

УДК 692

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.220222.63.834

УПРОВАДЖЕННЯ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ ЯК ОСНОВИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ В КЕРУВАННІ БУДІВНИЦТВОМ

ЧАШИН Д. Ю.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

РАХМАНІН О. А.², студ.,

ХІЛЬ Д. В.³, студ.

^{1*} Кафедра організації та управління будівництвом, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 890-81-81, e-mail: chashyn.dmytro@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0986-9349

² Кафедра організації та управління будівництвом, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (099) 919-05-38, e-mail: rapco99@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0826-3273

³ Кафедра організації та управління будівництвом, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (098) 822-78-97, e-mail: dashahil99@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2800-5885

Анотація. Постановка проблеми. Висвітлено питання ефективності використання ВІМ-технологій для реалізації сучасних вимог скорочення термінів і вартості проектування, оптимізації проектних рішень на основі досвіду проектування нових будівель і споруд, забезпечення необхідною інформаційною підтримкою інвестиційного проекту впродовж усього його життєвого циклу. **Мета статті** – обґрунтування методичних положень щодо застосування методів оптимізації наявних виробничих ресурсів будівельних підприємств, виявлення резервів ресурсного потенціалу для раціонального його використання та підвищення економічної ефективності будівельної діяльності.

Ключові слова: ВІМ-технології; інформаційне моделювання; оптимізація; інформаційні технології

INTRODUCTION OF BIM-TECHNOLOGIES AS A BASIS FOR CREATION OF COMPLEX INFORMATION MODELS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT

CHASHYN D.Yu.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,

RAKHMANNIN O.A.², *Stud.*,

KHIL D.V.³, *Stud.*

^{1*} Department of Organization and Management in Construction, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (067) 890-81-81, e-mail: chashyn.dmytro@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0986-9349

² Department of Organization and Management in Construction, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (099) 919-05-38, e-mail: rapco99@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0826-3273

³ Department of Organization and Management in Construction, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (098) 822-78-97, e-mail: dashahil99@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2800-5885

Abstract. Formulation of the problem. The article discusses the opportunities that arise when using BIM-technologies, and the problems that can be solved with this technology. In addition, the authors analyze the effectiveness of this technology. According to research, the use of BIM-technologies helps to increase profits and profitability, reduce costs, increase productivity, reduce the total cost of the project. The article is devoted to the effectiveness of BIM technologies to implement modern requirements to reduce the time and cost of design, optimize design solutions based on experience in designing new buildings and structures, providing the necessary information support of the investment project throughout its life cycle. Optimization of design, construction and further operation management. Comprehensive inheritance of accumulated knowledge and data in digital form. Continuity of control of conformity of the received results to the set / forecasted parameters (strategic indicators). Implementation of CIM

(Complex Information Models) at all stages of construction production. Control of budgets, investments and profitability with the layout of projects and assets. *The purpose of the article.* The purpose of the article is to substantiate the methodological provisions for the application of methods for optimizing the existing production resources of construction companies, identifying reserves of resource potential for its rational use and improving the economic efficiency of construction activities using CIM and BIM technologies.

Keywords: *BIM-technologies; information modeling; optimization; information technologies*

Вступ. Будівельне інформаційне моделювання (BIM) – це термін, який найчастіше використовується для визначення набору параметричних інструментів та процесів створення та обслуговування інтегрованої спільної бази даних багатовимірної інформації щодо проектування, будівництва та експлуатації будівлі з метою поліпшення співпраці між зацікавленими сторонами, що скорочує час, необхідний для документального оформлення проекту [1].

У більшості випадків сучасні спеціалісти у галузі управління будівництвом поки що неправильно сприймають особливості BIM-технологій. Найчастіше помилка полягає в тому, що вони вважають, ніби BIM являє собою єдину модель або базу даних. Ми повинні мати на увазі, що комплексні BIM не зможуть замінити людину. BIM зменшує зайві та повсякденні роботи та полегшує обробку даних, але саме люди вводять дані в модель. Ще одна хибна думка – що спеціалісти вважають BIM-моделі на 100 % точними та адекватними, хоча це не так. Тому що люди здатні допускати помилки в процесі обробки інформації, які у свій час впливають на кінцевий результат BIM.

Технологія BIM спрямована на вдосконалення кожної і з стадій життєвого циклу інвестиційно-будівельного проекту, яке досягається за рахунок взаємопроникнення регламентів, процесів і інтегрованої технології моделювання упродовж усього життєвого циклу об'єкту будівництва, від передпроектної стадії до експлуатації.

У будівельній галузі використання BIM змінює взаємодію між замовниками, підрядниками, проектувальниками і незліченною кількістю інших учасників процесу будівництва. Звичайно, якщо ці зміни відбуваються на високому рівні,

наприклад, коли замовник хоче змінити не просто спосіб ведення конкретного проекту, а й весь ланцюжок взаємодії – зміни в реалізації проекту і міжпроектної координації можуть бути набагато масштабнішими. Буде помилкою сказати, що окремі проектні й будівельні компанії не виграють від використання BIM (насправді, вони отримують помітні переваги), але внесок BIM на рівні загальної взаємодії ще значніший, особливо для значних інвестиційних проектів.

Аналіз даних. У дослідженнях і публікаціях [1–7] визначено кілька цілей, серед них основною метою було визначити, які аспекти BIM показують більше переваг для будівельних проектів. Проектами передбачається, як правило, шість видів діяльності з використання BIM: візуалізація, 3D-координація, оцінювання витрат, планування зведення об'єкта та моніторинг будівництва і модель запису.

Візуалізація – це, як правило, найпростіше використання інформаційної моделі будівлі. Як тільки буде створено інформаційну модель будівлі, можна більш детально оцінити вартість будівельного проекту.

3D-координація використовується для виявлення та усунення управлінських зіткнень та конфліктів. До того ж, детальні попередньо виготовлені креслення можуть бути створені для перегляду та координації роботи між будівельниками. Після того, як креслення готові для початку будівництва, збірка компонентів будівельного об'єкта може бути придатна для проектування.

BIM на основі 4D-планування допомагає зрозуміти складові компоненти та запланувати процес найбільш раціональним, що, своєю чергою, дає результати більш раціонального планування будівництва.

Методи планування та 3D-модель можна поєднати з іншими інструментами з

підтримкою BIM для забезпечення надання будівництву послуги моніторингу. На основі моніторингу будівництва можна розробити успішну стратегію. Це, своєю чергою, допомагає переглянути та оновити план будівництва та 3D-модель. Нарешті, модель запису може бути створена як остаточний результат [8].

Основні принципи впровадження.

Для ефективного впровадження BIM-систем та BIM-технологій зміни повинні торкатися усіх сфер діяльності організації. Неможливо окремо впровадити технологію тільки в IT-департаменті, виробничому відділі, на рівні окремого проєкту або окремої спеціалізації. Подібний підхід дає деякі результати, але у результаті не викликає значних змін, приносячи лише малу частку переваг, які можливі за повного впровадження BIM-технологій. Є багато прикладів, коли впровадження BIM-технологій відбувалося тільки на рівні виконавців або тільки в IT-департаменті, і це давало незадовільні результати, а іноді і просто провалювалося. Нерідко часткове впровадження приносило свої плоди, наприклад, деяку економію коштів; проте при цьому все ж втрачалися найбільш значні переваги, які могли бути отримані за повного впровадження [2].

У моделі впровадження, яка розглядається в цій статті, ініціатива виходить від менеджерів вищої ланки; розроблену на цьому рівні концепцію лідери доносять до рядових співробітників. Модель впровадження ґрунтується на трьох взаємозв'язаних принципах:

Концепція. Для успішного впровадження BIM-технологій керівництво повинне сформулювати концепцію і чітко усвідомлювати, які переваги принесе перехід на BIM-технології, які основні принципи змін, як відбуватиметься розвиток на різних етапах впровадження. Це має бути не просто загальна концепція – треба усвідомлювати, як зміниться компанія в результаті впровадження BIM-технологій.

Команда BIM. Керівники організації, яка впроваджує BIM-технології, повинні мотивувати своїх співробітників. У процесі впровадження будуть періоди підйомів і

спадів енергії і натхнення, і керівники повинні забезпечити стійкий курс змін у будь-який із цих періодів. Вони повинні стежити за тим, щоб будь-які зміни в діяльності рядових співробітників відповідали прийнятій концепції.

Поетапна зміна. Основна рушійна сила впровадження BIM-технологій – рядові співробітники. Для успішного впровадження BIM-технологій зміни повинні проводитися поступово та приносити результат на кожному етапі, і пронизувати усі сфери діяльності компанії. Реорганізація просувається шляхом уведення нових регламентів і стандартів, управління змінами на організаційному рівні, зміни процесів та інструментів.

Концепція BIM. Ясно сформульована концепція допоможе уникнути підводних каменів, що підстерігають компанію на шляху радикальних змін. Без чіткої концепції та вмілого керування на рівні вищої ланки спроби впровадження BIM-технологій спричинять нераціональну витрату ресурсів. Використання досвіду впровадження BIM-технологій, описаного в різних публікаціях [3; 5; 7; 8], буває корисним на початковому етапі, проте єдиного стандарту, який підійшов би будь-якій організації, не існує. Для успішного впровадження BIM-технологій компанії потрібна власна стратегія, яка враховує специфічні особливості її діяльності.

Отже, успішне впровадження повинне розпочинатися з розроблення концепції. Це може здатися очевидним, проте, незважаючи на це, багато компаній обмежуються впровадженням BIM-технологій на рівні окремих проєктів. Для того, щоб отримати усі переваги BIM-технологій, керівники вищої ланки повинні навчитися думати, взаємодіяти і ставити завдання у рамках BIM-систем (в деяких випадках для цього потрібне додаткове навчання). Керівництво повинне поставити перехід на BIM-технології в один ряд із головними цілями в масштабах усієї організації. Не варто забувати, що якщо впровадження BIM-технологій відбувається тільки на рівні виробничих відділів,

неможливо добитися істотних поліпшень [3].

Ключові моменти розроблення ефективної концепції ВІМ.

Мотивація. Концепція має бути масштабною і досить мотивувальною, щоб охопити усю компанію. Якщо ВІМ впроваджується як чергова звичайна технологія, це не дасть організації потрібного імпульсу і достатньої мотивації. У прийнятій концепції шлях до досягнення масштабних цілей має бути поділений на етапи (див. «Поділ на етапи» нижче). Треба мати чітке уявлення про те, яку групу працівників організації зачіпають зміни на кожному етапі, а також які з етапів найбільш важливі. Пастка, в яку попадаються більшість компаній, – постановка високих цілей на незначних проміжних етапах.

П'ять питань. Для того, щоб донести концепцію ВІМ до працівників, потрібні ясність і стислість. П'ять питань: Хто? Що? Де? Коли? і Навіщо? – розкриють співробітникам деталі концепції ВІМ і допоможуть сформулювати чітке уявлення про те, що конкретно від них потрібно. Деякі з цих питань можуть виявитися досить складними, і відповіді на них керівництву компанії доведеться узяти на себе.

Поділ на етапи. Впровадження ВІМ-технологій – непросте завдання, і при його виконанні (особливо на початку) виникають труднощі з визначенням конкретних дій. Уникнути їх можна, поділивши виконання загального завдання на етапи. Крім того, завершення кожного з етапів стає своєрідною перемогою для колективу, посилює мотивацію, надає сил на шляху до досягнення кінцевої мети і дає уявлення про проміжні результати. Є етапи, загальні для усіх організацій, але, залежно від кожного конкретного випадку, під час впровадження ВІМ-технологій виникають і деякі специфічні питання. Для кращого оцінювання проміжних результатів корисно виконувати пілотні проєкти в рамках впровадження ВІМ-технологій.

Існують різні підходи до розроблення концепції ВІМ. Усі вони тією чи іншою мірою застосовні в контексті ВІМ-

технологій. Проте в такій галузі як будівництво об'єктів інфраструктури (як і в будь-якій іншій) існують свої особливості залежно від масштабу проєктів (локального, галузевого або національного). Тому керівництво повинне враховувати всі особливості компанії під час впровадження ВІМ-технологій, щоб визначити вплив нових технологій на кожен аспект її діяльності.

Краще за все, якщо концепція ВІМ розробляється на рівні вищого керівництва, проте на практиці ми часто стикаємося з тим, що цим займаються менеджери середньої ланки, яким доводиться витратити зусилля, щоб звернути увагу вищого керівництва до проблем впровадження ВІМ-технологій. В цьому випадку менеджерам середнього рівня необхідно представити своє бачення концепції при взаємодії з керівництвом. Цей крок стає перехідною стадією, коли ініціатива впровадження ВІМ-технологій починає переходити до керівництва компанії.

Незважаючи на те, що це не кращий варіант розвитку подій, деякі компанії досягають непоганих результатів, йдучи по цьому шляху. Проте не варто забувати, що при такому підході втрачаються деякі істотні переваги ВІМ-технологій і ставиться під загрозу успіх впровадження нових технологій в цілому [4].

Команда ВІМ. Існує безліч досліджень, присвячених темі впровадження нових технологій у великих організаціях в різних сферах діяльності, і всі вони свідчать про складність подібних нововведень. Для таких масштабних змін, як впровадження ВІМ-технологій, необхідно пропрацювати чітку концепцію і втілювати її в життя шляхом поступових змін упродовж тривалого часу. При цьому необхідно постійно стежити за тим, щоб конкретні зміни відповідали затвердженій концепції ВІМ.

Завдання команди, що займається впровадженням ВІМ-технологій, – розробити конкретні кроки до проведення змін. Кожен з етапів змін повинен мати чітку мету, яка відповідає загальній стратегії розвитку компанії [6].

Проведення значних змін у будь-якій організації – тривалий і складний процес. Він вимагає творчого підходу і повинен ураховувати усі особливості діяльності компанії. В той же час, проблеми, що виникають під час проведення змін, у більшості компаній типові. Відмітимо деякі загальні моменти, на яких треба заострити увагу для успішного подолання труднощів у впровадженні BIM-технологій.

Взаємодія керівників з підлеглими. Загальна концепція BIM визначає основну мету, але також дуже важливо розробити конкретні кроки до її досягнення. Як зазначалося раніше, основна рушійна сила змін – рядові виконавці. І якщо кожен із них не відчуватиме важливості свого конкретного вкладу в досягнення спільної мети, цієї мети можна ніколи не досягти. Дуже важливо, щоб упровадження нових технологій відбувалося в тісній взаємодії керівництва з підлеглими. При цьому ініціатива повинна виходити від керівництва, але, незважаючи на важливість низхідного принципу взаємодії, не можна недооцінювати і висхідний принцип. Щоб добитися бажаних результатів, треба контролювати зміни, проводити пілотні проекти, навчання й атестацію співробітників.

Демонстрація успіхів. Разом із залученням до процесу впровадження BIM-технологій усіх співробітників у рамках однієї організації важливо ділитися своїми цілями і досягненнями в цій сфері з іншими компаніями галузі. Такого роду співпраця надає додаткового імпульсу розвитку, наочно ілюструє партнерам орієнтацію компанії на використання BIM-технологій і застосування їх на практиці.

Навчання. Перш ніж почати працювати в середовищі BIM, необхідно опанувати певні навички і методи роботи. Іноді доводиться розбиратися з принципово новими, не завжди зрозумілими ідеями. Тому потрібне додаткове навчання співробітників для успішного впровадження BIM-технологій в їх повсякденну діяльність. Крім того, систематичне навчання роботи з BIM-системами підвищує мотивацію

співробітників організації і стає інвестицією в інтелектуальний капітал організації.

Юридичний аспект упровадження. Використання BIM-технологій і пов'язаних з ними процесів викликає зміни контрактних зобов'язань між замовниками і підрядниками. Це відбувається тому, що міняється схема взаємодії між партнерами. Вона значно відрізняється від традиційної і може викликати деякі труднощі, хоча зрештою використання нової схеми може значно підвищити якість взаємодії.

Аналіз проміжних результатів. Аналіз проміжних результатів дозволяє давати прогнози ефективності BIM-технологій, стандартів і процесів у різних типах проектів. У процесі аналізу команда BIM виявляє проблеми, вносить відповідні зміни в регламенти і стандарти і поширює досвід на діяльність усієї організації. Крім того, вивчення матеріалів аналізу допомагає демонструвати досягнення і, тим самим, мотивувати співробітників.

Під час роботи над інвестиційно-будівельними проектами часто доводиться стикатися з проблемами незапланованого зростання витрат на реалізацію проекту і зриву термінів реалізації проекту. Найчастіше це відбувається через слабку координацію у рамках проекту, неефективну спільну роботу усередині робочих груп і розбіжності між діями замовників і підрядників. Як показує статистика, частка невдалих інвестиційно-будівельних проектів, які пройшли через перелічені вище труднощі, складає 60...75 %, при незапланованому збільшенні витрат на реалізацію проекту на 30...50 % і при незапланованому збільшенні термінів будівництва до 100 % [5].

Поетапна зміна. Як зазначалося раніше, перехід на BIM-технології може дати вагомі переваги, проте для його здійснення потрібні значні зміни у сфері корпоративної культури, технологій і стандартів. Але змінити що-небудь у роботі сучасних будівельних компаній – непросте завдання. Щоб добитися цих змін, знадобиться реорганізація управління і робочих процесів, перехід на нові

технології. Крім того, треба стежити, щоб зміни повністю відповідали загальній концепції BIM. У разі змін у масштабі всієї організації з'являється безліч нових робочих процесів і стандартів; перед упровадженням їх треба ретельно спланувати і перевірити їх ефективність. Для кращого розуміння ми розбили ці зміни на групи. Кожна з груп змін впливає на конкретну сферу діяльності компанії.

Стратегія розвитку. У процесі впровадження BIM-технологій зміни повинні відповідати основним цілям компанії: конкурентоздатне позиціонування на ринку і виробнича ефективність.

Управління змінами. Програма впровадження BIM-технологій розроблена для досягнення запланованих переваг від переходу на нові технології в цілому. Щоб добитися конкретних результатів, необхідно контролювати процес змін, обмін інформацією, навчання співробітників і якість робіт.

Регламенти і стандарти. Для ефективної спільної роботи фахівців різних напрямів потрібні чітко прописані регламенти і стандарти (яких в Україні поки що немає), що визначають розвиток усіх програм і проєктів, в яких використовується BIM-технології.

Подальша інтеграція BIM-технологій. Інструменти управління BIM-процесами і робота з моделями повинні інтегруватися з існуючими корпоративними інформаційними системами і утворювати єдиний інформаційний простір підприємства.

Реально працюючі моделі ми отримуємо за допомогою технологій АТБМ (автоматизовані технології будівельного моделювання) та називаємо їх «Комплексними інформаційними моделями – КІМ», які повинні стати основою автоматизованих технологій управління будівельними підприємствами [9].

Єдина комплексна інформаційна модель являє собою узгоджений банк даних графічної і описової інформації, базу даних проєкту, загальну для всіх частин і етапів проєкту. Інформація для комплексної інформаційної моделі може бути отримана з

BIM-моделі за потребою. На основі комплексної інформаційної моделі об'єкта формується єдина стратегія управління проєктуванням, виробництвом і процесом реалізації будівельного об'єкта, забезпечується підтримка розподілених груп: ресурси і завдання можуть ефективно і спільно використовувати цю інформацію, що виключає надмірність, повторне введення і втрату даних, помилки під час їх передачі та перетворення.

Комплексна інформаційна модель у цьому випадку дозволяє здійснювати ефективне керування, облік витрачених ресурсів і здійснених платежів, якісно і своєчасно проводити поточні, капітальні та аварійні ремонтні роботи у процесі експлуатації об'єкта, вносити необхідні корективи в конфігурацію об'єкта і реалізовувати багато інших функцій, що необхідно для забезпечення оптимального використання будівлі.

При цьому дуже важливим моментом стає універсалізація форматів обміну даними між програмними комплексами різного призначення. Стандартні системи САД дозволяють створення тривимірних моделей, які називають 3D-моделями. Система BIM виходить за ці межі, даючи можливості для моделювання, що визначається як 4D, 5D, 6D та навіть 7D.

Інтеграція багатьох площин проєктування дозволяє аналізувати взаємозв'язки, які донедавна здавалися за межами проєктування. Навіть у разі найнижчого рівня BIM-моделей, 3D актуальні аплікації мають набагато більші можливості, ніж стандартні системи САД, обмежені найчастіше визначенням геометрії і матеріалу елементів, що проєктуються.

Враховуючи вищезазначене, КІМ можна описати як спосіб:

– розроблення стратегії реалізації будівельного проєкту, а саме ключових його етапів: проєктування, будівництва, експлуатації за допомогою моделювання та комп'ютерної імітації самого об'єкта та його цілого життєвого циклу;

– забезпечення інтегрованого управління графічними даними і потоками інформації в

поєднанні з описом процесу, у межах єдиного інформаційного середовища;

– перетворення окремих виконавців на колективи для вирішення складних питань й інтеграції окремих завдань у процеси управління;

– швидшого, більш ефективного, менш витратного виконання операцій протягом усього життєвого циклу будівельного проєкту.

Висновки. КІМ- і ВІМ-технології – майбутнє будівництва, можливість досягнути майже повної відповідності характеристик майбутнього об'єкта вимогам ринку. Це сприятиме вдосконаленню українського будівництва у таких стратегічних рішеннях:

– дозволить вивести будівельну галузь на новий рівень;

– підвищить якість контролю будівельних робіт;

– сприятиме реалізації сучасних складних проєктів.

Для виконання цього завдання запропоновано використання інформаційного моделювання будівлі, результатом чого стане оптимізація використання обмежених виробничих ресурсів. Реалізація комплексних інформаційних моделей на практиці дає можливість виявити резерви для вивільнення ресурсів та напрямки їх використання, що сприятиме підвищенню рівня прибутковості виробництва за умови ефективного використання його ресурсного потенціалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chashyn D., Dikarev K. La probleme de l'adaptation des modèles CIM aux conditions de la construction. *Construction. Material Science. Mechanical Engineering*. 2018. Pp. 156–165.
2. Чашин Д. Ю., Дикарев К. Б. Развитие систем SAPR–ASUB на основе комплексных информационных моделей. *Будівництво. Матеріалознавство. Машинобудівництво*. 2018. С. 212–217.
3. ВІМ-технології для сучасного архітектора [Електронний ресурс]. URL: <https://www.bakotech-architects.com/uk/event/vim-tehnologii-dljasuchasnogo-arhitektora-baku/>
4. Chashyn D. Les directions de l'adaptation des modèles CIM aux conditions de la reconstruction des bâtiments. *Інформаційне суспільство : технологічні, економічні та технічні аспекти становлення*. 2017. № 18.
5. Новітні ВІМ-технології у будівництві: навіщо вони потрібні в Україні [Електронний ресурс]. URL: <https://legalhub.online/budivnytstvo/novitni-vim-tehnologiyi-u-budivnytstvi-navishho-vony-potribni-ukrayini/>
6. Чашин Д. Ю. Основы развития современных систем САПР–АСУБ. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Энергетика, экология, компьютерные технологии в строительстве*. 2013. С. 230–237.
7. Оптимізація тривалості робіт житлового будівництва [Електронний ресурс]. URL: <http://www.disslib.org/optymizatsia-tryvalosti-robit-zhytlovohobudivnytstva.html>
8. Впровадження ВІМ-технологій підвищить якість проєктування [Електронний ресурс]. URL: <https://100realty.ua/uk/news/vprovadzennavim-tehnologii-pidvisit-akist-proektuvanna>
9. Барабаш М., Київська К. Використання методів інтеграції для створення узагальненої інформаційної моделі будівельного об'єкта. *Управління розвитком складних систем*. 2016. № 25. С. 114–120.

REFERENCES

1. Chashyn D. and Dikarev K. *Problema adaptatsii modelei CIM do umov budivnytstva* [The problem of adapting CIM models to construction conditions]. *Stroytel'stvo. Materyalovedenye. Mashynostroenye* [Construction. Material Science. Mechanical Engineering]. 2018, pp. 156–165. (in French).
2. Chashyn D.Yu. and Dikarev K.B. *Rozvytok system SAPR–ASUB na osnovi kompleksnykh informatsiynykh modelei* [Development of CAD systems – systems on the basis of integrated information models]. [Construction. Materials Science. Mechanical Engineering]. 2018, pp. 212–217. (in Ukrainian).
3. BIM-technologies for the modern architect [Electronic resource]. URL: <https://www.bakotech-architects.com/uk/event/vim-tehnologii-dljasuchasnogo-arhitektora-baku/>
4. Chashyn D. *Napriamky adaptatsii modelei CIM do umov rekonstruksii budivli* [Directions of adaptation of CIM models to conditions of reconstruction of buildings]. *Informatsiyne suspil'stvo : tekhnologichni, ekonomichni ta tekhnichni aspekty stanovlennya* [Information society: technological, economic and technical aspects of formation]. 2017, no. 18. (in French).

5. *Novitni BIM-tehnolohii u budivnytstvi: navishcho vony potrebni v Ukraini* [The latest BIM technologies in construction: why are they needed in Ukraine] [Electronic resource]. URL: <https://legalhub.online/budivnytstvo/> (in Ukrainian).

6. Chashyn D.Yu. *Osnovy rozvytku suchasnykh system SAPR–ASUB* [Fundamentals of development of modern CAD-ASUB systems]. *Stroitel'stvo. Materialovedeniye. Mashinostroyeniye. Seriya: Energetika, ekologiya, komp'yuternyye tekhnologii v stroitel'stve* [Construction. Materials Science. Mechanical Engineering. Series: Energy, Ecology, Computer Technology in Construction]. 2013, pp. 230–237. (in Ukrainian).

7. *Optymizatsiia tryvalosti robit zhytlovoho budivnytstva* [Optimization of the duration of housing construction works] [Electronic resource]. URL: <http://www.disslib.org/optymizatsia-tryvalosti-robit-zhytlovohobudivnytstva.html> (in Ukrainian).

8. *Vprovadzhennia BIM-tehnolohii pidvyshchyt yakist proiektuvannia* [The introduction of BIM-technologies will improve the quality of design] [Electronic resource]. URL: <https://100realty.ua/uk/news/vprovadzennavim-tehnologii-pidvisit-akist-proektuvanna> (in Ukrainian).

9. Barabash M. and Kyivska K. *Vykorystannia metodiv intehratsii dlia stvorennia uzahalненоi informatsiinoi modeli budivelnoho obiekta* [The use of integration methods to create a generalized information model of a building object]. *Upravlinnya rozvytkom skladnykh system* [Management of complex systems development]. 2016, no. 25, pp. 114–120. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 21.12.2021.