

DOI: 10.32347/2786-7269.2024.9.361-372

УДК 69.003:330:658

Бартко В.Ф.,

bartko.vf@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-7441-954X,

Цзін Цянь, taqm@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8160-0240,к.е.н., доцент **Хоменко О.М.,**

khomenko.om@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-6242-4736,

Київський національний університет будівництва і архітектури

КОНЦЕПТУАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ТРАНСФОРМАЦІЇ СЕРЕДОВИЩА БУДІВЕЛЬНОГО ДЕВЕЛОПЕРСЬКОГО ПРОЕКТУ ДО ФОРМАТУ ЦИФРОВОЇ ЕКОСИСТЕМИ

Відображаються суттєві зміни у способах управління проектами, підкреслюючи важливість інтеграції цифрових технологій для покращення ефективності та прозорості будівельних процесів. Цифрова екосистема будівельного проекту поєднує різноманітні інноваційні інструменти, такі як будівельне інформаційне моделювання (BIM), Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (ШІ), хмарні обчислення та великі дані, створюючи інтегроване середовище, яке сприяє оптимізації процесів і підвищенню продуктивності.

Основою трансформації є концепція екосистемної взаємодії, де будівельний проект розглядається як частина динамічної мережі, що включає різних учасників: архітекторів, інженерів, підрядників, постачальників і замовників. Взаємодія між ними здійснюється через цифрові платформи, що дозволяє координувати дії в режимі реального часу та забезпечує доступ до актуальної інформації для всіх зацікавлених сторін. Використання BIM як центрального інструменту цифрової екосистеми дозволяє інтегрувати дані про всі етапи проекту — від проектування до завершення будівництва та експлуатації. Це значно скорочує витрати часу та ресурсів на коригування помилок, підвищує точність і якість виконання робіт.

Теоретичні основи цифрової трансформації включають такі аспекти, як адаптивність і гнучкість, що дозволяють швидко реагувати на зміни умов ринку та потреб замовників. Цифрова екосистема дозволяє автоматизувати багато рутинних процесів, підвищити рівень контролю за витратами та термінами виконання робіт. Крім того, використання аналітики великих даних і прогнозування на основі ШІ сприяє виявленню ризиків на ранніх стадіях і їх своєчасному усуненню, що знижує загальні ризики проекту.

Ключові слова: проект; будівельне підприємство; стейкхолдер; управління змінами; інформаційне моделювання (BIM); девелопмент; інновація; цифровізація; цифрова екосистема

Постановка проблеми. Сучасна економіка стрімко трансформується під впливом інноваційних технологій, що стали основою цифровізації економічного простору. Глобалізація, яка стимулює взаємопроникнення економік та технологій, сприяє поширенню цифрових інновацій по всьому світу. Ці процеси не лише змінюють способи ведення бізнесу, але й визначають нові правила глобального економічного ландшафту.

Цифровізація, як каталізатор економічних змін, стала одним з ключових трендів економічного розвитку, суттєво змінюючи бізнес-моделі, процеси прийняття рішень і структуру ринків. Інноваційні технології, такі як штучний інтелект, блокчейн, Інтернет речей (IoT), великі дані (Big Data) та хмарні обчислення, суттєво підвищують ефективність та продуктивність підприємств, забезпечують нові можливості для автоматизації бізнес-процесів, скорочення витрат і розширення доступу до глобальних ринків.

Інноваційні технології є одночасно рушійною силою і результатом глобалізації. Вони дозволяють компаніям швидко адаптуватися до змін ринку, скорочувати відстані між постачальниками та споживачами, і знаходити нові можливості для співпраці. Наприклад, розвиток платформних бізнес-моделей, таких як Amazon або Alibaba, показує, як цифрові технології можуть інтегрувати глобальні ланцюги постачань і створювати нові форми економічної діяльності.

Інноваційні технології як знаковий тренд цифровізації економічного простору та результат глобалізації включають:

- Штучний інтелект (ШІ): використовується для автоматизації рутинних завдань, покращення аналізу даних та прийняття рішень на основі алгоритмів машинного навчання.
- Блокчейн: ця технологія забезпечує прозорість і безпеку транзакцій, що особливо важливо у фінансовому секторі, логістиці та управлінні ланцюгами постачань.
- Інтернет речей (IoT): дозволяє пристроям взаємодіяти між собою в реальному часі, збирати та аналізувати дані, що сприяє оптимізації процесів у виробництві, логістиці та енергетиці.
- Великі дані: аналіз великих обсягів даних дозволяє компаніям глибше розуміти потреби своїх клієнтів, оптимізувати бізнес-процеси та покращувати маркетингові стратегії.
- Хмарні обчислення: забезпечують доступ до масштабованих обчислювальних ресурсів і дозволяють підприємствам швидко розгортати інноваційні рішення.

Інноваційні технології мають значний вплив на світову економіку, сприяючи її зростанню та модернізації, дозволяють підприємствам входити на нові ринки, знижувати бар'єри для торгівлі та створювати нові джерела доходу. Крім того, цифровізація сприяє розвитку нових професій і підвищенню кваліфікації працівників, стимулюючи зростання зайнятості у високотехнологічних секторах. Попри численні переваги, цифровізація також породжує нові виклики, включаючи питання кібербезпеки, конфіденційності даних та зростання нерівності між країнами і компаніями. Різниця у рівнях цифрової готовності може призвести до значних розривів у розвитку економік. Проте, належне управління цифровими трансформаціями може стати ключем до подолання цих проблем і забезпечення сталого економічного зростання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Цифрові бізнес-екосистеми є специфічною формою координації господарської діяльності в умовах цифрової економіки. Вони виникають як результат розвитку підприємств, галузевої конвергенції та впливу інформаційно-комунікаційних технологій. Цифрова екосистема підприємства - це комплекс взаємопов'язаних цифрових технологій, процесів та послуг, які допомагають підприємству ефективно функціонувати в цифровому світі.

Стаття Koch M., Krohmer D., Naab M., Rost D., Trapp M. [1] визначає критерії, що визначають цифрові екосистеми, включаючи інтеграцію технологій, платформний підхід і взаємодію з партнерами, пропонує чіткі критерії для визначення цифрових екосистем, що допомагає стандартизувати поняття та використовувати його в бізнес-стратегіях.. Основний акцент робиться на структурних характеристиках цифрових екосистем і на тому, як ці характеристики сприяють гнучкості та інноваціям у бізнесі.

Наукова робота Kretschmer T., Leiponen A., Schilling M., Vasudeva G. [2] виділяє платформні екосистеми як метаорганізації, що відрізняється від традиційних уявлень про екосистеми як лише мережі учасників, підкреслюючи важливість управління та стратегічного планування. Автори досліджують платформні екосистеми як метаорганізації, які включають різні бізнес-учасники і ресурси для створення доданої вартості, аналізують стратегії управління платформами та інноваційними можливостями.

Дослідження Lafuente E., Ács Z.J., Szerb L. [3] використовує мережеву модель аналізу ефективності (DEA) для вивчення цифрових платформ у глобальному масштабі, виявляючи ключові пріоритети політики. Вперше запропоновано мережевий підхід до аналізу ефективності цифрових платформ, що дозволяє урядам і підприємствам визначати слабкі місця та можливості для покращення.

Стаття Hein A., Schrieck M., Riasanow T. [4] аналізує типи цифрових платформ і їх вплив на бізнес-моделі. Зокрема, досліджується взаємодія між учасниками екосистем і механізми створення вартості, надає систематичний огляд різних типів цифрових платформ, що раніше не були досліджені в одному контексті, і пропонує модель їх взаємодії.

В роботі [5] вперше систематично досліджено API як важливий елемент цифрових екосистем, що впливає на бізнес-моделі та інноваційні стратегії. Ibarra D., Ganzarain J., Igartua J.I. в своїй роботі [6] аналізують вплив Індустрії 4.0 на інновації бізнес-моделей. Основний акцент робиться на цифрових технологіях, що впливають на виробничі процеси і стратегії підприємств. Вперше детально розглянуто вплив Індустрії 4.0 на інновації в бізнес-моделях, включаючи нові підходи до управління виробництвом.

Дослідження авторів [7-10] охоплює розробку цифрових екосистем та їх вплив на цифрову економіку, зокрема в контексті глобальних економічних платформ; розглядають вплив цифрової трансформації на виробничі процеси, включаючи зміни в управлінні ресурсами та оптимізації процесів, пропонують теорію інформаційної екології, яка пояснює, як різні компоненти цифрових інноваційних екосистем взаємодіють та створюють спільну цінність. Ці дослідження вносять значний внесок у розуміння цифрових екосистем, розширюючи існуючі знання та пропонуючи нові підходи до їхньої реалізації в бізнес-середовищі.

Метою статті є дослідження концептуально-теоретичних аспектів трансформації середовища будівельних девелоперських проєктів до формату цифрової екосистеми. Стаття прагне визначити основні елементи цифрової екосистеми, їхній вплив на ефективність управління будівельними проєктами, а також окреслити переваги та виклики, пов'язані з впровадженням інноваційних технологій у будівельний сектор.

Виклад основного матеріалу. Поняття "підприємство як цифрова екосистема" відображає сучасний підхід до управління та розвитку підприємств в умовах цифрової трансформації. Цей термін описує підприємство як комплексну систему, що включає цифрові технології, платформи, дані, взаємодію з різними учасниками ринку, включаючи постачальників, партнерів, клієнтів та інші зацікавлені сторони, які разом створюють додану вартість.

Основні риси підприємства як цифрової екосистеми:

1. *Інтеграція технологій:* використання цифрових технологій для автоматизації, оптимізації бізнес-процесів та прийняття рішень на основі даних.
2. *Платформна модель:* підприємства часто виступають у ролі платформ, де взаємодіють різні учасники, що обмінюються даними та послугами.

3. *Гнучкість і адаптивність*: здатність швидко адаптуватися до змін ринку та впроваджувати нові цифрові рішення.

4. *Цифрові інновації*: використання новітніх технологій, таких як штучний інтелект, блокчейн, Інтернет речей (ІоТ) тощо.

Трансформація будівельного девелоперського середовища до формату цифрової екосистеми стала важливою віхою в сучасній будівельній галузі. Ця зміна є результатом зростаючої інтеграції інформаційних технологій, що охоплюють усі етапи будівельного процесу, від проектування до експлуатації готових об'єктів, дозволяє створювати інтегровані цифрові середовища, що забезпечують підвищення продуктивності, ефективності та прозорості (транспарентності) будівельних проектів.

Транспарентність будівельних проектів означає відкритість, прозорість і доступність інформації про всі аспекти проекту для всіх зацікавлених сторін, таких як замовники, підрядники, інвестори, контролюючі органи та громадськість. Це включає доступ до даних про планування, бюджети, графіки виконання, якість матеріалів, ризики, хід будівництва та відповідність стандартам. Прозорі процеси дозволяють всім учасникам бачити реальну картину проекту в режимі реального часу, що підвищує рівень довіри та ефективності управління. Транспарентність забезпечується за допомогою цифрових інструментів і технологій, таких як BIM (Building Information Modeling), хмарні платформи управління проектами, і цифрові документообігові системи. Ці технології дозволяють збирати, зберігати і аналізувати дані про проект, роблячи їх доступними для перевірки і аналізу всіма учасниками. Це допомагає знижувати ризики корупції, помилок, нецільового використання ресурсів, і сприяє виявленню проблем на ранніх етапах, що дозволяє своєчасно їх усувати. Транспарентність також сприяє відповідальності та звітності. Всі учасники зобов'язані документувати свої дії, що робить їх прозорими і доступними для перевірки. Це стимулює учасників проекту діяти професійно та відповідально, оскільки їхні рішення і дії можуть бути перевірені в будь-який момент. В результаті, транспарентність сприяє успішному завершенню проектів, підвищенню якості та зниженню загальних витрат на будівництво.

Цифрова трансформація будівельної галузі набирає обертів у всьому світі, включаючи Україну, завдяки впровадженню інноваційних технологій, таких як будівельне інформаційне моделювання (BIM), та управління проектами через спеціалізоване програмне забезпечення (CPMS).

Будівельна галузь все ще залишається однією з найповільніших у впровадженні цифрових технологій, але останніми роками спостерігається значне зростання інвестицій. У період з 2020 до 2022 року інвестиції в

технології для архітектури, інженерії та будівництва зросли до 11.5 мільярдів доларів, що більш ніж утричі перевищує рівень попередніх трьох років [11].

Впровадження BIM дозволяє створювати цифрові двійники будівель, які забезпечують інтеграцію між різними учасниками проекту та виявлення конфліктів до початку будівництва, що зменшує витрати на переробку. CPMS стає центральним інструментом для управління даними проекту, планування ресурсів та оптимізації робочих процесів. Використання цифрових технологій сприяє прискоренню виконання проектів, зменшенню витрат та підвищенню ефективності за рахунок автоматизації та оптимізації процесів. Водночас, виклики включають необхідність значних інвестицій, підвищення кваліфікації працівників та забезпечення кібербезпеки на будівельних майданчиках. Очікується, що до 2030 року будівельна галузь продовжить активне впровадження цифрових технологій, що дозволить суттєво підвищити продуктивність та знизити витрати. Інтернет речей і розширена аналітика дозволять зібрати та проаналізувати дані з будівельних майданчиків для покращення управління проектами та зменшення ризиків.

В Україні темпи цифровізації будівництва дещо відстають від глобальних показників через меншу доступність фінансових ресурсів та відсутність стимулів з боку держави. Проте все більше компаній починають використовувати BIM та спеціалізоване програмне забезпечення для управління проектами (табл. 1)

Таблиця 1

Використання BIM та спеціалізованого програмного забезпечення для управління проектами в будівельній галузі України та світу (2019-2030)

№	Компанія	Назва проекту	Вартість проекту (млн USD)	Період будівництва
1	2	3	4	5
1	ТОВ «Київміськбуд»	ЖК «Новопечерські Липки»	300	2019-2025
2	ПрАТ «Столиця Груп»	ЖК «Рів'єра»	250	2020-2024
3	ТОВ «Інтергал-Буд»	ЖК «Сирецькі сади»	180	2018-2023
4	ТОВ «UDP»	UNIT.City	200	2019-2025
5	ТОВ «Альтіс Холдинг»	БЦ «Леонардо»	100	2019-2023
6	ПрАТ «Житлобуд-2»	ЖК «Метрополіс»	220	2018-2024
7	ПрАТ «Міськжитлобуд»	ЖК «Осокорки»	150	2020-2025
8	ТОВ «КАН Девелопмент»	ЖК «Файна Таун»	180	2017-2024
9	ТОВ «BIM Груп Україна»	Реновація «Центрального стадіону»	50	2022-2024
10	ТОВ «Будінвестком»	ЖК «Поділ Град Vintage»	90	2021-2025

№	Компанія	Назва проекту	Вартість проекту (млн USD)	Період будівництва
1	2	3	4	5
11	DPR Construction (США)	Створення нового госпіталю в Каліфорнії	320	2020-2024
12	Shanghai Construction (Китай)	Shanghai Tower	2400	2008-2015
13	Skanska (Швеція)	Östermalmstorg Tunnelbanestation	150	2019-2023
14	VINCI Construction (Франція)	Grand Paris Express	1500	2018-2025
15	Laing O'Rourke (Велика Британія)	Heathrow Expansion	1800	2019-2026

Цифрова екосистема в будівництві розглядається як складна мережа технологій, бізнес-процесів і учасників, що взаємодіють через цифрові платформи. Цей підхід дозволяє забезпечити кращу координацію між архітекторами, інженерами, підрядниками та замовниками, що суттєво підвищує якість управління проектами. Наприклад, впровадження BIM стало основою для інтеграції проектних даних, зберігання та аналізу інформації про всі аспекти будівництва в режимі реального часу. Це дозволяє виявляти помилки ще на етапі проектування, зменшуючи кількість переробок і витрат у процесі будівництва.

Цифрова трансформація середовища будівельного проекту базується на кількох теоретичних підходах, серед яких концепція екосистемної взаємодії та цифрової трансформації бізнес-процесів. Вона передбачає заміну традиційних методів управління цифровими рішеннями, що забезпечують ефективніший обмін інформацією та спрощують робочі процеси. Особливу роль у цьому процесі відіграють Інтернет речей і аналітика великих даних, які дозволяють збирати, аналізувати та використовувати дані з будівельних майданчиків для прийняття обґрунтованих рішень. Наприклад, датчики IoT можуть контролювати стан обладнання, рівень матеріалів та якість виконання робіт, а аналітичні системи допомагають виявляти ризики та оптимізувати ресурси.

Цифрові екосистеми є складними мережами, що об'єднують різних учасників, технології та процеси для створення спільної цінності. Структурні характеристики цифрових екосистем можливо класифікувати як: компоненти та учасники, архітектура та інтеграція, взаємодія та координація, технологічна інфраструктура, моделі створення вартості, гнучкість і масштабованість, безпека і захист даних (табл. 2)

Таблиця 2

Структурні характеристики цифрових екосистем

Характеристика	Опис	Основні компоненти
Компоненти та учасники	Екосистема включає користувачів, постачальників, розробників та організаторів платформи.	Користувачі, постачальники, розробники, організатори платформи.
Архітектура та інтеграція	Використання відкритих і модульних архітектур для легкої інтеграції компонентів.	API, стандарти обміну даними, модульність системи.
Взаємодія та координація	Механізми взаємодії між учасниками для оптимізації спільних процесів та доступу до ресурсів.	Механізми управління, платформи взаємодії, стандарти взаємодії.
Технологічна інфраструктура	Використання сучасних технологій для забезпечення функціонування екосистеми.	Хмарні обчислення, штучний інтелект, Інтернет речей (IoT).
Моделі створення вартості	Спільне використання даних, співпраця в розробці нових продуктів і оптимізація процесів.	Платформні бізнес-моделі, ціннісні мережі, моделі спільного створення.
Гнучкість і масштабованість	Здатність швидко адаптуватися до змін і масштабуватися завдяки автоматизації та модульності.	Гнучкість до змін, автоматизація процесів, масштабованість архітектури.
Безпека і захист даних	Захист даних і дотримання стандартів конфіденційності в умовах взаємодії різних учасників.	Кібербезпека, управління доступом, дотримання стандартів конфіденційності (наприклад, GDPR).

Учасники (табл. 2) можуть бути поділені на кілька категорій:

- Користувачі: споживачі та організації, що користуються продуктами або послугами екосистеми.
- Постачальники: компанії, що постачають технології, дані або сервіси, необхідні для функціонування екосистеми.
- Розробники: створюють додатки, програмні продукти або інтеграції, що розширюють функціональність екосистеми.
- Організатори платформи: забезпечують технічну інфраструктуру і керують взаємодією між учасниками.

Цифрові екосистеми базуються на відкритих і модульних *архітектурах*, що дозволяють легко інтегрувати нові компоненти та учасників. Це сприяє гнучкості, масштабованості та швидкому впровадженню інновацій:

- API та стандарти обміну даними: дозволяють учасникам взаємодіяти та інтегрувати свої системи.
- Модульність: дозволяє легко замінювати або додавати нові компоненти без порушення роботи всієї системи.

Екосистеми організовані так, щоб максимізувати *взаємодію* між учасниками:

- Механізми управління: забезпечують координацію між учасниками, включаючи правила доступу до ресурсів, використання даних і дотримання безпеки.

- Платформи взаємодії: надають інтерфейси, через які учасники можуть взаємодіяти один з одним (наприклад, маркетплейси, соціальні мережі).

Цифрові екосистеми використовують сучасні технології для забезпечення ефективності та інновацій та створюють *додану вартість* через різні моделі, включаючи спільне використання даних, співпрацю в розробці нових продуктів та оптимізацію процесів:

- Платформні бізнес-моделі: об'єднують попит і пропозицію, створюючи ринки для цифрових продуктів і послуг.

- Ціннісні мережі: учасники співпрацюють для спільного створення продуктів або послуг, що відповідають потребам користувачів.

Цифрові екосистеми мають високу *гнучкість* і можуть швидко масштабуватися завдяки своїй модульній архітектурі та можливостям автоматизації:

- Гнучкість до змін: можливість адаптуватися до нових ринкових умов або технологічних змін.

- Автоматизація процесів: спрощує управління складними взаємодіями і знижує операційні витрати.

Безпека є ключовим компонентом, оскільки екосистеми часто обробляють великий обсяг чутливих даних:

- Кібербезпека: використовує шифрування, багаторівневий захист і управління доступом для забезпечення безпеки даних.

- Дотримання стандартів конфіденційності: відповідність нормативам і стандартам, таким як GDPR.

Перехід до цифрової екосистеми також супроводжується певними викликами. Це потребує значних інвестицій у нові технології, навчання персоналу та забезпечення кібербезпеки. Крім того, існує проблема опору змінам з боку традиційних учасників ринку, які не завжди готові переходити на нові технологічні рішення через страх змін чи недостатнє розуміння їхніх переваг. Важливою частиною цього процесу є підтримка держави та стимулювання компаній до впровадження інноваційних технологій.

Висновки. Інноваційні технології є не лише продуктом глобалізації, але й її основним рушієм, що визначає сучасний економічний простір. Вони відкривають нові можливості для підприємств і держав, стимулюючи економічне зростання і зміцнюючи глобальні зв'язки. Продовження

впровадження інноваційних технологій і розробка стратегій, що враховують як їхні переваги, так і виклики, є критично важливими для успішного розвитку світової економіки в умовах цифровізації.

Трансформація будівельного середовища до формату цифрової екосистеми не тільки підвищує ефективність управління проектами, але й створює нові можливості для інноваційного розвитку галузі. Це дозволяє будівельним компаніям покращувати конкурентоспроможність, знижувати витрати та впроваджувати сталі практики, що відповідають вимогам сучасного ринку. Трансформація будівельних девелоперських проектів дозволяє суттєво покращити управління проектами, підвищити ефективність та конкурентоспроможність будівельних компаній. Цифрова екосистема відкриває нові можливості для співпраці, інновацій та сталого розвитку, що робить її невід'ємною частиною майбутнього будівництва.

Перехід до цифрової екосистеми забезпечує численні переваги, включаючи підвищення продуктивності, зниження витрат та покращення прозорості будівельних процесів. Цифрові платформи дозволяють в режимі реального часу відстежувати стан проекту, координувати дії всіх учасників та швидко реагувати на зміни. Це суттєво підвищує якість управління проектами та дозволяє скорочувати час виконання робіт. Використання аналітичних інструментів для прогнозування та оптимізації процесів допомагає мінімізувати ризики та підвищити надійність проектів. Очікується, що українські будівельні компанії будуть поступово впроваджувати нові технології, стимульовані необхідністю підвищення конкурентоспроможності на міжнародному ринку та вимогами інвесторів до ефективності і прозорості проектів.

Postgraduate student **Vasyl Bartko**,
postgraduate student **Jing Qian**,
PhD in Economics, Associate Professor **Oleksandr Khomenko**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

CONCEPTUAL AND THEORETICAL ASPECTS OF TRANSFORMING THE ENVIRONMENT OF A CONSTRUCTION DEVELOPMENT PROJECT TO A DIGITAL ECOSYSTEM FORMAT

The article reflects significant changes in the way projects are managed, emphasizing the importance of integrating digital technologies to improve the efficiency and transparency of construction processes. The digital ecosystem of a construction project combines various innovative tools such as Building Information Modeling (BIM), Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Cloud

Computing and Big Data to create an integrated environment that promotes process optimization and productivity.

The basis of the transformation is the concept of ecosystem interaction, where the construction project is considered as part of a dynamic network that includes various participants: architects, engineers, contractors, suppliers and customers. Interaction between them is carried out through digital platforms, which allows coordination of actions in real time and provides access to relevant information for all interested parties. Using BIM as a central tool of the digital ecosystem allows for the integration of data on all stages of the project — from design to completion of construction and operation. This significantly reduces the time and resources spent on correcting errors, increases the accuracy and quality of work.

The theoretical foundations of digital transformation include such aspects as adaptability and flexibility, which allow you to quickly respond to changes in market conditions and customer needs. The digital ecosystem allows you to automate many routine processes, increase the level of control over costs and deadlines. In addition, the use of big data analytics and AI-based forecasting helps to identify risks in the early stages and eliminate them in a timely manner, which reduces the overall risks of the project.

Keywords: project; construction enterprise; stakeholder; change management; information modeling (BIM); development; innovation; digitalization; digital ecosystem

REFERENCES

1. Koch M., Krohmer D., Naab M., Rost D., Trapp M. (2022). A matter of definition: Criteria for digital ecosystems. *Digital Business*, Volume 2. P.127-142. {in English}
2. Kretschmer T., Leiponen A., Schilling M., Vasudeva G. (2022). Platform ecosystems as meta-organizations: implications for platform strategies. *Strategic Management Journal*, 43(3). P. 405–424. {in English}
3. Lafuente E., Ács Z.J., Szerb L. (2022). Analysis of the digital platform economy around the world: a network DEA model for identifying policy priorities. *Journal of Small Business Management*. P.1–45. {in English}
4. Hein A., Schrieck M., Riasanow T., et al. (2020). Digital platform ecosystems. *Electronic Markets*, 30. P.87–98. {in English}
5. Heshmatisafa S., Seppänen M. (2020). API utilization and monetization in Finnish industries." In: Paasivaara M., Kruchten P. (eds.) XP 2020. LNBIP, vol. 396, pp. 23–31. *Springer*, Cham. {in English}
6. Ibarra D., Ganzarain J., Igartua J.I. (2018). Business model innovation through Industry 4.0: a review. *Procedia Manufacturing*, 22. P. 4–10. {in English}

7. Moore, J. F. (1993). Predators and Prey: A New Ecology of Competition. *Harvard Business Review*, 71(3), 75-86. {in English}
8. Pelletier C., Cloutier L.M. (2019). Conceptualising digital transformation in SMEs: an ecosystemic perspective. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, Vol. 26 No. 6/7, pp. 855-876. {in English}
9. Savastano M., Amendola C., Bellini F. et al. (2019). Contextual impacts on industrial processes brought by the digital transformation of manufacturing: a systematic review. *Sustainability*, 11. P. 891-926. {in English}
10. Wang P. (2021). Connecting parts with the whole: toward an information ecology theory of digital innovation ecosystems. *MIS Quarterly*, 45. P. 397–422.
11. McKinsey, "Construction's Digital Revolution". Access mode: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/sustainable-inclusive-growth/chart-of-the-day/constructions-digital-revolution>. {in English}