

## СУЧАСНІ ЗДОБУТКИ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

*Ширяєва Наталія Юріївна*

*Одеська державна академія будівництва та архітектури*

*Україна*

[n.shyriaieva@ogasa.org.ua](mailto:n.shyriaieva@ogasa.org.ua)

**Анотація.** Здійснено аналіз здобутків інноваційної діяльності в будівельній галузі світового значення. Виявлені проблемні аспекти, які гальмують ефективність суб'єктів будівельної галузі та їх здатність до інновацій. Серед перспективних напрямів науково - дослідницьких пошуків вчених визначення залежності кінцевої результативності діяльності підприємств будівельної галузі від впровадження інноваційних проектів та програм; удосконалення інноваційно-маркетингової діяльності; управління електронною документацією; управління ресурсами та ресурсозбереження. - процеси, направлені на аналіз даних і поліпшення (управління змінами), управління невідповідністю; устаткування, механізація, автоматизація - розробка сучасних способів автоматизації окремих операцій, технологічних процесів, повної автоматизації виробничо - господарської діяльності підприємств будівельної галузі; інноваційні технології забезпечення безпеки праці на будівельному виробництві.

**Ключові слова:** будівництво, інновації, менеджмент.

**Abstract.** The analysis of achievements of innovative activity in the construction industry of world importance is carried out. Issues identified that hinder the performance of the construction industry and their ability to innovate. Problematic aspects that hinder the efficiency of the construction industry enterprises and their ability to innovate have been identified. Among the promising directions of scientific - research searches of scientists are determination of dependence of the final efficiency of activity of the enterprises of the construction industry on the implementation of innovative projects and programs; improvement of innovative marketing activity; electronic documentation management; resource management and resource conservation. - processes aimed at data analysis and improvement (change management), mismatch management; equipment, mechanization, automation - development of modern methods of automation of individual operations, technological processes, complete automation of production and economic activity of enterprises in the construction industry; innovative technologies for ensuring work safety in the construction industry.

**Keywords:** construction, innovation, management.

Новітня ера інноваційних технологій трансформує усі стадії інженерно - будівельного процесу. Будівництво та інжиніринг послідовно входять до будівельної індустрії нової ери, а технологічні стартапи створюють нові програми та інструменти, які змінюють спосіб проектування, планування та виконання проектів. Забезпечуючи сучасне програмне забезпечення, обладнання, орієнтоване на інноваційне будівництво, аналітичні можливості, інноваційні стартапи усувають багато проблем, які багато років охоплювали сектор будівництва, включаючи труднощі зі збиранням та обміном інформацією про інноваційний проект. Оскільки інноваційні будівельні проекти стають все більш складними і дорогими, що підштовхує керівників до більшого тиску для покращення витрат, термінів та ефективності. «У методологічному плані слід виробити підхід до процесу автоматизації як до єдиного цілого, що дозволить вести весь виробничий процес в оптимальному режимі»<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu\\_eim\\_2019\\_37\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu_eim_2019_37_5).

Багато світових підприємств будівельної галузі, які займаються інноваційними науково-дослідними технологіями, почали впроваджувати інноваційні будівельні технології, дедалі більшість зусиль зосереджується на програмних засобах цифрової співпраці. Причини такого вузького фокусу різняться, але деякі зацікавлені сторони вагаються розширюватися на будь-яку іншу сферу, оскільки вони традиційно намагаються розгорнути нові інструменти в масштабі, обмежуючи їх вплив. Скромні прибутки, які вони бачили на сьогодні, змушують ці компанії неохоче досліджувати додаткові технології підвищення продуктивності, особливо ті, що потребують значних інвестицій. Інші підприємства будівельної галузі можливо просто незнайомі з інструментами та рішеннями у сферах, що виходять за рамки цифрової співпраці. Щоб допомогти підприємствам будівельної галузі, які займаються інформаційними технологіями, орієнтуватися в будівельному інноваційному ландшафті та розробити ефективніші інноваційні стратегії, експертами та аналітиками: аналізуються стартові будівельні програми та їх продукти; визначаються випадки поширеного використання, для яких розробляються програмні засоби на всіх етапах проектування (проектування, попередня конструкція, побудова, виробничо - технологічні операції та управління); «.. активно обговорюються технології цифрового страхування ризиків, негативно впливаючих на изменение инфраструктуры, в том числе дорожных покрытий..»<sup>2</sup>. Сюди входять такі заходи, як управління працездатністю та моніторинг безпеки; вивчаються схеми інвестицій для того, щоб визначити, чи постачальники рішень переносять свої ресурси на різні програми, оскільки це може дати підказки щодо інструментів, які незабаром можуть потрапити на ринок.

Зараз навіть виробники з великими активами, включаючи цементні компанії, починають пілотні проекти, щоб визначити, чи може штучний інтелект принести користь їх діяльності. Традиційно ці виробники фінансують поліпшення як капітальні витрати. Штучний інтелект пропонує менш затратну альтернативу, дозволяючи підприємствам будівельної галузі використовувати наявне програмне забезпечення для аналізу величезної кількості даних, яку вони регулярно збирають, і в той же час налаштовувати свої результати. Роблячи це, вони отримують краще розуміння сучасних технологій, що розвиваються, та цінності, яку вони отримують.

Інформаційні технології внесли відчутні вдосконалення в ланцюги поставок та адміністративні функції, але вони поки що мають малу присутність у будівельному виробництві; цікаво, що цементні заводи були першими розробниками систем автоматизації і управління, та десятиліттями використовували оцифровані датчики та сигнали. Протягом десятиліть компанії оцифровували підприємства будівельної галузі за допомогою розподілених та наглядних систем контролю, в деяких випадках, і вдосконаленого контролю процесів. Хоча це значно покращило візуалізацію для операторів, більшість компаній з великими активами не відставали від останніх досягнень аналітики та рішень для підтримки прийняття рішень, що застосовують штучний інтелект. Що стосується вдосконалення виробничо - технологічних операцій та динамічної адаптованості, штучний інтелект може перевершити звичайні технології підтримки прийняття рішень.

Внутрішні негативні виклики для будівельної галузі:

- підзвітність. Ця проблема є головним елементом неспроможності будівельних підприємств вчасно реалізовувати проекти та бюджет. Організаційні структури часто незрозумілі у сенсі, що ніхто не несе відповідальності за результати, а фінансові стимули часто не узгоджуються з цілями проекту;

- управління талантами. Будівельні підприємства часто скаржаться на те, що важко знайти або зберегти достатньо людей з правильними навичками, при цьому мало хто може розвинути талант внутрішньо. Крім того, багато людей не хочуть працювати у важких або ризикованих регіонах. Ці компанії, вважаючи, що тільки інженери з довгими записами в цій

---

<sup>2</sup> [http://bses.in.ua/journals/2018/34\\_2018.pdf](http://bses.in.ua/journals/2018/34_2018.pdf)

галузі можуть досягти успіху, чинили опір працевлаштуванню поза його межами - небажанням, яке обмежувало можливості галузі винаходити себе та вчитися в інших галузях;

- повторний винахід колеса. Багато функцій у цьому секторі протистоїть ризику та неохоче ділиться найкращими практиками. Часто будівельні підприємства управляють бізнес-підрозділами та мегапроєктами так, ніби вони є незалежними компаніями, без послідовного управління ефективністю.

Кожен проєкт трактується так, ніби він є єдиним у своєму роді, так що маржинальність може відрізнятись навіть для порівняних підприємств. Не стандартизуючи операції та звітування про проєкти, будівельні підприємства недостатньо управляють ризиками та не розширюють кращі практики, як могли. Жоден два проєкти точно не схожі, але це не привід не вчитися на досвіді. Якщо цього не зробити, це ще один приклад того, як цей сектор повільно адаптував техніку та технології з інших сфер. Наприклад, такі галузі, як видобуток, використовують цифрові інновації для підвищення їх продуктивності та пошуку нових способів управління мінливістю;

- нездатність адаптуватися до інноваційних технологій. Деякі будівельні підприємства намагаються застосувати інноваційні методи підвищення продуктивності, такі як вдосконалене 5-D моделювання будівельної інформації та збір даних із безпілотників та смартфонів працівників. Наприклад, під час співпраці з керівниками будівництва для розробки платформи нагляд за масштабними будівельними проєктами докладено зусилля, які дозволили підвищити продуктивність робочих місць, проте у частці будівельних підприємств є застарілі системи та унікальні вимоги до бюджетів, планування та операцій, тому реалізувати інноваційні зміни важко;

- проблеми з використанням ресурсів. По мірі того як будівельні підприємства зростають та диверсифікуються, все частіше вони повинні мати справу з ефективною комунікацією із зарубіжними структурними підрозділами для ефективного управління активами та ресурсами.

Всі ці внутрішні чинники створили культуру м'яких інновацій. Зміни не надходять легко в будівництві та інжинірингу, які включають у співпрацю багато різних зацікавлених сторін.

Зовнішні чинники також впливають на зниження інноваційної ефективності та рентабельності будівельних підприємств:

- роздробленість ланцюгів цінностей. Життєвий цикл будівельного інноваційного проєкту включає безліч різних учасників, таких як власники, дизайнери, підрядники та експерти з контролю якості та безпеки. Проблема полягає в тому, що різні сторони не завжди співпрацюють добре разом, наприклад, кожна сторона зазвичай отримує свій власний контракт без загального управління, тобто виникає «agency problem» або конфлікт інтересів, коли один учасник може створювати проблеми для наступного. Питання полягає в тому, що пріоритети часто відрізняються, тому навряд чи дивно, що дизайнери, наприклад, не обов'язково прагнуть досягти максимальної економічної ефективності або що підрядники просто передають додаткові витрати на власника, а не працюють разом, щоб зменшити їх;

- багатосторонність підрядних угод. Є ризики того, що деякі субпідрядники є невеликими та неохайними, їм не вистачає ефективного управління та управління талантами, а компанії, які їх наймають, не розглядають це як свою відповідальність за покращення питань. Це впливає на продуктивність не тільки на конкретному етапі, де наймається субпідрядник, але і на кожному етапі після цього. Крім того, будівельні підприємства зазвичай бажають, щоб субпідрядники приймали на себе більшість ризиків.

Таким чином, значна кількість договорів між субпідрядниками та підрядником не надає стимулів для заохочення кращих способів роботи. Хоча власники прагнуть виконати будівельні інноваційні проєкти вчасно та за рахунок проєктного бюджету, субпідрядники можуть мати за мету максимізувати свій прибуток, особливо якщо не застосовуються штрафні санкції за прострочення, визначених в угодах;

- складність інноваційних портфелів. Інтернаціоналізація та глобалізація передбачає, що будівельні підприємства мають справу з різними бізнес-середовищами та бізнес-партнерами, і це може сприяти ще більш розпорошеним засобам роботи через необхідність нарощування регіональних знань, недосконалість державних та місцевих нормативно-правових актів ускладнює стандартизацію операцій;

- конкурентний тиск. Китайські, південнокорейські та європейські будівельні компанії, наприклад, докладають великих зусиль для пошуку роботи на ринках високого зростання. Посилена конкуренція змушує підвищувати свій рейтинг, утому числі у сфері забезпечення екологічних стандартів та стандартів безпеки;

- технічна складність інноваційних проектів. Будівельні інноваційні проекти стають складнішими, мегапроекти можуть коштувати понад один мільярд доларів. Клієнти більш вимогливі, наполягаючи на тому, що і як будувати, і відмовляються від зміни змін у дизайні чи закупівлі, які б підвищили продуктивність праці. Контракти також набагато складніші.

Світові тенденції інноваційних технологій в будівництві - від концептуальної розробки нових будівельних матеріалів та конструкцій до технічного обслуговування, інноваційні цифрові пристрої, додатки та наукові методології роблять важливий внесок в інноваційний розвиток будівельної галузі.

Нижче наведено результати огляду інноваційних тенденцій в будівельній галузі на глобальному рівні:

Час цифрових двійників - розуміння, передбачення, оптимізація. Будівництво залишається децентралізованою галуззю із перекриттями та неефективними інтерфейсами між дизайном, будівництвом та експлуатацією. Цифровий двійник забезпечує віртуальне представлення фізичних активів та / або проектів, включаючи всю інформацію від проектування від будівництва до експлуатації.

Поєднуючи плани, інженерні, географічні та інші дані, цими окремими силосними даними можна керувати комплексно, трансформуючи конструкцію. Цифровий двійник дозволяє аналізувати всі вхідні дані та використовувати їх для постійного вдосконалення доставки. Це може принести великі переваги щодо реагування на зміни, покращення операцій та додавання вартості. Їх можна використовувати для будівництва, будівництва та управління заводами, навіть для розумного розміщення міст.

Дрони. Безпілотники мають широке застосування в будівництві перед, під час і після будівництва. Наземні обстеження є поширеною причиною затримок, коли на місці виявляються невиявлені геологічні елементи. Крім того, використання дронів дозволяє впливати на безпеку робочої сили. Під час будівництва набагато безпечніше отримати доступ до важкодоступних або небезпечних районів без відповідних ризиків для здоров'я та безпеки інспекції особою. Вони також можуть бути використані для відображення змін у проекті, відстежуючи будь-які помилки в будівництві в реальному часі, які можна повернути в цифровий близнюк. Компанії найчастіше використовують безпілотники для зйомки зображень сайтів та даних з аерофотозйомки, що, в першу чергу, допомагає з обладнанням для моніторингу та профілактичним обслуговуванням. Деякі компанії, наприклад Bechtel, застосовують дрони для точного обстеження, дотримання безпеки та інших завдань. Моніторинг безпеки ввімкнено засобами носіння та засобами віртуальної чи доповненої реальності. Багато компаній, що займаються науковими технологіями, починають впроваджувати ці технології для підвищення безпеки. Наприклад, Redpoint Positioning та Skanska використовують технологію GPS в приміщенні для позначення небезпечних зон та активації попереджень про безпеку.

Розробка для виробництва та збірки, в оригіналі Design for Manufacturing and Assembly (далі - DfMA). DfMA є одним з методів функції розгортки якості, який передбачає процес розробки для виготовлення та збірки на місці (DfMA). Що вимагає DfMA, це те, що процес проектування призводить до отримання предметів та/або матеріалів, які легко виготовити або зібрати. Це може бути модульне проектування, використання 3D-друку або навіть локальні будівельні лабораторії, що дозволяють виготовляти деталі та замітники за

специфікацією на місці. Впровадження цифрових технологій робить будівництво настільки ж ефективним, як і будь-який сучасний виробничий процес, де точні кількості компонентів виробляються на замовлення. Оскільки вони гарантують якість та вимогливі технічні характеристики, засновані на побудованій конструкції, вони гарантовано відповідають структурі та мають передбачувані показники роботи заздалегідь визначений життєвий цикл. Додаткова цінність виробляється тому, що, як на сучасному заводі масових налаштувань автомобілів, кожна деталь обліковується і не має відходів.

Доповнена реальність. Справа в доповненій реальності (augmented reality - далі AR) полягає в тому, що вона означає частково надане середовище, а не повністю віртуальне. Хоча досвід віртуальної реальності може бути корисним, щоб показати потенційним інвесторам, як щось може виглядати в майбутньому. Це означає, що інформація про деталізацію завдань, попередження про безпеку та іншу підтримку може бути надана тим, що працівники бачать на планшетах або за допомогою смарт-стекла і навіть жорстких шапок. AR використовують для розміщення голографічних маркувань, що відображають попередження та усвідомлення електричного трубопроводу, який розташований за стіною, для обережності та інформування інженерів, які мали б доступ до цієї ділянки будівлі в майбутнє. Це не лише безпека та управління на місці.

Інноваційні матеріали для будівельної галузі. Розробка нових матеріалів є необхідністю для багатьох галузей промисловості, при цьому зростаючий попит на низьковуглецеві та стійкі операції. Наприклад, компанія PURETi трансформує ринок синтетического кам'яного фасаду будівлі завдяки партнерству з Neolith. PURETi розробив фотокаталітичну поверхню, яка їсть забруднення; він буквально очищає повітря навколо нього. Використовуючи рідку форму діоксиду титану та його природну реакцію на ультрафіолетове світло, матеріал може видаляти вільні радикали та інші забруднювачі з поверхонь, повітря та води. Це означає, що він перетворює кам'яні фасади з агломерованого неоліту в очищувачі повітря, що самоочищаються, отже, зменшуючи забруднення, різко покращуючи якість повітря та дозволяючи плитам довше залишатися чистішими.

Хоча це величезна суспільна користь, це також означає, що оброблені ділянки фасаду підтримують чисті поверхні, що є додатковою перевагою для власника будівлі. На думку, старшого наукового співробітника космічного центру Stennis Лорена Андервуда, «захоплює, що існує нетоксичний механізм для збереження будинків в чистоті і, в той же час, зниження витрат на обслуговування, енергоносії та використання суворих хімікатів».

Вчені проводять інноваційні дослідження у сфері модифікації твердого компонента в неавтоклаваному газобетоні з вапняно-карбонатною добавкою, що містить карбонат кальцію (кальцит), гідроксид кальцію (портландит) та добавку з пластифікуючим та прискорюючим ефектом для того, щоб для поліпшення його сили<sup>3</sup>.

Роботизація. Розширена будівельна робототехніка використовує свою TuBot для прив'язки сталевих арматурних прутів в будівельних проектах, тоді як маленький Q-Bot допомагає в дооснащенні будівель, застосовуючи ізоляційні матеріали в просторах між дошками підлоги та фундаментів. Але наступна велика річ - робоча роботика. Іспанський інститут передової архітектури Каталонії створює власний тип роботів з будівництва конструкцій. Ці «міні-будівельники» як маленькі 3D-принтери, що депонують матеріал у шарах, з'єднаних з центральним чаном. Хоча модель міні-роботів є новою. Фахівці в Наньянському технологічному університеті Сінгапур активно працюють над наступним етапом, розробляючи краще планування мобільності, щоб давати можливість міні-роботам працювати в більш жорстких умовах будівництва.

Самолікувальний бетон. Цемент є одним з найбільш широко використовуваних матеріалів у будівництві, але також є одним з найбільших учасників шкідливих викидів вуглецю, за якими, як вважають, відповідає за близько 7% щорічних світових викидів. Тріщини - це основна проблема в будівництві, яка зазвичай викликана впливом води

<sup>3</sup> <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.171012>

та хімікатів. Дослідники з Університету Bath працюють над розробкою бетону, що самолікується, використовуючи суміш, яка містить бактерії в мікрокапсулах; це сприятиме розбудові інновацій, проростаючи, коли вода потрапляє в тріщину в бетоні для отримання вапняку, закупорюючи тріщину до того, як вода і кисень роз'їдають сталеву арматуру.

Теплові мости. Ефективний теплоізоляційний матеріал стає все більш важливим у всій будівельній галузі. Передача тепла через стіни, як правило, передається безпосередньо через обшивку будівлі, будь то кладка, блок або каркас, до внутрішньої фасції, наприклад, гіпсокартону. Цей процес відомий як «тепловий міст». Аерогельна технологія вважається однією з найефективніших матеріалів для теплоізоляції, який адаптували в будівельній галузі, використовуючи фірмовий аерогель у склопластиковій матриці.

Фотоелектрична глазура. Однією з найбільш захоплюючих нових технологій, що застосовуються в цивільному будівництві, є будівництво інтегрованого фотоелектричного скління, яке може допомогти будівлям виробляти власну електрику, перетворюючи всю конверт будинку в сонячну панель. Такі компанії, як Полісоляр, пропонують прозоре фотоелектричне скло як структурний будівельний матеріал, утворюючи вікна, фасади та дахи. Технологія Полісоляр є ефективною для виробництва енергії навіть на вертикальних стінах, що виходять на північ, а її висока продуктивність при підвищених температурах означає, що вона може бути склопакетом або безпосередньо утеплена. Окрім економії на рахунках за електроенергію та отримання доходів від тарифних надходжень, її вартість є незначною в порівнянні з традиційним склом, оскільки витрати на будівництво та каркас залишаються, а затрати на систему облицювання та затінення замінюються.

Кінетичні дороги. Італійський стартап Underground Power вивчає потенціал кінетичної енергії на дорогах. Він розробив технологію під назвою Лібра - гумове покриття, схоже на шини, яке перетворює кінетичну енергію, що виробляється переміщенням транспортних засобів, в електричну енергію. Розроблений у співпраці з Міланським політехнічним університетом, Лібра працює за принципом, що гальмівний автомобіль розсіює кінетичну енергію. Передові технології здатні збирати і перетворювати цю енергію в електрику, перш ніж передати його до електромережі. Окрім підвищення безпеки дорожнього руху, пристрій удосконалює та сприяє стабільності дорожнього руху.

Прогностичне програмне забезпечення. Конструктивна цілісність будь-якої будівлі поєднується разом із вибором матеріалів та його конкретного місця; все це сприяє тому, як будівля буде працювати в нормальних або екстремальних умовах. Цивільним інженерам необхідно інтегрувати величезну кількість деталей у конструкції будівель, дотримуючись все більш вимогливих правил безпеки та уряду. Програмне забезпечення прогнозування дозволяє забезпечити безпеку та ефективність навіть самих інноваційних структур у галузі цивільного будівництва. Вчені також пропонують п'ять стратегій монетизації додатків в мобільному маркетингу; для цього виконано аналіз CPI-мереж з орієнтацією на мобільний і невмотивований трафік; змодельовано взаємодію контрагентів та принципи інтегрованого підходу проектів партнерського маркетингу, показано необхідність пошуку розумного, обґрунтованого компромісного плану. При цьому задачу вибору оптимального варіанту проекту сформульовано як задачу багатокритеріальної оптимізації<sup>4</sup>.

3D - моделювання міст. Планування та розвиток інновацій зумовлено зростанням розумних міст. Cyber City 3D (CC3D) - інновація геопросторового моделювання, яка спеціалізується на виробництві розумних 3D-будівельних моделей, яка створює розумні цифрові 3D-будівлі, щоб допомогти архітектурному, інженерному та будівельному сектору візуалізувати і передавати дизайн, та дані за допомогою програмного забезпечення CC3D.

Модульна конструкція. Модульне будівництво - це одна з найпопулярніших розробок у цивільному будівництві, коли будівля будується за межами майданчика з використанням тих же матеріалів і розроблена за тими ж стандартами, що і звичайне будівництво на місці. Ця інноваційна будівельна технологія зменшує порушення навколишнього середовища,

<sup>4</sup> <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/111547>

постачаючи компоненти за потребою; перетворює будівництво на логістичні операції, має великі переваги для стійкості, від менших рухів транспортних засобів до менших витрат.

Картографування активів. Не всі новітні розробки в галузі цивільного будівництва - це нові будівельні матеріали або кричущі технологічні засоби. Картографування активів фокусується на експлуатаційному обладнанні, включаючи системи опалення та кондиціонування, освітлення та охорону. Процес включає збір даних із серійних номерів, вбудованого програмного забезпечення, інженерних записок про те, коли він був встановлений і ким, і об'єднує всі дані в одному місці. Ця система показує інженерам в режимі реального часу, де обладнання потрібно встановити на карті, і як тільки активи підключені до системи реального часу за допомогою Інтернету речей, їх можна контролювати через Інтернет, додаток та інші віддалені пристрої та системи. Це допомагає клієнтам створювати бази даних про ефективність активів; в активній експлуатації будівель зменшує будівельні витрати та витрати на страхування.

Інвестування у стійку та клімат-інтелектуальну інфраструктуру. За останнє десятиліття зміни клімату та штормові події коштували світові майже два трлн доларів і зачепили майже чотири мільярди людей. Проекти в усьому світі стикаються з проблемою створення та захисту інфраструктури, яка витримує декілька сценаріїв впливу на клімат та погоду, які можуть розгортатися через глобальне потепління. Галузь, безумовно, досягає прогресу, наприклад, із застосуванням рейтингів стійкості та присвоєнням оцінок стійкості потенційним інвестиціям, але немає стандартів для визначення або оцінки стійкості аналогічним чином. Хоча це було б складно, учасники погодилися, що створений орган та загальнознані рейтинги AAA для інвесторів, допоможуть визначити пріоритетні заходи щодо інфраструктури, сприятливі для клімату, встановити кращі практики; забезпечувати сталий економічний розвиток та механізми «зеленої» економіки<sup>5</sup>.

Проте будь-які глобальні зусилля необхідно ґрунтувати на місцевому рівні. Регіональні та місцеві органи влади найкраще сприйматиме комплексний погляд на те, як клімат чи погода вплине на громаду. Вчені підтримують перспективи регіонального розвитку при активізації використання проектів державно-приватного партнерства<sup>6</sup>. Наприклад, вони повинні розглянути всебічне уявлення про те, як шторм може завдати шкоди не лише електростанції, але й під'їзній дорозі та мостам, що мають вирішальне значення для ремонту.

Таким чином, завдяки новим високоефективним програмним інструментам, процесорній потужності, штучний інтелект дозволяє будівельній галузі економічно створювати та підтримувати власні алгоритми та інтелектуальну власність, що дешевше, універсальніше та адаптивніше до постійних змін обладнання та ринкових умов. Штучний інтелект дозволяє повністю автоматизувати складні завдання та забезпечити послідовні та точні оптимальні задані точки в режимі автопілота.

Для його утримання потрібно менше робочої сили, і, що не менш важливо, вона може бути швидко налагоджена під час управління змінами, коли керівництво переглядає виробничу стратегію та виробничі плани.

Створення сильної власної команди фахівців з інформаційних технологій та даних є пріоритетним завданням, оскільки їх освіта зосереджена на ключових елементах штучного інтелекту: інформатики, баз даних, архітектури даних, моделювання, статистики, аналітики та математики. «Будівельна промисловість повинна збільшити ефективність реалізації інфраструктурних проектів за рахунок вдосконалення управління знаннями як у виробничих умовах, так і в бізнес-освіті»<sup>7</sup>. «At the stage of the digital scientific-oriented era, knowledge management is entering a new level of university and business partnerships in global sustainable development programs, including infrastructure assets. This requires activation of benchmarking of

<sup>5</sup> <https://scholar.google.com.ua/citations?user=0yrQaNQAAAAAJ&hl=uk&oi=sra>

<sup>6</sup> <http://mx.ogasa.org.ua/handle/123456789/4092>

<sup>7</sup> *Економіка та управління: сучасний стан і перспективи розвитку* (м. Одеса, 13-14 грудня 2018 р.), С. 81

intellectual capital, thinking and practical skills»<sup>8</sup>. У цій групі можна розглядати інженерів даних, які здатні керувати та орієнтуватися на рішення для зберігання даних та протоколів, і науковців, які здатні інтерпретувати та обробляти дані; створювати алгоритми і моделі для вирішення складних, багатовимірних проблем. Все викладене обумовлює актуальність подальших досліджень щодо інноваційної діяльності будівельної галузі.

#### Бібліографічний список:

1. Селезньова О.О., Стренковська А.Ю. Стратегічні орієнтири управління підприємствами водопостачання і водовідведення. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*. Економіка і менеджмент. Збірн.наук.праць Випуск 37 (2019). С. 20-26. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu\\_eim\\_2019\\_37\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvmgu_eim_2019_37_5).
2. Думанская В.В. Менеджмент инфраструктурных активов в строительной отрасли. *Причорноморські економічні студії*. Науковий журнал. Випуск 34 (2018). С. 111-115.
3. Євген Крилов, Володимир Мартинов, Максим Миколаєць, Олена Мартинова та Олександр В'єтох. (2019). Вплив модифікації твердого компонента на властивості неавтоклавного газобетону. *Східноєвропейський журнал корпоративних технологій*, 3 (6 (99)), 53–59. <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.171012>.
4. Mykhailo Oklander, Tatyana Oklander, Oksana Yashkina. Development of the subsystem of forecasting for the system of marketing information management at an industrial enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 5/3(89)2017, 30-51. <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/111547>
5. Сербьогіна Н.В. Напрями розвитку державно-приватного партнерства в процесі модернізації регіональної автодорожньої інфраструктури. *Scientific discussion* 1(5), 2017. P. 113-119. <http://mx.ogasa.org.ua/handle/123456789/4092>
6. Tulkina K. Energy-saving as a necessary factor of the modern development on the example Ukraine. *Economic and Social Development*. 32nd International Scientific Conference on Economic and Social Development. Odessa, 21-22 June 2018. P. 294-302. <https://scholar.google.com/citations?user=0yrQaNQAAAAJ&hl=uk&oi=sra>
7. Ажаман І.А., Злотнік С., Кудряшов Є. Міжнародний досвід створення технопарку високотехнологічних промислових активів. *Економіка та управління: сучасний стан і перспективи розвитку*: матер. IV міжн. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 13-14 грудня 2018 р.). Одеськ.держ. акад.буд-ва та арх. Одеса: ред.-вид.відділ ОДАБА, 2018. С. 80-84.
8. Vasiliy Mitinskiy, Olena Vashchynska, Nataliya Shyriaieva, Olha Khmaruk. A review of management of infrastructure road assets. *Economic and Social Development*. 32nd International Scientific Conference on Economic and Social Development. Odessa, 21-22 June 2018. P. 111-117. <http://mx.ogasa.org.ua/handle/123456789/6751>

---

<sup>8</sup> *Economic and Social Development*. Odessa, 21-22 June 2018. P. 117. <http://mx.ogasa.org.ua/handle/123456789/6751>