виконанню сприяє стрімкий технічний прогрес у галузі інформаційних технологій. Мається на увазі якісне фіксування засобами цифрової фотограмметрії та лазерного сканування наявного стану вказаних будівель з метою подальшого їх точного відтворення завдяки комп'ютерному моделюванню. Це стосується також розроблення нових відповідних об'єктів із використанням різноманітних систем автоматизованого проектування, таких як Revit, Allplan, ArchiCAD та ін. Православна конфесія характеризується консервативними правилами стосовно складу та функціонування сакральних будівель, що певним чином обмежує їх архітектурне розмаїття. Водночас від останніх вимагається бути індивідуальними, оригінальними, привабливими, з високими естетичними властивостями. Подана суперечливість визначає належну наукову прикладну проблему, сприяти розв'язанню якої пропонується шляхом застосування методології структурно-параметричного геометричного моделювання в середовищі сучасних BIM-технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Канонічну структуру православних храмів описано у виданні [1]. Каплиці є малими сакральними будівлями, які не мають вітара. Це звужує їх функціональність стосовно проведення богослужінь. Зазначені культові об'єкти призначені для приватних молитов, окремих молебнів. У праці [2] викладено відомості про архітектурне проектування та реконструкцію православних храмів, базові типи об'ємно-планувальних рішень. Це квадратні, прямокутні, круглі, хрестові, конхоїдальні приміщення зі стовпами й без. Проаналізовано різні існуючі форми куполів, найбільш розповсюджені стіни, вікна, двері. Наведена інформація свідчить, що без систематизації вказаних конструкційних компонентів здійснювати продуктивне комп'ютерне варіантне формоутворення православних каплиць доволі проблематично. Публікація [3] містить методики виконання реставраційних робіт, особливо актуальних тепер при чисельних пошкодженнях інфраструктури, спричинених бойовими діями в Україні. Упорядкуванню вразливостей архітектурної спадщини внаслідок війн, природних і техногенних загроз присвячено дослідження [4]. Підкреслено цінність комп'ютерних моделей сакральних будівель і споруд для

забезпечення точного відновлення останніх у разі їхньої фізичної втрати. Доцільність такого підходу підтверджується також статтями [5, 6]. У виданні [7] представлено базові положення структурно-параметричного геометричного моделювання, а публікацією [8] проілюстровано його практичне використання для опрацювання технологічних процесів будівництва. Розроблений автором спосіб структурно-параметричного геометричного моделювання куполів православних храмів, як найважливіших архітектурних компонентів християнських культових об'єктів, описано в публікації [9], а відомості безпосередньо стосовно каплиць подано в дослідженні [10]. Аналіз літературних джерел за обраною тематикою показав доречність проведення наукових розвідок щодо інтегрованого багатоаспектного автоматизованого проєктування сакральних будівель. Мається на увазі належне врахування варіантної взаємодії їхніх конструкційних складових на підставі вимог різних дисциплін для реалізації відповідної комплексної оптимізації.

Формулювання цілей статті. Мета публікації полягає у викладенні запропонованого підходу до комп'ютерного варіантного архітектурного моделювання православних каплиць у середовищі сучасних BIM-технологій. Застосовувана методологія структурно-параметричного формоутворення сприяє підвищенню розмаїття зазначених об'єктів, їх індивідуальності, оригінальності та естетичної привабливості при забезпеченні дотримання існуючих християнських канонічних будівельних вимог.

Виклад основного матеріалу. На рис. 1 показано приклад базових компонентів каплиці на етапі ескізного архітектурного проєктування.



Рис. 1. Базові архітектурні складові православної каплиці

Зазначимо, що виконані деякі спрощення обумовлені обмеженим обсягом даної статті. Однак вони не впливають на належне висвітлення головної ідеї щодо використання структурно-параметричної методології

моделювання для варіантного комп'ютерного формоутворення сакральних об'єктів, проілюстрованого на прикладі православних каплиць.

Формалізуємо склад останніх множиною

$$KPL = (kpl_i)_{i=1}^N = (kpl_i)_{i=1}^{10}, \quad (1)$$

де kpl_1 =фундамент, kpl_2 =колони, kpl_3 =паперть, kpl_4 =сходи, kpl_5 =підлога, kpl_6 =стіни, kpl_7 =двері, kpl_8 =вікна, kpl_9 =дах, kpl_{10} =банне завершення.

При автоматизованому параметричному конструюванні елементи (1) здатні змінювати свої розміри, тобто довжину, ширину, висоту, певні відстані позиціонування та інші подібні величини. Але при цьому існують певні обмеження. Так підшва фундаменту склянкового типу (рис. 1) завжди квадратна або прямокутна, а бажаною може бути кругла. Подібне стосується й поперечного перерізу колон. Для паперті, навпаки, ймовірна заміна круглої на прямокутну. У загальному випадку склад конкретного варіанта каплиці змінний. До необов'язкових конструкцій відносяться: колони; паперть; сходи, якщо є частиною паперті; стіни; двері та вікна, коли немає стін; дах. Зауважимо, що вказане твердження не має характеру кон'юнкції всіх перерахованих компонентів. Тобто, відсутність одночасно паперті та даху можлива, а колон і стін – ні. Дах може замінюватися куполом, а каплиця без стін називається відкритою. Аби врахувати проаналізовані особливості при параметричному підході прийшлося би діяти, наприклад, так. Проблему прямокутників і кіл вирішити застосуванням узагальненого геометричного модуля, здатного будувати зазначені фігури. Це реалізується, зокрема, за допомогою векторних раціональних параметричних кривих другого степеня. Отже, для отримання змінного складу компонентів (1) потрібно кожен раз належним чином удосконалювати наявну параметричну модель або мати їх декілька. Останні заходи неефективні, на відміну від запропонованого далі структурно-параметричного формоутворення.

Відомо, що внутрішня будова довільного об'єкта називається структурою, яка визначає склад його елементів та взаємодію між ними. Опишемо її матрицею суміжності (рис. 2).

	kpl_1	kpl_2	kpl_3	kpl_4	kpl_5	kpl_6	kpl_7	kpl_8	kpl_9	kpl_{10}
kpl_1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
kpl_2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
kpl_3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
kpl_4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
kpl_5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
kpl_6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
kpl_7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
kpl_8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
kpl_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
kpl_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 2. Матриця суміжності складових каплиці

У ній одиницями позначено можливі взаємозв'язки компонентів згідно з порядком (1) зведення будівлі, а нулями – протилежні випадки. Наведені обставини обумовлюють нульові величини головної діагоналі розглянутої матриці та комірок під нею. Відповідний граф представлено на рис. 3.

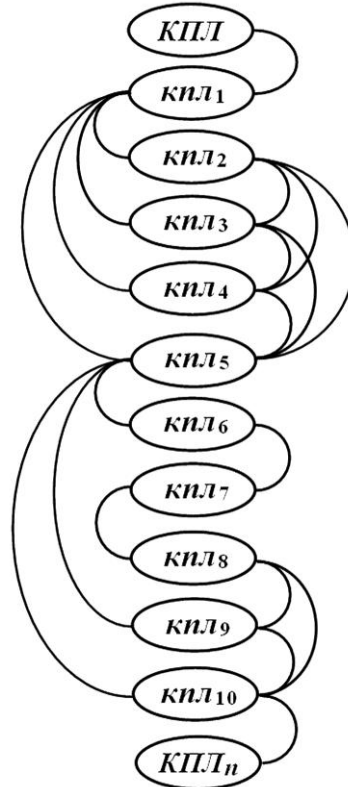


Рис. 3. Структурно-параметрична модель зведення каплиці

Як видно, одна така модель замінює значне число параметричних. Це сприяє проведенню комплексної структурно-параметричної оптимізації. Кожний проєктований різновид каплиці являє собою шлях у поданому графі від початкової ($KПЛ_1$ =фундамент) до кінцевої ($KПЛ_{10}$ =банне завершення) вершини. Дані варіанти становлять множину

$$KПЛ = (KПЛ_n)_{n=1}^{N_{KПЛ}}, \quad (2)$$

де $N_{KПЛ}$ – їх кількість.

Один з елементів (2), що зображений на рис. 4, відповідає наступному компонуванню: фундамент склянкового типу з прямокутними підшвами; колони круглого поперечного перерізу; кругла у плані паперть зі сходами; підлога; стін, дверей, вікон, даху немає; банне завершення у вигляді сферичного купола з хрестом. Решта структурних варіантів визначається подібним чином. Отже, можливими є численні православні каплиці, які різняться не тільки параметрами положення, розмірів і форми своїх компонентів, а також їхнім складом. Мається на увазі, наприклад, що куполи здатні бути яйце- та грушоподібними, цибульчастими, гладкими і гранчастими, банні завершення – одно- та двоярусними, стіни – з багатоманітних матеріалів, двері й вікна – всіляких розмірів та форм і т. д.

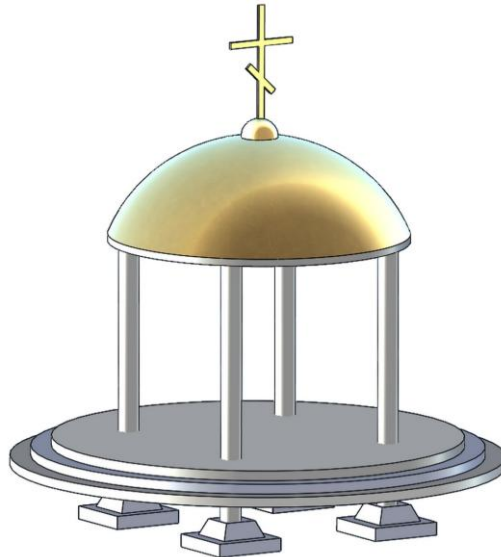


Рис. 4. Проектний різновид відкритої православної каплиці

Таким чином, представлені вище відомості висвітлюють основні напрацьовані результати виконаного дослідження.

Висновки. Даною статтею подано запропонований підхід до комп'ютерного варіантного архітектурного моделювання православних каплиць у середовищі сучасних BIM-технологій. Це сприяє підвищенню розмаїття зазначених сакральних об'єктів при дотриманні відповідних існуючих християнських канонічних будівельних вимог. Викладений матеріал слугує основою для проведення подальших наукових розвідок з розглянутої тематики.

Література

1. Куцевич В. Канонічна структура побудови православних храмів. *Українська академія мистецтва*. 2021. Вип. 30. С. 5–13.
2. Слепцов О. С. Архітектурне проектування і реконструкція православних храмів. Київ: А+С, 2014. 272 с.
3. Теоретичні і практичні основи реставрації / В. Куцевич та ін. Чернівці: ЧНУ, 2024. 224 с.
4. Гиря В. Архітектурна вразливість у періоди воєн, природних катастроф і техногенних загроз як фактор втрати сакральної спадщини. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2025. Вип. 56. Том 2. С. 118–131. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56\(2\).118-131](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).118-131)
5. Themistocleous K., Evagorou E., Mettas Ch., Hadjimitsis D. The Use of Digital Twin Models to Document Cultural Heritage Monuments. *Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications XIII*, 122680C (26 October 2022). <https://doi.org/10.1117/12.2636332>
6. Cuca B, Zaina F, Tapete D. Monitoring of Damages to Cultural Heritage across Europe Using Remote Sensing and Earth Observation: Assessment of Scientific and Grey Literature. *Remote Sensing*. 2023. 15:3748. <https://doi.org/10.3390/rs15153748>
7. Ванін В. В., Вірченко Г. А. Визначення та основні положення

- структурно-параметричного геометричного моделювання. *Геометричне та комп'ютерне моделювання*. 2009. Вип. 23. С. 42–48.
8. Регіда О. В. До питання розроблення методик та алгоритмів структурно-параметричного моделювання будівельних об'єктів. *Прикладні питання математичного моделювання*. 2020. Том 3. № 1. С. 178–186. <https://www.doi.org/10.32782/2618-0340/2020.1-3.18>
 9. Терещук М. О. Структурно-параметричний спосіб формоутворення куполів православних храмів. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. 2022. Вип. 103. С. 201–208. <https://www.doi.org/10.32347/0131-579x.2022.103.201-208>
 10. Вірченко Г. А., Плоский В. О., Терещук М. О. Структурно-параметричне архітектурне формоутворення металевих куполів православних каплиць. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. 2025. Вип. 109. С. 44–54. <https://doi.org/10.32347/0131-579x.2025.109.44-54>

ON THE ISSUE OF INCREASING THE EFFICIENCY OF ARCHITECTURAL MODELLING OF ORTHODOX CHAPELS

Mykola Tereschuk

The current stage of Ukraine's existence is a difficult historical period, which is associated with prolonged military operations on its territory. The accented conditions lead to serious consequences not only in the form of the death of a large number of people and their injuries, but also the destruction of many buildings and structures, including sacred objects. Citizens of our country, the majority of whom are Orthodox Christians, are increasingly turning to the highest powers for support and assistance in these difficult circumstances. Nowadays, it is popular to build not majestic temples, but small chapels due to the limited material and financial resources of parishioners. The latter are located in holy places, at crossroads, near healing springs, in hospitals, educational institutions, military camps, parks and squares, in cemeteries, etc. Nowadays, chapels in memory of fallen soldiers and civilians are becoming quite common.

It is known that Orthodoxy is characterized by strict requirements for the observance of architectural canons for religious buildings. On the other hand, high individuality, originality, and aesthetic appeal of the aforementioned objects are considered desirable. The author of this publication proposes to overcome the above contradiction by using the methodology of structural-parametric geometric shaping in the environment of BIM (Building Information Modelling) technologies. The use of these tools allows significantly improving the quality of many buildings, reducing costs during their development, construction and operation, that is, throughout the entire life cycle of these objects. The proposed methods and techniques of structural-parametric variant modelling presented in the article ensure the necessary diversity of architectural forms, which was illustrated by the example of Orthodox chapels. The developed

methodology, if necessary, can be extended by analogy not only to Orthodox temples, but also to religious buildings of other Christian denominations prevalent in Ukraine, as well as other religions. However, this requires further relevant scientific research on the topic under consideration.

Keywords: automated design, BIM-technologies, architectural shaping, structural-parametric geometric modelling, Orthodox chapels.

References

1. Kutsevych, V. (2021). Canonical structure of construction of Orthodox temples. *Ukrainian Academy of Arts*, 30, 5–13. [in Ukrainian].
2. Slepsov, O. S. (2014). *Architectural design and reconstruction of Orthodox temples*. Kyiv: A+C. [in Ukrainian].
3. Kutsevych, V. & et al. (2024). *Theoretical and practical foundations of restoration*. Chernivtsi: CNU. [in Ukrainian].
4. Hyria, V. (2025). Architectural vulnerability during wars, natural disasters and technological threats as a factor in the loss of sacred heritage. *Ways to Improve Construction Efficiency*, 56(2), 118–131. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56\(2\).118-131](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(2).118-131) [in Ukrainian].
5. Themistocleous, K., Evagorou, E., Mettas, Ch., & Hadjimitsis, D. (2022). The Use of Digital Twin Models to Document Cultural Heritage Monuments. *Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications XIII*, 122680C. <https://doi.org/10.1117/12.2636332> [in English].
6. Cuca, B., Zaina, F., & Tapete, D. (2023). Monitoring of Damages to Cultural Heritage across Europe Using Remote Sensing and Earth Observation: Assessment of Scientific and Grey Literature. *Remote Sensing*, 15:3748. <https://doi.org/10.3390/rs15153748> [in English].
7. Vanin, V. V., & Virchenko, G. A. (2009). Definition and basic principles of structural-parametric geometric modelling. *Geometric and Computer Modelling*, 23, 42–48. [in Ukrainian].
8. Regida, O. V. (2020). On the issue of developing methods and algorithms for structural-parametric modelling of construction objects. *Applied Questions of Mathematical Modelling*, 3(1), 178–186. <https://www.doi.org/10.32782/2618-0340/2020.1-3.18> [in Ukrainian].
9. Tereschuk, M. O. (2022). Structural-parametric method of shaping the domes of Orthodox temples. *Applied Geometry and Engineering Graphics*, 103, 201–208. <https://www.doi.org/10.32347/0131-579x.2022.103.201-208> [in Ukrainian].
10. Virchenko, G. A., Ploskyi, V. O., & Tereschuk, M. O. (2025). Structural-parametric architectural shaping of metal domes of Orthodox chapels. *Applied Geometry and Engineering Graphics*, 109, 44–54. <https://doi.org/10.32347/0131-579x.2025.109.44-54> [in Ukrainian].

Матеріал надійшов до редакції 29.04.2026

Прийнято до друку 13.05.2026 р.