

**УДК 624.04**

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНИХ МЕТОДІВ  
МОДЕЛЮВАННЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ  
AUTOCAD 3D ТА TEKLA STRUCTURES**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF AUTOMATED METHODS FOR  
MODELING METAL STRUCTURES USING AUTOCAD 3D AND TEKLA  
STRUCTURES**

**Караван Б.В., Ph.D., старший викладач, ORCID ID: 0000-0002-0499-7544;  
Караван В.В. к.т.н., доцент, ORCID 0000-0002-8261-692X;(Національний  
університет водного господарства та природокористування, Рівне);  
Сушинський М. магістр, ORCID 0009-0005-8561-7679.**

**Karavan B., Ph.D., senior lecturer, ORCID ID: 0000 - 0002-0499 -7544;  
Karavan V., candidate of technical sciences, associate professor, ORCID 0000-  
0002-8261-692X (The National University of Water and Environmental  
Engineering, Rivne); Sushynskyi.M. master, ORCID 0009-0005-8561-7679**

**Наведений приклад проєктування металевих конструкцій на основі існуючого жомогрануляційного відділення в с.Мар'янівка Луцького району Волинської області. В статті проводиться порівняння можливостей моделювання конструктивних елементів на базі програмних комплексів Autocad 3D та Tekla Structures .**

**The article discusses the features of three-dimensional modeling in AutoCAD 3D and Tekla Structures automated design systems, which are widely used in modern engineering and construction design. The purpose of the study is to compare the functional capabilities of these software packages, identify their main advantages, disadvantages, and areas of effective practical use. The paper analyzes the history of software development, the principles of modeling organization, and the tools for creating spatial models.**

**Particular attention is paid to the features of using three-dimensional modeling in AutoCAD, which has long remained a universal tool for creating drawings and geometric models in various fields of engineering. The possibilities of building solid and surface models, the flexibility of editing tools, and the versatility of the software environment are analyzed. At the same time, certain limitations of the program when performing specialized construction design tasks are noted.**

The article also explores the functionality of Tekla Structures as a modern BIM system focused on detailed modeling of building structures. The principle of working with parametric elements, the possibilities of creating an information model of a building, automated generation of working drawings, specifications, and material lists are considered. Particular attention is paid to the practical significance of the program in the design of metal structures.

Based on the analysis, key differences between the approaches to three-dimensional modeling in these software packages have been identified. It has been shown that AutoCAD is suitable for universal graphic design and creation of basic 3D models, while Tekla Structures is an effective tool for detailed development of structural solutions and implementation of building information modeling technology. The results obtained may be useful for students of technical specialties, design engineers, and construction industry professionals when choosing software for performing professional tasks.

**Ключові слова:** моделювання, проектування, розрахунок, результат, аналіз, автоматизація, конструкція.

Modeling, design, calculation, result, analysis, automation, construction.

**Вступ.** Сучасне проектування у будівництві та машинобудуванні неможливо уявити без використання систем автоматизованого проектування (САПР). На сьогоднішній день відомо безліч програмних комплексів, які дозволяють якісно, швидко та професійно виконати конструювання, розрахунок та моделювання будівель та споруд. Найбільш вживаними програмними комплексами в сфері проектування металевих конструкцій наразі є AutoCAD 3D та Tekla Structures. Інженери-конструктори, проектувальники, архітектори та навіть дизайнери широко використовують дані програмні комплекси для створення тривимірних моделей, креслень та підготовки і компонування проектної документації. Як AutoCAD 3D так і Tekla Structures виконують подібні інженерні задачі, але разом із тим вони мають різне призначення, інструментарій, та кардинально інші підходи до виконання інженерних креслень.

Є кілька важливих переваг AutoCAD 3D перед іншими програмними комплексами, а саме: легкість у вивченні програми, доступність, універсальність, велика кількість інструментів для моделювання різних видів конструкції. Разом з вищеперерахованими перевагами існує ряд недоліків. Варто зауважити, що даний програмний комплекс працює в більшій мірі зі поняттям «глобальне моделювання» і не передбачає великого набору інструментів для детальної роботи із будівельними конструкціями. Ще одним недоліком можна вважати неможливість автоматизації редагування компонентів, деталей та вузлів. Інженеру-конструктору доводиться вносити зміни в компоненти моделі вручну.

На відміну від AutoCAD, програмний комплекс Tekla Structures спеціалізується саме на інформаційному моделюванні будівельних конструкцій. Особливістю Tekla Structures, як і Autodesk Revit, є глибока робота із «інтелектуальними» елементами. Цей програмний комплекс дає можливість наділити кожен конструктивний елемент будівлі чи споруди реальними фізичними параметрами. В свою чергу це дозволяє автоматично генерувати креслення, формувати специфікації, відомості та створювати високоточні та високодеталізовані BIM-моделі. Серед найбільших переваг програмного комплексу Tekla Structures можна виокремити: висока точність моделювання, повна автоматизація та зручність підготовки робочих креслень КМ та КМД, а також можливість зручного обміну інформацією та моделями з іншими інженерними програмами. Основними недоліками можна вважати: складне освоєння програми, більш вузька спеціалізація порівняно із AutoCAD 3D.

Практичний досвід використання цих програм показує, що вони часто застосовуються спільно. AutoCAD 3D залишається зручним інструментом для швидкого створення креслень, концептуального моделювання та обміну графічною інформацією. Tekla Structures, у свою чергу, використовується для детального опрацювання конструктивних рішень, моделювання вузлів, підготовки виробничих креслень та формування BIM-моделей будівель і споруд.

Кожен з цих програмних комплексів має свої сильні та слабкі сторони, але при розумному їх поєднанні можна досягнути значного підвищення ефективності роботи інженера-проектувальника.

**Аналіз останніх досліджень.** Проблематика використання сучасних BIM-технологій та систем автоматизованого проектування активно обговорюється в сучасному світі.

Зокрема, у праці Eastman C. та ін. BIM Handbook [1] розглянуто концептуальні засади інформаційного моделювання будівель та його вплив на процеси проектування, будівництва і експлуатації об'єктів. Автори зазначають, що застосування BIM-технологій дозволяє підвищити точність проектних рішень, покращити взаємодію між учасниками проекту та зменшити кількість помилок у проектній документації.

У роботі Azhar S. [2] досліджено економічну ефективність впровадження BIM-технологій у будівельній галузі. Автор доводить, що використання інформаційних моделей дає змогу скоротити витрати на проектування та підвищити продуктивність праці інженерів. Окремі дослідження присвячені порівнянню можливостей традиційних CAD-систем та спеціалізованих програм для BIM-моделювання.

Так, у роботах Succar B. [3] розглянуто еволюцію цифрових інструментів у будівництві та визначено основні відмінності між CAD-підходом, який базується переважно на графічному представленні об'єктів, і BIM-підходом, що передбачає створення інформаційної моделі будівлі.

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить про тенденцію до активного впровадження ВІМ-технологій у сучасне проектування. Разом з тим автори відзначають, що необхідно застосовувати комплексний підхід до використання інженерних програм.

**Постановка мети і завдань досліджень.** Метою даного дослідження є аналіз та порівняння можливостей тривимірного моделювання у програмних комплексах AutoCAD 3D та Tekla Structures, а також визначення їх доцільності та зручності в галузі проектування.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати особливості та призначення сучасних систем автоматизованого проектування;
- розглянути переваги та недоліки тривимірного моделювання у програмних комплексах AutoCAD 3D та Tekla Structures на базі існуючої споруди;
- виконати порівняльний аналіз інструментів моделювання вузлів та елементів металевих конструкцій;

Результати проведеного дослідження дозволять більш точно визначити доцільність використання кожного програмного комплексу залежно від поставлених інженерних задач.

**Методика досліджень.** Споруда, яка розглядається, була попередньо прорахована в ПК ЛІРА-САПР на дію різних видів навантаження. Разом з тим були підібрані перерізи та необхідні матеріали для подальшого проектування металевих конструкцій [4] та моделювання в AutoCAD 3D та Tekla Structure.

Вихідними даними для початку проектних робіт була модель жомогрануляційного відділення у форматі \*.ifc. Саме цей формат дозволяє коректний імпорт та подальший розрахунок моделі в ПК ЛІРА-САПР.

**Результати досліджень.** У процесі дослідження було виконано моделювання металевого каркасу будівлі жомогрануляційного відділення, конструктивна схема якої попередньо була розрахована у програмному комплексі ЛІРА-САПР методом скінчених елементів (рис.1). На основі отриманих результатів розрахунку були прийняті основні геометричні параметри несучих елементів, перерізи колон, балок та допоміжних конструкцій.

Для оцінки можливостей сучасних систем тривимірного моделювання було виконано побудову металевого каркаса у Tekla Structures та AutoCAD (рис.2).

У якості прикладу для порівняння можливостей програмних комплексів було обрано декілька вузлів. Одним із таких є вузол жорсткого з'єднання балки яруса з основною колоною (рис.3.а), що містить фасонні елементи, болтові з'єднання та допоміжні деталі. Моделювання вузла у Tekla Structures виконувалося із використанням параметричних елементів конструкцій (компонент №186) та стандартних інструментів створення і редагування з'єднань, що дозволило автоматично сформувати пластини із попередньо

заданими розмірами, болти необхідного класу міцності та інші допоміжні елементи вузла відповідно до заданих параметрів.

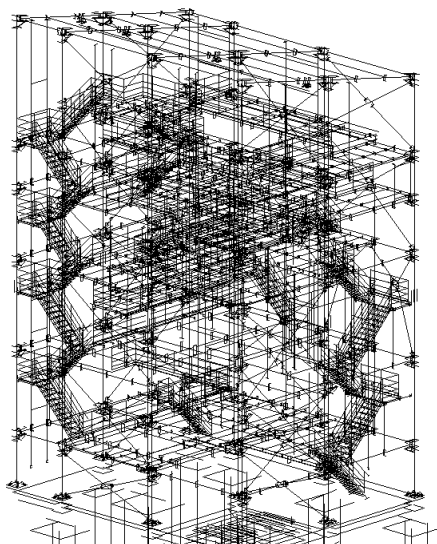


Рис. 1. Розрахункова модель будівлі в програмному комплексі ЛІРА-САПР

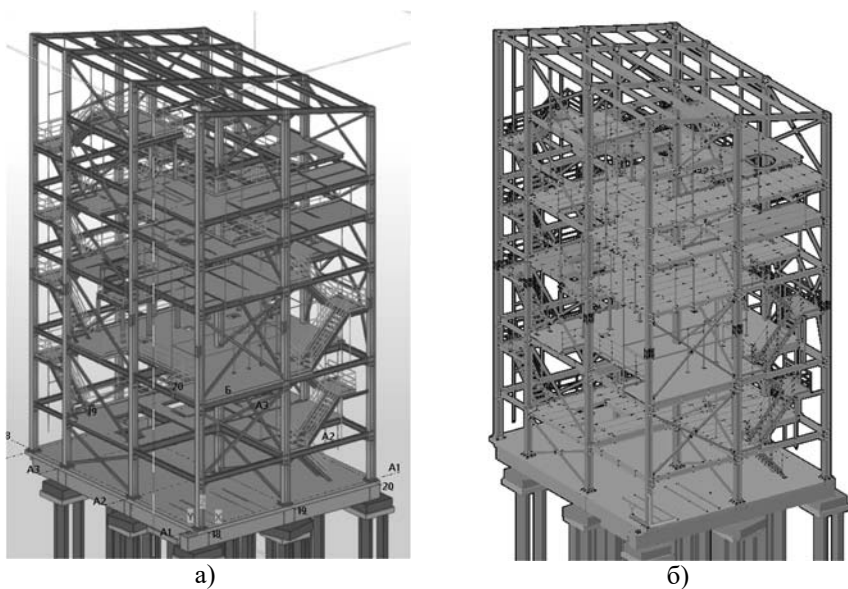
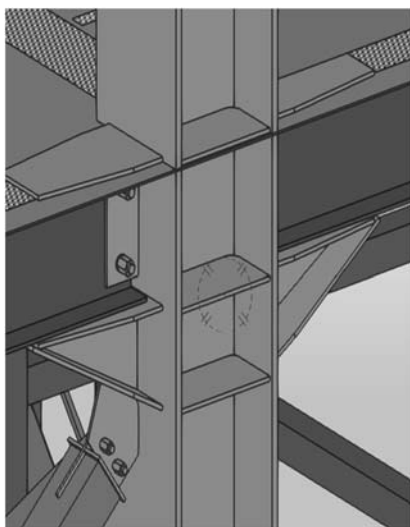
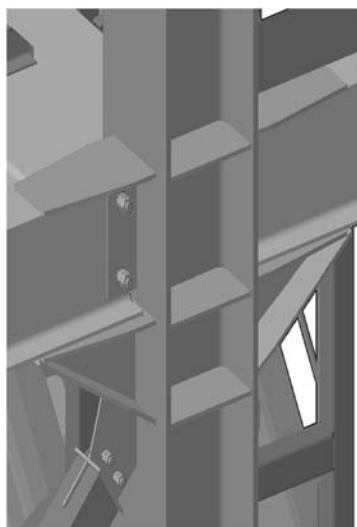


Рис.2 . Загальний вигляд металевого каркасу:  
а) в Tekla Structure, б) в AutoCAD 3D



а)



б)

Рис. 3. Вузол жорсткого з'єднання балок яруса з колоною:  
а) в Tekla Structure, б) в AutoCAD 3D

У середовищі AutoCAD 3D аналогічний вузол було створено шляхом побудови твердотільних геометричних об'єктів. При цьому кожен елемент вузла: балки, фасонні пластини, болти та інші деталі створювались окремо, за допомогою стандартних інструментів моделювання та редагування об'ємних тіл. Такий підхід дозволяє отримати коректний геометричний вигляд вузла, однак потребує більшої кількості ручних операцій та додаткового часу (рис.3.б). Разом з цим найбільшим недоліком моделювання вузів в AutoCAD 3D є неможливість подальшої роботи із елементами. Коли в Tekla Structures кожен елемент вузла програма розуміє як незалежний об'єкт, який має задані характеристики, то в AutoCAD цей самий елемент є лише набором примітивів.

Наступним було обрано вузол стикування основної колони по довжині (висоті), що містить фасонні елементи, болтові з'єднання.

Моделювання вузла у Tekla Structures виконувалося лише із використанням одного компонента №132 (рис.4.а).

У середовищі AutoCAD 3D аналогічний вузол було створено шляхом побудови примітивних геометричних об'єктів, що моделюють окремі елементи конструкції (пластини, болти). Варто зауважити, що болтові з'єднання елементів в Tekla були виконані шляхом базового компонента, в той час як в AutoCAD 3D моделювання болтів займає в кілька разів більше часу, адже готових компонентів/шаблонів/елементів даний програмний комплекс не передбачає (рис.4.б).

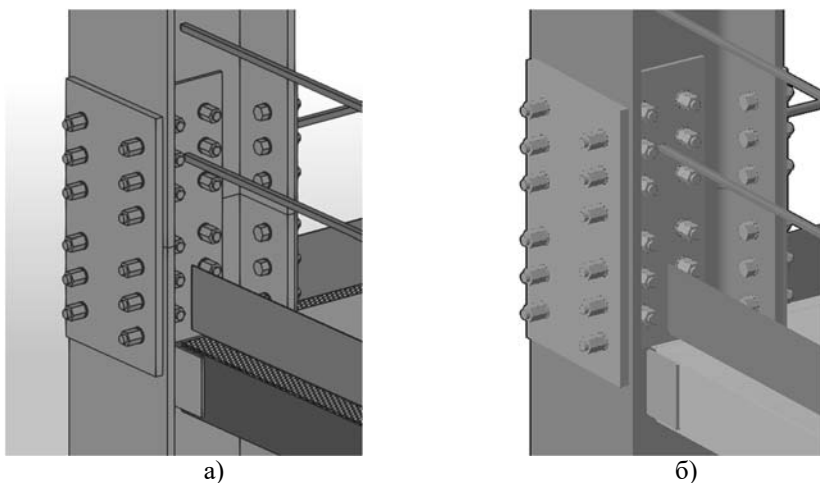


Рис. 4. Вузол стикування основної колони:  
а) в Tekla Structure, б) в AutoCAD 3D

Ще одним вузлом було обрано вузол обпирання основної колони на фундамент. В даному вузлі присутні фасонні елементи, болтове з'єднання та випуски анкерних болтів із фундаментів, на які монтується опорна база колони через безусадочний розчин.

Моделювання вузла у Tekla Structures виконувалося із використанням одного компонента №1014 (рис.5.а), який дав можливість налаштувати всі необхідні геометричні параметри вузла із подальшим його автоматичним специфікуванням. Даний компонент також дає можливість врахувати існуючі анкерні випуски із фундаментів.

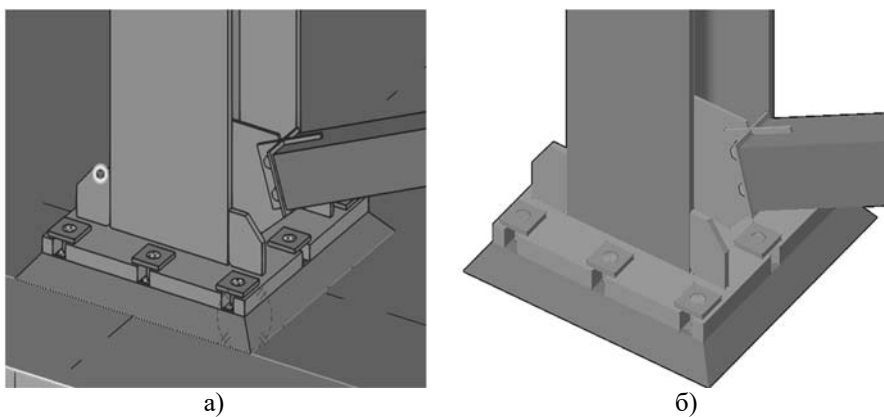


Рис. 5. Вузол обпирання основної колони на фундамент:  
а) в Tekla Structure, б) в AutoCAD 3D

У програмному комплексі AutoCAD 3D даний вузол було створено шляхом побудови примітивів із подальшим їх витягуванням в площині Z (рис.5.б). Моделювання болтів виконувалось інструментами редагування об'ємних тіл.

В кінцевому випадку ми отримали лише набір окремих об'єктів з якими додатково необхідно проводити редагування та специфікування.

**Висновки та рекомендації.** Виконане порівняння принципів побудови вузлів та фрагментів металевих конструкцій показав, що використання Tekla Structures забезпечує більш високий рівень деталізації та точності моделювання конструктивних вузлів. Завдяки використанню параметричних об'єктів та базових (вбудованих) бібліотек з'єднань (компонентів) модель автоматично містить інформацію про всі елементи вузла, включаючи болти, отвори, товщину пластин та інші конструктивні параметри. У свою чергу, модель, створена в AutoCAD 3D, має виключно геометричний характер і не містить додаткових параметричних властивостей елементів конструкції.

Крім того, у Tekla Structures (на відміну від AutoCAD 3D) існує можливість автоматичного формування робочих креслень, відомостей витрат сталі, специфікацій елементів конструкції і т.д. безпосередньо на основі створеної моделі, що суттєво економить час.

Отримані результати дослідження демонструють, що хоча обидві програми дозволяють створювати тривимірні моделі конструктивних вузлів металевих будівель, Tekla Structures є більш ефективним програмним комплексом для детального моделювання та підготовки робочої документації. Водночас це показало перевагу BIM-підходу до проектування над CAD-системами.

Представлені у роботі моделі вузлів дозволяють наочно порівняти можливості програмних комплексів та оцінити якість і рівень деталізації моделювання при використанні різних систем автоматизованого проектування.

1. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. — Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

2. Azhar S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry // Leadership and Management in Engineering. — 2011.

3. Succar B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders // Automation in Construction. — 2009.

4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. Зі Зміною № 1. [Чинний від 10.06.2014]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. 298 с.

DBN V.2.6-198:2014 Stalevi konstruktsii. Normy proektuvannia. Zi Zminoiu № 1. [Chynnyi vid 10.06.2014]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2014. 298 s.

5. ДСТУ 9243.7:2023 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. [Чинний від 03.07.2023]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2023. 45 с.

DSTU 9243.7:2023 Systema proiektnoi dokumentatsii dlia budivnytstva. Pravyla vykonannia arkhitektruno-budivelnnykh robochykh kreslen. [Chynnyi vid 03.07.2023]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2023. 45 s

<b>Відомості про статтю:</b>		<b>Article information</b>	
Отримано	10.03.2026	Received	10.03.2026
Отримано у доопрацьованому вигляді	16.03.2026	Received in revised form	16.03.2026
Прийнято	15.04.2026	Accepted	15.04.2026
Опубліковано	31.05.2026	Published	31.05.2026

### **Політика відкритого доступу**

Політика відкритого доступу збірника передбачає безкоштовний та безперешкодний доступ до наукових матеріалів. Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті статті.

### **Open access policy**

The open access policy of the collection provides free and unhindered access to scientific materials. All data is available in digital or graphical form in the main text of the article.

### **Конфлікти інтересів**

Автори заявляють, що у них немає конфлікту інтересів щодо поточного дослідження, включаючи фінансовий, особистий, авторський чи будь-який інший, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, наведені в цьому документі.

### **Conflicts of Interest**

The authors declare that they have no conflict of interest regarding the current study, including financial, personal, authorial or any other that could be included in the study, as well as the results presented in this document.

### **Використання штучного інтелекту**

Автори підтверджують, що при створенні поточної роботи вони не використовували технології штучного інтелекту.

### **Use of Artificial Intelligence**

The authors confirm that they did not use artificial intelligence technologies in the creation of the current work.