

О.Ю. Чертков, к.т.н, доц.

В.О. Цегельний, аспірант

Д.С. Єрмолович, студ. буд. факульт.

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

КОМПЕТЕНЦІЯ – ОСНОВА УСПІШНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ BIM-ТЕХНОЛОГІЇ

Анотація. У статті розглядаються особливості та вимоги до будівельної галузі в період інформаційних технологій. Розглянуто переваги та недоліки BIM-технології в порівнянні з традиційним підходом до проектування (CAD-технологію) на прикладі роботи ГППа/ГАПа. Визначено можливості пришвидшеного впровадження BIM в будівельні компанії за рахунок навчання спеціалістів компанії, а також випускників вищих навчальних закладів. Розглянуто проблеми підготовки компетентних спеціалістів для роботи в BIM-середовищі.

Ключові слова: BIM-технологія; BIM-моделювання; CAD-технологія; інформаційне моделювання будівель; особливості впровадження; ГПП; ГАП проектування.

Вступ.

Сьогодні сучасні технології є невід'ємною частиною нашого життя і без них ми просто не можемо уявити наше існування. Людство перейшло в новий період, в період, де цінуються інформація та інформаційні технології. І тепер традиційні підходи до бізнесу та виробництва вже не дають таких вражаючих результатів. Тому для забезпечення найвищих показників необхідні деякі нововведення, зокрема впровадження інформаційних технологій.

Особливо це стосується будівельної галузі. Так як будівельні проекти — це складні проекти з великою кількістю учасників та інформації, розтягнуті в часі та потребують великих фінансових витрат, то для їх реалізації необхідні нові рішення на протигагу традиційному CAD підходу. Одним з таких рішень може стати BIM-технологія.

BIM (Building Information Modeling) — технологія інформаційного моделювання об'єктів є розвитком загальноприйнятої сьогодні системи автоматизованого проектування (САПР). Основною відмінністю від останньої, крім тривимірного креслення, є наявність у моделі бази даних, що містить докладну інформацію про:

- технологічні,
 - технічні,
 - архітектурні,
 - інженерно-будівельні,
 - кошторисні,
 - економічні
- характеристики об'єкта.

Залежно від конкретних вимог база може доповнюватися юридичною, експлуатаційною, екологічною та іншою інформацією. Тому ще однією важливою особливістю BIM є наявність єдиної інформаційної моделі будівлі, яку можна ефективно використовувати протягом усього життєвого циклу будівлі, а саме:

а) на стадії проектування, де головними є питання інформаційної повноти елементів загальної системи, узгодженого внесення змін до проекту в режимі реального часу його учасниками, безперешкодного обігу інформації між різними програмними комплексами, розрахунку конструкцій з прив'язкою результатів до елементів сховища для подальшої роботи з

ними інших фахівців, а також економії часових ресурсів;

б) на стадії будівництва відносини BIM і будівельних процесів будуються таким чином, що інформаційне моделювання дозволяє безперешкодно відстежувати хід виконання графіку робіт, оптимізувати процеси і визначати можливі відхилення на стадії їх першої появи;

в) на стадії експлуатації інформаційне моделювання сприяє безперешкодному доступу до інформації, що накопичилася на попередніх стадіях життєвого циклу та надає можливість прогнозувати зміни технологічної, конструктивної і проектно складових будівлі для подальшої реконструкції.

Разом з тим, перехід будівельної галузі на застосування BIM-технологій робить проблему нестачі спеціалістів цього напрямку однією з найважливіших. Крім того, з'являються складності з технічними аспектами, як важкодоступність до програмного забезпечення та комп'ютерного обладнання, а також, звичайно, з їх вартістю. Тому навіть при вирішенні технічних питань традиційний підхід до вирішення проблеми кадрів на цей раз може не спрацювати, хоча на перший погляд помилково може здаватися, що і цього разу, виходячи з досвіду переходу на CAD, будівельникам вдасться вирішити завдання заповнення BIM-вакансій аналогічно тому шляху, а саме: або навчити (перевчити) власні кадри без відриву від виробництва, або пошукати серед випускників ВНЗ.

Постановка задачі. Розглянути переваги та недоліки BIM-технології в порівнянні з традиційним підходом до проектування (CAD-технологію) на прикладі роботи ГППа/ГАПа. Визначити можливості пришвидшеного впровадження BIM в будівельні компанії за рахунок навчання спеціалістів компанії, а також випускників вищих навчальних закладів. Розглянути проблеми підготовки компетентних спеціалістів для роботи в BIM-середовищі.

Основна частина.

Традиційний підхід на прикладі роботи ГППа/ГАПа Розглянемо, як приклад, одного з ключових учасників будівельного проекту — ГППа/ ГАПа, його завдання та функції на кожному з етапів реалізації будівельного проекту (таблиця 1).

Таблиця 1. Функції ГАПа/ГПА на кожному етапі будівельного проекту

№	Етап будівельного проекту	Функції ГПА/ГАПа
1.	Передпроектний етап	Приймання участі в комісії по виборі ділянки для будівництва та підготовці завдання на проектування; Підготовка даних для укладання договору і складання графіка розробки проектно-документації; Організація та технічне керівництво проектно-вишукувальними роботами
2.	Проектування	Підготовка технічних завдань та вихідних даних субпідрядним проектним організаціям на виконання проектних робіт; своєчасне вирішення всіх питань, що виникають у субпідрядних організацій в процесі розробки проектно-кошторисної документації Організація розробки проектно-кошторисної документації Забезпечення відповідності проектно-кошторисної документації технічному завданню, нормативній базі та вимогам замовника
3.	Підготовка до будівництва	Приймання участі при розгляді, погодженні та захисті проекту в державних органах та під час проходження експертизи
4.	Будівництво	Проведення авторського нагляду за будівництвом Контроль та, за необхідності, зупинка виконання будівельно-монтажних робіт, які виконуються з відхиленнями від проекту Контроль та організація внесення змін до проектно-кошторисної документації
5.	Введення в експлуатацію	Приймання участі у роботі комісії по підготовці та введенні об'єкта в експлуатацію

Головний архітектор проекту (далі – ГАП) – архітектор, який має кваліфікаційний сертифікат та виконує роботу з архітектурно-об'ємного проектування, очолює та/або координує розроблення окремих розділів проектно-документації; [1]

Головний інженер проекту (далі – ГІП) – інженер, який має кваліфікаційний сертифікат та виконує роботу з інженерно-будівельного проектування, очолює та/або координує розроблення окремих розділів проектно-документації; [1]

Головним завданням ГПА/ГАПа є забезпечення високої якості та відповідності проектно-кошторисної документації технічному завданню, нормативній базі та вимогам замовника.

Для виконання своїх функцій ГІП/ГАП використовує такі інструменти (при традиційному САД підході):

- AutoCAD, ArchiCAD або REVIT – для створення 2D креслень та 3D моделі без деталізації (рідко модель в ArchiCAD і REVIT наповнюється інформацією для формування специфікацій

- MS Project – для створення календарного плану будівництва та графіків виконання робіт

- АВК – для розрахунку кошторисної вартості будівництва

- MS Word та Excel – для остаточного оформлення технічних завдань на виконання проектних робіт, створення специфікацій, підготовка зауважень до кошторисно-проектної документації та інше.

Недоліками такого підходу є:

- неузгоджені та неінтегровані дії між різними учасниками проекту

- практично відсутня координація між різними складовими частинами проектно-кошторисної документації

- ризик появи помилок при внесенні змін і оновленні інформації в проект

- неефективне управління документами

- невідповідність форматів файлів програм

- значний вплив людського фактору через велику кількість механічної роботи

- і т.д

Тому для вирішення вище перерахованих недоліків та підвищення ефективності та якості роботи ГПА/ГАПа необхідне використання сучасних інструментів, що допоможуть комплексно працювати над реалізацією будівельного проекту всім учасникам на всіх етапах. Таким рішенням може стати ВІМ-технологія.

ВІМ-технологія

ВІМ (Building Information Modeling -інформаційне моделювання будівлі) – це підхід до проектування, будівництва, забезпечення експлуатації та ремонту будівлі (до управління життєвим циклом об'єкта), який передбачає збір і комплексну обробку в процесі проектування всієї архітектурно-конструкторської, технологічної, економічної та іншої інформації про будівлю з усіма її взаємозв'язками і залежностями, коли будівля і все, що має до неї відношення, розглядаються як єдиний об'єкт.

Впровадження ВІМ-технології

Як уже визначалося на початку, основною перевагою ВІМ перед існуючим САД підходом є те, що моделі і об'єкти управління ВІМ – це не просто графічні об'єкти, це інформація, що дозволяє автоматично створювати креслення і звіти, виконувати аналіз проекту, моделювати графік виконання робіт, експлуатацію об'єктів і т. д., тобто надає всім учасникам проекту можливість для прийняття найкращого рішення з урахуванням всіх наявних даних. Разом з тим, незважаючи на те, що багато організацій, вже мають досвід впровадження комп'ютерних програм, у тому числі і в автоматизації проектування, але перехід на ВІМ-технологію точно не буде таким, як – з "кульманів" на САД. І в цьому є певна небезпека, оскільки менеджмент цих фірм помилково вважає, що, діючи аналогічним чином, і в цей раз впорасться з поставленими завданнями. Це призводить до явної недооцінки виникаючої проблеми (таблиця 2). Адже

Таблиця 2. Проблеми впровадження BIM-технології

№	Назва проблеми	Опис проблеми
1	Відсутність знань і, як наслідок, потреб в організації та управлінні обміном інформацією різного роду і типів відповідно до сучасних вимог	Інформаційне забезпечення є однією з найважливіших частин BIM: дані, необхідні для проектування, в тому числі документи, проектні процедури, проектні рішення, типові елементи і комплектуючі вироби, матеріали та інші дані, а також файли і блоки даних на сучасних носіях із записом зазначених документів. У сукупності всі ці компоненти являють собою базу даних системи автоматизованого проектування. Обіг інформації - одна з найсильніших сторін BIM-технологій. Інформаційні моделі BIM мають ряд специфічних параметрів, таких як: складна тривимірна геометрія, інтелектуальна поведінка, величезний обсяг додаткової інформації, пов'язаної безпосередньо з кожним об'єктом. Тому, обмін інформацією між системами - процес діаметрально складніший, ніж раніше, в попередніх поколіннях систем проектування.
2	Забезпечення необхідного рівня деталізації	Інформаційна модель, що складається з декількох пов'язаних файлів і забезпечена належною деталізацією, може розростатися до неймовірних розмірів. Рівень деталізації - специфічне питання, яке можна вирішити стосовно кожної ситуації зокрема, так як <ul style="list-style-type: none"> її відсутність може звести нанівець ціль створення моделі, а зайва деталізація ускладнить процес роботи з нею для рядових інженерів. Найбільші проекти часто вимагають досконалого програмного забезпечення, а з однією з найбільш нагальних завдань - перевірки моделі на колізії, здатні справлятися одиниці комп'ютерів, так як повне завантаження подібної моделі є досить трудомістким процесом. Помилковий вихід: зниження рівня деталізації, щоб зменшити обсяг вихідного файлу, замість виходу з цієї ситуації шляхом використання спеціалізованих програм.
3	Кадрові проблеми	При впровадженні BIM (як і будь-якої іншої нової технології), доводиться зіткнутися з кадровими проблемами, так як зміна усталених за довгий час процесів завжди призводить до неминучих конфліктів інтересів: <ul style="list-style-type: none"> вже наявний досвідчений персонал необхідно навчити основам інформаційного моделювання, нові кадри при прийомі на роботу зобов'язані розуміти, що є BIM і які зміни в подальшому він може за собою привести. Ймовірно, розподіл команди на два різних «табору»: <ul style="list-style-type: none"> перший - консерватори, чий робочий процес залишиться колишнім, інша частина - так звані «двигуни прогресу», чия допомога допоможе виявити сильні і слабкі сторони передбачуваного робочого процесу.
4	Створення стандартів організації	Створення стандартів організації є необхідною умовою, так як будь-який процес, що полягає в багатофакторній взаємодії величезної кількості людей, вимагає збірки внутрішніх правил, яка стане невід'ємним помічником при вирішенні трудомістких завдань. Не кожна організація готова настільки змінювати свою структуру для створення злагодженого процесу, бо виникають труднощі, їх рішення, відкладається до кращих часів, в результаті їх кількість стає несумірною, і подальша робота є неможливою.
5	Необхідність комплексного впровадження BIM на всіх етапах життєвого циклу	Трудомісткий процес створення BIM-моделі зміг послужити тільки для полегшення праці проектної організації, така робота практично нічого не коштує. Ситуація: проектна організація успішно впровадила в свою структуру BIM-технології, так само успішно реалізувала необхідний проект, створена інформаційна модель відповідає сучасним вимогам, стандартам і готова <ul style="list-style-type: none"> як для забезпечення потреб будівельного майданчика, так і для подальшої експлуатації об'єкта. Однак, компанія забудовник з інформаційним моделюванням знайома тільки зі слів проектувальників, отже, потенціал моделі дорівнює нулю.

перехід на BIM — це не тільки зміна самого підходу до проектування, бо, просто зміна програм креслення, а це, насамперед, зміна образу мислення, і головне, в першу чергу, у представників самого менеджменту, і, одночасною зміною і психології проектувальників, і напрацьованих виробничих зв'язків і

процесів, а також освоєння нових комп'ютерних програм і техніки.

Так що попередження "BIM — це не CAD!" має змусити фахівців насторожитися і більш уважно підійти до питань переходу організації на технологію інформаційного моделювання. [2]

Зараз вирішенням цієї проблеми при переході на технологію BIM є те, що змінюється структура проектної групи, вводяться нові посади, такі як BIM-менеджери, BIM-координатори та інші, або взагалі створюється новий відділ (в залежності від розміру компанії та розміру комплексів будівництва, що проєктуються). Як приклад, розглянемо BIM-менеджера. Його головним завданням є інформаційно-технологічне управління створенням моделі і узгодження дії всіх учасників проектного процесу. Функціями BIM-менеджера є:

- розробка плану виконання BIM-проєкту;
- визначення вимог до складу та структури файлів інформаційної моделі;
- визначення рівня деталізації об'єктів, що моделюються на найвчній стадії;
- контроль рівня володіння співробітниками програмним забезпеченням та при необхідності направляти їх на навчання
- проведення перевірки інформаційних моделей на відповідність вимогам стандарту;
- відстеження дотримання стандарту і якості виконання роботи учасниками проєкту;
- координація процесу проведення нарад по статусу BIM-проєкту;
- підготовка робочих місць співробітників, що працюють в BIM-проєкті;
- розподіл ролей та обов'язків між учасниками по створенні BIM-проєкту;
- архівація проєкту, створення резервних копій.

BIM-менеджер відповідає за максимальне приближення BIM-моделі до реального об'єкту також за всю документацію з BIM-моделі. [5]

BIM-менеджер це фахівець-посередник, є сполучною ланкою між ГПП/ГАП та провідними фахівцями і тими, хто освоїв цю технологію, і безпосередньо працюють над створенням BIM моделі. Однак іншим варіантом є те, що ГПП/ГАП візьме на себе частину обов'язків BIM-менеджера, а іншу частину розподілить між іншими виконавцями. Тому спільнота повинна бути готова до розвитку обох сценаріїв — створення на підприємствах нових функціональних одиниць або відділів та навчання власних спеціалістів. [4]

Підготовка BIM-спеціалістів

На сьогоднішній день підготовка до роботи ГППом/ГАПом не зовсім відповідає вимогам галузі. Випускник може стати ГППом/ГАПом після 3-4 років роботи, за умови, якщо після закінчення ВНЗ потрапить в організацію, яка дбає про кадри та зможе підняти його знання та навички до необхідного рівня, а якщо ні, то випускник може і не вдосконалити свій фах. Таким чином випускник є залежним від випадку, але це можна змінити, якщо навчальні заклади поряд з кваліфікацією, готували компетентного спеціаліста, знання і навички якого, допомогли йому кар'єрно зростати.

Однак з BIM-технологією справи йдуть набагато гірше — в даний час навчальні заклади фактично стоять осторонь від BIM. Одна з проблем полягає в тому, що система вузівської підготовки базується на

індивідуальній роботі студентів в рамках своєї спеціалізації, в той час як BIM — це технологія колективної взаємодії різних фахівців. Також крім відсутності в вузах повноцінних інструментів і методик навчання BIM-технології, гальмуючим фактором є небажання викладацького складу перебудовувати свої курси під BIM.

Сьогодні для розробки курсових і дипломних проєктів студенти використовують програми Autodesk AutoCAD або Graphisoft ArchiCAD, але вони не дозволять впровадити в повній мірі BIM-технології в навчальний процес. Сьогодні у всьому світі найбільш популярні програми сімейства Autodesk, які пропонують комплексні рішення для впровадження BIM-технологій. Так, наприклад, для розробки архітектурних та конструктивних рішень використовують Autodesk Revit, для розрахунку будівельних конструкцій — Autodesk Robot Structural Analysis, для розробки інженерно-технічних рішень — Autodesk Revit MEP, для розробки технологічних рішень Autodesk Navisworks, для групової роботи над проєктом — Autodesk Design Review, Autodesk BIM 360, Autodesk Vault, для презентації проєктів — BIM 360 Build. [6]

Отже, вирішенням проблеми підготовки студентів до роботи в BIM-технології можуть стати наступні рішення:

- підсилення зв'язку з виробництвом — відправка студентів на практику до компаній з впровадженою BIM-технологією, де вони будуть працювати над реальними проєктами під керівництвом BIM-спеціалістів. Також в кінці практики студенти отримають завдань від компанії на наступний семестр, що будуть виконуватися замість курсових та практичних.

- міждисциплінарне навчання — в рамках інтегрованого проєктування будівель для навчання студентів технології BIM пропонується використовувати імітаційне навчання для міжпредметного курсового проєкту. Концепція заснована на формуванні проектної команди студентів, складеної подібно об'єднанню проєктувальників різної спеціалізації в реальній практиці проєктування і будівництва. До складу команди повинні увійти студенти конструктори-розрахувачі, конструктори інженерних систем і проєктувальники технології будівельного виробництва, економісти і управлінці. Відбір для участі повинен ґрунтуватися на знанні програмного забезпечення, знань в проєктній області, досвіді моделювання та персональної зацікавленості. [3]

Висновки.

Отже, можна стверджувати, що в сучасному інформаційному середовищі впровадження BIM-технологій на заміну CAD — технологіям в вітчизняну будівельні компанії є необхідним для підвищення якості та ефективності роботи.

Передбачається, що впровадження методології BIM в освітній процес і розвиток процесів підготовки студентів дозволить якісно підвищити рівень випускників будівельних вузів, щоб освоєння ними нового технологічного рівня відкрило шлях до вдосконалення вітчизняної будівельної галузі, полегшило процес впровадження BIM в будівельних компаніях.[2]

Література

1. Про затвердження Порядку розроблення проектної документації на будівництво об'єктів: Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 16.05.2011 № 45
2. Талапов В. Впровадження BIM: десять заповідей // isicad.ru: ваше вікно в світ САПР. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17519
3. Букун А.С. Розвиток процесів підготовки фахівців будівельної сфери для застосування інформаційного моделювання будівель в будівництві // Молодіжний науковий форум: Технічні та математичні науки: електро. зб. ст. по мат. XLV міжнар. студ. наук.-практ. конф. № 5 (45). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/5\(45\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/5(45).pdf)
4. Савицький В.В. Комплексний аналіз зонами приміщень, що проектуються – запорука успішної реалізації проекту // Технологія BIM в ArchiCAD. URL: <http://volodymyr57.blogspot.com/2018/04/blog-post.html>
5. Петрова О. План виконання BIM-проекту (BIM-стандарт). Що це? // Записки проектувальника. GREEN BIM, CFD. Сучасні технології проектування і будівництва будівель. URL: <http://bim-proektstroy.ru/?p=117>
6. Д.Ю. Безган BIM-технологія: підготовка нових кадрів // Теорія і технологія освіти URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-tehnologii-podgotovka-novyh-kadrov>

Reference

1. Pro zatverdzhennya Poryadku rozroblennya proektnoyi dokumentatsiyi na budivnistvo ob'ektiv: Nakaz Ministerstva regionalnogo rozvutku, budivnistva ta zhitlovo-komunalnogo gospodarstva Ukraini vid 16.05.2011 # 45
2. Talapov V. Vprovadzhennya BIM: desyat zapovidey // isicad.ru: vashe vIkno v svIt SAPR. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17519
3. Bukun A.S. Rozvitok protsesiv pidgotovki fahivtsiv budivelnoyi sferi dlya zastosuvannya Informatsiyного modelyuvannya budivel v budivnistvi // Molodizhniy naukoviy forum: Tehnichni ta matematichni nauki: elektro. zb. st. po mat. XLV mIzhnar. stud. nauk.-prakt. konf. # 5 (45). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/5\(45\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/5(45).pdf)
4. Savitskiy V.V. Kompleksniy analiz zonami primischen, scho proek-tuyutsya – zaporuka uspIshnoyi realIzatsiyi proektu // Tehnologiya BIM v ArchiCAD. URL: <http://volodymyr57.blogspot.com/2018/04/blog-post.html>
5. Petrova O. Plan vikonannya BIM-proektu (BIM-standart). Scho tse? // Zapiski proektvalnika. GREEN BIM, CFD. Suchasni tehnologiyi proektuvannya I budivnistva budivel. URL: <http://bim-proektstroy.ru/?p=117>
6. D.Yu. Bezgan BIM-tehnologiya: pidgotovka novih kadriv // Teoriya I tehnologiya osvIti URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-tehnologii-podgotovka-novyh-kadrov>

О.Ю. Чертков, к.т.н.; **В.А. Цегельный**; **Д.С. Ермолович**
 Киевский Национальный Университет Строительства и Архитектуры, г. Киев

КОМПЕТЕНЦИЯ – ОСНОВА УСПЕШНОГО ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация. В статье рассматриваются особенности и требования к строительной отрасли в период информационных технологий. Рассмотрены преимущества и недостатки BIM-технологии по сравнению с традиционным подходом к проектированию (CAD-технологии) на примере работы ГИПа / ГАПа. Определены возможности ускоренного внедрения BIM в строительные компании за счет обучения специалистов компании, а также выпускников высших учебных заведений. Рассмотрены проблемы подготовки компетентных специалистов для работы в BIM-среде.
Ключевые слова: BIM-технология; BIM-моделирование; CAD-технология; информационное моделирование зданий; особенности внедрения; ГИП; ГАП; проектирование.

O. Y. Chertkov, associate professor; **V.O. Tsehelnii**; **D.S. Ermolovich**
 Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv

COMPETENCE IS THE BASIS FOR SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGY

Abstract. The article deals with features and requirements for the construction industry in the period of information technologies. The advantages and disadvantages of BIM technology in comparison with the traditional approach to design (CAD technology) on the example of CPE/CAP are considered. Possibilities of accelerated implementation of BIM in construction companies at the expense of training of specialists of the company as well as graduates of higher educational establishments are determined. The problems of preparation of competent specialists for work in the BIM environment are considered..
Key words: BIM technology; BIM modeling; CAD technology; information modeling of buildings; implementation features; chief project engineer; chief architect of the project; design.