

## Дослідження впливу комп'ютерного проектування на розвиток модульної архітектури

Боровик Дмитро, аспірант<sup>1</sup> (ORCID: 0009-0005-4394-3492)

<sup>1</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури, 03037, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31, Україна

### АНОТАЦІЯ

Представлено результати дослідження впливу BIM проектування та параметричної архітектури на розвиток будівель з модульних елементів. Проаналізовано рівень впровадження комп'ютерного моделювання у процес проектування архітектурними бюро з залученням всіх розробників, підрядників, виробників і виконавців проектів модульного будівництва в Україні.

*Ключові слова:* модульне житло, модульні елементи, BIM проектування, параметрична архітектура, комп'ютерне проектування

### 1. ВСТУП

Технологія модульного виробництва гарантує не тільки високу якість при низьких будівельних витратах, а й вирішення проблеми нестачі житла, зменшення відходів, дозволяє інтегрувати передові технології, такі як автоматизація та екологічно чисті матеріали, у сучасне модульне будівництво.

В даному дослідженні розглянуто вплив комп'ютерних технологій на розвиток модульного домобудівництва. Подібні сучасні методики проектування дозволяють підвищити рівень персоналізації продукту, покращують взаємодію між процесами розробки, виробництва та монтажу.

### 2. МЕТА

Удосконалити процес проектування модульних елементів для малоповерхового житла. Дослідити вплив комп'ютерного моделювання на розвиток модульного житлового будівництва в сучасних умовах України.

### 3. ВПЛИВ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ МОДУЛЬНОГО ЖИТЛА

Модульне будівництво, як частина більш широкої галузі збірного будівництва розвивається особливо активно в останні десятиліття як в Україні так і за її межами не в останню чергу через переваги, які відкриває перед архітекторами використання BIM проектування та параметричної архітектури.

Згідно з дослідженням П. Гудрума Д. Жаї, та М. Ясіна [1], продуктивність на всіх етапах проектування і виробництва завдяки цифровим інструментам і 3д моделюванню зростає на 30-45 відсотків в порівнянні з низьким рівнем автоматизації та інтеграції двовимірних моделей. Інтеграція цифрових інструментів (наприклад, BIM) має більш значний вплив на продуктивність проекту порівняно з інструментами автоматизації (наприклад, ЧПУ). Вирівнювання процесу постачання та інформаційний обмін є більш важливими, ніж новизна заводських інструментів автоматизації, які в багатьох випадках лише відкривають нові можливості формотворення.

Архітектори можуть підвищити свою продуктивність, підрядники скоротити час будівництва та зменшити відходи, а власники ефективніше керувати своєю власністю.

Цінність роботи архітекторів та їхня роль у процесі будівництва значною мірою залежить від того, наскільки інші учасники покладаються на цю інформацію. В даний час інформація, представлена в кресленнях і специфікаціях,

часто не відповідає тому, що необхідно для фактичного будівництва.

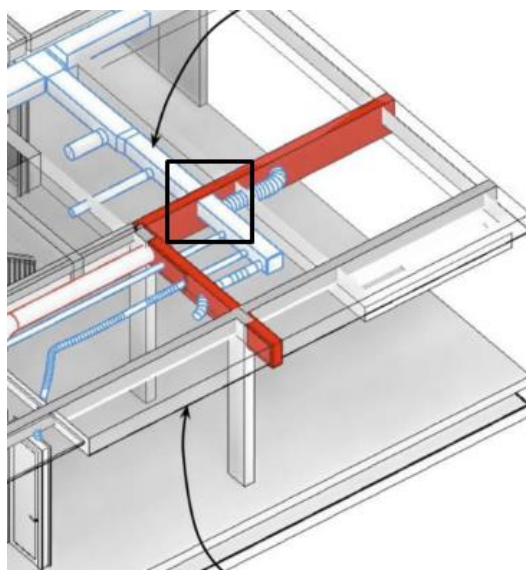


Рисунок 1. Виявлення колізій між конструкціями і інженерними мережами за допомогою BIM моделі

Підрядники, виробники та постачальники повинні доповнювати інформацію проектувальників додатковими даними щодо можливості будівництва. Якби ця інформація була доступна раніше на етапі проектування, архітектори могли б інтегрувати її у свій робочий процес, а не реагувати на неї, змінюючи вже готові рішення.

Традиційно розподіл зусиль команди архітекторів можна уявити так: на 15% для ескізного проектування, 30% для розробки проекту та 55% для будівельної документації.[2] Однак із застосуванням комп'ютерних технологій значно скорочується час на виготовлення детальної будівельної документації. Переносячи цю економію часу на попередні етапи проектування, можна прискорити не лише процес розробки рішення, але й загальний процес будівництва.

### 4. ОСОБЛИВОСТІ ВКЛЮЧЕННЯ В ПРОЦЕС ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИКІВ МОДУЛІВ ТА КОМАНДИ БУДІВЕЛЬНИКІВ

Найбільшою проблемою у використанні BIM у реальному проекті є сам процес впровадження, який не залежить виключно від можливостей програмного забезпечення. Побудова точної BIM-моделі вимагає значних ресурсів і глибокого розуміння бізнес-практики та робочих

процесів. Багато малих і середніх архітектурних бюро не можуть дозволити собі утримувати спеціальну команду чи персонал, який би займався менеджментом проекту.

Окрім фінансових та організаційних питань, команда проєктувальників також стикається з юридичними проблемами. Проєктування за методикою BIM створює необхідність розповсюдження своєї праці, яка часто суперечить традиційним ролям і розподілу відповідальності між сторонами. Впровадження BIM створює нові питання, пов'язані зі страхуванням, конфіденційністю, розподілом повноважень і контролю над моделлю, її похідними, розширеннями та правами інтелектуальної власності. [3]

В процесі проєктування розробники також мають закласти план повного життєвого циклу будівлі від виробництва і монтажу до експлуатації і знесення. У випадку модульних будівель також можна передбачити хоча б одне повторне розбирання і транспортування на нове місце монтажу. Це створює підвищені вимоги до конструктивної жорсткості та місць кріплень. У випадку розбірки для утилізації це створює більше можливостей для збереження цінних елементів будівель, зменшення будівельного сміття, пилу і шуму, порівняно з будівлями, які споруджені традиційними методами.



Рисунок 2. Виробництво однотипних доступних модульних будинків. [4]

В країнах Європи та США зазвичай використовують наступні два способи включення інформації від виробника і будівельників в комп'ютерну модель архітекторів [5]:

1. Архітектори створюють детальне зображення, що відображає наміри як проєктувальника, так і замовника, однак підрядники несуть відповідальність за розробку власної незалежної моделі будівництва та документації, включаючи робочі креслення та пропозиції субпідрядників.

2. Проектною командою створюється комплексна модель, яка буде додатково деталізована для використання на всіх етапах будівництва, планування та виготовлення.

Перший метод дуже нагадує традиційний спосіб проєктування, який архітектурні команди розглядають як спосіб мінімізувати ризики та відповідальність під час будівництва. Креслення, надані проектними групами для будівництва, вважаються кресленнями намірів. Після завершення тендерного процесу відповідальність переходить до підрядника. Це вимагає від підрядників та їх субпідрядників, включаючи виробників, створювати всю

необхідну документацію з нуля.

Поділ між баченням команди проєктувальників і виробничими кресленнями часто призводить до комунікаційних проблем і помилок при складанні на будівельному майданчику.

В українських архітектурних бюро досить поширеною є практика створення BIM моделей об'єднаною командою архітекторів, інженерів і конструкторів, але коли доводиться співпрацювати з виробником модельних елементів – їх залучають уже до етапу адаптації готового проєкту до можливостей будівництва, що створює затримки в часі і зайві коригування проєктного рішення.

Значного успіху у оптимізації таких процесів досягли команди, які організуються при виробництвах модульних будівель. Зазвичай такі виробництва займаються саме проєктами малоповерхового індивідуального модульного житла. В інтересах заводу створити максимально оптимізований процес виробництва і монтажу. Втім в такому випадку страждає архітектурна різноманітність, оскільки проєктні команди не змінюються, а відточені рішення досить довго доповнюються новими архітектурними пропозиціями.

## 5. ВИСНОВКИ

Шляхом подальшого впровадження можливостей комп'ютерного моделювання та параметричної архітектури серед українських архітектурних бюро можна досягти більш ефективного, ошадливого та швидкого процесу будівництва модульної архітектури, що допоможе перекрити житлові проблеми в сучасній Україні.

### Список літератури

- [1] Goodrum, D. Zhai, and M. Yasin, "The relationship between changes in material technology and construction productivity. ASCE Journal of Construction Engineering and Management. 2008: 135(4): 278-287
- [2] Smith, Ryan E. Prefab architecture : a guide to modular design and construction / Ryan E. Smith ; foreword by James Timberlake. 2010 70-71
- [3] N. Lu, T. Korman Implementation of Building Information Modeling (BIM) in Modular Construction: Benefits and Challenges Construction Research Congress 2010 1143-1144
- [4] Title PBC Today "Why the need for modular construction has never been greater" October 12, 2023
- [5] J. Gonchar, "Diving Into BIM." Architectural Record December 2009 Issue