

УДК 330.131.5

Трач Р. В.

*кандидат економічних наук, докторант,
Київський національний університет будівництва і архітектури*

Trach R. V.

*PhD in Economics
Kyiv National University of Construction and Architecture*

ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ОДИН ІЗ КЛЮЧОВИХ ФАКТОРІВ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

INFORMATION MODELING AS ONE OF THE KEY FACTORS OF INNOVATIVE CONSTRUCTION ENTERPRISE

Анотація. У статті розглянуто актуальні питання, проблеми та виклики інноваційного розвитку будівельних підприємств. Технологічне оновлення будівельної галузі на основі інновацій необхідне для формування конкурентної переваги в стратегічній перспективі у зв'язку з посиленням глобальної конкуренції на ринку будівельних послуг. Впровадження в практику комп'ютерних методів інформаційного моделювання (Building Information Modeling) всіх ключових стадій будівельного процесу та інших передових ІТ-технологій значною мірою змінило обличчя галузі. Запропоновано застосування інформаційного моделювання як одного із ключових чинників сталого розвитку підприємств будівельної галузі.

Ключові слова: інновації, сталий розвиток, інформаційне моделювання, BIM, будівництво.

Вступ та постановка проблеми. Основним завданням інноваційного розвитку будівельної галузі є створення конкурентних переваг у стратегічній перспективі, які формують безпечне і комфортне середовище життєдіяльності людини, що відповідає високим світовим стандартам якості, для забезпечення сталого соціально-економічного розвитку країни. Досягнення конкурентних переваг має бути засноване на інноваційному переозброєнні будівельної галузі, формуванні інноваційних компетенцій, інжинірингових схем організації управління життєвим циклом будівельного об'єкта, застосуванні інформаційного моделювання з метою підвищення про-

дуктивності праці, зниження енергоємності, матеріалоемності і собівартості будівельної продукції.

Будівельна галузь вносить істотний внесок у створення і розвиток сучасної інфраструктури національної економіки, від якої залежить функціонування галузей, підприємств реального сектору.

Конкурентоспроможність будівельної галузі є важливим чинником забезпечення її стійкості, яка гарантує зайнятість населення, комфортність середовища проживання, якість житла, відіграє вирішальну роль у скороченні викидів парникових газів. Подальший розвиток будівельної галузі, як і інших сфер економіки, пов'язаний

з інноваційною активністю, інноваційною діяльністю, результатом якої повинні бути нові будівельні матеріали, будівельні технології проектування, будівництва, експлуатації будівель і споруд, вихід на нові ринки будівельних послуг (експорт), а також перехід до нових управлінських технологій (створення інжинірингових компаній) та ін.

Інноваційний розвиток будівельної галузі базується на реалізації національних, регіональних і корпоративних інноваційних програм, проєктів розвитку її інноваційного потенціалу та інноваційної культури будівельного виробництва.

До основних проблем інноваційного розвитку будівельної галузі варто віднести технологічну відсталість, роз'єднаність і закритість, які чинять значний вплив на зниження конкурентоспроможності будівельної галузі та проявляються в недостатньому забезпеченні високопрофесійними працівниками, інженерно-технічним персоналом; недостатній обсяг інвестицій, інформаційну непрозорість галузі; невідповідність процесів будівельного виробництва міжнародним стандартам; незначну кількість великих будівельних компаній, здатних підтримувати весь цикл будівельного виробництва (проектування – будівництво – експлуатація); недостатню активність в області трансферу і комерціалізації інноваційних розробок у будівельне виробництво.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання необхідності запровадження і розвитку інформаційного моделювання в будівництві досить активно вивчається іноземними вченими, зокрема Т. Козловою, В. Талаповим, Л. Трофимовою, А. Томаном, Л. Устиновичус та іншими. В Україні дослідження проблематики BIM займаються А.С. Білик, М.А. Беляєв, А.І. Тесьолкін, М.С. Барабаш, К.І. Київська.

Проте є ще значна частина питань, які потребують наукового обґрунтування та вирішення. Одне з них – дослідження актуальних питань, проблем і викликів інноваційного розвитку будівельних підприємств та можливості застосування інформаційного моделювання як одного з ключових чинників сталого розвитку підприємств будівельної галузі.

Метою статті є аналіз актуальних питань, проблем і викликів інноваційного розвитку будівельних підприємств та можливості застосування інформаційного моделювання як одного з ключових чинників сталого розвитку підприємств будівельної галузі.

Результати дослідження. Будівельна галузь належить до низько- і середньотехнологічних сфер економіки, внаслідок чого інноваціям та інноваційній діяльності приділяється менше уваги, ніж у високотехнологічних галузях і виробництвах. Але з огляду на високу питому вагу будівельного виробництва в національній економіці перехід до високотехнологічного виробництва будівельної галузі забезпечить економічне зростання і будівельної галузі, і національної економіки загалом, оскільки багато інших сфер діяльності взаємодіють із будівельною.

Технологічне оновлення будівельної галузі на основі інновацій необхідне для формування конкурентної переваги в стратегічній перспективі у зв'язку з посиленням глобальної конкуренції на ринку будівельних послуг; прискоренням інноваційно-технологічного розвитку та реіндустріалізації світової економіки; вимогами, що їх диктують нові технології в області виробництва будівельних матеріалів, енергозбереження, енергоефективності; екологічними проблемами.

У сучасній економічній літературі вкоренилася думка, що зараз світ переживає нову індустріальну революцію, за своїми масштабами і наслідками, можливо, більш глибоку, ніж та, що була в XVIII – XIX ст. Ця революція ради-

кально перетворює форми діяльності людей, форми їхньої організації, характер їхніх відносин. Дослідники розходяться в думках про основні тенденції цієї революції, але висновок про те, що необхідність змін, здатність до них є імперативною вимогою нашого часу, є загальновизнаним. Як зазначає В. Распопов, «у сучасній конкурентній боротьбі насамперед боротьба йде не за володіння ресурсами, матеріальними цінностями, а за здатність до змін (нововведень)» [1].

Й. Шумпетер встановив наявність відносин коротко- і довгострокових зв'язків у процесі техніко-технологічних змін, виявив умови накопичення і поширення нововведень, описав чинники, що позитивно або негативно впливають на використання змін [2].

Більш широкий підхід до змін продемонстрував П. Друкер, який вважав, що це більш економічне і соціальне поняття, ніж технічне, оскільки навіть у разі техніко-технологічних змін змінюються цінність і споживчі якості, які отримуються споживачем із ресурсів. П. Друкер визначав їх як особливий інструмент, засіб, за допомогою якого вони прагнуть утворити новий вид продукту або послуги [3].

У сучасній літературі підкреслюється системний характер змін – це не результат якоїсь однієї, часткової зміни у виробничому процесі або в організації управління, а результат сукупності взаємодій, які змінюють всю систему промислового підприємства. В.М. Распопов і В.Л. Тамбовцев визначають їх як комплексний процес створення, поширення і використання нового практичного засобу для кращого задоволення відомої потреби людей [4].

Будівництво є галуззю, що невинно розвивається. Одним із пріоритетів є застосування парадигми сталого розвитку, реалізація якого стає основою на етапі всього життєвого циклу будівлі (проектування, будівництво, експлуатація та знесення/реконструкція). Реалізація цієї ідеї вимагає ефективного управління інформацією про будівлю протягом усього життєвого циклу.

Виклики, що стоять перед будівництвом на шляху до підвищення його ефективності, були також ідентифіковані в доповіді «Rethinking Construction», заснованій на досвіді будівельної галузі Великобританії [5], основними з них є:

- можливість використання повторюваних елементів процесу проектування в разі будівництва схожих будівель;
- збільшення інтегрованості будівельного процесу і звуження співробітництва між його учасниками – відсутність безперервності між подальшими етапами спричиняє ускладнення в обміні інформацією і в процесі впровадження інновації;
- можливість вчинення дій одночасно з повним усвідомленням їх впливу на кінцевий результат процесу;
- можливість удосконалення пропонованих продуктів (будівель) за рахунок спостереження та аналізу за раніше реалізованими проєктами;
- удосконалення виробництва і доставки спеціфічних елементів для проєкту завдяки кращому обміну інформацією між проєктантом і виробником.

Інша публікація прогнозує напрями, які будуть ключовими для будівництва впродовж подальших 20 років від дати публікації статті (2011). Авторами врахована значна кількість та різноманітність завдань щодо будівлі та відображені такі питання, як:

- вимоги, пов'язані з якістю будівлі, стосуються значної кількості параметрів, які накопичуються в процесі цілого життєвого циклу будівлі. Їхня кінцева вартість визначається в процесі проектування, тому проєктант повинен мати доступ до інструментів аналізу і моделювання середовища;

– необхідність кращого розуміння потреб кінцевого споживача в контексті переходу від розрахунку короткострокових витрат і цінності будівлі (визначених у момент передачі будівлі у користування) на довгостроковий підхід, що враховує цілий цикл існування об'єкта;

– необхідність багатоаспектного проектування, що враховує різного типу запити і критерії, які повинні бути взяті до уваги для отримання оптимального продукту. Виникає потреба в забезпеченні проєктанта різноманітними інструментами, що допомагають здійснити аналіз і моделювання будівлі, спираючись на максимальну кількість інформації;

– необхідність забезпечення доступу до інформації про будівлю впродовж цілого періоду її існування, що є особливо складним на етапі користування, який залежно від передбаченого сценарію, що реалізовується, може становити кілька десятків або навіть понад сто років. Також після закінчення цього періоду має бути доступна інформація з теми використаних у будівлі матеріалів і виробів разом з інструкціями з їх демонтажу і рециклінгу.

Істотною характеристикою не лише українських, а й світових будівельних підприємств є їхній консерватизм і повільність щодо впровадження та поширення нових технологій. Будівельний комплекс у рейтингу інноваційно активних галузей провідних економічних держав займає одне з останніх місць. У спеціальній літературі за будівництвом давно закріпився ярлик «неповороткої галузі» (laggard industry). Головним аргументом, що підтверджує справедливості цієї характеристики, є те, що у багатьох дослідженнях міститься посилання на вкрай низьку питому вагу складника НДДКР (науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи) в загальній структурі витрат будівельних компаній. Наприклад, за даними американського міністерства енергетики в США підприємствами будівельного комплексу інвестується в інноваційний розвиток 0,3–0,4% від загального обсягу продажів, тоді як в середньому в інших галузях промисловості на ці цілі відраховується 3–4%. Схожі оцінки є і в більшості будівельних підприємств Західної Європи [6].

Безумовно, наведена характеристика далеко не повною мірою відображає реальну інноваційну картину в будівельному комплексі. Так, необхідно робити істотну поправку на те, що значна частина нових технологічних розробок, які впроваджуються у будівництві, приходять туди з інших галузей промисловості – металургії, лісової і деревообробної, хімічної галузей тощо.

Однак навіть з урахуванням цієї необхідної корекції загальна оцінка будівельних підприємств як таких, що не вирізняються особливою схильністю до інновацій, видається цілком об'єктивною. Інерційність підприємств будівельного комплексу визначається декількома факторами. Насамперед це тривалий час експлуатації будівель та споруд, протягом якого можуть виявитися недоліки застосовуваної технології. У зв'язку з цим будівельні підприємства вкрай обережні у виборі нових матеріалів або способів будівництва. Друга причина консерватизму – висока відповідальність будівельників за результат, оскільки через застосування невідповідної технології або помилки у проєктуванні може виникнути безпосередня небезпека для життя значної кількості людей.

Однак завдяки впливу низки факторів ситуація серйозно змінилася буквально за останнє десятиліття. Консервативна будівельна галузь, швидше за все, буде просто змушена відмовитися від своїх усталених традицій і піти на цілу низку радикальних змін. Так, швидко впровадження у практику комп'ютерних методів інформаційного моделювання (англ. Building Information Modeling,

BIM) всіх ключових стадій будівельного циклу та інших передових IT-технологій вже значною мірою змінило обличчя галузі.

Всього через кілька десятиліть може змінитися практично до невпізнання і сам набір використовуваних у галузі матеріалів та технологій [7].

Будівельна галузь вважається консервативною у частині впровадження нових технологій. Іншою складністю є саме будівництво з його специфічними проблемами, що не цілком дозріло для такої революційної технології. Підприємству часто невидімна та прозорість, яку дає ця технологія, адже в «нечіткому» проєкті легше збільшити витрати за кошторисом, приписати якісь непотрібні операції, матеріали, які потім не знадобляться. А в BIM все це реалізувати неможливо, там дуже добре видно, що і де потрібно зробити, і головне – скільки це буде коштувати. А така прозорість проєкту зручна не всім.

Ідея BIM походить із періоду початків CAD (80-ті роки XX ст.), коли вона була вперше концептуально описана науковцями і запроваджена в програмному забезпеченні перших версій програм CAD. У цьому періоді BIM фактично позначав тривимірне графічне моделювання, збагачене додатковими можливостями.

В основі технології BIM лежить концепція об'єктно-орієнтованого параметричного проектування (моделювання) будівель. І це параметричне моделювання є однією з тих принципових особливостей, які відрізняють BIM-програми від всіх інших CAD-систем проектування.

Незважаючи на активний розвиток напрямку інформаційного моделювання сьогодні не існує єдиного загальноприйнятого визначення цієї категорії. На нашу думку, найбільш вдало процес інформаційного моделювання в будівництві описано у звіті Building SMART International [8].

Building Information Modeling – це творчий процес генерації та використання даних про споруду, її проектування, будівництво й експлуатацію під час повного життєвого циклу. BIM створює можливість доступу до інформації про об'єкт всім зацікавленим учасникам інвестиційно-будівельного процесу.

Недостатня інноваційна активність будівельних організацій пояснюється меншим рівнем глобалізації, ніж у галузях промисловості, переважно через тривалість будівельного циклу, наявність великої кількості мікро-, малих і середніх підприємств, які вимушено консервативні, оскільки не можуть спрямувати інвестиції на дослідження, а також не володіють достатніми компетенціями, щоб оцінити і використовувати високотехнологічні інновації. З цієї причини інновації в будівельній галузі в усіх розвинених країнах так само здійснюються переважно великими підприємствами, будівельними холдингами, мережевими об'єднаннями. Мережева організаційна структура дає змогу надавати послуги в кількох областях будівельної діяльності одночасно, залучати до виконання будівельних робіт різних постачальників будівельних матеріалів та обладнання, забезпечувати взаємодію суб'єктів будівельного виробництва за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій і інформаційного моделювання.

Організаційний механізм взаємодії суб'єктів інвестиційно-будівельного комплексу має різноманітні форми – від традиційного генпідрядного типу організації будівельного виробництва на основі підрядних торгів до проєктно-будівельного типу організації і професійного управління з новою організаційною структурою організатора будівництва, в ролі якого може виступати мережеве об'єднання; у цьому разі забудовник є генеральним підрядником, представляє інтереси замовника під час вибору з альтернативних варіантів проектування, будівництва,

експертизи, кошторисних витрат, постачальників, проектно-будівельних фірм та ін. [9].

Такі мережеві об'єднання можуть здійснювати будівельні роботи під ключ і включати до свого складу підприємства з проектування, будівництва, постачання обладнання, будівельно-монтажних робіт, технічної підтримки, інженерного супроводу інвестиційно-будівельних проектів.

Основною перевагою мережевої організаційної структури, є те що функціонує вона на основі інформаційного моделювання, є можливість поєднувати окремі стадії реалізації будівельних проектів, вводити об'єкти окремими пусковими комплексами, здійснювати контроль за ходом реалізації проектів, вносити в них суттєві зміни і скорочувати тривалість інвестиційного циклу (до 30% порівняно з традиційною формою підрядних відносин).

Темпи і масштаби технологічного прогресу в галузі будуть залежати від ступеня та швидкості переходу на автоматизовані методи будівництва і масового впровадження робототехніки і технологій з мінімальним втручанням людей. Так, багато експертів сьогодні сходяться на думці, що однією з ключових тенденцій найближчих десятиліть у будівельній індустрії повинен стати прискорений перехід від традиційних технологій зведення будинків безпосередньо на будмайданчиках (on-site manufacturing) до збірно-модульного (офсайтного) житлового будівництва і далі – до практично конвеєрного виробництва будинків з уніфікованих панельних або модульних компонентів, спроектованих за допомогою комп'ютерів.

У розвитку будівельної індустрії за минулі півтора десятиліття можна виділити дві основні тенденції, такі як

«зелене будівництво» і застосування технології інформаційного моделювання будівлі [10].

Хоча ці два напрями видаються різними, але насправді залежність між ними очевидна. Цілі «зеленого будівництва» досяжні лише за умови тісної взаємодії всіх учасників не тільки проектно-будівельного процесу, а й експлуатації будівлі, що зафіксовано в концепції інтегрованого проектного процесу. Реалізувати цю концепцію на практиці дає змогу застосування технології інформаційного моделювання будівель.

Висновки. У інноваційних аналітиків галузь будівництва давно стала зразком несприйнятливості до нових технологій. Низькі витрати на НДДКР, консерватизм проектувальників, підрядників і самих споживачів, непереборна тяга до традиціоналізму контролюючих органів – ось далеко не повний перелік характерних ознак цієї індустрії. З усіх промислових сфер інновації в будівництво приходять практично найпізніше. Однак завдяки впливу низки факторів ситуація серйозно змінилася буквально за останнє десятиліття. Так, швидке впровадження в практику комп'ютерних методів інформаційного моделювання всіх ключових стадій будівельного циклу та інших передових ІТ-технологій значною мірою змінюють обличчя галузі.

Технологічне оновлення будівельної галузі на основі інновацій необхідне для формування конкурентної переваги у стратегічній перспективі у зв'язку з посиленням глобальної конкуренції на ринку будівельних послуг; прискоренням інноваційно-технологічного розвитку та реіндустріалізації світової економіки; вимогами, що їх диктують нові технології в галузі виробництва будівельних матеріалів, енергозбереження, енергоефективності; екологічними проблемами.

Список використаних джерел:

1. Распопов В.М. Управление изменениями. – М. : Магистр, 2009. – 334 с.
2. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия. – М. : Эксмо, 2008. – 864 с.
3. Друкер П. Бизнес и инновации / пер. с англ. и ред. К.С. Головинского. – М. : Вильямс, 2007. – 423 с.
4. Тамбовцев В.Л. Теории институциональных изменений. – М. : ИНФРА-М, 2009. – 154 с.
5. Egan J. : Rethinking Construction, The report of the Construction task Force, HMSO, UK, 1998.
6. Инновации в строительном кластере: барьеры и перспективы: отчет. – М.: Инновационное бюро «Эксперт», 2007. – 245 с.
7. Черняк Л. Интернет вещей: новые вызовы и новые технологии / Л. Черняк // Открытые системы. 2013. № 4.
8. Building SMART International, raport 31.01.2012. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://buildingsmart.pl/bimpl.htm>. – Назва з екрану.
9. Трофимова Л.А., Трофимов В.В. Перспективы информационного обеспечения взаимодействия участников инвестиционно-строительного комплекса / Л.А.Трофимова, В.В. Трофимов // Экономика и управление. – 2013. – № 1 (87). – С. 86–89.
10. Козлова Т.И., Талапов В.В. Опыт информационного моделирования памятников архитектуры. Архитектура и современные информационные технологии [Електронний ресурс] – Режим доступу: – <http://www.marhi.ru/AMIT/2009/3kvart09/Talapov/Article.php>.

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы, проблемы и вызовы инновационного развития строительных предприятий. Технологическое обновление строительной отрасли на основе инноваций необходимо для формирования конкурентного преимущества в стратегической перспективе в связи с усилением глобальной конкуренции на рынке строительных услуг. Внедрение в практику компьютерных методов информационного моделирования (Building Information Modeling) всех ключевых стадий строительного процесса и других передовых ИТ-технологий в значительной степени изменило лицо отрасли. Предложено применение информационного моделирования, как одного из ключевых факторов устойчивого развития предприятий строительной отрасли.

Ключевые слова: инновации, устойчивое развитие, информационное моделирование, BIM, строительство.

Summary. The article deals with current issues and challenges facing innovative development of building enterprise. Using of information modeling as one of the key factors of sustainable development of the construction enterprise is studied. Technological upgrade of the construction industry by using the innovation is necessary for the formation of strategic competitive advantage in the future due to the increase of global competition in the construction market, acceleration of innovation and technological development and reindustrialization of world economy. Technological innovation is associated with the application of new technologies in the building materials production, energy conservation and efficiency, salvation of environmental problems. Rapid implementation of Building Information Modeling of all key stages of the construction cycle and other advanced IT-technology have greatly changed the face of the industry.

Key words: innovation, sustainable development, information modeling, BIM, construction.