

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.6.338-350

УДК: 69.003.12

кандидат економічних наук **Вахович І.В.**,  
inna.vahovich@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8486-759X,  
Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України,  
доктор філософії з економіки будівництва **Дем'яненко О.О.**,  
sasha.demyan@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7345-3559,  
ТОВ «Енерго Інжинринг», Київська область, м. Біла Церква,  
**Богатюк Д.В.**, kalashnikov\_dp@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9065-8994,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## РЕІНЖИНІРИНГ ДІЯЛЬНОСТІ УЧАСНИКІВ БУДІВНИЦТВА ПІД ВПЛИВОМ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

*Проведено дослідження головних тенденцій цифрової трансформації взаємодії учасників будівництва від впливом цифровізації. Особливістю є те, що напрямки і тенденції цифровізації згруповано у відповідності до стадій життєвого циклу об'єктів будівництва. Виявлено необхідність реінжинірингу адміністративно-управлінської взаємодії учасників будівництва, оскільки організаційна структура проектів під час впливу цифровізації зазнає змін, відповідно зазнає змін організаційно-економічний механізм управління учасників будівництва, зокрема інжинірингових компаній.*

*Виявлено, що великий вплив на зміну принципів і структури адміністрування будівельними проектами, здійснюється завдяки використанню систем інтегрованого управління будівельними проектами, які базуються на використанні BIM-технологій. Здійснено огляд ринку сучасного програмного забезпечення. Виявлено, що на сьогоднішній день ринок програмного забезпечення заповнений великою кількістю програм, які використовуються для вирішення різних задач проектування та трансформації цифрового забезпечення в будівництві. Найбільш поширеними є програмні комплекси для BIM проектування, автоматизованого проектування загального призначення, проектування будівельних конструкцій та геотехнічних розрахунків, розробки кошторисної документації, розробки календарних планів. В даний час всі основні розробники програмних комплексів Autodesk, Trimble, SchneiderElectric, Graphisoft та ін. впроваджують технологію BIM у своїх продуктах.*

*Запропоновано, при побудові організаційно-економічного механізму сучасних інжинірингових компаній, враховувати два основних фактори впливу цифровізації у будівництві: запровадження BIM-технологій в діяльність проектних, будівельних та інжинірингових компаній, підтримане також і на державному рівні та цифровізація всіх процесів щодо створення об'єкта*

будівництва – від отримання технічних умов та містобудівних обмежень до здачі об'єкта в експлуатацію.

*Ключові слова:* цифрова трансформація; життєвий цикл проекту; інжиніринг; проектно-кошторисна документація; інформаційне моделювання будівель (BIM), клас наслідків (відповідальності); BIM-проектування; вартість проектних робіт; маркетингова стратегія; цифровий маркетинг; стратегія ціноутворення; вартість; інноваційна продукція; цифрові інновації; інновації.

**Постановка проблеми, її актуальність та новизна.** На даний час в будівництві відбуваються суттєві зміни, зумовлені цифровізацією: розробка та впровадження нових цифрових технологій та процесів; застосування новітніх датчиків для моніторингу за будівлею, інтелектуальні машинами, мобільні пристрої та новітні програмні комплекси – всі вони будуть інтегровані на центральній платформі інформаційного моделювання будівель (BIM). З впровадженням цифрових технологій інжинірингові компанії зможуть підвищити свою продуктивність, більш якісно керувати складними об'єктами (ССЗ та/або спеціалізований проект), зменшувати час реалізації проектів та перевитрату коштів, а також зменшення ризиків та підвищення безпеки та якості виконання робіт. В результаті повна вартість життєвого циклу об'єкта будівництва може зменшитися до 20 %. Тому актуальним напрямком наукового пошуку є дослідження впливу цифровізації на етапи етап життєвого циклу об'єкта будівництва та на діяльність учасників будівництва, зокрема інжинірингових компаній.

**Аналіз останніх публікацій.** Вітчизнянні та зарубіжних науковців здійснила значний вклад у дослідження організаційних засад та науково-методичних підходів до реалізації концепцій реінжинірингу на всіх етапах: від проектування до оцінки ефективності. В Україні ці питання досліджують: Тугай О.А. [3,5], Сорокіна Л.В. [4, 20], Гойко А.Ф. [1, 20], Стеценко С.П. [12], Ізмайлова К.В., Ізмайлова О.В. [11], Зельцер Р.Я. [6, 7], Беленкова О.Ю. [9,10], Цифра Т.Ю. [13], Молодід О.С., Ніколаєв В. П., Григоровський П.Є., Хижняк В.О., Рижаківа Г. М. [2], Зінченко М.М. [13].

Проведений аналіз останніх досліджень та публікацій, що присвячені проблемі реінжинірингу дає можливість констатувати той факт, що наразі відсутній адаптований для учасників будівництва цілісний інструментарій, який би дозволив описати всі етапи реінжинірингу бізнес-процесів підприємства з урахуванням впливу цифровізації.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою статті є виявлення тенденцій цифровізації у будівництві та цифрових інновацій, які

служують передумовами формування механізму управління інжиніринговими компаніями.

**Методи дослідження.** Для досягнення поставленої мети, у статті використано наступні методи дослідження: контент-аналіз – для виявлення впливу цифровізації на етапи життєвого циклу об'єкту будівництва, аналіз та синтез – для аналізу та поєднання інноваційних цифрових технологій в межах існуючої системи управління відповідно до періоду життєвого циклу об'єкта.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Розглянемо вплив цифровізації на етапи етап життєвого циклу об'єкта будівництва на основі закордонного досвіду [14, 15, 16, 17].

**Передпроектний період. Великі дані та аналітика.** Цифрові технології дозволяють зібрати велику кількість різноманітних даних необхідних для реалізації проекту, аналітичні методи дозволять обробити, проаналізувати зібрані дані які допомагають під час оптимізації проектних рішень, збільшать контроль над ризиками, зменшать час прийняття необхідних рішень, підвищать точність прогнозів та вибір необхідних технологій.

**Цифровий маркетинг та канали продажів.** Середній термін реалізації інвестиційно-будівельного проекту становить 5 років, тому прийняті рішення в передпроектний та проектний період будуть впливати на результати реалізації основних концепцій проекту. Тому, на передпроектному періоді необхідно зібрати якомога більше інформації про ринок збуту, бажання клієнтів, конкурентів по даній площадці. Дані цифрові рішення допоможуть збирати інформацію через онлайн-платформи аналізувати інформацію клієнтів та використовуючи її під час розробки та реалізації проекту.

**Період проектування. 3D сканування.** Збір інформації про будівельний майданчик та обстеження оточуючої забудови, виконання детальних обмірних креслень є вихідними даними для розробки будь якого проекту. 3D-лазерна технологія дозволяє дуже швидко та точно збирати дану інформацію та перетворювати її у віртуальні тривимірні моделі. Під час експлуатації, капітального ремонту чи реконструкції проводиться контроль якості та відстежується знос матеріалів. Дана технологія дуже допомагає в проектах реставрації, де потрібна висока точність деталей, значна економія часу порівняно з ручним (лінійка, механічна, лазерна рулетка та штангенциркуль) та високоточним вимірюванням (нівеліри, теодоліти, тахометри).

**BIM-технологій.** Основною задачею BIM – є покращення та полегшення процесу проектування допомагаючи всім учасникам проекту поєднувати свої моделі, вказувати на існуючі помилки та вирішування конфліктів. Такий підхід

допомагає інженер-консультантам швидше виконувати аналіз технічної документації для надання своїх висновків та рекомендацій.

Теперішній досвід компаній у використанні BIM-технологій супроводжується зростанням економічного ефекту, скороченням термінів реалізації інвестиційно-будівельних проектів, зводяться до мінімуму помилки при проектуванні, плануванні, збільшується точність складання повної вартості проекту та знижуються витрати на непередбачені витрати. Новітні методи моделювання на основі голографічних технологій допоможуть у виборі фінального дизайну та покращать візуалізацію проекту.

*Інформаційне моделювання будівель (у хмарі).* Одним з основних завдань періоду будівництва надання всім учасникам будівельного процесу необхідну інформацію у потрібний час та потрібному місці. Проектування у хмарі допомагає всім зацікавленим сторонам обмінюватись необхідною інформацією, координувати свої дії, зменшується кількість помилок, вирішувати поставлені задачі незалежно від місця розташування всіх сторін.

**Підготовчий період.** *Платформи для тендерів.* Дані платформи забезпечують безпечне подання тендерних заявок відповідно до представлених вимог тендеру та забезпечують більш прозору та ефективну процедуру укладання договорів що зменшує час на пошук товарів та послуг. В Україні державні закупівлі проходять за допомогою системи «Prozorro» та акредитованих електронних платформ. Основним документом що регламентує їхню роботу є Законом України «Про публічні закупівлі» з існуючими змінами.

*Платформа електронних закупівель матеріалів.* Стаття «Прямі матеріальні витрати» у кошторисах включає в себе вартість сировини, основних будівельних матеріалів і конструкцій та інших матеріалів яка в свою чергу є однією з основних статей на яку припадає значна частина загально-будівельних витрат. Дана платформа електронних закупівель допомагає зменшення частки витрат та значну кількість часу на їх покупку.

**Період будівництва.** *Оптимізація логістичних та будівельних процесів.* На будівельному майданчику 70 % робочого часу використовується на виконання транспортування матеріалів, прибирання території та інших різних доручень, лише 30 % робочого часу присвячено основній діяльності. Завдяки програмному забезпечені та датчикам можливо звести до мінімуму обсяг робіт із транспортування матеріалів та їх зберігання, а також виконати доставку матеріалів на будівельний майданчик в необхідний термін, що допоможе плануванню будівельних робіт.

*Безпілотні літальні апарати (квадрокоптери, дрони)* використовуються для дослідження, обстеження та інспекції великих будівельних майданчиків, можуть виконувати частковий моніторинг за ходом будівництва. Завдяки даній

технології спостерігається зростання продуктивності праці, за рахунок швидкого збору даних, обробки, стандартизації існуючої інформації і аналіз та впровадження за її рахунок необхідних змін в будівельний процес.

*Вбудовані датчики.* Датчики допомагають проектним, будівельним, інжиніринговим компаніям виконувати моніторинг, збір інформації в будь якій частині об'єкта в реальному часі за будь який період будівництва чи експлуатації об'єкта для вирішування того чи іншого питання. Наприклад, датчики керовані через Wi-Fi можуть передавати потрібну інформацію на робочий ПК чи мобільний додаток, що допомагає покращити контроль над елементом (об'єктом) за яким відбувається моніторинг та збільшує продуктивність будівельного процесу.

*3D принтер.* Застосовується для тривимірного друку дуже складних конструкцій. У Шанхаї компанія WinSun Decoration Design Engineering дотримуючись тривимірних специфікацій та великих 3D принтерів побудувала 10 невеликих будинків менш ніж за 24 години. Матеріалом були швидко твердуючий цемент, щебінь, скло та вторинна сировина промислових відходів [18]. Таке будівництво практично безвідходне та може повторно використовувати існуючі відходи, та не шкодить навколишньому середовищу.

*Інтелектуальна будівельна техніка та робототехніка.* На сьогодні впровадження інтелектуальних машин та роботів на дистанційному та автоматичному керуванні відбувається не тільки на провідних машинобудівних заводах, а й на будівельних майданчиках. Роботи та інтелектуальні машини покращують та підвищують продуктивність та точність виконання робіт. В майбутньому є велика вірогідність, що найнебезпечніші та найскладніші завдання будуть покладені на інтелектуальну будівельну техніку.

Компанія Komatsu одна з найбільших машинобудівних компаній в світі створила автономні бульдозери, керовані дронами фірми Skycatch, які в режимі реального часу сканують карту місцевості та надають інформацію по переміщенню ґрунту [19].

*Повсюдне підключення та відстеження.* Використання GPS технологій дозволяє виконувати спостереження та управління шляхом автотранспорту, спецтехніки, вантажівок або робочих в режимі реального часу, за допомогою комп'ютерів, планшетів або мобільних пристроїв. Застосування телематичних систем для отримання різної інформації про машини (витрату палива) дозволяє оптимізацію управління даним транспортом.

*Мобільні інтерфейси та віртуальна реальність.* Мобільні додатки (Zoom, Teams, Google Meet та ін.) дозволяють проведення нарад та вирішування термінових питань в реальному часі без затримки будівництва.

**Період експлуатації об'єкта.** Завдяки BIM моделям експлуатація та технічне обслуговування будівлі становиться простіше. Дана модель являє собою архів інформації про об'єкт, що створювалась та змінювалась в період проектування та будівництва і буде доповнюватись в період експлуатації аж до виведення об'єкта з експлуатації (демонтажу). Для інжинірингових компаній BIM модель буде основою для розробки проекту реконструкції, переобладнання чи переоснащення об'єкта.

Результати виконаних обстежень технічного стану об'єкта можна буде доповнювати у BIM моделі, що допоможе більш ефективно без втрат інформації виконувати обслуговування, експлуатацію та модернізацію об'єкта.

Збір даних про об'єкт можливо виконати також за допомогою спеціальних датчиків, камер та 3D сканерів.

Поєднання перелічених новітніх цифрових технологій допоможе вдосконалити систему управління та існуючу на всіх періодах життєвого циклу об'єкта (рисунок 1).

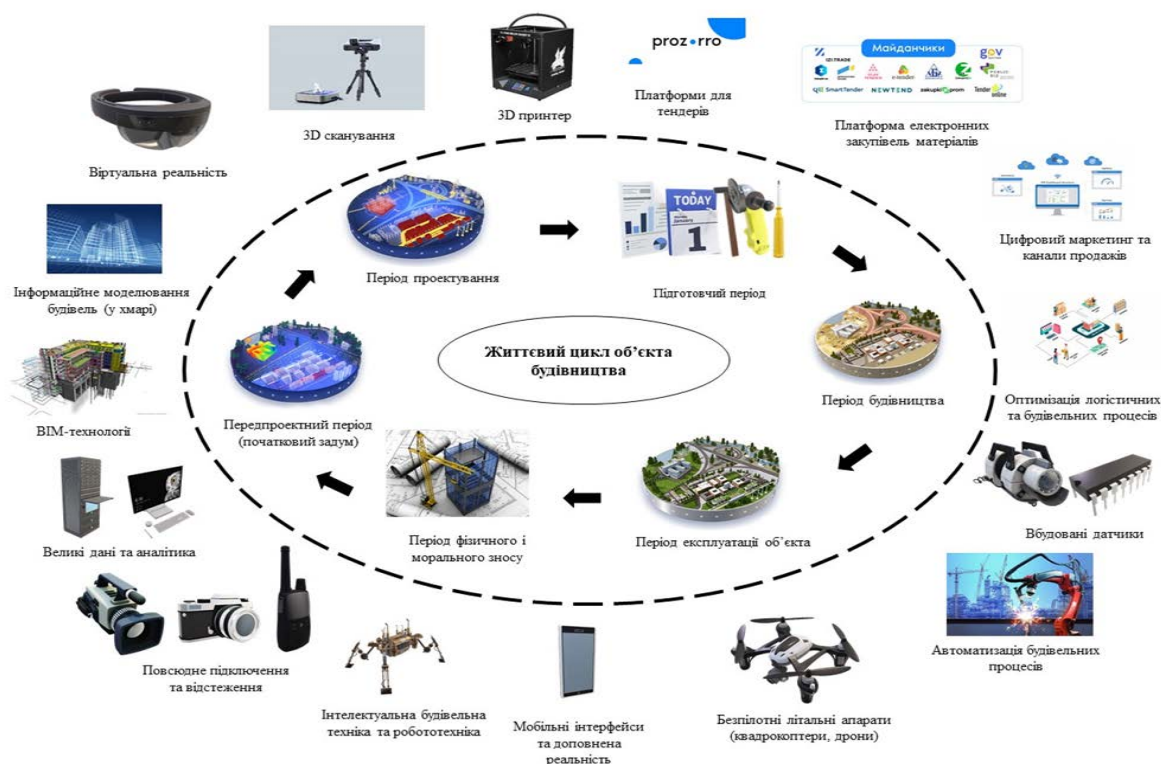


Рис. 1. Цифровізація будівельної галузі

Джерело: розроблено авторами

Незважаючи на перелічувані переваги цифрової трансформації будівельної галузі більшість компаній не готові інвестувати гроші у зв'язку з відсутністю кваліфікованого персоналу.

При побудові організаційно-економічного механізму сучасними інжиніринговими компаніями мають бути враховані два основних фактори впливу цифровізації у будівництві:

1. Широке запровадження BIM-технологій в діяльність проектних, будівельних та інжинірингових компаній, підтримане також і на державному рівні.

2. Цифровізація всіх процесів щодо створення об'єкта будівництва – від отримання технічних умов та містобудівних обмежень до здачі об'єкта в експлуатацію.

3. На сьогоднішній день ринок програмного забезпечення заповнений великою кількістю програм (рисунк 2), які використовуються для вирішення різних задач проектування та трансформації цифрового забезпечення в будівництві.



Рис. 2. Програмне забезпечення САПР та BIM  
Джерело: розроблено авторами

Рекомендовані до застосування інжиніринговою компанією програмні комплекси:

- для BIM проектування: *Revit*, *Infraworks*, *BIM 360*, *Civil 3D*, *Advance Steel* (Autodesk), *Allplan* (Allbau Software GmbH), *Aveva* (SchneiderElectric), *SketchUP*,

*Tekla (Trimble), Renga (АСКОН, 1С), NANOCAD BIM (Нанософт), ArchiCAD 24, Solibri (Graphisoft);*

- для автоматизованого проектування загального призначення: *AutoCAD, 3DS Max, Inventor (Autodesk), КОМПАС-3D (АСКОН), Bricscad (Bricsys), SolidWork (Dassault Systemes), SolidEdge (Siemens PLM Software), PTC Creo (PTC), Onshape (Onshape);*

- для проектування будівельних конструкцій та геотехнічних розрахунків: *ЛИРА-САПР (LIRALAND), SCAD Office (SCAD Soft), Plaxis 3D (НИИ-Информатика);*

- для розробки кошторисної документації: *ABK 5 (НПФ АВК), АС-4ПР (ИНКОМСЕРВИС), Кошторис 8 (Computer Logic Group);*

- для розробки календарних планів: *Gantt Project, Microsoft Project, Project Libre, OpenProject та ін.*

В даний час всі основні розробники програмних комплексів Autodesk, Trimble, SchneiderElectric, Graphisoft та ін. впроваджують технологію BIM у своїх продуктах.

Архітектори та будівельники уже давно можуть створювати свої проекти, використовуючи програми 3D-моделювання та візуалізації. Проте, тепер вони можуть відчувати, як це - знаходитись всередині свого майбутнього творіння. Для цього їм потрібно одягнути окуляри віртуальної реальності та озирнутись навколо себе на 360 градусів. Навіть більше, їх колеги (також в окулярах) можуть разом з ними «відвідати» цю архітектурну модель і внести зміни в проект у режимі реального часу. При цьому, вони можуть знаходитись на іншому кінці світу. Таким є захоплюючий світ сучасного віртуального будівництва. Це справді кардинальні інновації для галузі, яка традиційно була зорієнтована на будматеріали, а не на комп'ютерні програми [20].

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Підприємства будівельної галузі поступово вивчають і впроваджують новітні цифрові технології, що нерозривно пов'язані з впровадженням нових управлінських рішень, які допоможуть не тільки прискорити та полегшити процеси проектування, будівництва та експлуатацію об'єкта, а й підвищать ефективність інвестицій.

Цифрова трансформація будівництва є незворотною тенденцією, яка впливає на усіх стейкхолдерів інвестиційно-будівельних проектів, змінює систему їх взаємовідносин і взаємовпливу, а також дозволяє упроваджувати інноваційні рішення і продукти у діяльність підприємств та підвищувати ефективність операційної діяльності. Тому дослідження цифрової трансформації будівництва має бути продовжене у наступних напрямках – створення інтегрованих цифрових систем для обміну інформацією, фінансово-економічні аспекти

оцінювання організаційно-адміністративної взаємодії учасників будівництва тощо.

### Література

1. Економетричний інструментарій управління фінансовою безпекою підприємств будівництва: [моногр.] / Л.В. Сорокіна, А.Ф. Гойко, С.П. Стеценко, К.В. Ізмайлова та інші / За наук. ред. д.е.н., проф. Л.В. Сорокіної, к.е.н., проф. А.Ф. Гойко К.: КНУБА, Кривий Ріг: ФОП Чернявський Д.О. 2017. 404 с.
2. Nikolaiev V.P., Hryhorovskyi P.Ye., Khyzhniak V.O., Ryzhakova G.M., Bielienskova O.Yu., Molodid O.S. Technical and economic aspects of real estate properties : collective monograph. Lviv-Toruń : Liha-Pres, 2019. 124 p.
3. Tuhai O., Pokolenko V., Ryzhakova H., Prykhodko D., Lahutina Z., Stetsenko S. Modernized tools of construction development management. *Ways to increase the efficiency of construction in the formation of market relations*. 2012. № 27, p. 86 – 98.
4. Сорокіна Л.В. Інформаційні технології як інструмент оптимізації управління збалансованим економічним розвитком підприємства. *Актуальні проблеми економіки*. 2007. № 10. С. 189 – 197.
5. Tugai O.A. Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: collective monograph. Lviv-Toruń: Liha-Pres, 2019. 136 p.
6. Зельцер Р.Я. Інноваційні моделі і методи організації, управління і економічної оцінки технологічних процесів будівельного виробництва: монографія. Київ: «МП Леся», 2018. 208 с.
7. Zeltser, R.Ya., Bielienskova O.Yu., Novak Ye., Dubinin D.V. Digital Transformation of Resource Logistics and Organizational and Structural Support of Construction. *Nauka i innovatsii*. 2019. V 15 (5). P. 38–51.
8. Економіка будівельного підприємства: навчальний посібник / С.П. Стеценко та інші. К.: Ліра-К, 2022. 508 с.
9. Bielienskova O., Novak Y., Matsapura O., Zapiechna Y., Kalashnikov, D., Dubinin, D. Improving the Organization and Financing of Construction Project by Means of Digitalization. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2022, 12(8), p. 108–115.
10. Беленкова О.Ю. Цифрова трансформація будівництва: механізм взаємодії бізнесу, науки, держави. Будівельне виробництво. 2019. № 66. С. 30–36.
11. Ізмайлова К.В., Ізмайлова О.В. Система експертизи ефективності інвестиційних на стадії техніко-економічного обґрунтування. Управління розвитком складних систем, 2010. № 4, 45–54.

12. Stetsenko S.P. Management of Adaptation of Organizational and Economic Mechanisms of Construction to Increasing Impact of Digital Technologies on the National Economy. Journal of Reviews on Global Economics. 2020, № 9. P. 149-164.

13. Honcharenko, T., Chupryna, Y., Ivakhnenko I., Tsyfra, T., Zinchenco, M. Reengineering of the Construction Companies Based on BIM-technology. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, 2020, №8, august <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter22882020.pdf>

14. Gerbert P., Castagnino S., Rothballer C., and Filitz R. Digital in Engineering and Construction. The transformative power of building information modeling. The Boston Consulting group (BCG). 2016. URL: <http://futureofconstruction.org/content/uploads/2016/09/BCG-Digital-in-Engineering-and-Construction-Mar-2016.pdf>.

15. Think act beyond mainstream. Digitization in the construction industry. Building Europe's road to «Construction 4.0». Civil Economics, Energy & Infrastructure Competence Center. 2016. URL: [https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/tab\\_digitization\\_construction\\_industry\\_e\\_final.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/tab_digitization_construction_industry_e_final.pdf)

16. Winning with connected construction. Digital opportunities in engineering and construction. Deloitte & Touche LLP. 2019. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/digital-opportunities-in-engineering-and-construction.pdf/>

17. Wiki. 3D printing in construction URL: [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/3D\\_printing\\_in\\_construction](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/3D_printing_in_construction).

18. Robo-bulldozers guided by drones are helping ease Japan's labor shortage URL: <https://www.theverge.com/2015/10/13/9521453/skycatch-komatsu-drones-construction-autonomous-vehicles>.

19. BIM-технології: поняття, історія розвитку, перспективи. Курс лекцій. URL: <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=333304>.

20. Сорокіна, Л.В., Гойко, А.Ф. Дослідження економічних важелів забезпечення розвитку будівельної галузі. Будівельне виробництво. 2015. №58. С. 88–96.

Candidate of Economics, Associate Professor **Vakhovych Inna**,  
Ministry of Infrastructure of Ukraine,  
PhD **Demianenko Oleksander**, LLC «Energo Engineering», Ukraine,  
PhD student **Bohatiuk Danylo**,  
Kyiv National University of Construction and Architecture

## **REENGINEERING OF THE ACTIVITIES OF CONSTRUCTION PARTICIPANTS UNDER THE INFLUENCE OF DIGITALIZATION**

The article researches the main trends in the digital transformation of the interaction of construction participants under the influence of digitalization. The peculiarity is that the directions and trends of digitalization are grouped in accordance with the stages of the life cycle of construction objects. The necessity of re-engineering the administrative-management interaction of construction participants has been identified, since the organizational structure of projects undergoes changes under the influence of digitalization, and accordingly the organizational and economic management mechanism of construction participants, in particular engineering companies, undergoes changes.

It was revealed that a great influence on the change of the principles and structure of administration of construction projects is carried out thanks to the use of systems of integrated management of construction projects, which are based on the use of VIM technologies. An overview of the modern software market was carried out. It was found that today the software market is filled with a large number of programs that are used to solve various problems of designing and transforming digital support in construction. The most common are software complexes for VIM design, automated general purpose design, design of building structures and geotechnical calculations, development of estimate documentation, development of calendar plans. Currently, all major developers of software complexes Autodesk, Trimble, SchneiderElectric, Graphisoft, etc. implement BIM technology in their products.

It is suggested that, when building the organizational and economic mechanism of modern engineering companies, take into account two main factors of the influence of digitalization in construction: the introduction of BIM technologies in the activities of design, construction and engineering companies, supported also at the state level, and digitalization of all processes related to the creation of a construction object - from obtaining technical conditions and urban planning restrictions to putting the facility into operation.

Keywords: digital transformation; project life cycle; engineering; design and estimate documentation; building information modeling (BIM), class of

consequences (responsibility); BIM design; the cost of project works; marketing strategy; digital marketing; pricing strategy; cost; innovative products; digital innovations; innovations.

## REFERENCES

1. Econometric tools for managing the financial security of construction enterprises: [monograph] / L.V. Sorokina, A.F. Goyko, S.P. Stetsenko, K.V. Izmailova and others / For science. ed. Doctor of Economics, Prof. L.V. Sorokina, Doctor of Economics, Prof. A.F. Goyko — K.: Kyiv National University of Construction and Architecture, Kryvyi Rih: Publisher of FOP Chernyavskiy D.O. 2017. 404 p. {in Ukrainian}
2. Nikolaiev V.P., Hryhorovskiy P.Ye., Khyzhniak V.O., Ryzhakova G.M., Bielienskova O.Yu., Molodid O.S. Technical and economic aspects of real estate properties: collective monograph. Lviv-Torun : Liha-Press, 2019. 124 p. {in English}
3. Tuhai O., Pokolenko V., Ryzhakova H., Prykhodko D., Lahutina Z., Stetsenko S. Modernized tools of construction development management. Ways to increase the efficiency of construction in the formation of market relations. 2012. No. 27/1, pp. 86-98. {in Ukrainian}
4. Sorokina L.V. Information technologies as a tool for optimizing the management of balanced economic development of the enterprise. Actual problems of the economy. 2007. No. 10. P. 189-197. {in Ukrainian}
5. Tugai O.A. Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: collective monograph. Lviv-Toruń: Liha-Press, 2019. 136 p. {in English}
6. Zeltzer R.Ya. Innovative models and methods of organization, management and economic evaluation of technological processes of construction production: monograph. Kyiv: "MP Lesya", 2018. 208 p. {in Ukrainian}
7. Zeltser, R.Ya., Bielienskova O.Yu., Novak Ye., Dubinin D.V. Digital Transformation of Resource Logistics and Organizational and Structural Support of Construction. *Nauka i innovatsii*. 2019. V 15 (5). P. 38–51. {in English}
8. Economics of a construction enterprise: study guide/S.P. Stetsenko and others. K.: Lira-K, 2022. 508 p. {in Ukrainian}
9. Bielienskova O., Novak Y., Matsapura O., ZapiechnaY., Kalashnikov, D., Dubinin, D. Improving the Organization and Financing of Construction Project by Means of Digitalization. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2022, 12(8), pp. 108–115. {in English}
10. Belenkova O.Yu. Digital transformation of construction: a mechanism of interaction between business, science, and the state. *Construction production*. 2019. No. 66. P. 30–36. {in Ukrainian}

11. Izmailova K.V., Izmailova O.V. (2010) The system of examination of investment efficiency at the stage of technical and economic substantiation. Complex Systems Development Management, 4, 45–54. {in Ukrainian}
12. Stetsenko S.P. Management of Adaptation of Organizational and Economic Mechanisms of Construction to Increasing Impact of Digital Technologies on the National Economy. Journal of Reviews on Global Economics. 2020. No. 9. Pp. 149-164. {in English}
13. Honcharenko, T., Chupryna, Y., Ivakhnenko I., Tsyfra, T., Zinchenco, M. (2020) Reengineering of the Construction Companies Based on BIM-technology International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, 2020, №8, August <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter22882020.pdf> {in English}
14. Gerbert P., Castagnino S., Rothballer C., and Filitz R. Digital in Engineering and Construction. The transformative power of building information modeling. The Boston Consulting Group (BCG). 2016. URL: <http://futureofconstruction.org/content/uploads/2016/09/BCG-Digital-in-Engineering-and-Construction-Mar-2016.pdf>. {in English}
15. Think act beyond mainstream. Digitization in the construction industry. Building Europe's road to "Construction 4.0". Civil Economics, Energy & Infrastructure Competence Center. 2016. URL: [https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/tab\\_digitization\\_construction\\_industry\\_e\\_final.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/tab_digitization_construction_industry_e_final.pdf) {in English}
16. Winning with connected construction. Digital opportunities in engineering and construction. Deloitte & Touche LLP. 2019. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/digital-opportunities-in-engineering-and-construction.pdf/> {in English}
17. Wiki. 3D printing in construction URL: [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/3D\\_printing\\_in\\_construction](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/3D_printing_in_construction).
18. Robo-bulldozers guided by drones are helping ease Japan's labor shortage URL: <https://www.theverge.com/2015/10/13/9521453/skycatch-komatsu-drones-construction-autonomous-vehicles>. {in English}
19. BIM technologies: concept, history of development, prospects. Course of lectures. URL: <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=333304> {in English}
20. Sorokina, L.V., Hoiko, A.F. Doslidzhennia ekonomichnykh vazheliv zabezpechennia rozvytku budivelnoi haluzi. Budivselne vyrobnytstvo. 2015. №58. 88–96. {in Ukrainian}