

УДК 747.698

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2025.36.30>

ВИКОРИСТАННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ AUTODESK INVENTOR У ДИЗАЙНІ СКЛЯНИХ ПОВЕРХОНЬ

Назарько Ольга Олександрівна¹, Бугаєвський Сергій Олександрович²,
Гапонова Людмила Вікторівна³

¹ кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерної графіки,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Харків, Україна,

e-mail: olganazamail@gmail.com, orcid: 0000-0002-3496-8533

² доктор технічних наук, професор кафедри мостів, конструкцій і будівельної механіки,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Харків, Україна,

e-mail: bugaevskiysa@gmail.com, orcid: 0000-0003-2861-0268

³ кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної графіки,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
Харків, Україна,

e-mail: gaplyudmila@gmail.com, orcid: 0000-0002-6038-2624

Анотація. У статті розглянуто можливості застосування блочного скління в опорядженні інтер'єру та надано короткий історичний огляд популяризації даного виду скління як із погляду функціональних властивостей, так і з погляду естетичного сприйняття. Запропоновано варіанти геометричного орнаменту, які отримані засобом параметричного комп'ютерного моделювання, що можуть бути використані в оздобленні скляних поверхонь.

Мета: застосування можливостей параметричного комп'ютерного моделювання САПР Autodesk Inventor у дизайні блочного інтер'єрного скління.

Методологія. Методи дослідження полягають в огляді та аналізі сучасних тенденцій у дизайні інтер'єру та застосуванні об'єктно-орієнтованого моделювання під час створення багатоваріантних тривимірних моделей.

Результати. Розглянуто переваги використання елементів скління в дизайні інтер'єру приміщень різних призначень (житлових, офісних, виробничих). Запропоновано параметричну багатоваріантну 3D-модель орнаменту модульної скляної поверхні.

Наукова новизна полягає у дослідженні зміни підходу до дизайн-проекування в умовах цифровізації, зокрема в рамках застосування методів, пов'язаних із параметричним моделюванням.

Практична значущість полягає у використанні параметризації в комп'ютерному моделюванні для забезпечення гнучкості за зміни дизайну. Так, змінивши кілька параметрів, можна одразу отримати новий варіант орнаменту чи конструкції в одному файлі середовища деталі Autodesk Inventor ipt; окрім того, це сприяє економії часу під час моделювання, зменшенню витрат матеріалу за подальшого виробництва, пришвидшенню роботи над візуалізацією проєкту.

Ключові слова: параметричне моделювання, комп'ютерна графіка, тривимірне моделювання, САПР, Autodesk Inventor, скляна поверхня, склоблок, дизайн, геометричний орнамент, інтер'єр, зонування простору.

ВСТУП

Скління є важливим елементом у дизайні, що сприяє створенню світлого, відкритого та сучасного простору. Його активно застосовують в архітектурі, інтер'єрі та меблевому оформленні, що додає естетичної привабливості та сприяє візуальному розширенню приміщення.

За видом конструкції, що використовується в інтер'єрі та екстер'єрі приміщень та будівель, можна виділити панорамне, рамне, безрамне та модульне скління. Конструкції з окремих скляних блоків в інтер'єрі представляють особливий інтерес, оскільки їх можна комбінувати між собою у різних варіантах для створення цілісних поверхонь, а застосування геометричного орнаменту дає змогу досягти унікального дизайну. Використання системи твердотілого параметричного моделювання Autodesk Inventor (AI) – надання розмірних взаємозв'язків на етапі створення базового ескізу – дає можливість отримання багатоваріантних моделей орнаменту на скляних поверхнях.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сучасні можливості виробництва та монтажу скляних конструкцій дали поштовх до так званого «відродження» використання блочного скління в дизайні житлових та офісних приміщень [2; 4; 6; 8]. Початком широкого впровадження блочного скління у Європі можна вважати кінець XIX – початок XX ст., що пов'язано з винаходом «скляної цегли» Густавом Фальконьє [12; 14; 16; 20],

яка відрізнялася своїми функціональними властивостями та естетичними якостями (рис. 1) [11].

Уважається, що піком популярності блочного скла у європейській архітектурі є середина XX ст. [15]. Попри подальший значний спад популярності, майже на 80 років [14; 17; 19], елементи блочного скління починають з'являтися в «новій ролі», не лише як матеріал оздоблення фасадів громадських будівель, а й як частина інтер'єру житлових та офісних приміщень, таких як предмети меблів, декоровані перегородки та колони, застосовані під час зонування простору (рис. 2) [3; 7; 9].

МЕТА

Застосування можливостей параметричного комп'ютерного моделювання САПР Autodesk Inventor у дизайні блочного інтер'єрного скління.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Використання скляних блоків має низку переваг як у промисловому будівництві, так і під час оформлення оригінальних інтер'єрів приватних помешкань. До функціональних переваг модульних блоків слід віднести:

- стійкість до вологи та впливу високих температур;
- високий рівень звукоізоляції;
- здатність матеріалу не лише пропускати світло, а й розсіювати його;
- легкість монтажу;
- довговічність за дотримання усіх технологічних етапів, перегородки та стіни зі

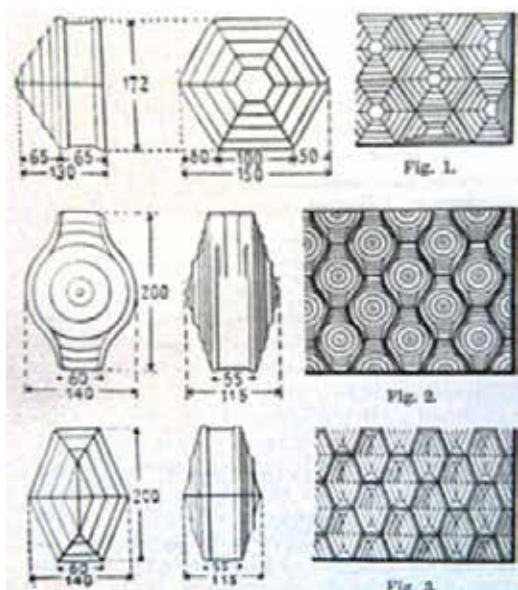


Рис. 1. Скляні блоки Фальконьє



Рис. 2. Застосування скляних блоків у сучасному інтер'єрі

склоблоків можуть служити кілька десятиків років;

– легкість догляду за чистотою поверхні.

Особливої уваги заслуговує можливість виготовлення склоблоків різноманітних розмірів, кольорів та форм, розмаїття орнаментів, а їх поєднання в елементах інтер'єру та екстер'єру приміщень забезпечує оригінальність дизайну.

Можливості САПР Autodesk Inventor (AI) дають змогу швидко створювати багатоваріантні параметричні тривимірні моделі виробів iPart на основі базової деталі. Цю можливість доречно застосовувати в дизайні [1; 5; 10; 18].

Параметризація в дизайні – це підхід до створення форм і структур за допомогою алгоритмів та змінних параметрів. Він дає змогу генерувати складні геометричні конструкції, що гнучко адаптуються до заданих умов і вимог. Під час моделювання елементу блочної скляної конструкції в AI вихідним базовим елементом орнаменту була прийнята крива другого порядку, ділянки якої за зміни відповідних коефіцієнтів рівняння, відображених у параметричних рядах програми, можна перетворити на прямолінійні (рис. 3).

Змінні ділянки кривої визначені взаємопов'язаними розмірами основних точок, за якими вона побудована, занесено до таблиці параметрів AI (рис. 4).

Щоб перетворити криволінійну ділянку гілки параболи на прямолінійну, потрібно прибрати квадратичний член у її рівнянні. Зміна ширини параболи відбувається за рахунок зміни старшого коефіцієнта рівняння, позначеного в таблиці параметрів d5. Кількість елементів масиву закладено у стовпці d13. Змінні геометричні параметри d1, d4. Значення d9, d10 та d14 – константа для даного виду орнаменту. Результатом моделювання є представлення різних варіантів орнаменту, що може бути використаний у дизайні модульних скляних поверхонь (рис. 5).

Звичайно, кількість варіантів не може бути обмеженою представленою у даній роботі кількістю моделей. Можливість зміни кількості елементів масиву вихідного ескізу та коефіцієнтів у таблиці параметрів дає змогу отримати різноманітні варіанти орнаментів на поверхні блочного елементу.

Таким чином, можливості виконання багатоваріантних моделей в Autodesk Inventor дають змогу швидко видозмінювати дизайн орнаменту поверхні в поточному файлі програми, що значно полегшує її подальший рендеринг.

ВИСНОВКИ

Використання блочного скління в оформленні інтер'єру набуває більшої

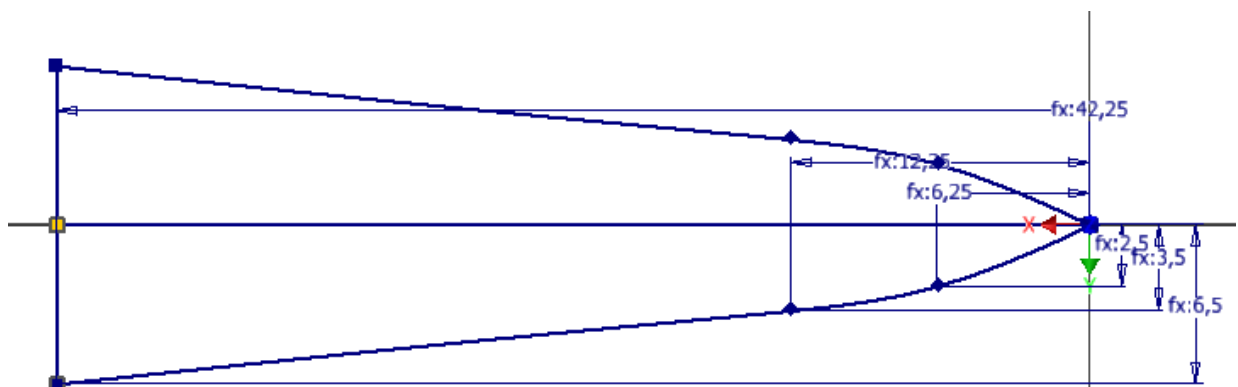


Рис. 3. Базовий ескіз орнаменту

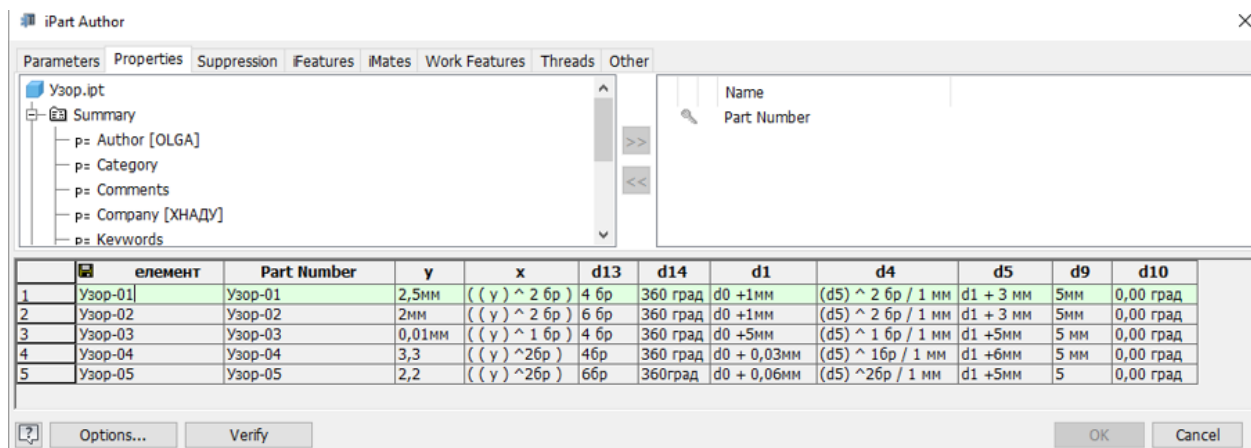


Рис. 4. Параметричні ряди для зміни орнаменту

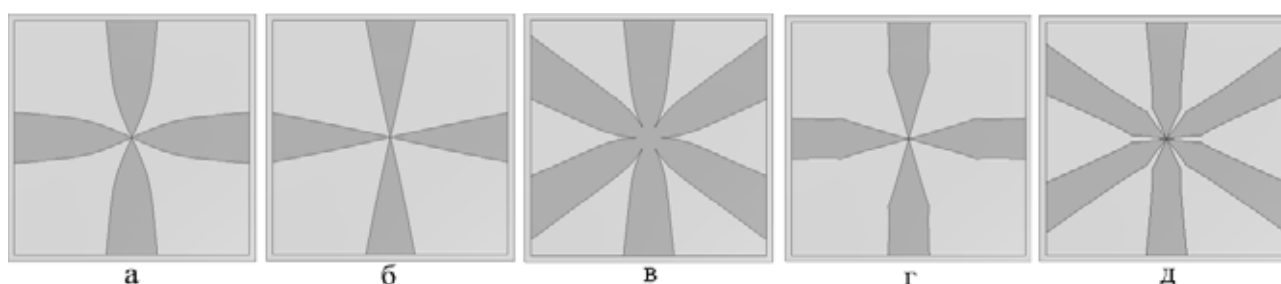


Рис. 5. Варіанти параметричної моделі орнаменту

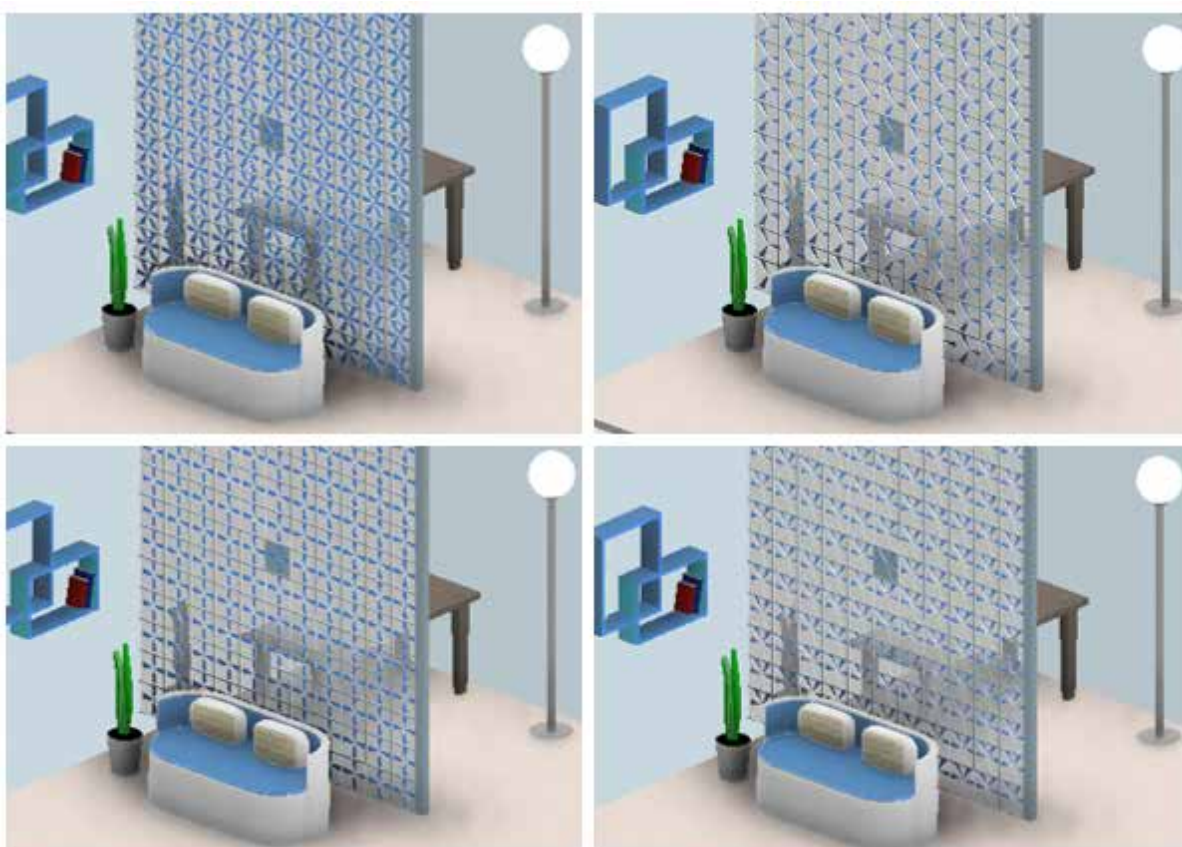


Рис. 6. Приклад використання параметричної моделі блоку з різними варіантами орнаменту в дизайні скляних перегородок

популярності за рахунок як функціональних особливостей, так і широких можливостей для втілення дизайнерських задумів. Поєднання блоків різних кольорів та фактур здатне забезпечити унікальність дизайну інтер'єру приміщення. Сучасні системи твердотілого параметричного проектування, а саме Autodesk Inventor, що забезпечують гнучкість видозміни вихідних параметрів об'єкта ще на етапі ескізування, доречно використовувати не тільки в конструкторській, а й у дизайнерській діяльності.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Вергунова Н.С. Параметризм у дизайні. Способи моделювання та напрями розвитку. *Вісник КНУКіМ*. 2020. № 42. С. 214–221.

[2] Гук Л.Й., Хавхун Г.М. Застосування художнього скла в інтер'єрах громадських будівель. *Архітектурний вісник КНУБА*. 2021. № 22–23. С. 166–171.

[3] Інтер'єр львівського офісу для ІТ-компанії Visoft від LTStudio. URL: https://his.ua/ua/article/inter-er-lvivskogo-ofisu-dlya-it-kompanii-visoft-vid-ltstudio-_2023-05-11 (дата звернення: 28.04.2025).

[4] Ковальський В.П., Загоруйко А.О. Скло в опорядженні інтер'єру житлових та громадських будівель. *Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, м. Вінниця, 14–23 березня 2018 р.* URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5052>

[5] Назарько О.О., Рагулін В.М., Ярижко О.В., Ярита О.О. Використання засобів параметричного моделювання у проектуванні та дизайні виробів автомобілебудування. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. 2024. № 106. С. 168–177.

[6] Новосельчук Н.Є. Дизайн інтер'єрів: конспект лекцій. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 72 с.

[7] П'ятдесят ідей склоблоків в інтер'єрі. URL: <http://houseofdream.com.ua/50-idej-skloblokiv-v-interyeri/> (дата звернення: 28.04.2025).

[8] Романова В.О., Третяк Ю.В. Особливості впровадження інтерактивних технологій як засобу функціонального зонування громадських приміщень. *Архітектурний вісник КНУБА*. 2017. № 11–12. С. 236–244.

[9] Скляні блоки в інтер'єрі квартир. URL: <https://sklad-skla.com.ua/steklobloki/primenenie-stekloblokov> (дата звернення: 28.04.2025).

[10] Черніков О.В., Архіпов О.В., Єрмакова О.А., Дзюба В.В. Параметричний підхід до тривимірного комп'ютерного моделювання геометричних орнаментів. *Прикладні питання математичного моделювання*. 2020. Т. 3. № 2.2. С. 293–300.

[11] Falconnier Bricks Inventory at Anno Stein & Eisen. URL: <https://glassian.org/Falconnier/AnnoSteinEisen/index.html> (дата звернення: 28.04.2025).

[12] Fatemeh P. A review of design considerations in glass buildings. *Frontiers of Architectural Research*. 2016. № 5. P. 171–193.

[13] Galić M., Grozdanić G., Divić V., Marović P. Parametric Analyses of the Influence of Temperature, Load Duration, and Interlayer Thickness on a Laminated Glass Structure Exposed to Out-of-Plane Loading. *Crystals*. 2022. 12. P. 838. DOI: <https://doi.org/10.3390/cryst12060838>.

[14] History of glass block development URL: <https://www.calameo.com/read/007776840c33878bc9fad> (дата звернення: 29.04.2025).

[15] Jóźwik A. Introduction to structural design of glass according to current European standards. *Archives of civil engineering*. 2022. Vol. 68. P. 147–170.

[16] L'odyssée de la brique Falconnier. URL: <https://mag.faovd.ch/content/l%E2%80%99odyss%C3%A9-de-la-brique-falconnier> (дата звернення: 28.04.2025).

[17] Mengqi Zhou. Aesthetic Art of Glass Materials in Interior Design. *Frontiers in Science and Engineering*. 2022. Vol. 2, no 11. P. 1–6.

[18] Miller T. Expressionist Utopia: Bruno Taut, Glass Architecture, and the Dissolution of Cities. *Filozofski vestnik*. 2017. Vol. 38. P. 107–129.

[19] Using Glass for Interior Design. URL: <https://kensingtonglass.com/how-to-use-glass-for-design/> (дата звернення: 28.04.2025).

[20] Vintage Glass Blocks Resurgence: A Timeless & Versatile Design Choice. URL: <https://www.gbaproducts.com/blog/the-resurgence-of-glass-block-a-timeless-and-versatile-design-choice> (дата звернення: 27.04.2025).

REFERENCES

[1] Verhunova, N.S. (2020). Parametryzm v dizaini. Spособы modelirovaniya ta napriamky rozvytku [Parametricism in design. Modeling methods and development directions]. *Visnyk KNUKIM*, 42, 214–221 [in Ukrainian].

[2] Guk, L.Y., & Khavhun, G.M. (2021). Zastosuvannya khudozhnoho skla v interierakh hromadskykh budivel [The use of art glass in the interiors of public buildings]. *Arkhitekturnyi visnyk KNUBA*, 22–23, 166–171 [in Ukrainian].

[3] Interier lvivskoho ofisu dla IT-kompanii Visoft vid LTStudio: veb sait. [Interior of the Lviv office for the IT company Visoft by LTStudio: Website]. Retrieved from: <https://his.ua/ua/article/inter-er-lvivskogo-ofisu-dlya-it-kompanii-visoft-vid-ltstudio> (access 04.28.2025) [in Ukrainian].

[4] Kovalskyi, V.P. (2018). Sklo v oporiadzhenni interieru zhytlovykh ta hromadskykh budivel [Glass in the interior decoration of residential and public buildings: Electronic resource] / V.P. Kovalskyi, A.O. Zagoruyko. Materials of the XLVII scientific and technical conference of VNTU divisions, Vinnytsia, March 14–23, 2018. Retrieved from: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5052> [in Ukrainian].

[5] Nazarko, O., Rahulin, V., Yaryzhko, O., & Yaryta, O. (2024). Vykorystannia zasobiv parametrychnoho modelirovaniya v proektuvanni ta dizaini vyrobiv avtomobilebuduvannya [The use of parametric modeling tools in the automotive products design and engineering.]. *Prykladna geometriia ta inzhenerna hrafika*, 106, 168–177 [in Ukrainian].

- [6] Novoselchuk, N. (2018). *Dyzain interieriv: Konspekt lektsii [Interior Design: Lecture Notes]*. Poltava: PolNTU, 72 p. [in Ukrainian].
- [7] Piatdesiat idei skloblokiv v interieri [Fifty ideas for glass blocks in the interior: Website]. Retrieved from: <http://houseofdream.com.ua/50-idej-skloblokiv-v-interieri/> (access 28.04.2025) [in Ukrainian].
- [8] Romanova, V., & Tretiak, Y. (2017). Osoblyvosti vprovadzhennia interaktyvnykh tekhnolohii yak zasobu funktsionalnogo zonuвання hromadskykh pryemishchen [Features of the implementation of interactive technologies as a means of functional zoning of public spaces]. *Arkhitekturnyi visnyk KNUBA*, 11–12, 236–244 [in Ukrainian].
- [9] Skliani bloky v interieri kvartyr: veb sait. [Glass blocks in the interior of the apartment: Website]. Retrieved from: <https://sklad-skla.com.ua/steklobloki/primenenie-stekloblokov> (access 28.04.2025) [in Ukrainian].
- [10] Chernikov, O., Arkhipov, O., Yermakova, O., & Dziuba, V. (2020). Parametrychnyi pidkhyd do tryvymirnoho kompiuternoho modeliuvannia heometrychnykh ornamentiv [Parametric approach to three-dimensional computer modeling of geometric ornaments]. *Prykladni pytannia matematychnoho modeliuvannia*. 3. no 2.2, 293–300 [in Ukrainian].
- [11] Falconnier Bricks Inventory at Anno Stein & Eisen. Retrieved from: <https://glassian.org/Falconnier/AnnoSteinEisen/index.html> (access 28.04.2025) [in English].
- [12] Fatemeh, P. (2016). A review of design considerations in glass buildings. *Frontiers of Architectural Research*, 5, 171–193 [in English].
- [13] Galić, M., Grozdanić, G., Divić, V., & Marović, P. (2022). Parametric Analyses of the Influence of Temperature, Load Duration, and Interlayer Thickness on a Laminated Glass Structure Exposed to Out-of-Plane Loading. *Crystals*. 12, 838. DOI: <https://doi.org/10.3390/cryst12060838> [in English].
- [14] History of glass block development Retrieved from: <https://www.calameo.com/read/007776840c33878bc9fad> (access 29.04.2025) [in English].
- [15] Jóźwik, A. (2022). Introduction to structural design of glass according to current European standards. *Archives of civil engineering*, 68, 147–170 [in English].
- [16] L'odyssée de la brique Falconnier [The Odyssey of the Falconnier Brick. Rewatched]. Retrieved from: <https://mag.faovd.ch/content/l%E2%80%99odyss%C3%A9e-de-la-brique-falconnier> (access 28.04.2025) [in French].
- [17] Mengqi, Zhou (2022). Aesthetic Art of Glass Materials in Interior Design. *Frontiers in Science and Engineering*, 2(11), 1–6 [in English].
- [18] Miller, T. (2017). Expressionist Utopia: Bruno Taut, Glass Architecture, and the Dissolution of Cities. *Filozofski vestnik*. 38, 107–129 [in English].
- [19] Using Glass for Interior Design. Retrieved from: <https://kensingtonglass.com/how-to-use-glass-for-design/> (access 28.04.2025) [in English].
- [20] Vintage Glass Blocks Resurgence: A Timeless & Versatile Design Choice <https://www.gbaproducts.com/blog/the-resurgence-of-glass-block-a-timeless-and-versatile-design-choice> Retrieved from: <https://www.gbaproducts.com/blog/the-resurgence-of-glass-block-a-timeless-and-versatile-design-choice> (access 27.04.2025) [in English].

ABSTRACT

Nazarko O., Buhaievskyi S., Gaponova L. Using Autodesk Inventor parametric modeling in glass surfaces design

The article considers the options for using block glazing in interior decoration and provides a brief historical overview of the popularization of this type of glazing both from the point of view of functional properties and from the point of view of aesthetic perception. Variants of geometric ornamentation are proposed, which are obtained by means of parametric computer modeling, which can be used in the decoration of glass surfaces.

Purpose. Application of the capabilities of parametric computer modeling CAD Autodesk Inventor in the design of block interior glazing.

Methodology. The research methods consist in reviewing and analyzing modern trends in interior design and applying object-oriented modeling when creating multivariate three-dimensional models.

Results. The advantages of using glazing elements in the interior design of premises for various purposes (residential, office, industrial) are considered. A parametric multivariate 3D model of the ornament of a modular glass surface is proposed.

Scientific novelty is in the study of a change in the approach to design in the context of digitalization, in particular within the framework of the application of methods related to parametric modeling.

Practical relevance is in the use of parameterization in computer modeling to ensure flexibility in changing the design. Thus, by changing several parameters, you can immediately get a new version of the ornament or design in one file of the Autodesk Inventor ipt part environment, in addition, this helps to save time during modeling, reduce material consumption during subsequent production, and speed up work on project visualization.

Keywords: parametric modeling, computer graphics, three-dimensional modeling, CAD, Autodesk Inventor, glass surface, glass block, design, geometric ornament, interior, space zoning.

AUTHOR'S NOTE:

Nazarko Olga, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Computer Graphics Department, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: olganazamail@gmail.com, orcid: 0000-0002-3496-8533.

Buhaievskiy Sergiy, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Bridges, Construction and Building Mechanics, Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: bugaevskiysa@gmail.com, orcid: 0000-0003-2861-0268.

Gaponova Lyudmila, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Computer Graphics Department, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: gaplyudmila@gmail.com, orcid: 0000-0002-6038-2624.

Стаття подана до редакції 13.05.2025 р.