

ШОФУЛ ІГОР

Одеський національний технологічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-0148-0451>e-mail: igorshoful@ukr.net**СОКОЛОВСЬКА ОЛЕНА**

Одеський національний технологічний університет

<https://orcid.org/0000-0003-4326-1932>e-mail: sokolovskaya_alena@ukr.net**ВАЛЕВСЬКА ЛЮДМИЛА**

Одеський національний технологічний університет

<https://orcid.org/0000-0003-0511-5643>e-mail: ludmila_valev@ukr.net

ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФІЧНИХ РЕДАКТОРІВ ПІД ПРОЕКТУВАННЯМ ПРОМИСЛОВИХ ТА ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

У статті розглянуто роль та значення графічних редакторів у сучасному проектуванні промислових і громадських будівель. Проаналізовано основні програмні продукти, які використовуються в архітектурному та інженерному проектуванні, зокрема AutoCAD, Revit, ArchiCAD, SketchUp та інші. Особливу увагу приділено перевагам використання графічних редакторів, таким як підвищення точності креслень, автоматизація проектних рішень, зменшення часу на виконання документації та можливість тривимірного моделювання. Описано практичні приклади застосування таких програм у проектуванні несучих конструкцій, комунікацій, внутрішнього простору будівель. Висвітлено актуальні тенденції цифрової трансформації у будівельній галузі та перспективи розвитку BIM-технологій.

Освоєння пакета, можливе з вивченням графічних програм САПР (система автоматизованого проектування), AutoCAD, BIM-технологій (інформаційна модель будівель і споруд), nanoCAD СПДБ (система проектної документації для будівництва). Практична значущість виконаної роботи полягає в тому, що результати можуть бути використані при виконанні багатокольорових зображень (фотографій), побудови креслень, графіків, зображень з чіткими контурами. Ці вправи, пов'язані з визначенням найменшого елемента, не втратили на сьогодні своєї актуальності. З метою прищеплення інтересу до майбутньої спеціальності на заняттях студенти готують інформацію про металеві, залізобетонні, дерев'яні конструкції, де кожен тип має свої переваги та недоліки порівняно з іншими виробами та матеріалами. Дається докладне практичне їх застосування. Будівельна галузь, у якій існують жорсткі вимоги, державні норми, правила під час організації та виконання робіт, використання комп'ютерних технологій - це обов'язкова умова на ринку будівельного підряду.

Ключові слова: комп'ютерне проектування; будівельні вироботи; фундаменти; колони; ферми; дерев'яні конструкції.

SHOFUL IGOR, SOKOLOVSKA OLENA, VALEVSKA LIUDMYLA

Odesa National University of Technology

APPLICATION OF GRAPHIC EDITORS IN THE DESIGN OF INDUSTRIAL AND PUBLIC BUILDINGS

The article considers the role and importance of graphic editors in modern design of industrial and public buildings. The main software products used in architectural and engineering design are analyzed, in particular AutoCAD, Revit, ArchiCAD, SketchUp and others. Particular attention is paid to the advantages of using graphic editors, such as increasing the accuracy of drawings, automating design solutions, reducing the time for documentation execution and the possibility of three-dimensional modeling. Practical examples of the use of such programs in the design of load-bearing structures, communications, and the internal space of buildings are described. Current trends in digital transformation in the construction industry and the prospects for the development of BIM technologies are highlighted.

Mastering the package is possible with the study of graphic programs CAD (computer-aided design system), AutoCAD, BIM technologies (information model of buildings and structures), nanoCAD SPDB (design documentation system for construction). The practical significance of the work done is that the results can be used in the execution of multi-color images (photographs), the construction of drawings, graphs, images with clear contours. These exercises, related to the definition of the smallest element, have not lost their relevance today. In order to instill interest in the future specialty in the classroom, students prepare information about metal, reinforced concrete, wooden structures, where each type has its own advantages and disadvantages compared to other products and materials. Their detailed practical application is given. The construction industry, in which there are strict requirements, state regulations, rules during the organization and performance of work, the use of computer technology is a prerequisite in the construction contract market.

Keywords: computer design; construction products; foundations; columns; trusses; wooden structures.

Стаття надійшла до редакції / Received 24.06.2025

Прийнята до друку / Accepted 15.08.2025

Постановка проблеми

Сучасне будівництво промислових та громадських об'єктів вимагає не лише точності у проектних розрахунках, а й ефективного візуального представлення архітектурних і конструктивних рішень. У зв'язку з цим зростає значення цифрових інструментів, зокрема графічних редакторів, які дозволяють автоматизувати й оптимізувати процес проектування. Проте, незважаючи на стрімкий

розвиток програмного забезпечення, не всі проєктні організації та фахівці будівельної галузі повністю використовують можливості сучасних графічних редакторів, таких як AutoCAD, ArchiCAD, Revit, SketchUp, SolidWorks, які можуть значно підвищити якість, точність і швидкість створення проєктної документації [1-5].

Особливо актуальною є ця проблема в контексті навчального процесу у закладах вищої освіти, де підготовка майбутніх фахівців інженерно-будівельного профілю має йти в ногу з технологічними змінами та цифровізацією будівельної галузі. Нерідко студенти та молоді спеціалісти не мають належного рівня підготовки для ефективного використання програмних інструментів у проєктуванні, що ускладнює їхню адаптацію до реальних умов виробництва.

Крім того, у процесі проєктування часто виникає потреба в одночасному опрацюванні великого обсягу графічної інформації, створенні інтерактивних тривимірних моделей, коригуванні креслень, швидкому внесенні змін відповідно до нових технічних вимог або нормативів. Усе це потребує не тільки технічного забезпечення, а й сформованої методики застосування графічних редакторів на всіх етапах проєктування — від ескізного до робочого проєкту.

Таким чином, проблема ефективного, методично обґрунтованого застосування графічних редакторів у процесі проєктування промислових і громадських будівель потребує глибшого наукового аналізу, узагальнення досвіду та розробки рекомендацій щодо їхнього використання як у проєктній практиці, так і в освітньому процесі.

У наукових публікаціях останніх років простежується підвищений інтерес до цифрових технологій у сфері проєктування. Зокрема, автори досліджень [6-8] відзначають значний потенціал використання графічних редакторів (AutoCAD, Revit, ArchiCAD, SketchUp) для покращення точності та візуалізації проєктних рішень. Наголошується також на необхідності інтеграції цих інструментів в освітні програми архітектурно-будівельного напрямку.

Більшість праць зосереджуються на технічних можливостях окремих редакторів або на описі одиничних кейсів використання. Натомість комплексне вивчення їхнього застосування саме для проєктування промислових і громадських об'єктів, у поєднанні з аналізом ефективності впровадження в практику та освіти, залишається недостатньо розкритим.

Метою даної статті є аналіз можливостей сучасних графічних редакторів, які використовуються при проєктуванні промислових та громадських будівель, виявлення переваг та недоліків їх застосування, а також обґрунтування доцільності інтеграції цих цифрових інструментів у професійну практику проєктувальників та в освітній процес.

Обговорення результатів

«Цифрова грамотність» - це набір знань, умінь і навичок, необхідних для життя в сучасному світі. Уміння швидко знаходити та оцінювати великі масиви інформації, знімати, копіювати та редагувати цифрові фотографії, відео. Уміння підтримувати онлайн профілі в соціальних мережах, навчатися та орієнтуватися в онлайн-світах і взаємодіяти у віртуальних середовищах. На сьогодні всі ці навички та вміння є пріоритетними, але мине час, і пріоритети зміняться.

Освоєння комп'ютерної графіки починається з графічних програм і використання САПР, AutoCAD згідно зі стандартами ЄСКД (єдина система конструкторської документації), СПДС [1, 3, 4]. BIM в архітектурно-будівельному проєктуванні приходить на зміну більш загальній, універсальній категорії IT рішень - САПР. Місія компанії сприяти проникненню BIM-технології в реальність, щоб проєктування всіх об'єктів цивільного і промислового будівництва починалося зі створення інформаційної моделі. Головне зробити ці технології легкими, доступними для проєктних організацій. Робота в BIM-системі Renga ґрунтується на 2-х принципах - проєктування в 3D-просторі (для швидкої та наочної роботи) і простий контекстно-орієнтований інтерфейс (простої взаємодії з 3D-моделлю).

На рис. 1 представлено використання тривимірної графіки. Кілька кадрів відеоролика будівництва суміщеного мосту через річку. Переміщати, використовувати спеціальні ефекти, світлотіні, закони лінійної, повітряної та колірної перспективи. Для тривимірної моделі об'єкта використовують геометричні примітиви (площини прямокутника, трикутника, кола, поверхні куба, сфери, конуса), а також гладкі поверхні. За допомогою графічних редакторів програми AutoCAD, 3D Studio MAX 5 виконуються роботи тривимірної графіки. До них належать інженерне проєктування, комп'ютерне моделювання об'єктів, виробу у відеороликах [2; 9]. Уміння моделювати різні форми та конструкції за допомогою різних програмних засобів, а також знання ортогонального, центрального проєктування.

Комп'ютерне проєктування в будівельному виробництві. На практиці виконуючи завдання, ми продовжуємо вивчати «Інженерну та комп'ютерну графіку». Renga Architecture. Програма Nano CAD, де розроблено спеціалізовані модулі для технології, для виробництва будівельних конструкцій КЗ (конструкції залізобетонні), КМ (конструкції металеві), електромонтажу та інших мереж.

Залізобетон - штучний будівельний матеріал, в якому з'єднані в монолітне ціле сталеві арматура і бетон, що дозволяють використовувати ті властивості бетону і сталі, які забезпечують загальний високий опір складеного матеріалу. Спільна робота матеріалів у залізобетоні забезпечується міцним зчепленням бетону з арматурою.

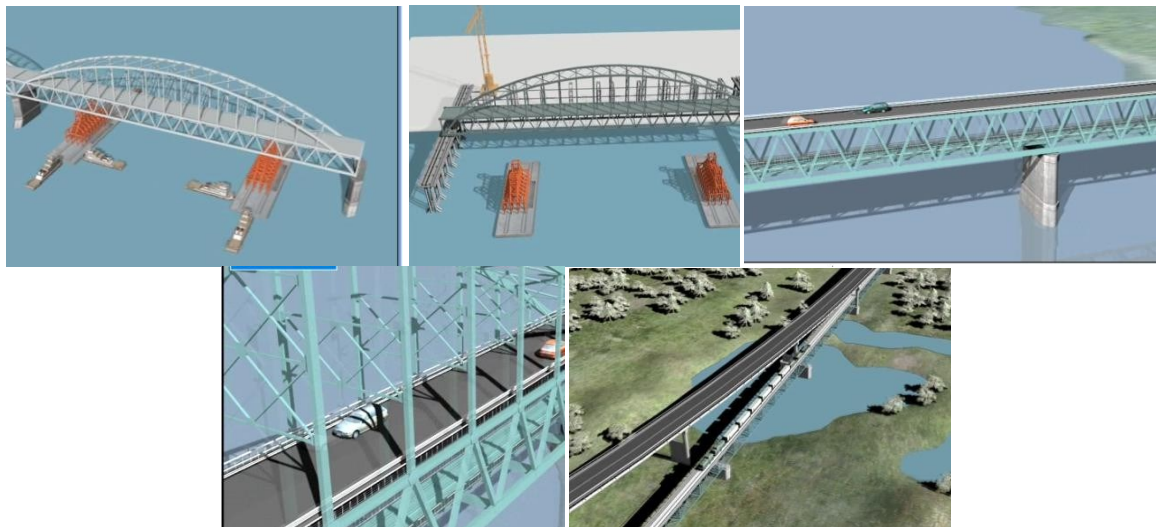


Рис. 1. Навчальний відеоролик будівництво мосту

Бетон сприймає зусилля, що стискають, надає жорсткості конструкції та захищає арматуру від корозії. Арматура зі свого боку забезпечує міцність і тріщиностійкість розтягнутих зон перерізів. Основні переваги залізобетону висока міцність, довговічність, простота формоутворення. Вогнестійкість бетонних і залізобетонних конструкцій у рази вища, ніж у металевих і дерев'яних. Підкροквяні конструкції у вигляді балок і ферм застосовуються в покриттях одноповерхових виробничих будівель як опори для проміжних кроквяних конструкцій за кроку кроквяних конструкцій 6 м і кроку колон 12 м. Підкροквяні ферми дещо вигідніші за балки за витратою бетону й арматури, і наразі їх прийнято як основні. На (рис. 2) наведено фрагмент каркаса одноповерхової промислової будівлі з підкροквяними фермами.

Фундаменти багатоповерхових житлових будинків Фундамент визначає міцність і надійність усієї споруди. Від правильного його виконання багато в чому залежать економічність, трудомісткість і темпи зведення будівлі [10]. Складність вибору конструкції фундаментів у каркасних будівлях підвищеної поверховості полягає в зосереджених навантаженнях. У цьому разі виконується розрахунок і вибір одного з видів фундаментів (стрічковий, плитний, пальовий, стовпчастий). Стрічковий фундамент категорично не можна зводити на слабких ґрунтах з низькою несучою здатністю, особливо при високому рівні ґрунтових вод і глибокому промерзанні ґрунту. У таких випадках стрічковий фундамент для будинку замінюють на плитний або пальовий. Плитний фундамент [11] застосовують у вигляді ребристих або безбалочних плит. Фундаментна опора для будівництва будинку зводиться на складних ґрунтах (слабкі, водонаповнені, промерзаючі, пучинисті) Пальовий фундамент на забивних палях є одним із найнадійніших. Застосовується вже багато століть для спорудження будівель на нестійких ґрунтах. Стовпчастий фундамент має такі переваги як відносна простота монтажу, швидкість зведення, що робить стовпчастий фундамент одним з найбільш використовуваних. В основному для малоповерхових будівель.

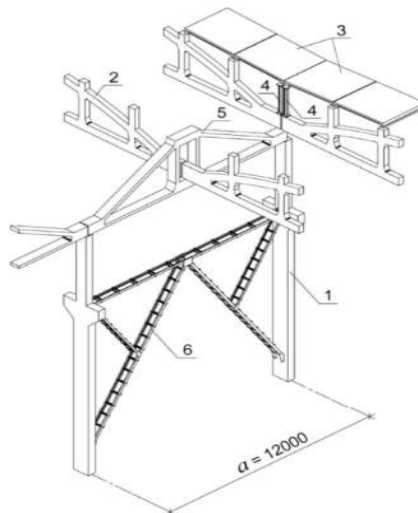


Рис. 2. Каркас одноповерхової промислової будівлі з підкροквяними фермами
1 - колона; 2 - кроквяна ферма; 3 - плити покриття; 4 - сталеві стійки для обпирання плит покриття; 5 - підкροквяна ферма; 6 - зв'язки

Металеві конструкції. Одним з найбільш популярних на сьогоднішній день матеріалів є метал, дорогий конструкційний матеріал. У металоконструкцій перед іншими будівельними матеріалами є

переваги. Легкість, просторова міцність, жорсткість, простота у виготовленні, декоративні властивості, надійність, швидкість монтажу і демонтажу, корозійна стійкість, конструкції абсолютно не схильні до горіння. Для районів з підвищеною сейсмічною небезпекою розробляють проекти будівель, які витримують ураганні пориви вітру, землетруси певної сили, зберігаючи цілісність будівлі. До недоліків належить те, що вони мають меншу довговічність, порівняно з виробами із залізобетону. Конструкції виготовляються в заводських умовах, за розробленими технологічними картами. Виготовлення ферм, колон, прогонів, горизонтальних, вертикальних зв'язків виробляють на підприємствах серійно, а це покращує показники по продуктивності і якості продукції, що випускається. Фермою називають систему стрижнів (зазвичай прямолінійних), з'єднаних між собою у вузлах, що утворюють геометрично незмінну конструкцію. Сталеві ферми використовують під час монтажу промислових і цивільних будівель у покриттях і перекриттях, мостах, опорах ліній електропередачі, об'єктах зв'язку, телебачення і радіомовлення (вежі, щогли), транспортних галереях, гідротехнічних затворах, вантажопідіймних кранах. Колона - несучий елемент будівлі, що сприймає вертикальне навантаження на опорі прогонової будови і передає його на нижчу несучу конструкцію. Металеві колони складаються з оголовка, стрижня і бази. Галузі застосування конструкцій з металу - це огорожі, сходи, віконні палітурки, промислові будівлі, ангари сільськогосподарського призначення, спортивні комплекси, мостові конструкції, віадуки, але основна сфера - це будівництво швидкокомтованих будівель, основою яких є металевий каркас.

Дерев'яні конструкції Будинки, в яких стіни, перекриття та інші конструктивні елементи виконані з деревини, називаються дерев'яними. За вимогами пожежної безпеки висота дерев'яних будівель обмежена двома поверхами (рис. 3). Прикладом може слугувати будівля Stadthaus, побудована в Лондоні 2009 року (рис. 4). Дерево, визнаний екологічно чистий будівельний матеріал, застосовується як основний, так і в оздоблювальних роботах. Сучасні технології обробки деревини дають змогу забезпечити довговічність і продовжити естетичну привабливість будинків із дерева. Переваги дерев'яних будинків зумовлені властивостями деревини. Це висока міцність, легкість конструкцій, невелика об'ємна вага (стандартна вологість).

За вимогами пожежної безпеки висота дерев'яних будівель обмежена двома поверхами (рис. 3). Але завдяки появі нових сучасних матеріалів, виготовлених із деревини (CLT, LVL), з'явилася можливість проектування і будівництва будівель поверховістю до 9 поверхів. Прикладом може слугувати будівля Stadthaus, побудована в Лондоні 2009 року (рис. 4). Дерево, визнаний екологічно чистий будівельний матеріал, застосовується як основний, так і в оздоблювальних роботах. Сучасні технології обробки деревини дають змогу забезпечити довговічність і продовжити естетичну привабливість будинків із дерева. Переваги дерев'яних будинків обумовлені властивостями деревини. Перелічимо основні - це висока міцність, легкість конструкцій, невелика об'ємна вага (стандартна вологість деревини 12 %, але в будівництві допускається до 20 %), довговічність, висока хімічна стійкість.



Рис. 3. Дерев'яні будівлі (зовні та всередині).



Рис. 4. Житловий будинок Stadthaus у Лондоні

Досвід будівництва екологічних будинків в інших країнах застосовують і в Україні. Під час експлуатації будівель використовується сонячна енергія та автономні системи обігріву. Враховують колір зовнішніх стін і підлоги, що має бути темним для максимального поглинання теплової енергії. Конструкції карниза, козирків і даху проєктують так, щоб у літню пору захищали від перегріву, а в зимовий період впускали в житло сонячні промені [9].

І багато інших моментів, завдяки яким можна користуватися сонячною енергією і знизити енергоспоживання на 20-30 %.

Крім малоповерхових і багатоповерхових будівель з деревини виготовляють несучі конструкції великих прольотів для перекриття будівель промислово-громадського призначень. Прикладом можуть слугувати аквапарки закритого типу (рис. 5).



Рис. 5. Аквапарк. Ферма прольотом 44 м. Ферми покриття в аквапарку

Проектування дерев'яних конструкцій зводиться до розроблення виробничих і монтажних креслень. Однією з найпопулярніших програм для тривимірного моделювання дерев'яних конструкцій вважається AutoCAD.

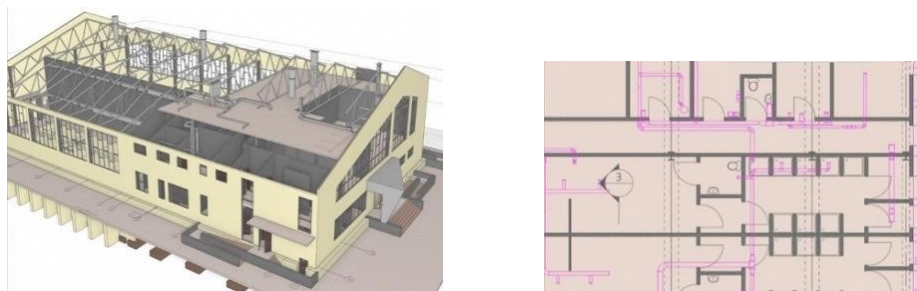


Рис. 6. 3D-модель будівлі. Креслення плану поверху

Будівельна промисловість через підвищені вимоги під час виконання робіт належить до галузей, жорстко обмежених рамками державних норм і правил. Тому використання комп'ютерних технологій і систем проектування на всіх стадіях проектного опрацювання є основоположною умовою. Звідси як результат конкурентоспроможність підприємства на ринку будівельного підряду. Без комп'ютера, як «підручного» інструменту в наші дні практично вже неможливо обійтися. AutoCAD - система автоматизованого проектування (САПР) у будівництві, яка використовується в різних промислових галузях і дає змогу створювати дво- і тривимірні будівельні об'єкти, креслення. А за допомогою технології MinD користувачі зможуть поетапно перейти на об'єктно-орієнтоване проектування (рис. 6): від креслень до отримання 3D-моделей.

Autodesk Revit - повнофункціональна САПР, що надає можливості проектування архітектурного, інженерних систем, будівельних конструкцій і моделювання будівництва. Забезпечує високу точність проєктів будь-якої складності. На основі проєктованих моделей фахівці мають змогу спланувати ефективну технологію будівництва та визначити необхідну кількість матеріалів.

Створити модель будівлі інструментами в тривимірному просторі рис. 7. Моделювання в системі Renga основними параметрами є розташування об'єкта або перетин об'єкта відносно базової лінії 0.000. Для побудови 3D-моделі будівлі обираємо інструменти «стіна», «колона», «двері», «вікно». При цьому на різних етапах мають бути задіяні різні інструменти. Місія компанії сприяти проникненню BIM-технології в Україну, щоб проектування всіх об'єктів цивільного і промислового будівництва починалося зі створення інформаційної моделі. Головне зробити ці технології легкими, доступними для проектних організацій.

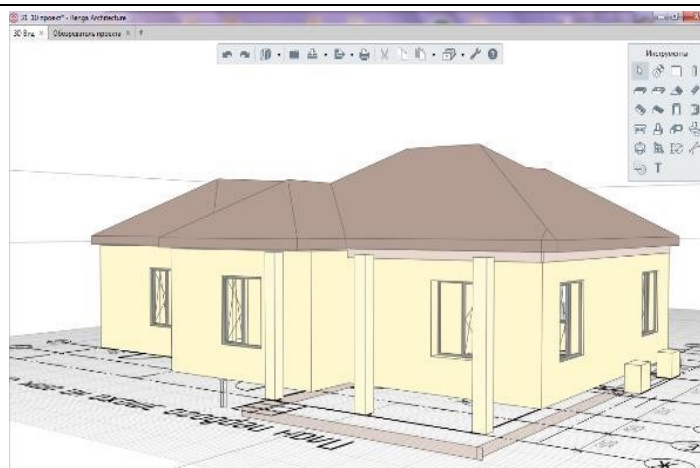


Рис. 7. 3D-модель одноповерхової будівлі

У таблиці 1 наведено порівняльний аналіз основних графічних редакторів, які найчастіше використовуються при проектуванні промислових та громадських будівель. Для кожної програми охарактеризовано ключові параметри, зокрема: функціональні можливості, підтримка дво- та тривимірного моделювання, сумісність із іншими програмами, наявність інструментів для автоматизації креслень, підтримка BIM-технологій, доступність локалізованих шаблонів та відповідність державним будівельним нормам (ДБН).

Також у таблиці враховано фактори зручності користування, системні вимоги, швидкість обробки складних проектів і можливості командної роботи в хмарному середовищі. Це дозволяє визначити доцільність використання конкретного графічного редактора залежно від типу об'єкта будівництва, бюджету проекту та кваліфікації персоналу [7, 8, 13-16].

Таблиця 1

Порівняльні характеристики найбільш поширених графічних редакторів

Параметр	AutoCAD	Revit	ArchiCAD	SketchUp
Тип моделювання	2D/3D CAD	BIM	BIM	3D-моделювання
Автоматизація креслень	Часткова	Повна	Повна	Обмежена
Підходить для промислових об'єктів	Так	Так	Так	Обмежено
Навчальна доступність	Висока	Середня	Середня	Висока
Підтримка української мови	Так	Частково	Частково	Частково
Ціна (комерційна версія)	Висока	Висока	Висока	Середня

Представлене порівняння може бути корисним як для практикуючих інженерів-проектувальників, так і для викладачів та студентів інженерно-будівельних спеціальностей під час вибору ПЗ для навчання й професійної діяльності.

Платформа папоCAD містить усі необхідні інструменти (рис. 8) базового проектування, зрозумілому інтерфейсу, сумісності з іншими САПР-рішеннями є найкращим вибором у разі переходу на альтернативні базові рішення.

Широке розповсюдження інтернет-технологій, розуміння цифрової грамотності все це швидко змінюється та залежить від науково-технічних досягнень, і відповідно відкриваються нові можливості, для їх вивчення та застосування. Навички та вміння сьогодишнього дня є пріоритетними, але мине час, і пріоритети будуть вже іншими.

Висновки

Сучасне проектування складний процес, де розрахунки та вибір необхідних конструкцій закладено в комплексні системи BIM-технологій. Тому на сучасному етапі з огляду на складність і різноманітність будівельних конструкцій, неможливо скласти проект без допомоги комп'ютерного моделювання, а комп'ютерне проектування спрощує і прискорює будівельні процеси.

Застосування графічних редакторів у проектуванні промислових та громадських будівель суттєво підвищує ефективність і якість проектних робіт, зменшує ймовірність помилок та скорочує час на створення документації.

Найбільш поширеними і функціонально потужними серед таких програм є AutoCAD, Revit, ArchiCAD, SolidWorks та SketchUp, кожен з яких має свої сильні сторони в окремих типах проектних завдань.

Основними бар'єрами у впровадженні цифрових графічних інструментів залишаються: відсутність належної підготовки персоналу, застаріла матеріально-технічна база в освітніх закладах та часткова інертність будівельної галузі до цифрових інновацій.

Для ефективного використання графічних редакторів доцільно розробляти та впроваджувати методичні рекомендації, що охоплюють як технічний, так і педагогічний аспекти застосування цих інструментів.

Важливо забезпечити поступову інтеграцію навчання роботі в графічних редакторах у програми технічних університетів, що дозволить підготувати фахівців, здатних працювати у цифровому середовищі проєктування з першого дня на підприємстві.

Література

1. Камінський В.П. Будівельне креслення. Камінський В.П., Георгієвський О.В., Будасов Б.В. К18 Навчальний посібник. Для ВНЗ / Під общ. ред. О.В. Георгієвського. - М.: ТОВ Видавництво «Архітектура-С», 2004. - 456 с.
2. Большаков В., Бочкарьов А. Основы 3D-моделирования // Вивчаємо роботу в AutoCAD і КОМПАС-3D, Solid Works, Inventor, 2012. 304 с.
3. Edwards, P., Bowen, P. Language and communication issues in HIV/AIDS intervention management in the South African construction industry: Interview survey findings // Engineering, Construction and Architectural Management, 2019.
4. Stolbova, I.D. Gitman, Y. Ovchinnikov, A.A. Integration of content and technologies of teaching within framework of geometrical-graphic training of students // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 451(1), 012117, 2018.
5. Yakshina A., Vasilovskaya G., Berseneva M., Danilovich E., Hoffman O. Bim technology in the educational process // International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, 2019 DOI: 10.1051/e3sconf/20199706025.
6. Колосова, О., Марчук, К. А. Порівняльний аналіз деяких сучасних CAD систем. Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності, 1(XII), 2023 С.106–113
7. Соколовська О.Г. Валевська Л.О., Шофун І.І. 3D Технології – сучасний підхід до автоматизованого проєктування та технологічного інжинірингу підприємств галузі зберігання зерна// Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки. №1, 2022 (305). С.103-108
8. Соколовська, О., Валевська, Л., Цюндик, О., Бордун, Т. Використання CAD-систем при проєктуванні підприємств зернової галузі. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 351(3.1), 2025.492-499. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-351-63>
9. Rekunov, S., Voronkova, G., Doskovskaya, M. The use of controlling-training software in civil engineering bachelors' educational process // MATEC Web of Conferences 106, 09016, 2017.
10. Alshakova, E.L. Method of development of the program of forming of parametrical drawings of details in the AutoCAD software product // AIP Conference Proceedings 1797, 030001, 2017.
11. Martin-Doñate, C., Lucena-Muñoz, F., Gallego-Alvarez, F.J. Integration of marketing activities in the mechanical design process // Lecture Notes in Mechanical Engineering c. 961–969, 2017.
12. Garry, B.G. Applied ABET student outcome continuous improvement process // ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings 2016 – June, 2016.
13. Архітектура будівель і споруд. Багатоповерхові каркасні будинки: навч. посібник / [Смоляк В. В., Ковальський В. П., Козинюк Н. В. та ін.].- Вінниця : ВНТУ, 2019. – 76 с
14. Реконструкція цивільних та промислових будівель і споруд: підручник / [за ред. Е. А. Шишкіна, О. В. Завального] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 404 с. – (Серія «Міське будівництво та господарство»).
15. Пузь, Д. О., Сомов, С. В. Застосування 3D моделювання в сферах людської діяльності. Новітні інформаційні системи та технології 2018, <https://journals.nupp.edu.ua/mist/article/view/1040>
16. Барановська, І. Г., Барановський, Д. М. Впровадження технологій 3D-моделювання в освітній процес підготовки здобувачів технічних та мистецьких спеціальностей. Електронне наукове фахове видання Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету.2024. 1–17. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.171>
17. Деркач, А., Твердохліб, І. Дослідження стану вивчення 3D-моделювання в закладах загальної середньої освіти України. Проблеми сучасного підручника, 2024. (33), 106–116. <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2024-33-106-116>
18. [В. Андрухов, А.Потеха, П. Тарапкін](#) Аналіз методів пошуку, добування та обробки даних в системі Autodesk Revit // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. [Том 21, № 1, 2024](#) С. 166-172 <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2024-1-166-172>

References

1. Kaminsky V.P. Budivel'ne kreslennya. Kamins'ky V.P., Heorhiyevs'ky O.V., Budasov B.V. K18 Nav-chal'nyy posibnyk. Dlya VNZ / Pid obshch. red. O.V. Heorhiyevs'koho. - M.: TOV Vydavnytstvo «Arkhitektura-S», 2004. - 456 s.

2. Bol'shakov V., Bocharov A. Osnovy 3D-modelyuvannya // Vychayemo robotu v AutoCAD i KOMPAS-3D, Solid Works, Inventor, 2012. 304 s.
3. Edwards, P., Bowen, P. Language and communication issues in HIV/AIDS intervention management in the South African construction industry: Interview survey findings // Engineering, Construction and Architectural Management, 2019.
4. Stolbova, I.D. Gitman, Y. Ovchinnikov, A.A. Integration of content and technologies of teaching within framework of geometrical-graphic training of students // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 451(1), 012117, 2018.
5. Yakshina A., Vasilovskaya G., Berseneva M., Danilovich E., Hoffman O. Bim technology in the educational process // International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, 2019 DOI: 10.1051/e3sconf/20199706025.
6. Kolosova, O., Marchuk, K. A. Porivnyannyal'nyy analiz deyaktykh suchasnykh CAD system. Prykladna heo-metriya, inzhenerna hrafika ta ob'yekty intelektual'noyi vlasnosti, 1(XII), 2023 S.106–113
7. Sokolov's'ka O.H. Valev's'ka L.O, Shoful I.I. 3D Tekhnolohiyi – suchasnyy pidkhd do avtomatyzovanoho proyektuvannya ta tekhnolohichnoho inzhynirynhu pidpryyemstv haluzi zberihannya zerna// Visnyk Khmel'nyts'koho natsi-onal'noho universytetu. Seriya: tekhnichni nauky. №1, 2022 (305). S.103-108
8. Sokolov's'ka, O., Valev's'ka, L., Tsyundyk, O., Bordun, T. Vykorystannya CAD-system pry proyektuvanni pidpryyemstv zernovoyi haluzi. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 351(3.1), 2025.492-499. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-351-63>
9. Rekunov, S., Voronkova, G., Doskovskaya, M. The use of controlling-training software in civil engineering bachelors' educational process // MATEC Web of Conferences 106, 09016, 2017.
10. Alshakova, E.L. Method of development of the program of forming of parametrical drawings of details in the AutoCAD software product // AIP Conference Proceedings 1797, 030001, 2017.
11. Martin-Doñate, C., Lucena-Muñoz, F., Gallego-Alvarez, F.J. Integration of marketing activities in the mechanical design process // Lecture Notes in Mechanical Engineering s. 961–969, 2017.
12. Garry, B.G. Applied ABET student outcome continuous improvement process // ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings 2016 – June, 2016.
13. Arkhitektura budivel i sporud. Bahatopoverkhovi karkasni budynky: navch. posibnyk / [Smolyak V. V., Koval's'kyy V. P., Kozynyuk N. V. ta in.].- Vinnytsya : VNTU, 2019. – 76 s
14. Rekonstruktsiya tsyvil'nykh ta promyslovykh budivel' i sporud: pidruchnyk / [za red. E. A. Shyshkina, O. V. Zaval'noho] ; Kharkiv. nats. un-t mis'k. hosp-va im. O. M. Beketova. – Kharkiv : KHNUMH im. O. M. Beketova, 2021. – 404 s. – (Seriya «Mis'ke budivnytstvo ta hospodarstvo»).
15. Puz, D. O., Somov, S. V. Zastosuvannya 3D modelyuvannya v sferakh lyuds'koyi diyal'nosti. Novitni info-rmatsiyni systemy ta tekhnolohiyi 2018, <https://journals.nupp.edu.ua/mist/article/view/1040>
16. Baranov's'ka, I. H., Baranov's'kyy, D. M.. Vprovadzhennya tekhnolohiy 3D-modelyuvannya v osvitiyny protses pidhotovky zdobuvachiv tekhnichnykh ta mystets'kykh spetsial'nostey. Elektronne naukove fakhove vydan-nya Vidkryte osvityne e-seredovyshche suchasnoho universytetu.2024. 1–17. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.171>
17. Derkach, A., Tverdokhlib, I. Doslidzhennya stanu vyvchennya 3D-modelyuvannya v zakladakh zahal'noyi sere-dn'oyi osvity Ukrainy. Problemy suchasnoho pidruchnyka, 2024. (33), 106–116. <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2024-33-106-116>
18. V. Andrukhov, A.Potyekha, P. Tarapkin Analiz metodiv poshuku, dobuyannya ta obrobky danykh v systemi Autodesk Revit // Suchasni tekhnolohiyi, materialy i konstruktsiyi v budivnytstvi. Tom 21, № 1, 2024 S. 166-172 <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2024-1-166-172>