

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І  
АРХІТЕКТУРИ**

Факультет автоматизації і інформаційних технологій

Кафедра управління проектами

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

**Інтелектуальна система конфігурування  
робочого простору будівельних об'єктів**

**An intelligent system for configuring the working  
space of construction objects**

**ЩИРІН Юрій Олександрович**

---

(прізвище, ім'я та по батькові студента повністю)

Київ 2024 р.

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: Автоматизації і інформаційних технологій  
Кафедра: Управління проектами  
Освітній рівень: Магістр за освітньо-професійною програмою  
Галузь знань: 12 Інформаційні технології  
Спеціальність: 126 Інформаційні системи та технології  
Освітня програма: Штучний інтелект. Когнітивні технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
Бушуев С.Д.  
« 24 » серпня 2024 року

## **ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

**ЩИРІН**

**Юрій Олександрович**

*(прізвище, ім'я та по батькові студента)*

1. Тема роботи:

**Інтелектуальна система конфігурування робочого простору будівельних об'єктів**

**An intelligent system for configuring the working space of construction objects**

Затверджена наказом ректора КНУБА № 1665/2 від «20» серпня 2024 року

2. Керівник роботи:

**Бушуев Сергій Дмитрович, доктор технічних наук, професор**

*(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)*

3. Строк подання студентом роботи до захисту:

**08.11.2024**

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які слід розробити):

- Теоретичний огляд;
- Методологічні дослідження;
- Моделі дослідження;
- Опис існуючих підходів

5. Графічний матеріал за розділами:

надати в роботі, відповідно до проведених досліджень та аналізу інформації

## 6. Календарний план виконання роботи:

№ з/п	Вид інформації	Строк подачі
1	Тема кваліфікаційної роботи магістра (КРМ)	20.08.24.
2	Підготовка вступу	20.08.-25.08. (10%)
3	Підготовка розділу 1	20.10- 31.10 (40%)
4	Підготовка розділу 2	01.10-11.10 (70%)
5	Підготовка розділів 3 та 4	13.10-22.10 (95%)
6	Остаточне оформлення магістерської роботи	23.10-30.10 (100 %)
7	Передача КРМ в електронному вигляді на кафедру на перевірку роботи на плагіат	04.11. (100 %)
8	Передача КРМ (друк.) на рецензію керівнику	04.11.
9	Презентація атестаційної роботи магістра (КРМ) , Попередній захист роботи на кафедрі	06.11.
10	Передача КРМ (друк.) на рецензію	08.11.
11	Передача КРМ (друк.)	12.11.

Зав. кафедри

---

(підпис)

Сергій БУШУЄВ

---

(ім'я та прізвище)

Керівник

---

(підпис)

Сергій БУШУЄВ

---

(ім'я та прізвище)

Студент

---

(підпис)

Юрій ЩИРІН

---

(ім'я та прізвище)

<b>РЕЗЮМЕ</b> (summary) <i>до атестаційної випускної роботи студента:</i>		<b>ЩИРІН</b> Юрій Олександрович	
<i>ЗВО</i>	Київський національний університет будівництва і архітектур		
<i>Тема</i>	Інтелектуальна система конфігурування робочого простору будівельних об'єктів An intelligent system for configuring the working space of construction objects		
<i>Освітній ступінь</i>	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання		
<i>Факультет</i>	Автоматизації і інформаційних технологій		
<i>Кафедра</i>	Управління проектами		
<i>Спеціальність</i>	126 Інформаційні системи та технології		
<i>Освітня програма</i>	Штучний інтелект. Когнітивні технології		
<i>Керівник</i>	Бушуєв С.Д.		
<i>Обсяг роботи:</i>	<i>пояснювальна записка, стор.</i>	<i>розділів</i>	<i>слайдів презентації</i>
	91	4	15
<i>Розділ 1. Теоретичний огляд</i>	Розглянуто його історію, принципи, вплив на організаційну культуру, інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів.		
<i>Розділ 2. Методологія дослідження</i>	Розглянуто комбінацію моделей та методів для здійснення комплексного аналізу інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів		
<i>Розділ 3. Моделі дослідження</i>	Розглянуто та визначено структуру та параметри теоретичної моделі, яка використовується для аналізу вирішення практичних задач інтелектуальною системою конфігурування робочого простору будівельних об'єктів		
<i>Висновки по роботі:</i>	В атестаційній роботі на здобуття освітнього ступеня магістра було проаналізовано з різних боків методи які впливають на створення інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів		
<b>Ключові слова:</b> інтелектуальна система, конфігурування робочого простору, будівництво, оптимізація, машинне навчання, BIM-моделювання. <b>Keywords:</b> intelligent system, workspace configuration, construction, optimization, machine learning, BIM modeling.			

Укладач: \_\_\_\_\_

Керівник: \_\_\_\_\_

«05» листопада 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І  
АРХІТЕКТУРИ**

Факультет автоматизації і інформаційних технологій  
Кафедра управління проектами

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
Бушуєв С.Д.  
«07» листопада 2024 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

**Інтелектуальна система конфігурування робочого  
простору будівельних об'єктів**

**An intelligent system for configuring the working space  
of construction objects**

Виконав студент групи: \_\_\_\_\_  
ЩИРІН Юрій Олександрович  
*(прізвище, ім'я та по батькові повністю)*

Спеціальність: 126 Інформаційні системи та технології  
Освітня програма: Штучний інтелект. Когнітивні технології

Керівник: Бушуєв Сергій Дмитрович  
*(прізвище, ініціали,)*  
доктор технічних наук, професор  
*науковий ступінь, вчене звання*

Рецензент: \_\_\_\_\_  
*(прізвище, ініціали,)*  
\_\_\_\_\_  
*науковий ступінь, вчене звання*

Київ 2024 р.

## ЗМІСТ

РЕЗЮМЕ	4
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД ЗАСТОСУВАННЯ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СТВОРЕННІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ	10
1.1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	10
1.2. СПІЛЬНІ РИСИ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	12
1.3. ЗАСТОСУВАННЯ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	15
1.4. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ВИКЛИКИ В ГАЛУЗІ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	15
1.5. МАЙБУТНЄ РОЗВИТКУ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	18
РОЗДІЛ 2. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	22
2.1. ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	22
2.2. АЛГОРИТМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	23
2.3. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	24
2.4. АЛГОРИТМ ГЕНЕРАЦІЇ ПЛАНУ	25
2.5. СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ СИСТЕМІ КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	26
2.6. ОПТИМІЗАЦІЯ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	27
2.7. УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	31

2.8. МОДЕЛЮВАННЯ РІЗНИХ СЦЕНАРІЇВ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	34
РОЗДІЛ 3 МОДЕЛІ ДОСЛІДЖЕННЯ.	
ЗАСТОСУВАННЯ ВІМ ПРОТЯГОМ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ БУДІВЕЛЬНОГО ОБ'ЄКТА	45
3.1. ВІМ ТЕХНОЛОГІЇ У ЖТТЄВОМУ ЦИКЛІ БУДІВЕЛЬНОГО ОБ'ЄКТА	45
3.2. ОСНОВНІ РОЛІ ФАХІВЦІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ВІМ ТЕХНОЛОГІЙ	50
3.3. ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ВІМ ТЕХНОЛОГІЙ	54
3.4. ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ СТВОРЕННІ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ	56
РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ	62
4.1. ЦИФРОВІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ	62
4.2. БІЗНЕС-МОДЕЛЬ CANVAS ДЛЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА	66
4.3. ВИГОДИ ВІД ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ CANVAS У БУДІВНИЦТВІ	69
ВИСНОВКИ	72
ЛІТЕРАТУРА	76
ДОДОТОК. ПРЕЗЕНТАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	84

## ВСТУП

Сучасне будівництво характеризується високим рівнем складності та вимогами до ефективності. Оптимізація робочого процесу, зменшення витрат та підвищення якості виконання робіт стали актуальними завданнями для будівельних компаній. Одним із перспективних напрямків у вирішенні цих завдань є застосування інтелектуальних систем.

При вирішенні завдань розвитку підприємств особливе стратегічне місце посідають когнітивні технології та методи вироблення рішень [1, 2]. У цьому випадку когнітивні технології використовуються при: комплексній діагностиці для вдосконалення структури та функцій управління, вдосконалення фінансово-економічної політики та досягнення на цій основі підвищення ефективності виробництва, конкурентоспроможності продукції/послуг, зростання продуктивності праці, зниження витрат виробництва.

Дана магістерська робота присвячена розробці інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів. Мета роботи полягає у створенні системи, яка на основі заданих параметрів будівництва (тип будівлі, матеріали, технології) автоматично генерує оптимальний план організації робочого простору, включаючи розташування обладнання, матеріалів, тимчасових споруд та визначення логістичних маршрутів [3, 4].

У постіндустріальному суспільстві, де швидкі зміни та постійна необхідність до інновацій стають нормою, ефективне управління проектами стає вирішальним фактором для успішності підприємства. Однак, сучасні виклики вимагають не лише традиційного менеджменту, але й новаторського, підходу, спрямованого на створення ефективних інноваційних проектів [5, 6].

Тема розробки інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів є надзвичайно актуальною в сучасних умовах розвитку будівельної галузі з кількох причин.

1. Зростаюча складність будівельних проектів. Сучасні будівлі стають все більш складними за конструкцією, використовуються нові матеріали та технології. Це призводить до збільшення кількості факторів, які необхідно враховувати при плануванні робочого процесу.

2. Високі вимоги до ефективності. Замовники все частіше вимагають швидкого та якісного виконання будівельних робіт. Для досягнення цих цілей необхідно оптимізувати всі процеси, починаючи від планування і закінчуючи зведенням об'єкта [7, 9, 9].

3. Дефіцит кваліфікованих кадрів. Складно знайти досвідчених фахівців, які можуть ефективно організувати роботу на великих та складних будівельних майданчиках.

4. Висока конкуренція. Для того, щоб бути конкурентоспроможними, будівельні компанії повинні шукати нові способи зниження витрат і підвищення якості своїх послуг.

Інтелектуальна система конфігурування робочого простору може вирішити ці проблеми завдяки наступним перевагам.

1. Оптимізація використання ресурсів. Система дозволить ефективніше використовувати простір, матеріали та обладнання, що призведе до зниження витрат [10].

2. Підвищення точності планування. Автоматизоване планування дозволить уникнути помилок, які можуть виникнути при ручному складанні графіків робіт.

3. Збільшення швидкості виконання робіт: Оптимізований робочий процес дозволить скоротити терміни будівництва.

4. Поліпшення безпеки праці. Система зможе враховувати всі можливі ризики і забезпечити безпечні умови роботи для будівельників.

5. Збільшення прозорості. Завдяки автоматизації процесів всі учасники будівництва зможуть отримувати актуальну інформацію про стан робіт.

Таким чином, розробка інтелектуальної системи конфігурування робочого простору є *актуальним і перспективним напрямком дослідження*, який дозволить підвищити ефективність і якість будівництва [11 -16].

## РОЗДІЛ 1.

# ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД ЗАСТОСУВАННЯ КОГНІТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СТВОРЕННІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ

Розглянемо створення інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів. Це інноваційна технологія, яка використовує штучний інтелект для автоматизації та оптимізації процесу планування та організації будівельного майданчика [17, 18]. Така система здатна аналізувати великі обсяги даних про проект, включаючи 3D-моделі, плани, матеріали та ресурси, для створення оптимального плану розміщення обладнання, матеріалів та робочих зон [19, 20].

### 1.1. Історія розвитку когнітивних технологій

Когнітивні технології, що дозволяють машинам мислити та навчатися як люди, мають довгу і захоплюючу історію. Їхній розвиток тісно пов'язаний з розвитком штучного інтелекту (ШІ) та обчислювальної техніки. Ось короткий огляд важливих етапів.

#### *Середина ХХ століття. Зародження ідеї*

Теорія кібернетики Норберт Вінер заклав основи кібернетики, науки про управління та комунікацію в живих системах і машинах. Це стало теоретичним фундаментом для подальшого розвитку штучного інтелекту.

Перші комп'ютери. З появою перших електронних обчислювальних машин виникла ідея створити машини, здатні до мислення.

#### *1950-ті: Ера ентузіазму*

Тест Тюрінга. Алан Тюрінг запропонував тест для визначення того, чи може машина мислити як людина.

Перші програми для гри в шахи. Були розроблені перші програми, здатні грати в шахи, що стало важливим досягненням у галузі штучного інтелекту.

#### *1960-ті: Перші розчарування*

"Зима штучного інтелекту". Період, коли ентузіазм щодо ШІ помітно знизився через нездатність комп'ютерів вирішувати складні завдання, які здаються простими для людей [21, 22].

### *1980-ті: Відродження ШІ*

Експертні системи. Були розроблені експертні системи, здатні вирішувати складні завдання в конкретних областях знань, таких як медицина та фінанси.

Нейронні мережі. Відновився інтерес до нейронних мереж, натхненних структурою людського мозку.

### *1990-ті: Поява Інтернету і великих даних*

Інтернет. Поява Інтернету призвела до накопичення величезних обсягів даних, що стало основою для розвитку машинного навчання.

Машинне навчання. Були розроблені ефективні алгоритми машинного навчання, які дозволили комп'ютерам навчатися на великих даних.

### *2000-ні – теперішній час. Ера глибокого навчання*

Глибоке навчання. Прорив у галузі глибокого навчання, заснованого на нейронних мережах, дозволив досягти значних успіхів у розпізнаванні образів, обробці природної мови та інших областях.

Комерціалізація ШІ. Штучний інтелект став комерційно успішним, знайшовши застосування в різних галузях, від пошукових систем до медичної діагностики.

### *Сучасний стан та перспективи*

Сьогодні когнітивні технології продовжують розвиватися стрімкими темпами. Ми вже маємо голосових помічників, які можуть вести розмови, автомобілі, що керують самі собою, та системи, здатні генерувати творчі тексти.

Майбутнє когнітивних технологій виглядає надзвичайно перспективним. Очікується, що вони знайдуть застосування в таких областях, як:

- медицина. Розробка нових ліків, персоналізована медицина, діагностика захворювань;
- фінанси. Аналіз ринків, виявлення шахрайства, автоматизація торгових операцій;

- промисловість. Оптимізація виробничих процесів, прогнозування збоїв;
- освіта. Персоналізоване навчання, адаптивні навчальні програми.

## **1.2. Спільні риси когнітивних технологій**

Когнітивні технології, незважаючи на різноманітність своїх застосувань, мають ряд спільних характеристик, які дозволяють їм імітувати когнітивні функції людини. *Розглянемо базові технології.*

### *1. Обробка інформації:*

- сприйняття даних. Когнітивні системи здатні сприймати різноманітні типи даних: тексти, зображення, звуки, відео тощо;
- аналіз даних. Ці дані аналізуються для виявлення закономірностей, патернів та кореляцій [23, 24];
- узагальнення. На основі аналізу даних система робить узагальнення та висновки.

### *2. Розуміння контексту*

- семантичний аналіз. Когнітивні системи здатні розуміти значення слів і фраз, а також контекст, в якому вони використовуються;
- виявлення сутностей. Системи можуть виділяти ключові сутності в тексті (імена, місця, організації тощо);
- розуміння відносин. Вони здатні розуміти відносини між різними сутностями та поняттями [25, 26].

### *3. Прийняття рішень*

- логічне міркування. Когнітивні системи можуть використовувати логічні правила для прийняття рішень;
- ймовірнісне міркування. Вони здатні працювати з неточною інформацією та приймати рішення на основі ймовірностей;
- навчання на основі підкріплення. Системи можуть навчатися шляхом проб і помилок, оптимізуючи свої дії для досягнення певної мети.

#### *4. Навчання і адаптація*

- машинне навчання. Когнітивні системи здатні навчатися на великих обсягах даних без явного програмування;
- глибоке навчання. Деякі системи використовують глибокі нейронні мережі для виконання складних завдань, таких як розпізнавання образів і природної мови;
- адаптація. Системи здатні адаптуватися до нових умов і змінювати свою поведінку.

#### *5. Генерація нового знання*

- креативність. Деякі когнітивні системи здатні генерувати нові ідеї, комбінувати відомі факти нестандартним чином [27, 28].

#### *6. Приклади когнітивних технологій, які демонструють ці характеристики.*

- чат-боти. Розуміють природну мову, відповідають на запитання, навчаються на основі діалогів з користувачами.
- системи рекомендацій. Аналізують вподобання користувачів і рекомендують їм продукти або контент.
- автопілоти. Сприймають навколишнє середовище, аналізують ситуацію на дорозі і приймають рішення про керування автомобілем.
- медичні діагностичні системи. Аналізують медичні зображення, виявляють патології та допомагають лікарям поставити діагноз.

Важливо зазначити, що когнітивні технології все ще знаходяться на ранній стадії розвитку, і багато з них мають певні обмеження. Однак, їх потенціал для трансформації різних сфер людської діяльності є величезним [29, 30].

### **1.3. Застосування когнітивних технологій**

Когнітивні технології, що імітують людські когнітивні функції, знаходять все ширше застосування в різних сферах нашого життя [31, 32]. Розглянемо деякі з найпоширеніших прикладів.

## *Медицина*

Діагностика. Когнітивні системи аналізують медичні зображення (МРТ, КТ) для виявлення патологій з точністю, що перевищує можливості людини.

Розробка ліків. ШІ використовується для прискорення процесу відкриття нових лікарських засобів та прогнозування їхньої ефективності.

Персоналізована медицина. Когнітивні алгоритми допомагають розробити індивідуальні плани лікування для кожного пацієнта [46, 47].

## *Освіта*

Персоналізоване навчання. Когнітивні системи адаптують навчальний процес до потреб кожного учня, створюючи індивідуальні навчальні траєкторії.

Інтерактивні навчальні матеріали. Штучний інтелект дозволяє створювати більш цікаві та ефективні навчальні матеріали, такі як віртуальні лабораторії та симулятори.

Оцінювання знань. Когнітивні системи можуть автоматично оцінювати знання студентів, аналізуючи їхні відповіді на завдання [33, 34, 35].

## *Інтернет речей (IoT)*

Розумний дім. Когнітивні системи керують розумними приладами в домі, оптимізуючи енергоспоживання та забезпечуючи комфорт [36, 37].

Промисловий інтернет речей. ШІ використовується для оптимізації виробничих процесів, прогнозування збоїв та підвищення ефективності.

Розумні міста. Когнітивні системи допомагають керувати інфраструктурою міста, оптимізувати транспортні потоки та покращувати якість життя мешканців.

## *Робототехніка*

Автономні роботи. Когнітивні системи дозволяють роботам сприймати навколишнє середовище, планувати дії та виконувати складні завдання без участі людини.

Сервісні роботи. Роботи з когнітивними можливостями можуть виконувати різноманітні сервісні завдання, такі як прибирання, доставка та догляд за людьми.

### *Фінанси*

Торгівля на фондовому ринку. Когнітивні алгоритми аналізують великі обсяги фінансових даних для прийняття торгових рішень.

Виявлення шахрайства. ШІ використовується для виявлення шахрайських транзакцій.

Кредитний скоринг. Когнітивні системи оцінюють кредитоспроможність клієнтів.

### *Інші галузі*

Маркетинг. Персоналізація реклами, аналіз поведінки споживачів.

Юриспруденція. Аналіз юридичних документів, автоматизація рутинних завдань.

Мистецтво. Генерація музики, малювання картин, написання текстів.

Когнітивні технології мають потенціал революціонізувати багато сфер нашого життя. Вони дозволяють автоматизувати рутинні завдання, приймати більш обґрунтовані рішення та відкривати нові можливості для розвитку [38, 39, 40].

## **1.4. Сучасні тенденції та виклики в галузі когнітивних технологій**

Швидкий розвиток когнітивних технологій приносить з собою не тільки нові можливості, але й ряд викликів, які потребують уважного розгляду. Розглянемо деякі з найактуальніших тенденцій та проблем.

## *Тенденції*

Глибоке навчання. Глибокі нейронні мережі продовжують досягати значних успіхів у таких областях, як розпізнавання образів, обробка природної мови та генеративний штучний інтелект.

Федеративне навчання. Цей підхід дозволяє навчати моделі машинного навчання на децентралізованих даних, зберігаючи приватність інформації [41, 42].

Мало об'ємне навчання. Розвиваються методи, які дозволяють навчати ефективні моделі на невеликих обсягах даних, що особливо важливо для галузей, де дані обмежені [43, 44].

Інтерпретованість моделей. Все більше уваги приділяється розробці моделей, які можна легко пояснити, що важливо для таких галузей, як медицина та фінанси.

## ***Виклики***

### *Етичні питання.*

Упередженість. Алгоритми машинного навчання можуть успадковувати упередження, присутні в навчальних даних, що може призводити до несправедливих результатів.

Прозорість. Складність сучасних моделей машинного навчання ускладнює розуміння того, як вони приймають рішення.

Відповідальність. Хто несе відповідальність за рішення, прийняті алгоритмами?

### *Приватність даних*

Збір та використання персональних даних. Збір великих обсягів даних для навчання моделей машинного навчання порушує питання приватності [45].

Захист даних. Необхідно розробляти ефективні методи захисту даних від несанкціонованого доступу.

### *Безпека*

Кибератаки. Когнітивні системи можуть стати мішенню для кібератак.

Зловживання технологіями. Існує ризик використання когнітивних технологій для злочинних цілей [48, 49].

### *Соціальний вплив*

Втрата робочих місць. Автоматизація завдань за допомогою штучного інтелекту може призвести до втрати робочих місць [50, 51, 52].

Нерівність. Доступ до когнітивних технологій може бути нерівномірним, що посилює соціальну нерівність.

### *Шляхи вирішення проблем*

- 1) Розробка етичних принципів. Створення чітких етичних принципів для розробки та використання когнітивних технологій [53, 54].
- 2) Забезпечення прозорості. Розробка методів, які дозволяють пояснити рішення, прийняті алгоритмами.
- 3) Захист даних. Впровадження строгих заходів безпеки для захисту даних.
- 4) Співпраця між різними галузями. Співпраця фахівців з різних галузей (інженерів, етиків, юристів) для розробки рішень [55, 56].
- 5) Регулювання. Розробка відповідного законодавства для регулювання розвитку та використання когнітивних технологій.

Розвиток когнітивних технологій - це складний процес, який вимагає зваженого підходу та врахування всіх можливих наслідків. Лише за умови спільних зусиль вчених, інженерів, політиків та суспільства в цілому можна досягти того, щоб когнітивні технології служили на благо людства [57, 58, 59].

## 1.5. Майбутнє розвитку когнітивних технологій

Розвиток когнітивних технологій відкриває перед нами безмежні можливості. Розглянемо основні напрямки, які можуть змінити наше життя в найближчому майбутньому.

### *Перспективні напрямки розвитку*

- 1) Штучний загальний інтелект (AGI). Однією з найамбітніших цілей є створення штучного інтелекту, який зможе виконувати будь-яку інтелектуальну задачу, доступну людині.
- 2) Нейроморфні комп'ютери. Ці комп'ютери, натхненні структурою людського мозку, можуть значно покращити ефективність навчання і обробки інформації.
- 3) Злиття людини і машини. Інтерфейси "мозок-комп'ютер" відкривають нові можливості для взаємодії людини з машинами, а також для лікування нейродегенеративних захворювань.
- 4) Квантові обчислення. Квантові комп'ютери можуть вирішувати певні завдання набагато швидше, ніж класичні комп'ютери, що відкриває нові можливості для розвитку штучного інтелекту.

### *Вплив на суспільство*

Розвиток когнітивних технологій матиме глибокий вплив на всі сфери життя.

*Економіка.* Автоматизація багатьох процесів може призвести до зміни ринку праці, виникнення нових професій та нових форм організації економіки [60, 61, 62].

*Суспільство.* Зміняться соціальні взаємодії, виникнуть нові форми спілкування і співпраці між людьми і машинами.

*Етика.* Постають нові етичні питання, пов'язані з використанням штучного інтелекту, такі як відповідальність за рішення, прийняті машинами, і захист приватності.

*Безпека.* Виникнуть нові загрози, пов'язані з використанням штучного інтелекту,

такі як кібератаки і автономна зброя.

### *Виклики і ризики*

Разом з новими можливостями, розвиток когнітивних технологій породжує ряд викликів.

- 1) Безробіття. Автоматизація може призвести до масової втрати робочих місць.
- 2) Нерівність. Доступ до когнітивних технологій може бути нерівномірним, що посилить соціальну нерівність.
- 3) Зловживання технологіями. Існує ризик використання штучного інтелекту для злочинних цілей, таких як маніпуляція громадською думкою або створення автономної зброї [63, 64, 65].

### *Як підготуватися до майбутнього?*

Щоб максимально ефективно використовувати потенціал когнітивних технологій і мінімізувати ризики, необхідно:

- інвестувати в освіту. Готувати фахівців, здатних працювати з новими технологіями;
- розробляти етичні норми. Створити чіткі етичні принципи для розробки і використання штучного інтелекту;
- забезпечувати безпеку. Розробляти ефективні системи безпеки для захисту від кібератак;
- співпрацювати [66, 67]. Об'єднувати зусилля вчених, інженерів, політиків і суспільства для вирішення спільних проблем.

Майбутнє когнітивних технологій - це величезний потенціал і велика відповідальність. Від того, як ми будемо використовувати ці технології, залежить наше майбутнє [68, 69, 70].

Вивчення когнітивних технологій в наш час набирає все більшої актуальності. Це не просто модний тренд, а необхідність для тих, хто прагне бути конкурентоспроможним у сучасному світі. Розглянемо причини, чому ця область знань є важливою.

Швидкий розвиток. Когнітивні технології розвиваються стрімкими темпами, і ті, хто володіють знаннями в цій галузі, мають більше можливостей для кар'єрного зростання.

Широкий спектр застосування. Когнітивні технології знаходять застосування в різних сферах, від медицини до фінансів, що відкриває перед фахівцями широкі перспективи працевлаштування [71, 72].

Розуміння сучасного світу. Знання про когнітивні технології допомагають краще розуміти сучасний світ, в якому ми живемо, і процеси, що в ньому відбуваються.

Розвиток критичного мислення. Вивчення когнітивних технологій стимулює розвиток критичного мислення, аналітичних навичок і здатності до вирішення проблем [73, 74].

Створення інновацій. Знання в області когнітивних технологій дозволяють створювати нові продукти, послуги та рішення, які можуть змінити світ.

Знання в області когнітивних технологій можуть бути застосовані в різних сферах діяльності:

- розробка програмного забезпечення. Створення інтелектуальних систем, чат-ботів, систем аналізу даних.
- Data Science. Збір, аналіз і візуалізація великих даних, розробка моделей машинного навчання.
- робототехніка. Створення автономних роботів, які можуть виконувати складні завдання.
- медицина. Розробка систем для діагностики захворювань, створення персоналізованих планів лікування.
- фінанси. Аналіз фінансових ринків, виявлення шахрайства, розробка інвестиційних стратегій.
- маркетинг. Персоналізація маркетингових кампаній, аналіз поведінки споживачів.

- освіта. Створення інтерактивних навчальних матеріалів, персоналізація навчання.
- опанувати математичний апарат. Лінійна алгебра, теорія ймовірностей, математичний аналіз є основою для розуміння алгоритмів машинного навчання.
- вивчати мови програмування. Python, R, Java – найпопулярніші мови для роботи з даними і розробки моделей машинного навчання.
- вивчати бібліотеки і фреймворки. TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn – це потужні інструменти для створення моделей машинного навчання.
- брати участь у онлайн-курсах і хакатонах. Це дозволить отримати практичний досвід і познайомитися з іншими фахівцями.
- читати наукові статті та блоги. Слідкуйте за останніми досягненнями в галузі когнітивних технологій.
- практикуватися. Чим більше ви будете практикуватися, тим краще ви будете розуміти принципи роботи когнітивних технологій.

Вивчення когнітивних технологій – це інвестиція в своє майбутнє. Це відкриває перед вами двері в світ нових можливостей і дозволяє брати участь у створенні технологій, які змінять світ [75, 76].

## РОЗДІЛ 2.

### ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Визначимо інтелектуальну систему конфігурування робочого простору будівельних об'єктів як інноваційну технологію, яка використовує штучний інтелект для автоматизації та оптимізації процесу планування та організації будівельного майданчика [77, 78]. Така система здатна аналізувати великі обсяги даних про проект, включаючи 3D-моделі, плани, матеріали та ресурси, для створення оптимального плану розміщення обладнання, матеріалів та робочих зон.

#### 2.1. Основні функції інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів

Основні функції інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів:

- автоматичне генерацію плану. Система створює детальний план розміщення всіх елементів на будівельному майданчику, враховуючи логістичні обмеження, безпеку та ефективність роботи;
- оптимізація логістики. Система мінімізує відстані переміщення матеріалів та обладнання, що знижує витрати на транспортування та підвищує продуктивність;
- управління запасами. Система відстежує кількість матеріалів та обладнання на майданчику, попереджаючи про необхідність замовлення додаткових ресурсів;
- моделювання різних сценаріїв. Система дозволяє моделювати різні сценарії розвитку будівництва та оцінювати їх вплив на загальний графік;

– інтеграція з іншими системами. Система може інтегруватися з іншими системами управління проектами, САД-системами та системами обліку, забезпечуючи повну цифровізацію будівельного процесу.

Розглянемо переваги використання інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів.

Підвищення ефективності. Автоматизація рутинних задач дозволяє звільнити час фахівців для виконання більш складних завдань.

Зниження витрат. Оптимізація використання ресурсів та логістики допомагає знизити витрати на будівництво.

Покращення якості. Мінімізація помилок та підвищення точності виконання робіт.

Підвищення безпеки. Автоматичний аналіз ризиків та розробка заходів безпеки.

Збільшення прозорості. Завдяки детальній візуалізації всі учасники проекту можуть отримати доступ до актуальної інформації про стан будівництва.

## **2.2. Алгоритм інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів**

Алгоритм визначається наступними кроками:

- 1.Збір даних. Система збирає дані про проект, включаючи 3D-моделі, плани, специфікації матеріалів та іншу релевантну інформацію.
- 2.Аналіз даних. Штучний інтелект аналізує зібрані дані та визначає оптимальні варіанти розміщення елементів на будівельному майданчику.
- 3.Генерація плану. На основі результатів аналізу система генерує детальний план розміщення всіх елементів.

4. Візуалізація. План візуалізується у вигляді 3D-моделі, що дозволяє всім учасникам проекту отримати наочне уявлення про організацію робочого простору.

5. Моніторинг та адаптація. Система постійно моніторить виконання плану та вносить необхідні корективи у разі виникнення змін.

### **2.3. Перспективи розвитку інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів**

Визначимо перспективні напрямки розвитку інтелектуальної системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів.

Розширення функціоналу. Інтеграція з системами управління будівництвом, доповнена реальністю, прогнозування можливих проблем.

Персоналізація. Створення індивідуальних налаштувань для кожного проекту та користувача.

Впровадження в різних секторах будівництва. Від житлового будівництва до інфраструктурних проєктів.

Інтелектуальні системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів відкривають нові можливості для підвищення ефективності та якості будівництва. Вони дозволяють оптимізувати використання ресурсів, знизити витрати та підвищити безпеку. Впровадження таких систем є важливим кроком на шляху до цифрової трансформації будівельної галузі.

Розглянемо більш детально автоматичну генерацію плану в інтелектуальній системі конфігурування робочого простору будівельних об'єктів.

Автоматична генерація плану є однією з ключових функцій інтелектуальних систем конфігурування робочого простору будівельних об'єктів. Цей процес

передбачає створення оптимального плану розміщення всіх елементів на будівельному майданчику з урахуванням безлічі факторів, таких як:

- геометрія будівлі. Розміри, форма, розташування приміщень та конструктивних елементів;
- технологічний процес будівництва. Послідовність виконання робіт, необхідні ресурси та обладнання;
- логістичні обмеження. Розміри доріг, проїздів, місця для складування матеріалів;
- норми безпеки. Вимоги до відстаней між об'єктами, висоти підйому вантажів тощо.

#### **2.4. Алгоритм генерації плану**

1. Збір даних. Система збирає детальну інформацію про проект з різних джерел: 3D-моделі, плани, специфікації матеріалів, дані про обладнання та ін.
2. Створення цифрової моделі. На основі зібраних даних створюється детальна цифрова модель будівельного майданчика.
3. Оптимізація. Система використовує алгоритми оптимізації для пошуку найкращого варіанту розміщення всіх елементів на майданчику. При цьому враховуються різноманітні критерії, такі як мінімізація відстаней переміщення матеріалів, максимальне використання простору, дотримання норм безпеки тощо.
4. Генерація плану. Після проведення оптимізації система генерує детальний план розміщення всіх елементів на будівельному майданчику. План може бути представлений у вигляді 2D- або 3D-моделі.
5. Візуалізація. Згенерований план візуалізується у зручному для сприйняття форматі, що дозволяє інженерам і будівельникам легко зрозуміти всі деталі.

Для автоматичного генерації плану можуть використовуватися різні алгоритми оптимізації, такі як:

- генетичні алгоритми. Імітують процес природного відбору для пошуку оптимального рішення.
- методи штучних нейронних мереж. Здатні навчатися на великих обсягах даних і знаходити оптимальні рішення навіть для складних задач.
- методи лінійного програмування. Використовуються для вирішення задач оптимізації з лінійними обмеженнями.

Розглянемо переваги автоматичного генерації плану.

**Швидкість.** Система здатна генерувати план за лічені хвилини, що значно скорочує час на підготовку до будівництва.

**Точність.** Автоматичний процес мінімізує ризик помилок, які можуть виникнути при ручному складанні плану.

**Оптимізація.** Система дозволяє знайти оптимальне рішення з точки зору ефективності використання ресурсів та безпеки.

**Гнучкість.** План може бути легко змінений з урахуванням нових умов або вимог.

Автоматичне генерацію плану є важливим інструментом для підвищення ефективності та якості будівництва. Ця технологія дозволяє оптимізувати використання ресурсів, знизити витрати та підвищити безпеку на будівельному майданчику. З розвитком штучного інтелекту та інших технологій можна очікувати подальшого вдосконалення систем автоматичного генерації планів, що зробить процес будівництва ще більш ефективним та точним.

## **2.5. Створення цифрової моделі в інтелектуальній системі конфігурування робочого простору будівельних об'єктів**

Цифрова модель є основою для будь-якої інтелектуальної системи конфігурування робочого простору. Вона слугує своєрідним "двійником" реального будівельного майданчика в цифровому світі, дозволяючи проводити різноманітні симуляції, аналізи та оптимізації.

Розглянемо процес створення цифрової моделі.

## 1. Збір даних

3D-моделювання. Створення детальної 3D-моделі будівлі з усіма її елементами (стіни, перекриття, комунікації тощо).

Планування. Скан або введення в систему архітектурних планів, планів розташування інженерних мереж.

Специфікації матеріалів. Введення інформації про типи та кількість необхідних матеріалів.

Обладнання. Внесення даних про будівельне обладнання (крани, бетономішалки тощо) та його характеристики.

Логістичні дані. Інформація про дороги, проїзди, зони зберігання матеріалів.

## 2. Створення геометричної моделі

Перетворення даних. Перетворення зібраних даних в уніфікований формат, придатний для подальшої обробки.

Створення 3D-моделі. Створення тривимірної моделі будівельного майданчика з урахуванням всіх елементів.

Додавання атрибутів. Кожному елементу моделі присвоюються атрибути, такі як розміри, матеріал, вага, функціональне призначення тощо.

## 3. Створення інформаційної моделі

Структурування даних. Організація даних у структуровану базу даних, що дозволяє легко здійснювати пошук та аналіз інформації.

Встановлення зв'язків. Встановлення логічних зв'язків між різними елементами моделі (наприклад, між стіною і фундаментом).

Додавання правил. Введення правил, що описують технологічний процес будівництва та обмеження на використання простору.

Визначимо технології, що використовуються при створенні цифрової моделі.

BIM (Building Information Modeling). Набір процесів, що використовують інформаційні технології для створення та управління цифровою моделлю будівлі.

CAD (Computer-Aided Design). Програмне забезпечення для створення 3D-моделей.

GIS (Geographic Information System). Географічні інформаційні системи для аналізу геопросторових даних.

BIM-платформи. Спеціалізовані платформи, що об'єднують різні інструменти для створення та управління цифровими моделями будівель.

#### *Складові процесу створення цифрової моделі*

Візуалізація. Дозволяє побачити майбутню будівлю в 3D до початку будівництва.

Планування. Допомогає оптимально спланувати послідовність виконання робіт, використання ресурсів та логістику.

Координація. Забезпечує ефективну координацію робіт між різними підрядниками.

Аналіз. Дозволяє проводити різноманітні аналізи, такі як аналіз витрат, оцінка ризиків, моделювання різних сценаріїв.

Моніторинг. Дозволяє відстежувати прогрес будівництва в реальному часі та вносити необхідні корективи.

Створення детальної цифрової моделі є ключовим етапом у процесі автоматичної генерації плану робочого простору. Вона слугує основою для подальших обчислень, аналізу та оптимізації. Завдяки використанню сучасних технологій, таких як BIM, CAD та GIS, можна створювати високоточні та детальні моделі, що дозволяють підвищити ефективність і якість будівництва.

## **2.6. Оптимізація в інтелектуальних системах конфігурування робочого простору будівельних об'єктів**

Оптимізація є серцем будь-якої інтелектуальної системи конфігурування робочого простору. Саме вона дозволяє знайти найкраще рішення з безлічі можливих варіантів розміщення елементів на будівельному майданчику.

Система оптимізує:

- розміщення елементів. Штучний інтелект шукає оптимальне розташування будівель, конструкцій, обладнання та матеріалів з урахуванням геометричних обмежень, технологічних вимог та логістичних обмежень;
- логістичні маршрути. Системи оптимізують маршрути переміщення матеріалів та обладнання, мінімізуючи відстані та час транспортування;
- використання ресурсів. Оптимізується використання таких ресурсів, як електроенергія, вода, людські ресурси;
- часові рамки. Системи можуть оптимізувати послідовність виконання робіт, щоб мінімізувати загальний час будівництва;
- вартість. Оптимізація спрямована на зниження загальної вартості проекту за рахунок ефективного використання ресурсів та мінімізації витрат на логістику.

Для оптимізації використовуються різноманітні математичні методи та алгоритми штучного інтелекту, такі як:

- 1) Лінійне програмування. Для задач оптимізації з лінійними обмеженнями.
- 2) Нелінійне програмування. Для задач з нелінійними залежностями.
- 3) Генетичні алгоритми. Імітують процес природного відбору для пошуку оптимального рішення.
- 4) Методи штучних нейронних мереж. Здатні навчатися на великих обсягах даних і знаходити оптимальні рішення навіть для складних задач.
- 5) Методи ройового інтелекту. Імітують поведінку соціальних комах або зграй птахів для пошуку оптимального рішення.

Визначимо критерії оптимізації.

При оптимізації враховуються різноманітні критерії, які можуть варіюватися в залежності від конкретного проекту:

- мінімізація відстаней. Скорочення відстаней переміщення матеріалів та обладнання;
- максимізація використання простору. Ефективне використання доступного простору будівельного майданчика;
- мінімізація часу виконання робіт. Скорочення загального терміну будівництва;
- зменшення витрат. Зниження витрат на будівництво за рахунок оптимізації ресурсів;
- підвищення безпеки. Забезпечення безпечних умов праці.

Приклади оптимізації

- 1) Оптимізація розміщення кранів. Визначення оптимального місця розташування кранів для забезпечення максимальної ефективності їх використання.
- 2) Оптимізація маршрутів доставки матеріалів. Складання оптимальних маршрутів для доставки матеріалів на будівельний майданчик.

- 3) Оптимізація використання електроенергії. Розробка плану використання електроенергії, що дозволяє мінімізувати витрати.

#### Виклики оптимізації

- 1) Складність задач. Задачі оптимізації в будівництві часто є багатокритеріальними і мають велику розмірність.
- 2) Невизначеність. Умови на будівельному майданчику можуть змінюватися, що вимагає постійної адаптації плану.
- 3) Обмежені обчислювальні ресурси. Для вирішення складних задач оптимізації потрібні потужні обчислювальні ресурси.

Оптимізація є ключовим аспектом інтелектуальних систем конфігурування робочого простору будівельних об'єктів. Вона дозволяє значно підвищити ефективність будівництва, знизити витрати та забезпечити високу якість виконаних робіт. Постійний розвиток технологій штучного інтелекту відкриває нові можливості для вдосконалення методів оптимізації та розширення сфер їх застосування.

### **2.7. Управління запасами в інтелектуальних системах конфігурування робочого простору будівельних об'єктів**

Управління запасами є невід'ємною частиною ефективного будівництва. В контексті інтелектуальних систем конфігурування робочого простору, ця функція набуває особливого значення, оскільки дозволяє оптимізувати використання ресурсів та мінімізувати витрати.

Розглянемо алгоритм управління запасами в інтелектуальних системах конфігурування робочого простору будівельних об'єктів.

1. Моніторинг в реальному часі. Система постійно відстежує кількість матеріалів та обладнання на будівельному майданчику, а також їхнє використання.

2. Прогнозування потреб. На основі даних про поточний стан проекту та запланованих робіт система прогнозує, які матеріали та в якій кількості будуть потрібні в найближчий час.

3. Оптимізація замовлень. За результатами прогнозування система формує оптимальні замовлення на поставку матеріалів, враховуючи такі фактори, як вартість, терміни доставки та доступність.

4. Управління складом. Система забезпечує ефективне управління складом на будівельному майданчику, контролюючи розміщення матеріалів та запобігаючи їх втратам.

5. Попередження про дефіцит. Система своєчасно попереджає про можливий дефіцит матеріалів, що дозволяє уникнути простоїв у роботі.

Розглянемо переваги автоматизованого управління запасами.

Зменшення витрат. Оптимізація замовлень та зменшення втрат матеріалів.

Підвищення ефективності. Мінімізація простоїв через відсутність необхідних матеріалів.

Покращення планування. Більш точне планування робіт завдяки актуальній інформації про наявність матеріалів.

Збільшення прозорості. Забезпечення прозорості використання матеріалів та фінансових потоків.

Визначимо методи оптимізації запасів в інтелектуальних системах конфігурування робочого простору будівельних об'єктів.

Метод ABC-аналізу. Дозволяє класифікувати матеріали за їхньою вартістю та важливістю для виробництва. Це дозволяє зосередити увагу на управлінні найважливішими матеріалами.

Модель економічного замовлення партії (EOQ). Використовується для визначення оптимального розміру замовлення, що мінімізує сумарні витрати на зберігання та замовлення.

Прогнозування попиту. Для прогнозування майбутнього попиту на матеріали можуть використовуватися різні статистичні методи та методи машинного навчання.

Визначимо які виклики стоять перед інтелектуальними системами конфігурування робочого простору будівельних об'єктів.

Невизначеність. Зміни в проекті можуть призвести до неточності прогнозів.

Складність поставок. Затримки в поставках матеріалів можуть порушити плани.

Інтеграція з іншими системами. Необхідність інтеграції з іншими системами управління проектом.

Перспективами розвитку інтелектуальних системах конфігурування робочого простору будівельних об'єктів є:

Використання штучного інтелекту. Для більш точного прогнозування попиту та адаптації до змін.

Блокчейн. Для забезпечення прозорості та безпеки управління запасами.

Інтернет речей. Для відстеження руху матеріалів на будівельному майданчику в реальному часі.

Управління запасами є важливою складовою сучасного будівництва. Автоматизація цього процесу за допомогою інтелектуальних систем дозволяє значно підвищити ефективність та знизити витрати. Постійний розвиток технологій відкриває нові можливості для вдосконалення систем управління запасами та їх інтеграції з іншими системами управління проектами.

## **2.8. Моделювання різних сценаріїв в інтелектуальних системах конфігурування робочого простору будівельних об'єктів**

Моделювання різних сценаріїв є однією з найпотужніших функцій інтелектуальних систем конфігурування робочого простору. Воно дозволяє аналізувати різні варіанти розвитку подій та вибирати оптимальні рішення ще до початку будівництва.

В процесі моделювання сценаріїв відбувається:

Оцінка ризиків. Моделювання дозволяє ідентифікувати потенційні ризики та розробити заходи щодо їх мінімізації.

Оптимізація ресурсів. За допомогою моделювання можна визначити оптимальне використання ресурсів, таких як матеріали, обладнання та робоча сила.

Планування. Моделювання дозволяє створити більш детальний і точний план будівництва.

Прийняття рішень. Моделювання допомагає приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності.

Розглянемо кожен крок формування сценаріїв.

### **2.8.1. Оцінка ризиків**

Наведемо приклад формування таблиці ризиків інтелектуальних системах конфігурування робочого простору будівельних об'єктів (табл. 2.1)

*Таблиця 2.1.*

Таблиця ризиків в інтелектуальних системах конфігурування робочого простору будівельних об'єктів

Тип ризику	Опис ризику	Можливі наслідки	Заходи протидії
Технічні ризику	Помилки в програмному забезпеченні, збої обладнання, нестабільна робота мережі	Неправильне планування робочого процесу, затримки у виконанні робіт, фінансові втрати, аварії	Ретельне тестування програмного забезпечення, резервне копіювання даних, використання надійного обладнання, моніторинг системи в реальному часі
Ризику, пов'язані з даними	Неточність або неповність даних, помилки введення даних, кібератаки	Неправильні рішення системи, невірні прогнози, втрата конфіденційної інформації	Ретельна перевірка даних перед введенням в систему, використання захищених каналів передачі даних, регулярне оновлення антивірусного програмного забезпечення
Ризику, пов'язані з користувачем	Неправильне використання системи, помилки користувача при введенні даних, відсутність належної	Неправильне планування робочого процесу, затримки у виконанні робіт, втрата часу	Розробка інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу, створення детальних інструкцій, проведення навчання користувачів

	підготовки користувачів		
Ризики, пов'язані з бізнес-процесами	Недостатня інтеграція системи з іншими системами управління підприємством, відсутність підтримки з боку керівництва	Зниження ефективності використання системи, затримки в прийнятті рішень	Розробка інтеграційних рішень, залучення керівництва до процесу розробки та впровадження системи
Ризики, пов'язані з зовнішнім середовищем	Зміни в законодавстві, зміни в технологіях будівництва, непередбачені обставини (стихійні лиха)	Необхідність внесення змін до системи, затримки у виконанні робіт, фінансові втрати	Моніторинг змін зовнішнього середовища, розробка модульної структури системи, планування резервних варіантів

Для більш детального аналізу ризиків рекомендується використовувати наступні методи.

Аналіз ризиків (FMEA) - систематичний метод оцінки потенційних ризиків, їх наслідків та ймовірності виникнення.

Діаграми Ішікави (риб'ячі кістки) - графічний інструмент для виявлення причин виникнення проблем.

Дерево рішень - логічний метод аналізу альтернативних рішень та їх наслідків.

Заходи щодо управління ризиками можуть включати:

- розробку планів реагування на надзвичайні ситуації;
- створення резервних копій даних;
- регулярне тестування системи;
- страхування від різних видів ризиків;
- постійний моніторинг роботи системи.

Важливо розуміти, що повністю уникнути ризиків неможливо. Однак, за допомогою систематичного аналізу та вжиття необхідних заходів можна значно знизити їхній вплив на проект.

### **2.8.2. Оптимізація ресурсів**

Розглянемо основні напрямки оптимізації ресурсів.

Оптимізація ресурсів є ключовим аспектом при розробці та впровадженні інтелектуальних систем конфігурування робочого простору будівельних об'єктів. Вона дозволяє не тільки знизити витрати, але й підвищити ефективність роботи системи.

*Оптимізація алгоритмів:*

- вибір ефективних алгоритмів для вирішення задач планування, розподілу ресурсів та оптимізації логістичних маршрутів;
- використання методів машинного навчання для покращення точності прогнозів та адаптації системи до змінних умов;
- паралельне обчислення для прискорення виконання складних обчислень.

*Оптимізація бази даних:*

- ефективна організація даних для швидкого доступу та пошуку необхідної інформації;
- мінімізація надмірності даних;

- використання індексів для прискорення запитів.

*Оптимізація використання обчислювальних ресурсів:*

- вибір оптимального обладнання для виконання обчислень;
- використання хмарних технологій для масштабування обчислювальних ресурсів;
- динамічне розподілення ресурсів залежно від навантаження системи.

*Оптимізація енергоспоживання:*

- використання енергоефективного обладнання;
- динамічне управління енергоспоживанням системи.

*Розглянемо ключові метрики для оцінки ефективності оптимізації:*

- швидкість роботи системи - час, необхідний для генерації плану організації робочого простору;
- Точність прогнозів - ступінь відповідності прогнозів системи реальним результатам;
- використання пам'яті - обсяг пам'яті, необхідний для роботи системи;
- енергоспоживання - кількість енергії, споживаної системою;
- вартість - загальна вартість розробки та експлуатації системи.

*Розглянемо приклади методів оптимізації:*

- генетичні алгоритми для пошуку оптимальних розв'язків в складних задачах оптимізації;
- методи лінійного програмування для вирішення задач оптимізації з лінійними обмеженнями;
- техніки керування пам'яттю для ефективного використання об'єму оперативної пам'яті;
- методи стиснення даних для зменшення обсягу даних, що зберігаються;

- технології віртуалізації: для ефективного використання обчислювальних ресурсів.

Важливо зазначити, що оптимізація ресурсів є постійним процесом, який вимагає постійного моніторингу та адаптації системи до змінних умов.

*Визначимо типи сценаріїв, які моделюються.*

1. Зміна послідовності виконання робіт. Моделювання дозволяє оцінити вплив зміни послідовності виконання робіт на загальний графік будівництва.
2. Зміна матеріалів. Моделювання дозволяє порівняти різні варіанти використання матеріалів з точки зору вартості, якості та термінів виконання робіт.
3. Зміна умов будівництва. Моделювання дозволяє оцінити вплив непередбачених обставин, таких як погодні умови або зміни в проекті.
4. "Що якщо" сценарії. Моделювання дозволяє відповісти на питання типу "Що станеться, якщо ми зробимо так?".

*Розглянемо процес моделювання сценаріїв.*

1. Створення базової моделі. Спочатку створюється базова модель будівельного об'єкта.
2. Внесення змін. У базову модель вносяться зміни, які відповідають конкретному сценарію.
3. Проведення симуляції. Система проводить симуляцію процесу будівництва за заданим сценарієм.
4. Аналіз результатів. Результати симуляції аналізуються для оцінки ефективності обраного сценарію.

*Для моделювання сценаріїв використовуються наступні технології.*

Дискретне моделювання. Використовується для моделювання дискретних подій, таких як початок і закінчення робіт.

Агентне моделювання. Дозволяє моделювати поведінку окремих агентів (робочих, машин) та їхню взаємодію.

Monte Carlo симуляції. Використовуються для моделювання випадкових процесів.

Наведемо приклади використання моделювання сценаріїв.

Оцінка впливу запізнення поставок матеріалів на загальний графік будівництва.

Порівняння різних методів виконання робіт з точки зору вартості та тривалості.

Оцінка ризиків, пов'язаних з погодними умовами.

Розробка планів евакуації в аварійних ситуаціях.

Моделювання різних сценаріїв є потужним інструментом для прийняття обґрунтованих рішень в процесі будівництва. Воно дозволяє мінімізувати ризики, оптимізувати ресурси та підвищити ефективність будівництва в цілому.

### **2.8.3. Планування**

Планування в рамках інтелектуальних систем, що конфігурують робочий простір будівельних об'єктів, є критично важливим етапом. Воно передбачає створення детального графіку робіт, визначення послідовності виконання завдань, розподіл ресурсів та оптимізацію логістичних маршрутів.

Розглянемо основні аспекти планування.

*Створення цифрової моделі:*

- деталізована 3D-модель будівельного об'єкта, що включає всі елементи конструкцій, інженерних систем та обладнання;
- віртуальне моделювання процесів будівництва для оцінки різних варіантів планування.

*Визначення послідовності робіт:*

- аналіз технологічних карт і будівельних норм;
- врахування взаємозв'язків між різними видами робіт;
- оптимізація послідовності для мінімізації простоїв та підвищення ефективності.

*Розподіл ресурсів:*

- визначення необхідних ресурсів (людські, матеріальні, технічні);
- оптимальне розподілення ресурсів за часом і простором;
- урахування обмежень на доступність ресурсів.

*Оптимізація логістичних маршрутів:*

- створення оптимальних маршрутів для доставки матеріалів та обладнання на будівельний майданчик;
- мінімізація відстаней та часу перевезень;
- урахування обмежень на проїзд та маневрування.

*Урахування непередбачених ситуацій:*

- створення резервних планів;
- моніторинг виконання робіт в реальному часі для оперативного внесення змін.

*Інструменти для планування:*

- програмне забезпечення для BIM-моделювання: Revit, ArchiCAD, AutoCAD;
- системи управління проектами: MS Project, Primavera P6;
- спеціалізоване програмне забезпечення для планування в будівництві: PlanGrid, Procore;

- інструменти штучного інтелекту: для прогнозування, оптимізації та адаптивного планування.

*Переваги автоматизованого планування:*

1. Підвищення точності. Зменшення кількості помилок, пов'язаних з людським фактором.
2. Збільшення швидкості. Автоматичне створення планів за короткий термін.
3. Оптимізація ресурсів. Ефективне використання матеріалів, обладнання та робочої сили.
4. Поліпшення якості планування. Врахування більшої кількості факторів та обмежень.
5. Створення більш гнучких планів. Можливість оперативного внесення змін у відповідь на зміни умов.

*Виклики та напрямки розвитку:*

- інтеграція з різними системами: BIM, ERP, IoT;
- розвиток алгоритмів машинного навчання для більш точних прогнозів;
- створення інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів для користувачів;
- урахування невизначеності та ризиків.

#### **2.8.4. Прийняття рішень**

Прийняття рішень є серцевиною будь-якої інтелектуальної системи, і системи конфігурування робочого простору не є винятком. В контексті будівництва, такі системи повинні приймати рішення про:

1. Послідовність виконання робіт. Які роботи виконувати першими, щоб мінімізувати простой та оптимізувати логістику?
2. Розподіл ресурсів. Які ресурси (людські, матеріальні, технічні) потрібні для кожного етапу будівництва і в якій кількості?

3. Оптимізація простору. Як найкраще організувати робочий простір, щоб забезпечити ефективне виконання робіт?
4. Управління ризиками. Як передбачити і мінімізувати потенційні проблеми, такі як затримки, пошкодження обладнання тощо?

### *Методи прийняття рішень*

Інтелектуальні системи використовують різноманітні методи для прийняття рішень, серед яких:

- експертні системи. Базуються на знаннях експертів у галузі будівництва. Системи використовують правила та логічні виведення для прийняття рішень;
- нейронні мережі. Здатні навчатися на великих обсягах даних і виявляти закономірності, які важко помітити людині;
- нечіткі системи: Комбінують різні методи прийняття рішень для підвищення точності та надійності;
- оптимізаційні методи. Використовують математичні моделі для знаходження оптимальних рішень.

### *Фактори, що впливають на прийняття рішень.*

Дані. Якість і кількість даних, які система використовує для прийняття рішень (BIM-моделі, дані про ресурси, дані про погоду тощо).

Алгоритми. Ефективність алгоритмів, які використовуються для обробки даних і прийняття рішень.

Модель будівлі. Деталізація і точність 3D-моделі будівлі.

Обмеження. Технологічні, бюджетні, часові та інші обмеження проекту.

Невизначеність. Непередбачені обставини, які можуть вплинути на виконання проекту.

*Виклики та перспективи.*

Інтеграція з іншими системами. Для прийняття оптимальних рішень система повинна взаємодіяти з іншими системами управління проектом, ERP-системами тощо.

Розвиток алгоритмів машинного навчання. Постійне вдосконалення алгоритмів для більш точних прогнозів і адаптації до змінних умов.

Урахування невизначеності. Розробка методів для оцінки ризиків і розробки альтернативних сценаріїв.

Інтерфейс користувача. Створення інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу для взаємодії з системою.

*Розглянемо приклади рішень, які приймає система.*

Оптимальний порядок виконання робіт. Визначення оптимальної послідовності виконання робіт з урахуванням технологічних обмежень, доступності ресурсів і мінімізації простоїв.

Розподіл робочої сили. Призначення бригад робітників для виконання конкретних завдань з урахуванням їхньої кваліфікації та наявності.

Оптимізація логістики. Планування доставки матеріалів і обладнання на будівельний майданчик з мінімальними витратами часу і ресурсів.

Управління ризиками. Виявлення потенційних проблем і розробка планів реагування на них.

## **РОЗДІЛ 3. МОДЕЛІ ДОСЛІДЖЕННЯ. ЗАСТОСУВАННЯ BIM ПРОТЯГОМ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ БУДІВЕЛЬНОГО ОБ'ЄКТА**

### **3.1. BIM технології у життєвому циклі будівельного об'єкта**

BIM (Building Information Modeling) – це інноваційний підхід до проектування, будівництва та експлуатації будівель, який передбачає створення та використання цифрових моделей будівель, що містять детальну інформацію про всі аспекти об'єкта. Ці моделі використовуються протягом усього життєвого циклу будівлі, від концептуального проектування до демонтажу.

Розглянемо переваги використання BIM.

Покращена координація. BIM забезпечує єдине джерело інформації для всіх учасників проекту, що мінімізує помилки та конфлікти.

Збільшення ефективності. Автоматизація багатьох рутинних завдань, оптимізація використання ресурсів, скорочення термінів будівництва.

Покращення якості. Виявлення та усунення помилок на ранніх стадіях проектування, підвищення якості виконання робіт.

Зменшення витрат. Оптимізація використання матеріалів, зменшення кількості переробок, зниження витрат на експлуатацію.

Підвищення безпеки. Ідентифікація потенційних ризиків на ранніх стадіях, розробка заходів безпеки.

Сприяння сталому будівництву. Оцінка екологічних характеристик будівлі, оптимізація енергоспоживання.

BIM застосовується на різних етапах життєвого циклу.

#### *Проектування*

Створення детальних 3D-моделей будівель.

Аналіз проекту на ранніх стадіях для виявлення конфліктів та проблем.

Розробка візуалізацій для кращого розуміння проекту замовником.

Оцінка вартості та термінів будівництва.

### *Будівництво*

Планування та координація робіт на будівельному майданчику.

Моніторинг виконання робіт у реальному часі.

Виготовлення елементів конструкцій за даними BIM-моделі.

Контроль якості виконаних робіт.

### *Експлуатація*

Управління будівлею, включаючи обслуговування, ремонт та модернізацію.

Оптимізація енергоспоживання.

Моделювання різних сценаріїв для прийняття рішень щодо експлуатації.

### *Демонтаж*

Планування демонтажу будівлі з урахуванням особливостей конструкцій.

Утилізація матеріалів.

Розглянемо технології, що використовуються в BIM.

3D-моделювання. Створення віртуальних моделей будівель.

Інформаційні бази даних. Зберігання великих обсягів даних про будівлю.

Системи автоматизованого проектування (САПР). Для створення технічної документації.

Системи управління проектами. Для планування та контролю виконання робіт.

Доповнена реальність (AR). Для візуалізації проекту на будівельному майданчику.

Штучний інтелект. Для автоматизації рутинних завдань та прийняття рішень.

Модель інформаційного простору BIM є інструментом, який детально описує всі етапи будівельного процесу – від перших ескізів до демонтажу будівлі. Вона дозволяє ефективно керувати всіма аспектами проекту, від планування та проектування до будівництва, експлуатації та навіть знесення.

BIM об'єднує в собі різноманітну інформацію про будівлю, починаючи від геометричних характеристик і закінчуючи матеріалами та інженерними системами. Завдяки цьому, всі учасники будівельного процесу мають доступ до єдиної, актуальної, оновлюваної бази даних, що значно покращує координацію робіт та мінімізує помилки (рис. 3.1.).

Наприклад, на етапі проектування BIM дозволяє створити детальну 3D-модель будівлі, яка дає змогу візуалізувати майбутній об'єкт, виявити потенційні проблеми на ранніх стадіях та оцінити вартість будівництва.



Рис. 3.1. Застосування BIM технологій у будівництві

Процеси, що відбуваються на етапах життєвого циклу наведені на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Процеси життєвого циклу BIM стандарту

Розглянемо приклади застосування BIM технологій в процесі проєктування будівельних об'єктів. Перший приклад наведено на рис. 3.3.

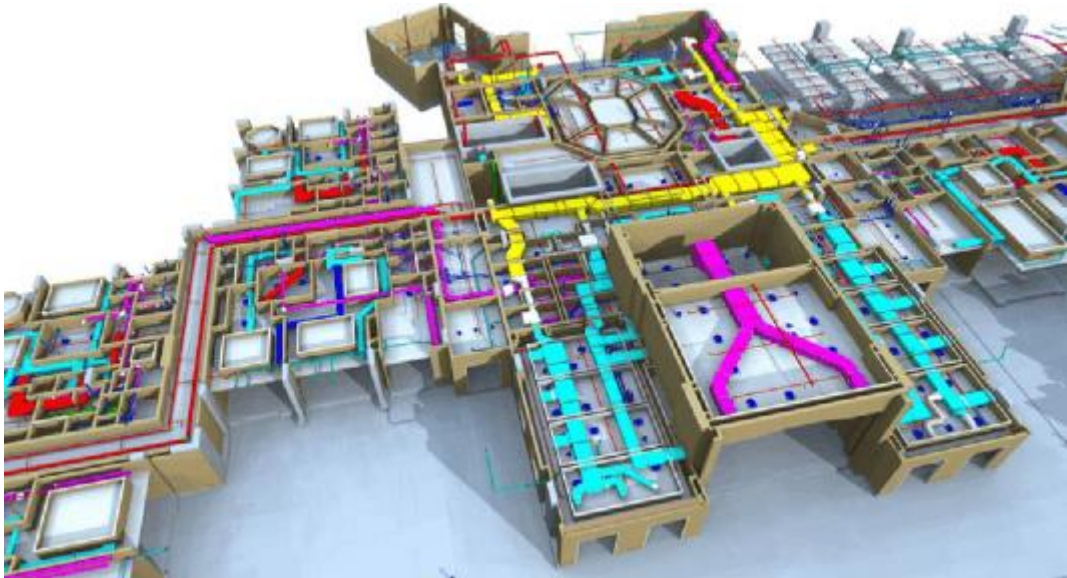


Рис. 3.3. Приклад застосування BIM технології у проєктування промислового об'єкту

Приклад проектування інженерних мереж у адміністративній будівлі наведено на рис 3.4.

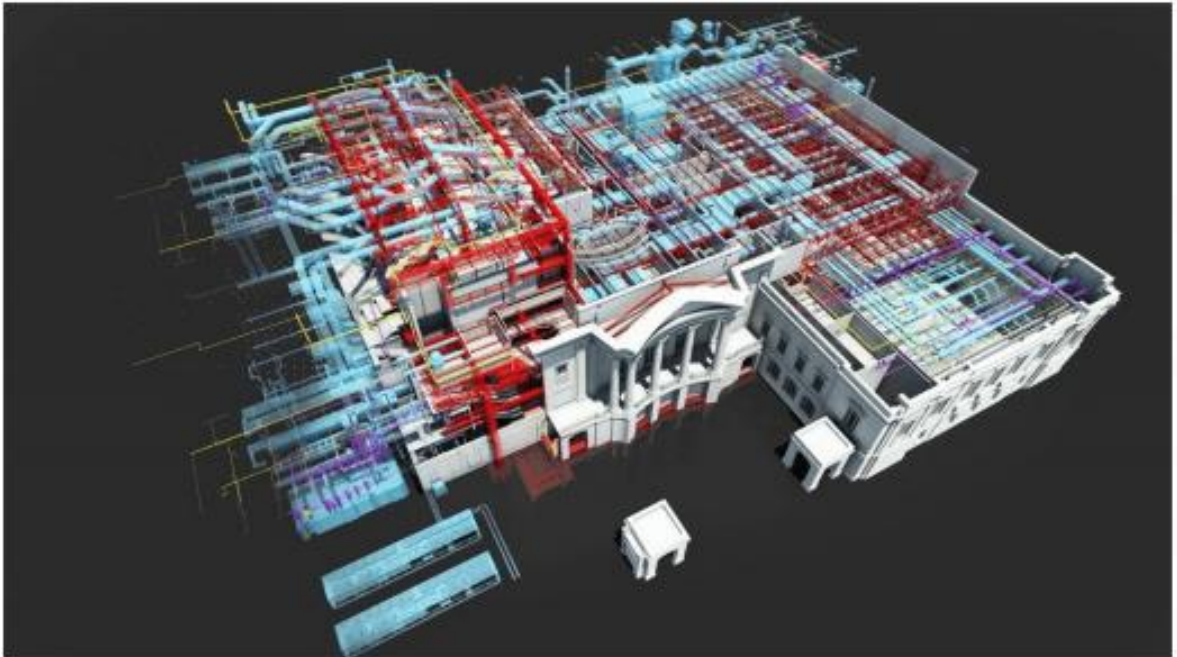


Рис. 3.4. Приклад проектування інженерних мереж у адміністративній будівлі

Приклад проектування багатоповерхового торгівельно розважального центру наведено на рис. 3.5.

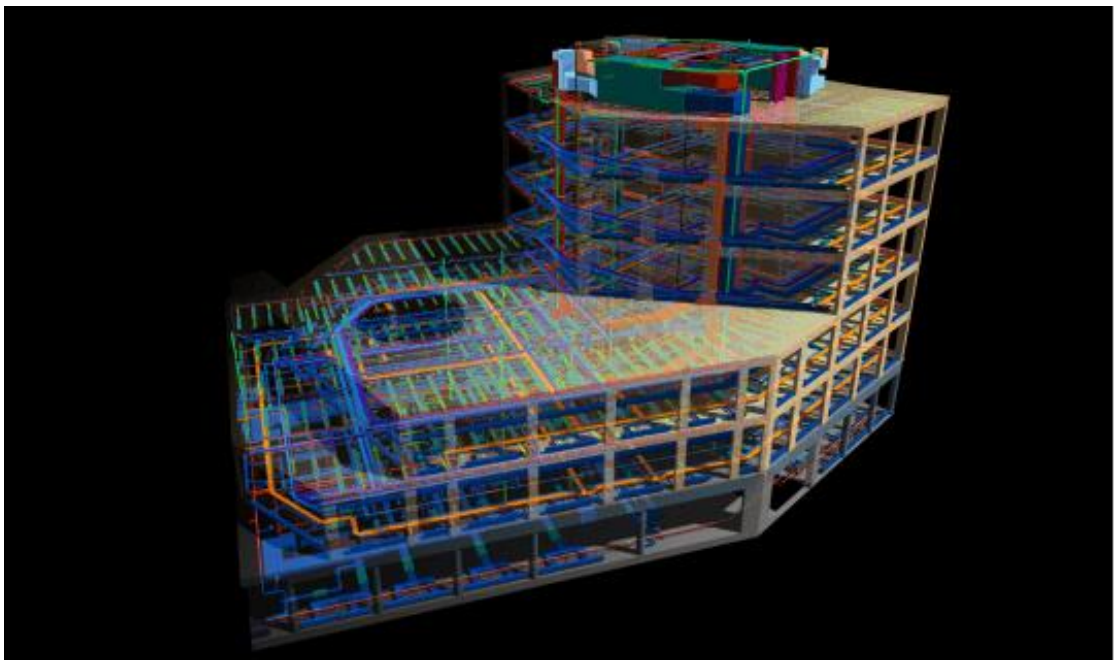


Рис. 3.5. Приклад проектування багатоповерхового торгівельно розважального центру

### 3.2. Основні ролі фахівців при застосуванні BIM технологій

Розглянемо основні ролі фахівців при застосуванні BIM технологій (рис. 3.6.)

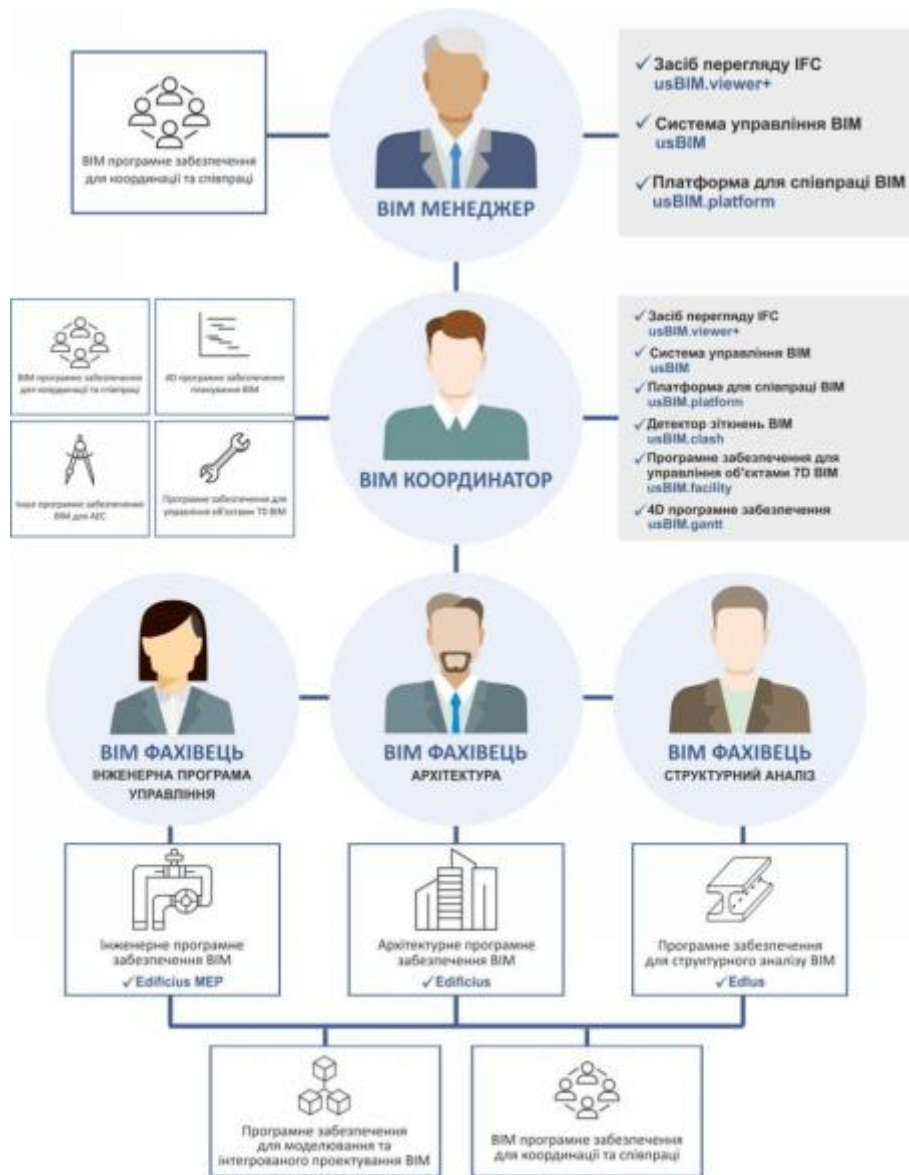


Рис. 3.6. Основні ролі фахівців при застосуванні BIM технологій

Визначимо сутність та функціонал цих ролей.

*Менеджер BIM* – це стратегічний лідер, відповідальний за успішне впровадження та управління інформаційним моделюванням будівлі (BIM) на всіх етапах проекту. Він є своєрідним диригентом, який координує роботу всієї команди, від архітекторів до будівельників. Менеджер BIM не тільки створює цифрову модель будівлі, але й забезпечує її ефективне використання для прийняття рішень, управління проектом та забезпечення якості. Він відповідає за вибір

відповідного програмного забезпечення, розробку стандартів та процедур, а також за навчання персоналу.

Ключові обов'язки менеджера BIM включають:

1. Стратегічне планування. Розробка та впровадження BIM-стратегії для проекту.
2. Управління даними. Збір, обробка та аналіз даних, пов'язаних з проектом.
3. Координація команди. Співпраця з архітекторами, інженерами, будівельниками та іншими зацікавленими сторонами.
4. Вибір програмного забезпечення. Оцінка та вибір відповідних BIM-інструментів.
5. Розробка стандартів. Створення та підтримка стандартів для використання BIM в проекті.
6. Навчання персоналу. Проведення навчань та тренінгів для підвищення кваліфікації співробітників.
7. Контроль якості. Забезпечення відповідності BIM-моделі реальному проекту.

Менеджер BIM є центральною фігурою в команді проекту. Він тісно співпрацює зі спеціалістами BIM, які відповідають за створення та підтримку цифрової моделі, а також з координаторами BIM, які забезпечують узгодженість даних. Менеджер BIM приймає остаточні рішення щодо використання BIM-технологій та вирішує виникаючі проблеми.

Для ефективної роботи менеджеру BIM необхідно володіти глибокими знаннями різноманітного програмного забезпечення. Це включає в себе не тільки інструменти для створення 3D-моделей (наприклад, Revit, ArchiCAD), але й платформи для співпраці (наприклад, Autodesk BIM 360), а також програмне забезпечення для управління даними та робочими процесами.

*Координатор BIM* – це спеціаліст, відповідальний за безперебійну роботу BIM-процесів на проекті. Він розробляє детальні інструкції та правила, які

визначають, як команда має використовувати BIM-модель. Координатор BIM стежить за тим, щоб всі учасники проекту працювали за єдиними стандартами та мали доступ до актуальної інформації. Він також виявляє та вирішує проблеми, які можуть виникнути в процесі роботи з BIM-моделлю.

Основні завдання координатора BIM включають:

1. Розробка процедур. Створення детальних інструкцій з використання BIM для всіх учасників проекту.
2. Управління даними. Контроль за якістю та актуальністю даних в BIM-моделі.
3. Виявлення та вирішення конфліктів. Аналіз BIM-моделі на наявність помилок та колізій.
4. Навчання користувачів. Проведення тренінгів для співробітників з використання BIM-інструментів.
5. Підтримка менеджера BIM. Надання допомоги менеджеру BIM у прийнятті рішень та вирішенні стратегічних питань.

Координатор BIM є своєрідним "перекладачем" між різними спеціалістами, які працюють над проектом. Він забезпечує ефективну комунікацію між архітекторами, інженерами, будівельниками та іншими зацікавленими сторонами. Координатор BIM також відповідає за те, щоб всі учасники проекту розуміли свою роль та відповідальність.

Координатор BIM повинен володіти глибокими знаннями різних BIM-інструментів. Він використовує спеціальне програмне забезпечення для перевірки точності BIM-моделі, виявлення конфліктів, а також для співпраці з іншими учасниками проекту. Хмарні платформи дозволяють координатору BIM забезпечити доступ до BIM-моделі з будь-якого місця та в будь-який час.

*Фахівець BIM* – це спеціаліст, який створює та розвиває цифрову модель будівлі. Він використовує спеціальне програмне забезпечення для моделювання архітектурних елементів, інженерних систем та конструкцій. Фахівець BIM

співпрацює з дизайнерами та іншими учасниками проекту для створення точної та детальної моделі, яка відображає всі аспекти будівлі. Він також відповідає за перевірку моделі на відповідність проектній документації та виявлення можливих конфліктів.

Основні завдання фахівця BIM включають:

1. Створення 3D-моделі. Розробка детальної тривимірної моделі будівлі з використанням спеціального програмного забезпечення.
2. Аналіз проектної документації. Вивчення архітектурних планів, конструктивних схем та інших документів для створення моделі.
3. Перевірка моделі. Контроль точності та повноти інформації в моделі.
4. Співпраця з командою. Взаємодія з архітекторами, інженерами та іншими учасниками проекту.

Фахівець BIM володіє широким спектром програмних інструментів, таких як Edificius, Edificius-MEP та EdiLus. Ці програми дозволяють створювати детальні і точні 3D-моделі будівель. Крім того, фахівець BIM використовує інші програмні засоби для обміну даними з іншими учасниками проекту та для управління процесами моделювання.

Для ефективної роботи з BIM-технологіями необхідна спеціальна підготовка. Для впровадження BIM в проектній організації важливо розробити систему навчання, яка дозволить співробітникам освоїти необхідні навички роботи з BIM-інструментами та створювати якісні моделі.

Незважаючи на зростаючу популярність BIM-технологій, на будівельному ринку існує гостра нестача кваліфікованих фахівців. Відсутність загальнодоступних навчальних програм та чітко визначених професійних стандартів у сфері BIM ускладнює підготовку інженерно-технічного персоналу. Це створює значні бар'єри для широкого впровадження BIM та гальмує розвиток галузі в цілому.

### 3.3. Приклади застосування ВІМ технологій

Сучасний будівельний ринок висуває все більш високі вимоги до якості та ефективності виконання робіт. Компанії, які прагнуть залишатися конкурентоспроможними, змушені впроваджувати новітні технології, зокрема ВІМ. Однак, для успішного використання ВІМ необхідні фахівці, які володіють спеціальними знаннями та навичками.

Для успішного впровадження ВІМ на будівельному ринку необхідно подолати дефіцит кваліфікованих кадрів. Відсутність систематичної підготовки фахівців у галузі ВІМ стримує розвиток галузі та ускладнює задоволення зростаючих потреб ринку. Для вирішення цієї проблеми необхідно розробити ефективні навчальні програми та створити систему сертифікації фахівців. Крім того, важливо залучати до процесу впровадження ВІМ не тільки інженерно-технічний персонал, але й керівництво компаній, яке повинно забезпечити стратегічну підтримку та необхідні ресурси.

Розглянемо приклади застосування ВІМ технологій та штучного інтелекту у практиці будівництва. Приклад аерофотограмметрії поля палів за допомогою дрону наведено на рис.3.7.



Рис. 3.7. Аерофотограмметрія поля палів за допомогою дрону

Приклад облаштування внутрішніх приміщень будівлі побудованій системами штучного інтелекту наведені на рис. 3.8.



Рис. 3.8. Облаштування внутрішніх приміщень будівлі

Приклади організаційно-технологічних та конструктивних систем наведені на рис. 3.9 та 3.10.


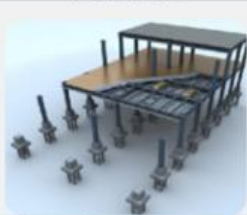


S / N	01	02	03	04
<b>Конструктивна система</b>	Легкий сталевий несучий каркас з навісними огороджуючими конструкціями	Сталевий каркас - система стінових панелей	Контейнерна система	З/Б каркас, бетонний блок
<b>Тип системи</b>				
<b>Особливості</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Легкий сталевий несучий каркас з навісними огороджуючими конструкціями + інтегрована легка настінна панель</li> <li>Відмінні антисейсмічні та вітростійкі характеристики</li> <li>Короткий період будівництва</li> <li>Енергозбереження, охорона навколишнього середовища та комплексне запобігання пожежам</li> <li>Варіативний підбір стінових матеріалів</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Система збірних металоконструкцій балок та колон</li> <li>Відмінні антисейсмічні та вітростійкі характеристики</li> <li>Короткий період будівництва</li> <li>Енергозбереження, охорона навколишнього середовища та комплексне запобігання пожежам</li> <li>Гнучкий підбір стінових матеріалів</li> <li>Відповідність високим вимогам стандартів</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Контейнер як модуль</li> <li>Все внутрішнє та зовнішнє опорядження, високостандартизоване, виконане на заводі</li> <li>Вторинний монтаж може виконуватися на місці відповідно до вимог будівельних функцій</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Місцеві матеріали, низька вартість</li> <li>Вимога до обмеженої висоти модуля</li> <li>Короткий період будівництва</li> <li>Енергозбереження, охорона навколишнього середовища та комплексне запобігання пожежам</li> <li>Облаштування обладнання може бути виконане через отвори для блоків</li> </ul>
<b>Сфера застосування</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вілли, квартири</li> <li>Доступне житло, зелені містечка</li> <li>Односмієйні готелі, будівлі для літніх людей</li> <li>Будинки 1-3 поверхові</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вілли, квартири</li> <li>Доступне житло, зелені містечка</li> <li>Готелі, резиденції</li> <li>Лікарні, адміністративні будівлі, школи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Мобільні готелі</li> <li>Реконструкція старого фонду</li> <li>Будинки таборів, тимчасові будівлі</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вілли, квартири</li> <li>Доступне житло, зелені містечка</li> <li>Багатороверхові будинки</li> </ul>

Рис. 3.9. Основні організаційно-технологічні та конструктивні системи

N	01	02	03	04
<b>Товарна система</b>	Модульна система	Система конструкції з деревини	Система жолобчастих бетонних плит	Система збірних залізобетонних конструкцій
<b>Легенда</b>				
<b>Особливості</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Конструкція та оздоблення цілого модуля виконані в заводських умовах</li> <li>• Надійний монтаж модулів в будівлі</li> <li>• Відсутня потреба у додаткових системах та опорних конструкціях</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Конструктивна система з екологічно-чистої деревини</li> <li>• Гвинтові з'єднання забезпечують надійність вузлів</li> <li>• Короткий період будівництва</li> <li>• Для задоволення вимог щодо запобігання пожежі, комах та корозії може бути проведена спеціальна обробка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Модульна пазлова система панелей сприяє масовому виробництву на заводі та зменшенню витрат</li> <li>• Витрати на сандвіч-з'єднувачі для стін, затирочні втулки, опори, шаблони та інші деталі зменшені порівняно з традиційними конструкціями</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Такі конструктивні елементи, як балки, плити та колони, виготовляються в заводських умовах та надійно з'єднуються в єдине ціле на будівельному майданчику</li> <li>• Стандартизоване виробництво елементів конструкцій підвищує ефективність та зменшує витрати.</li> </ul>
<b>Сфера застосування</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Квартири, доступне житло</li> <li>• Готелі, адміністративні будівлі</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вілли, курорти</li> <li>• Зелені містечка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Доступне житло, квартири</li> <li>• Готелі, адміністративні будівлі</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вілли, квартири</li> <li>• Доступне житло, зелені містечка</li> <li>• Готелі, резиденції</li> <li>• Лікарні, адміністративні будівлі, школи</li> </ul>

Рис. 3.10. Основні організаційно-технологічні та конструктивні системи будівель

### 3.4. Приклади застосування системи штучного інтелекту при створенні будівельних проєктів

Розглянемо приклади застосування штучного інтелекту у процесі створення будівельного проєкту у системі Gemini.

*Запит – Розроби Бізнес-кейс будівництва двоповерхового котеджу в Києві по вул. Вишгородській площею 160 м<sup>2</sup> на ділянці 20 соток*

Бізнес-кейс будівництва двоповерхового котеджу в Києві по вул. Вишгородській площею 160 м<sup>2</sup> на ділянці 20 соток

#### 1. Аналіз ринку та конкурентів

Попит на житло: Проаналізувати попит на житло в цьому районі, особливо на приватні будинки. Звернути увагу на ціни за квадратний метр, типи будівель, які користуються найбільшим попитом, а також на демографічні характеристики потенційних покупців.

Конкуренти: Визначити основних конкурентів у цьому сегменті ринку, проаналізувати їхні пропозиції (ціни, якість, додаткові послуги), маркетингові стратегії та сильні сторони.

Унікальна пропозиція: Визначити, чим саме ваш проект відрізнятиметься від пропозицій конкурентів. Це може бути розташування, планування, якість матеріалів, додаткові послуги тощо.

## 2. Оцінка вартості проекту

Вартість землі: Визначити ринкову вартість ділянки.

Проектування: Оцінити вартість розробки проектної документації (архітектурний, конструктивний, інженерний розділи).

Будівельні матеріали: Скласти детальний кошторис на всі необхідні матеріали (фундамент, стіни, покрівля, внутрішні роботи, інженерні системи).

Будівельні роботи: Розрахувати вартість будівельних робіт, враховуючи складність проекту, терміни виконання та залучення підрядників.

Додаткові витрати: Врахувати витрати на підключення комунікацій (вода, газ, електрика), благоустрій території, оформлення документів тощо.

Резерв: Запланувати певний резерв на непередбачені витрати.

## 3. Джерела фінансування

Власні кошти: Оцінити наявні власні кошти та визначити їхню достатність для реалізації проекту.

Банківський кредит: Розглянути можливість отримання кредиту в банку, порівняти умови різних банківських програм.

Інвестування: Залучити інвесторів, якщо власних коштів недостатньо.

## 4. Маркетинг та продажі

Цільова аудиторія: Визначити портрет потенційного покупця.

Маркетингові канали: Розробити маркетингову стратегію, включаючи рекламу, PR, використання соціальних мереж, співпрацю з агентствами нерухомості.

Продаж: Розробити ефективну систему продажу, включаючи підготовку презентацій, проведення показів, ведення переговорів.

## 5. Юридичні аспекти

Дозвільна документація: Оформити всі необхідні дозвільні документи на будівництво та введення в експлуатацію.

Право власності: Оформити право власності на земельну ділянку та будівлю.

Договори: Укласти договори з підрядниками, постачальниками матеріалів, банком тощо.

#### 6. Ризики та їх управління

Ідентифікація ризиків: Визначити потенційні ризики, пов'язані з будівництвом (зростання вартості матеріалів, затримки у будівництві, зміни в законодавстві тощо).

Оцінка ризиків: Оцінити ймовірність та наслідки кожного ризику.

Розробка заходів щодо управління ризиками: Розробити план заходів для зменшення негативного впливу ризиків.

#### 7. Оцінка ефективності проекту

Показники ефективності: Визначити ключові показники ефективності проекту (терміни будівництва, вартість, якість, прибутковість).

Система контролю: Встановити систему моніторингу та контролю за виконанням проекту.

Важливо зазначити, що цей бізнес-кейс є загальним і потребує деталізації в залежності від конкретних умов проекту.

Для більш детальної розробки бізнес-кейс необхідно:

Провести детальне дослідження ринку: Зібрати інформацію про ціни на нерухомість, попит на різні типи житла, конкурентів тощо.

Залучити фахівців: При залученні фахівців у різних галузях (архітектори, будівельники, економісти, юристи) можна отримати більш точну оцінку проекту.

Розробити детальний фінансовий план: Скласти детальний фінансовий план, який включатиме всі витрати та доходи проекту.

Також слід враховувати такі фактори:

Місце розташування ділянки: Транспортна доступність, інфраструктура, екологічна ситуація.

Архітектурні рішення: Вибір стилю, планування, матеріалів.

Будівельні норми та правила: Дотримання всіх будівельних норм та правил.

Податкові та митні платежі: Розрахунок податків та митних платежів, пов'язаних з будівництвом.

За допомогою такого детального бізнес-кейс можна оцінити доцільність реалізації проекту, розробити ефективну стратегію його виконання та мінімізувати ризики.

*Запит - Наведи орієнтовний кошторис будівництва котеджу економ класу.*

Орієнтовний кошторис будівництва котеджу економ класу в Києві

Цей кошторис є лише орієнтовним і може значно відрізнятися в залежності від конкретних умов будівництва (матеріали, регіон, складність проекту тощо). Для точного розрахунку вартості необхідно звернутися до будівельної компанії або інженера-кошториси.

Припущення для розрахунку:

Площа: 160 м<sup>2</sup>

Поверхів: 2

Матеріал стін: газобетон

Покрівля: м'яка покрівля

Інженерні мережі: вода, каналізація, електрика, опалення (газовий котел)

Внутрішня обробка: стандартна (штукатурка стін, шпалери, ламінат)

Ділянка: 20 соток (без врахування вартості)

Основні статті витрат:

<i>Позиція</i>	<i>Опис</i>	<i>Орієнтовна вартість (грн/м<sup>2</sup>)</i>	<i>Загальна вартість (грн)</i>
Проектування	Розробка проектної документації	200-300	32000-48000
Фундамент	Заливка монолітного фундаменту	1000-1500	160000-240000

Стіни	Зведення стін з газобетону	500-700	80 000 - 112 000
Перекрыття	Залізобетонні плити перекрыття	500-700	80 000 - 112 000
Покрівля	Монтаж м'якої покрівлі	300-500	48 000 - 80 000
Вікна та двері	Встановлення пластикових вікон та дверей	500-800	80 000 - 128 000
Інженерні мережі	Проведення водопостачання, каналізації, електрики, опалення	800-1200	128 000 - 192 000
Внутрішня обробка	Штукатурка, шпалери, ламінат, сантехніка	800-1200	128 000 - 192 000
Фасадні роботи	Оздоблення фасаду	300-500	48 000 - 80 000
Благоустрій території	Огорожа, доріжки, озеленення	Залежить від обсягу робіт	-

Загальна вартість будівництва (без врахування вартості ділянки, благоустрою та непередбачених витрат): 800 000 - 1 200 000 грн.

Фактори, що впливають на вартість:

Матеріали: Вибір більш дорогих матеріалів (наприклад, натурального каменю для фасаду) збільшить вартість.

Складність проекту: Нестандартні планування, велика кількість вікон, складні дахи підвищують вартість будівництва.

Сезонність: Будівельні роботи в зимовий період можуть бути дорожчими через необхідність додаткового опалення та захисту матеріалів.

Регіон: Вартість будівництва може відрізнятися в різних регіонах України.

Підрядник: Вартість послуг різних будівельних компаній може значно відрізнятися.

Рекомендації:

Отримати кілька кошторисів: Порівняйте пропозиції різних будівельних компаній.

Уточнити деталі: Запитайте у кожної компанії детальний розрахунок вартості кожного етапу будівництва.

Перевірити репутацію підрядника: Зверніться до попередніх клієнтів компанії, щоб дізнатися про якість виконаних робіт.

Врахувати непередбачені витрати: Заплануйте додаткові кошти на випадок непередбачених ситуацій.

*Запит - Намалюй план першого поверху котеджу*

Результат запиту наведено на рис. 3.11.



Рис. 3.11. План першого поверху котеджу

## РОЗДІЛ 4.

### ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

Цифровий простір будівельного проекту - це інтегроване середовище, яке об'єднує всі аспекти проекту від концепції до експлуатації в єдину цифрову модель. Ця модель містить детальну інформацію про будівельний об'єкт, включаючи його геометрію, матеріали, системи інженерних мереж, а також дані про виконання робіт, витрати та інші параметри.

Ключові елементи цифрового простору:

1. BIM-модель. Тривимірний модель будівлі, яка містить всю необхідну інформацію про об'єкт.
2. Хмарні технології. Забезпечують доступ до даних проекту з будь-якого місця та пристрою.
3. Штучний інтелект. Використовується для аналізу даних, автоматизації рутинних задач та оптимізації процесів.
4. Інтернет речей (IoT). Дозволяє збирати дані про стан будівельного об'єкта в реальному часі.
5. Програмне забезпечення. Спеціалізовані програми для створення, управління та аналізу BIM-моделей.

Розглянемо переваги формування цифрового простору:

1. Підвищення ефективності. Автоматизація рутинних задач, оптимізація використання ресурсів, скорочення термінів будівництва.
2. Покращення якості. Зменшення кількості помилок, підвищення точності виконання робіт.
3. Збільшення прозорості. Забезпечення єдиного джерела інформації для всіх учасників проекту.
4. Сприяння прийняттю обґрунтованих рішень. Надання точних даних для аналізу та прогнозування.

5. Підвищення безпеки. Ідентифікація потенційних ризиків на ранніх стадіях.
6. Зменшення витрат. Оптимізація використання матеріалів, зменшення кількості переробок.

Розглянемо алгоритм формування цифрового простору будівельного проєкту.

1. Створення BIM-моделі. Розробка детальної тривимірної моделі будівлі, яка містить всю необхідну інформацію про об'єкт.
2. Інтеграція даних. Об'єднання даних з різних джерел (проектна документація, результати обстежень, дані про матеріали тощо) в єдину інформаційну модель.
3. Налаштування хмарної платформи. Вибір та налаштування хмарної платформи для зберігання та обробки даних проєкту.
4. Впровадження ІІІ. Інтеграція інструментів штучного інтелекту для автоматизації рутинних задач та аналізу даних.
5. Підключення IoT-пристроїв. Встановлення датчиків для збору даних про стан будівельного об'єкта в реальному часі.

Формування цифрового простору будівельних проєктів є важливим кроком до підвищення ефективності та якості будівництва. Використання BIM, ІІІ та інших сучасних технологій дозволяє створювати більш якісні, безпечні та енергоефективні будівлі.

#### **4.1. Цифровізація діяльності будівельних організацій**

Цифровізація будівельної галузі – це не просто тренд, а необхідність для підвищення конкурентоспроможності та ефективності роботи підприємств. Впровадження цифрових технологій дозволяє оптимізувати процеси, знизити витрати, підвищити якість проєктів та забезпечити більш точне управління.

Розглянемо переваги цифровізації будівельної галузі.

Підвищення ефективності. Автоматизація рутинних задач, оптимізація використання ресурсів, скорочення термінів будівництва.

Покращення якості. Зменшення кількості помилок, підвищення точності виконання робіт.

Збільшення прозорості. Забезпечення єдиного джерела інформації для всіх учасників проекту.

Сприяння прийняттю обґрунтованих рішень. Надання точних даних для аналізу та прогнозування.

Підвищення безпеки. Ідентифікація потенційних ризиків на ранніх стадіях.

Зменшення витрат. Оптимізація використання матеріалів, зменшення кількості переробок.

Визначимо основні технології, що використовуються в цифровізації будівництва.

BIM (Building Information Modeling). Тривимірна модель будівлі, яка містить всю необхідну інформацію про об'єкт.

Хмарні технології. Забезпечують доступ до даних проекту з будь-якого місця та пристрою.

Штучний інтелект. Використовується для аналізу даних, автоматизації рутинних задач та оптимізації процесів.

Інтернет речей (IoT). Дозволяє збирати дані про стан будівельного об'єкта в реальному часі.

Програмне забезпечення. Спеціалізовані програми для створення, управління та аналізу BIM-моделей, планування ресурсів, управління проектами тощо.

*Етапи цифрової трансформації будівельної компанії*

Аналіз поточних процесів. Визначення сильних і слабких сторін, визначення потреб у цифровізації.

Вибір технологій. Вибір відповідного програмного забезпечення та обладнання.

Впровадження технологій. Поступове впровадження нових технологій в робочі процеси.

Навчання персоналу. Підготовка співробітників до роботи з новими інструментами.

Підтримка та розвиток. Постійна підтримка та розвиток цифрової інфраструктури.

#### *Переваги цифрової трансформації для будівельних компаній*

Підвищення конкурентоспроможності. Можливість брати участь у більш складних проектах, залучати нових клієнтів.

Збільшення прибутковості. Зниження витрат, підвищення ефективності використання ресурсів.

Покращення іміджу компанії. Демонстрація інноваційного підходу до ведення бізнесу.

#### *Виклики та ризики цифрової трансформації*

Висока вартість впровадження. Необхідність інвестицій у програмне забезпечення, обладнання та навчання персоналу.

Опір змін. Частина співробітників може негативно ставитися до нових технологій.

Відсутність кваліфікованих кадрів. Нестача спеціалістів, які володіють навичками роботи з цифровими інструментами.

Кібербезпека. Ризик хакерських атак та втрати даних.

Цифровізація будівельної галузі – це неминучий процес, який відкриває перед компаніями нові можливості для розвитку. Впровадження цифрових технологій дозволяє підвищити ефективність, якість та конкурентоспроможність будівельних проектів. Однак, для успішної цифрової трансформації необхідно ретельно планувати всі етапи, інвестувати в технології та навчання персоналу, а також враховувати можливі ризики.

#### **4.2. Бізнес-модель Canvas для цифровізації будівництва**

Бізнес-модель Canvas - це візуальний інструмент, який допомагає структурувати та аналізувати нові бізнес-ідеї. Побудуємо її для цифровізації будівельної галузі.

##### *1. Сегменти клієнтів*

Будівельні компанії великі, середні та малі підприємства.

Інвестори приватні та державні.

Архітектори та інженери, проектувальники.

Підрядники організації, які виконують будівельні роботи.

Постачальники будівельних матеріалів.

Кінцеві споживачі, власники нерухомості.

##### *2. Пропозиція цінності*

Збільшення ефективності, скорочення термінів будівництва, оптимізація витрат.

Покращення якості, зменшення кількості помилок, підвищення точності виконання робіт.

Підвищення прозорості, забезпечення єдиного джерела інформації для всіх учасників проекту.

Прийняття обґрунтованих рішень, надання точних даних для аналізу та прогнозування.

Підвищення безпеки, ідентифікація потенційних ризиків на ранніх стадіях.

Стійкість, екологічні та енергоефективні рішення.

### *3. Канали збуту*

Прямі продажі, зустрічі з клієнтами, презентації.

Маркетинг, участь у виставках, конференціях, публікації статей.

Партнерські програми, співпраця з іншими компаніями.

Онлайн-платформи, веб-сайти, мобільні додатки.

### *4. Відносини з клієнтами*

Персоналізований підхід, розробка індивідуальних рішень для кожного клієнта.

Підтримка клієнтів, технічна підтримка, навчання.

Співпраця, спільна робота над проектами.

### *5. Джерела доходів*

Продаж програмного забезпечення, ліцензії на використання програмних продуктів.

Абонентська плата, щомісячна оплата за доступ до сервісів.

Консультаційні послуги, надання консультацій з питань впровадження технологій.

Навчання, проведення тренінгів та семінарів.

### *6. Основні ресурси*

Технології, програмне забезпечення, обладнання, хмарні сервіси.

Люди, фахівці в галузі ІТ, будівництва, управління проектами.

Партнери, постачальники обладнання, інтегратори.

Інтелектуальна власність, патенти, авторські права.

### *7. Ключові діяльності*

Розробка програмного забезпечення, створення нових програмних продуктів.

Консультації, надання консультацій клієнтам.

Впровадження, інсталяція та налаштування програмного забезпечення.

Підтримка клієнтів, надання технічної підтримки.

Маркетинг та продажі, просування продуктів і послуг.

### *8. Ключові партнери*

Постачальники програмного забезпечення для інтеграції та розширення функціоналу.

Будівельні компанії для тестування та впровадження нових рішень.

Венчурні фонди для фінансування розробки нових продуктів.

Науково-дослідні інститути для проведення спільних досліджень.

### *9. Структура витрат*

Розробка, витрати на розробку програмного забезпечення.

Маркетинг, витрати на рекламу та просування.

Продажі, витрати на залучення клієнтів.

Підтримка, витрати на технічну підтримку клієнтів.

Операційні витрати, оренда офісів, заробітна плата співробітників.

### **4.3. Вигоди від застосування моделі CANVAS у будівництві**

Модель Canvas - це потужний інструмент стратегічного планування, який може бути вкрай корисним для будівельних компаній. Він допомагає візуалізувати та аналізувати бізнес-модель, виявляти потенційні проблеми та розробляти ефективні стратегії.

Розглянемо застосування моделі Canvas в будівництві.

#### *1. Розуміння бізнес-моделі*

Визначення цінності. Чому клієнти обирають саме вашу компанію? Які унікальні пропозиції ви можете запропонувати?

Ідентифікація клієнтів. Хто є вашими основними клієнтами? Які їхні потреби та очікування?

Аналіз каналів збуту. Які канали ви використовуєте для доступу до клієнтів? Як можна їх оптимізувати?

Оцінка ресурсів. Які ресурси (людські, фінансові, технологічні) необхідні для успішної роботи?

#### *2. Розробка нових продуктів та послуг*

Генерація ідей. Модель Canvas допомагає генерувати нові ідеї для продуктів та послуг, які можуть зацікавити клієнтів.

Оцінка ринку. Дозволяє оцінити потенціал нового продукту або послуги на ринку.

Розробка стратегії виходу на ринок. Допомагає розробити план запуску нового продукту або послуги.

### *3. Оптимізація бізнес-процесів*

Виявлення неефективностей. Дозволяє ідентифікувати вузькі місця в бізнес-процесах.

Розробка нових процесів. Сприяє розробці більш ефективних і продуктивних процесів.

Автоматизація. Допомагає визначити, які процеси можуть бути автоматизовані.

### *4. Співпраця з партнерами*

Пошук партнерів. Допомагає знайти потенційних партнерів для співпраці.

Визначення ролей. Визначає ролі та відповідальність кожного партнера.

Створення спільних проектів. Сприяє розробці спільних проектів.

### *5. Підготовка до змін*

Адаптація до нових умов. Допомагає швидко адаптуватися до змін на ринку.

Розробка стратегії розвитку. Дозволяє розробити довгострокову стратегію розвитку компанії.

Розглянемо як використовувати модель Canvas у будівництві.

Цифрова трансформація. Оцінити потенціал впровадження нових технологій, таких як ВІМ, ІоТ, штучний інтелект.

Розвиток нових послуг. Розробити нові послуги, наприклад, енергоаудит будівель, управління нерухомістю.

Вихід на нові ринки. Проаналізувати можливості виходу на нові географічні ринки або сегменти.

Створення нових бізнес-моделей. Розробити нові бізнес-моделі, засновані на нових технологіях та трендах.

Використання моделі Canvas дозволяє будівельним компаніям:

- стати більш конкурентоспроможними завдяки інноваціям та оптимізації процесів;
- збільшити прибутковість завдяки ефективнішому використанню ресурсів;
- покращити якість послуг завдяки фокусу на потребах клієнтів;
- створити стійкий бізнес завдяки адаптації до змін на ринку.

*Ключові переваги моделі Canvas*

Простота. Модель легко зрозуміти та використовувати.

Візуалізація. Дозволяє візуалізувати бізнес-модель і побачити всі її елементи.

Гнучкість. Може бути адаптована під будь-який бізнес.

Співпраця. Сприяє ефективній командній роботі.

Модель Canvas є потужним інструментом для будівельних компаній, який допомагає їм створювати більш ефективні, інноваційні та стійкі бізнес-моделі. Застосування цього інструменту дозволяє компаніям адаптуватися до швидко мінливого ринку та досягати успіху.

## ВИСНОВКИ

На основі проведеного дослідження можна зробити такі ключові висновки.

Інтеграція інформаційного моделювання будівлі (BIM) зі штучним інтелектом (ШІ) перетворює традиційне будівництво на високоточний і ефективний цифровий процес. Цей тандем дозволяє створювати розумні будівельні проекти, які відрізняються прозорістю, якістю та точністю виконання. ШІ оптимізує кожен етап будівництва, від проектування до експлуатації, забезпечуючи максимальну ефективність використання ресурсів та мінімізацію ризиків.

Співпраця BIM та ШІ значно прискорює процес проектування та підвищує якість конструкторської документації. ШІ дозволяє автоматизувати рутинні завдання, проводити складні розрахунки та аналізувати великі обсяги даних. Завдяки цьому, архітектори та інженери можуть зосередитися на творчих аспектах проектування, а BIM забезпечує єдину цифрову платформу для координації всіх робіт.

Ключ до успіху на світовому ринку: BIM та ШІ. Впровадження BIM та ШІ відкриває нові можливості для будівельних компаній. Завдяки цим технологіям, компанії можуть:

- підвищити конкурентоспроможність, створювати більш якісні та інноваційні проекти;
- розширити ринки збуту, виходити на міжнародний ринок, де все більше замовників вимагають використання BIM;
- зменшити ризики, мінімізувати помилки та затримки у будівництві;
- покращити співпрацю, забезпечити ефективну взаємодію всіх учасників проекту.

Для успішного розвитку BIM в Україні необхідно:

- створити нормативно-правову базу, розробити стандарти та норми, що регулюють використання BIM та ШІ в будівництві;
- розвивати програмне забезпечення, підтримувати розробку вітчизняних BIM-платформ та інтеграцію їх з системами ШІ;

- навчати фахівців, організувати масштабні програми підготовки фахівців у галузі BIM та III;
- створити цифрові двійники міст, розробити детальні 3D-моделі міст для ефективного управління міською інфраструктурою.

Інтеграція BIM та III відкриває нові можливості для розвитку будівельної галузі. Цей тандем дозволяє створювати більш якісні, ефективні та інноваційні будівельні проекти. Для успішного впровадження BIM в Україні необхідно створити сприятливі умови, зокрема, розробити нормативно-правову базу, підготувати фахівців та інвестувати в розвиток технологій.

Переваги використання інтелектуальних систем конфігурування:

Підвищення ефективності. Автоматизація рутинних задач, оптимізація використання ресурсів, скорочення термінів будівництва.

Покращення якості. Зменшення кількості помилок, підвищення точності виконання робіт.

Збільшення прозорості. Забезпечення єдиного джерела інформації для всіх учасників проекту.

Сприяння прийняттю обґрунтованих рішень. Надання точних даних для аналізу та прогнозування.

Підвищення безпеки. Ідентифікація потенційних ризиків на ранніх стадіях.

Зменшення витрат. Оптимізація використання матеріалів, зменшення кількості переробок.

Основні функціональні можливості систем:

Створення цифрових моделей. Деталізовані 3D-моделі будівель, що містять інформацію про геометрію, матеріали, інженерні системи.

Планування робіт. Автоматичне складання графіків виконання робіт, розподіл ресурсів.

Оптимізація логістики. Планування доставки матеріалів та обладнання на будівельний майданчик.

Моніторинг виконання робіт. Відстеження прогресу будівництва в реальному часі.

Виявлення колізій. Ідентифікація конфліктів між різними елементами проекту.

Прогнозування. Передбачення можливих проблем та розробка заходів для їх усунення.

Технології, що лежать в основі систем:

BIM (Building Information Modeling). Створення та використання інформаційних моделей будівель.

Штучний інтелект. Для автоматизації задач, аналізу даних та прийняття рішень.

Machine Learning. Для навчання систем на великих обсягах даних та покращення точності прогнозів.

IoT (Internet of Things). Для збору даних з датчиків, встановлених на будівельному майданчику.

Перспективи розвитку:

Інтеграція з іншими системами. ERP, CRM, CAD.

Розвиток мобільних додатків. Для доступу до інформації про проект з будь-якого пристрою.

Використання віртуальної та доповненої реальності. Для візуалізації проекту та взаємодії з ним.

Розширення функціональних можливостей. Автоматизація більшої кількості процесів, більш точне прогнозування.

Виклики та обмеження.

Висока вартість впровадження. Необхідність придбання ліцензій на програмне забезпечення, навчання персоналу.

Складна інтеграція з існуючими системами. Потреба в адаптації та налаштуванні.

Недостатня кількість кваліфікованих фахівців. Потреба в підготовці спеціалістів з BIM-технологій.

Залежність від якості даних. Точність результатів роботи системи залежить від якості введених даних.

Інтелектуальні системи конфігурування робочого простору будівельних об'єктів є перспективним напрямком розвитку будівельної галузі. Вони дозволяють значно підвищити ефективність, якість та безпеку будівництва. Однак, для широкого впровадження таких систем необхідні подальші дослідження та розробки, а також підготовка кваліфікованих фахівців.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Ансофф И. Стратегическое управление / Ансофф И.; сокр. пер. с англ.; науч. ред. и авт. предисл. Л.И. Евенко. - М.: Экономика, 1989. - 519 с.
2. Білик А. С. ВІМ-моделювання. Огляд можливостей та перспективи в Україні / А. С. Білик, М. А. Беляєв // Промислове будівництво та інженерні споруди. - 2015. - № 2. - С. 9-15. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pbis\\_2015\\_2\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pbis_2015_2_4). (дата звернення: 10.12.2020).
3. Бушуєв С., Тихонович Ю., Черниш О., Сухонос Н., Халілов А. Креативні принципи управління інноваційними проєктами в середовищі BANI. Управління розвитком складних систем. Київ, 2024. № 57. С. 6 – 11, [dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2024.57.6-11](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.57.6-11).
4. Бушуєв, С., Душкін, А., Козлов, В., Чернова, О., Осадчий, В., & Тахмазов, С. Еволюція ІТ-професії в контексті експоненційного зростання в епоху штучного інтелекту і диджиталізації. Управління розвитком складних систем, (56), 2023, 6–13. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.56.6-13>
5. Бушуєв С.Д., Ярошенко Р.Ф., Ярошенко Т.О. Матрична технологія управління проектно-орієнтованою діяльністю фінансових установ в умовах кризи. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. Х. : НТУ «ХПІ», 2014. № 2 (1045), С.3-10.
6. Бушуєв С. Д., Бушуєв Д. А., Бушуєва Н. С., Козир Б. Ю. Інформаційні технології розвитку компетенцій менеджерів з управління проєктами на основі глобальних трендів. Інформаційні технології і засоби навчання, 2018, Том 68, № 6.
7. Верхоглядова Н. Інформаційне забезпечення управління конкурентоспроможністю будівельного підприємства / Н. Верхоглядова, О. Кононова // Науковий вісник [Одеського національного економічного університету]. - 2016. - № 4. - С. 47-58.

8. Воронкова А.Е., Калюжна Н.Г., Оленко В.І. Управлінські рішення в забезпеченні конкурентоспроможності підприємства: організаційний аспект: Монографія. - Х.: ВД „ІН- ЖЕК”, 2008. - 512 с.;
9. Геращенко І. М. Система показників оцінювання конкурентоспроможності підприємств на ринку праці / І. М. Геращенко // Економіка та управління підприємствами будівельної галузі. - 2013.
10. Данкевич Н.О. Оцінка організаційно-технологічних рішень будівельного проекту за допомогою імітаційного моделювання. Сучасне промислове та цивільне будівництво.-2013. №1 - С. 43-48.
11. ДБН А.2.2-3-2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво
12. ДБН А.1.1-94:2010 Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення .
13. ДБН А.2.1-1-2008 Інженерні вишукування для будівництва.
14. ДБН А.2.2-3, п.3.17 «Склад та зміст проектної документації на будівництво»
15. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва
16. ДБН В.1.2-11-2008 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії
17. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників. Будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи. Вип. 64, Р. 1-2, 448 с.
18. Дубінін Д.В. Метод оцінювання ефективності використання ресурсів будівництва. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин.: зб. наукових праць, 2015. вип.33. С.166 -175.
19. Єсипенко А.Д. Методи аналізу організаційних і інженернотехнологічних рішень при забезпеченні надійності будівель і споруд. Нові технології в будівництві. 2005. №1(9). С. 69-71

20. Інформаційне моделювання в будівництві ((BIM): сутність, етапи, становлення та перспективи розвитку. УДК 330.131.5 Трач Р.В. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://global-national.in.ua/archive/16-2017/99.pdf> (дата звернення: 20.12.2020).
21. Інформаційні технології в будівництві - крок в майбутнє [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://infourok.ru/leksiya-na-temu-informacionnie-tehnologii-v-stroitelstve-1789573.html> (дата звернення: 20.12.2020).
22. Історія BIM технологій. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bimforum.tilda.ws/page4165263.html> (дата звернення: 15.12.2020).
23. Інноваційні концептуальні та формально-аналітичні інструменти обґрунтування, підготовки та впровадження будівельних інвестиційних проєктів: монографія / В. О. Поколенко та ін. К. : Видавництво Європейського ун-ту, 2008. 208 с.
24. Квятковська Л. А. Оцінка поточної та довгострокової конкурентоспроможності підприємства / Л. А. Квятковська, Л. Д. Воробйова // Вісник національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. - 2011. - Випуск 26. - С. 181-187
25. Класифікатор професій ДК 003-95.- Київ. Держстандарт України, 1995.
26. Концепція застосування будівельного інформаційного моделювання в управлінні вартістю життєвого циклу державних об'єктів. Передмова д.держ.упр, проф. В.С. Куйбіди [Автори: О.Ю. Кучеренко, В.П Ніколаєв, Т.В. Ніколаєва, В.С. Судак]. – К.: НАДУ, 2019 р.- 40с.
27. Ляшенко В.І. Цифрова модернізація економіки України як можливість проривного розвитку: Монографія / В.І. Ляшенко, О.С. Вишневський -НАН України, Ін-т економіки пром-сті. – Київ, 2018. – 252 с.

28. Медяник О. І. Інноваційні управлінські рішення в забезпеченні конкурентоспроможності будівельного підприємства / О. І. Медяник // Формування ринкових відносин в Україні. - 2013. - № 10.
29. A Guidebook of Program & Project Management for Enterprise Innovation, Third Edition P2M, Project Management Association of Japan (PMAJ), 2017, 427 p.
30. Individual Competence Baseline for project, programme & portfolio management. (2015) Version 4.0. IPMA Editorial Committee. IPMA: 431 p.
31. Scaled Agile Framework (SAFe®). <https://www.agilest.org/what-is-agile-knowledge-base/#agile-terms>, 2018.
32. A Guide to the Project Management of the Knowledge (PMBOK® Guide). Sixth Edition (2017). USA. PMI, 756 p.
33. Бушуев С. Д., Бушуева Н. С., Бабаев И. А. Креативные технологии в управлении проектами и программами. Киев: Саммит книга, 2010. 768 с.
34. Bushuyev S., Babayev J., Bushuiev D., Kozyr B. Emotional Infection of Management Innovation SMART Government Projects. 2020 IEEE European Technology and Engineering Management Summit, E-TEMS 2020, 2020, 9111796.
35. Bushuyev S., Bushuiev D., Zaprivoda A., Babayev J., Elmas Ç. Emotional infection of management infrastructure projects based on the agile transformation. CEUR Workshop Proceeding [sthis link is disabled](#), 2020, 2565, pp. 1–12
36. Bushuyev S., Babayev I., Babayev J., Kozyr B. Complementary Neural Networks for Managing Innovation Projects 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory, ATIT 2019 - Proceedings, 2019, pp. 393–396, 9030454
37. Todorović, M. L., Petrović, D. T., Mihić, M. M., Obradović, V. L., Bushuyev, S. D. Project success analysis framework: A knowledge-based approach in project management, 2015, International Journal of Project Management.

38. Gartner HR Survey Reveals 88% of Organizations Have Encouraged or Required Employees to Work From Home Due to Coronavirus URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-03-19-gartner-hr-survey-reveals-88--of-organizations-have-e> (дата звернення: 09.02.2021 р.)
39. Favier, Marc & Daassi, Mohamed & Jawadi, Nabila. (2013). Relationship building in virtual teams: A leadership behavioral complexity perspective. *Human Systems Management*. 32. 10.3233/HSM-130791.81
40. Avolio, B. J., & Kahai, S. S. (2003). Adding the "E" to E-Leadership: How it may impact your leadership. *Organizational Dynamics*, 31(4), 325–338. [https://doi.org/10.1016/S0090-2616\(02\)00133-X](https://doi.org/10.1016/S0090-2616(02)00133-X)
41. Ubell, Robert. (2010). *Virtual Teamwork: Mastering the Art and Practice of Online Learning and Corporate Collaboration*. 10.1002/9780470615782.
42. Bell, B. S. & Kozlowski, S. W., 2002. A typology of virtual teams. *Group and Organisation Management* , 27(1), pp. 14-49.
43. Zivick, J., 2012. Mapping Global Virtual Team Leadership Actions to Organizational Roles. *The Business Review*, Summer, 19(2), pp. 18-25.
44. Why digital workplace transformation starts with digital leadership URL: <https://digitalworkplacegroup.com/digital-workplace-transformation-starts-digital-leadership/> (дата звернення: 09.02.2021 р.).
45. Freudenberger H.J. (1974). Staff burnout. *Journal of Social Issues*. V. 30. P. 150-165.
46. 11-тий Міжнародний класифікатор хвороб. Офіційний сайт Міністерства охорони здоров'я України. URL: <https://moz.gov.ua> (дата звернення 11.05.2022).
47. Maslach C. Goldberg J. (1998). Prevention of burnout : new perspectives. *Applied and Preventive Psychology*. V. 7. P. 63-74.
48. Поліщук О.С., Паламарчук О.М. (2018). Особливості прояву та причини виникнення «Синдрому менеджера». «Молодий вчений», № 1 (53). С. 49-53.
49. Економіка підприємства: магістерський курс : підручник. Ч. 1 / М. В. Загірняк [та ін.] ; ред. М. В. Загірняк, П. Г. Перерва, О. І. Маслак. – Кременчук : ТОВ "Кременчуцька міська друкарня", 2015. – 736 с.

50. Богиня Д.П. Стимули і антистимули розвитку трудового менталітету в сучасних умовах. Україна: аспекти праці. 2001. №3. С. 3-10. 2. Индекс развития человеческого капитала. URL: <https://nonews.co/directory/lists/countries/human-capital> (дата звернення 11.05.2022).
51. Важливість розвитку людського капіталу у сучасному світі. Якою має бути стратегія України. URL: <https://uifuture.org/publications/vazhlyvist-rozvytku-lyudskogo-kapitalu-u-suchasnomu-sviti-yakoju-maye-buty-strategiya-ukrayiny/> (дата звернення 12.05.2022)
52. Дороніна О.А., Мазур Г.Ф., Климчук, О.В. Якімова Н.С. Значення соціально-економічного прогнозування в реалізації стратегії економічного розвитку. Економіка та держава. 2021. № 3. С. 14-17.
53. Абеляшева А.Г., Черепанова Н.В. Информационные аспекты управления командой // Информационные технологии в науке, управлении и медицине. Томск : ТПУ, 2016. С.25-27.
54. Kocziszky G., Pererva P.G., Somosi Veres M., Kobielieva T.A. Compliance program: [tutorial] // ed.: P.G.Pererva, G.Kocziszky, M.Veress Somosi.– Kharkov-Miskolc : LTD «Planeta-prynt», 2019. 689 p.
55. Kocziszky György, Pererva P.G., Szakaly D., Somosi Veres M. Technology transfer. Kharkiv-Miskolc: NTU «KhPI», 2012. 668 p.
56. Перерва П.Г. Управління маркетингом на машинобудівному підприємстві // Навч. посібник. Харків: «Основа», 1993. 288с.
57. Старостіна А.О. Маркетинг: теорія, світовий досвід, українська практика: підруч. К.: Знання, 2009. 1070 с.
58. Гочарова Н.П., Перерва П.Г., Яковлев А.И. Маркетинг инновационного процесса. Учеб. пособие. Киев: ВИРА-Р. 1998.- 267с.
59. Перерва П.Г. Самомаркетинг менеджера и бизнесмена. Ростов н/Д: Феникс, 2003. - 592 с.
60. Kobeleva T., Pererva P., Tovazhnyanskiy V., Gladenko I. Antikrizisnyy monitoring of finansovo-ekonomicheskikh indexes of work of enterprise // Business Studies. Miskolc: Miskolc University Press. 2010. Volume 7. №2. S.71-183.

61. Kobieliava T.O. Pererva P.G., Tkachev M.M., Evaluation of holder profits violation of their exclusive rights // Науковий вісник Полісся. 2016. № 4 (8), ч.2. С.240-246.
62. Pererva P.G., Tkachov M.M., Kobieliava T.O., Tkachova, N.P., Diachenko T.A. Management of relations with enterprise stakeholders based on value approach // Problems and Perspectives in Management. 2021. Vol. 19, Iss.1. P.24-38.
63. Tkachov M.M., Pererva P.G., Kobieliava T.O., Tkachova, N.P., Diachenko T.A. Management of relations with enterprise stakeholders based on value approach // Problems and Perspectives in Management. 2021. Vol.19, Iss.1. P.24-38.
64. Tkachova, N.P, Pererva P.G., Kobieliava, T. O. Investigation of the role of venture companies in the early stages of the product life cycle //Науковий вісник Полісся. 2017. № 2 (10), ч.2. С. 144-149.
65. Kosenko O.P., Kobieliava T.O., Tkacheva N.P. Monitoring the commercial potential of intellectual property // Scientific bulletin of Polissia. 2017. №1, ч.2. С.140-145.
66. Перерва П.Г. Практический маркетинг. Вып. 2. Маркетинг на промышленном предприятии. - М.: НПО «РИМ», 1991. - 80 с
67. State Policy Implementing Concept in the Field of Promoting Socially Responsible Business dated 01.07.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/Laws/show/853-2020-%D1%80#text>.
68. CSR-UKRAINE. URL: [www.csr-ukraine.org](http://www.csr-ukraine.org).
69. In Ukraine the most transparent companies in terms of corporate governance and CSR were identified. Special project “Responsible Business”. December 2, 2021. URL: <https://mind.ua/news/20233881-v-ukrayini-viznachili/>.
70. UN Global Compact in Ukraine. URL: <https://globalcompact.org.ua/pro-nas/gd-oon-v-ukraini/>.
71. UN General Assembly Reaffirms Global Compact Mandate // Un Global Compact Media, New York, United States of America. URL: <https://unglobalcompact.org/news/4836-12-17-2021>.

72. Voluntary national review on Sustainable Development Goals in Ukraine // Department of Strategic Planning and Macroeconomic Forecasting. 30.06.2020. URL: <https://me.gov.ua/documents/detail?lang=uk-ua&id=a0fc2a99-ada3-4A6d-b65b-cb542c3d5b77&title=dobrovinniinatsionalniogliadschodotsileistogorozvitkuvukraini>.
73. Vorobey V., Zhurovska I. Nonfinancial Reporting: a Tool for Socially Responsible Business. Kiev: United Nations Office in Ukraine / Global Compact Initiative in Ukraine, 2010. 84 p. URL: [https://www.ppv.net.ua/uploads/work\\_attachments/non-financial\\_reporting\\_\\_ua\\_.pdf](https://www.ppv.net.ua/uploads/work_attachments/non-financial_reporting__ua_.pdf).
74. Гаркуша І.В., Кайко В.І. Формування системи мотивів та мотиваційного профілю співробітників у сучасній науці. Вісник університету імені Альфреда Нобеля. 2017. Вип. 2(14). С.148–155.
75. Вергун А.М., Жук Т.В. Оцінка мотиваційного потенціалу підприємства. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/7385>.
76. Захарченко В. И. Основы менеджмента : учебное пособие. Одесса : ОНУМ, 1998. 40 с.
77. Красюков А. В., Щелокова С. С. Стимулирование труда менеджеров фирм в современных условиях. Машиностроитель. 2003. №10. С. 40–41.
78. Лайкер Дж. К., Філософія Toyota. 14 принципів злагодженої команди. Пер. з англ. Київ : Наш формат, 2017. 424 с.

## Презентація досліджень

# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КОНФІГУРУВАННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

**Щирін Юрій Олександрович**  
**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І**  
**АРХІТЕКТУРИ**

**ПРЕЗЕНТАЦІЯ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Спеціальність: 126 Інформаційні системи та технології  
Освітня програма: Штучний інтелект. Когнітивні технології

Microsoft Windows  
Щоб отримати більше інформації про Windows, перейдіть до розділу "Параметри".

## Мета роботи

Створення інструменту, який дозволить оптимізувати використання простору, мінімізувати рухи матеріалів та обладнання, а також забезпечити безпеку робітників на основі BIM технологій та штучного інтелекту.

Microsoft Windows  
Щоб отримати більше інформації про Windows, перейдіть до розділу "Параметри".

## Завдання дослідження

- аналіз існуючих систем управління будівельними проектами та виявлення їхніх недоліків;
- розробка концептуальної моделі робочого простору будівельного об'єкта, яка враховує геометричні характеристики, логістичні обмеження та технологічні процеси;
- створення алгоритмів для автоматичного генерації планів організації робочого простору на основі заданих параметрів будівництва;
- застосування систем штучного інтелекту з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом для взаємодії користувача з системою;
- експериментальна перевірка ефективності розробленої системи на реальних будівельних проектах.

Автоматизація будівництва  
"Процес автоматизації будівництва" в розділі "Параметри".

3

## Отримані результати

- розроблена інтелектуальна система, яка дозволяє автоматизувати процес конфігурування робочого простору;
- підвищення ефективності будівництва за рахунок оптимізації використання ресурсів та скорочення термінів виконання робіт;
- зниження витрат на будівництво за рахунок зменшення кількості помилок та простоїв;
- поліпшення безпеки робітників завдяки автоматизованому аналізу ризиків.

Автоматизація будівництва  
"Процес автоматизації будівництва" в розділі "Параметри".

4

## Наукова новизна

Робота пропонує новий підхід до оптимізації робочого процесу на будівельному майданчику за рахунок використання сучасних технологій штучного інтелекту та інтеграції різноманітних даних.

www.kyivpobud.com.ua  
www.kyivpobud.com.ua в розділі "Параметри"

5

## Практична значимість

Розроблена система може бути застосована в будівельній галузі для підвищення ефективності та якості виконання будівельних робіт.

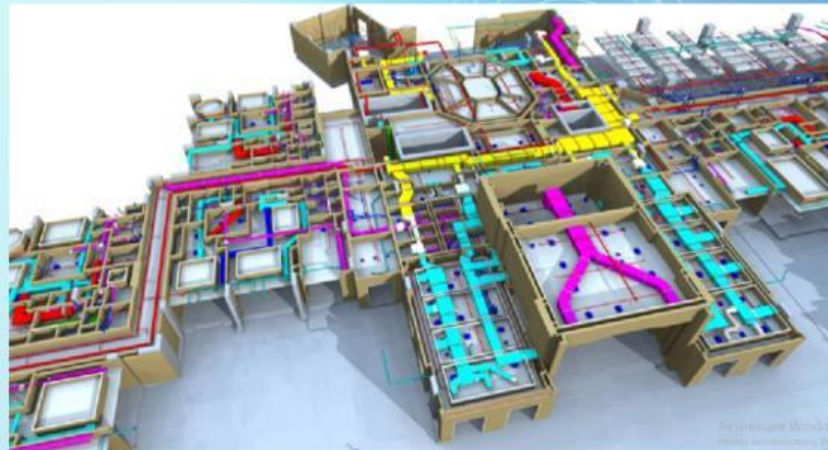
www.kyivpobud.com.ua  
www.kyivpobud.com.ua в розділі "Параметри"

6

## Застосування BIM технологій у будівництві



## Приклад застосування BIM технологій в процесі проєктування будівельних об'єктів



## Основні ролі фахівців при застосуванні BIM технологій



Розділ 10. Використання BIM технологій в розділі "Параметри".

9





## Приклади облаштування внутрішніх приміщень будівлі BIM та Gemini



Розділ 10. Використання BIM технологій в розділі "Параметри".

10

## Основні організаційно-технологічні та конструктивні системи

№/№	01	02	03	04
<b>Конструктивна система</b>	Легкий сталевий несучий каркас з навісними огорожуючими конструкціями	Сталевий каркас - система стінових панелей	Контейнерна система	З/Б каркас, бетонний блок
<b>Тип системи</b>				
<b>Особливості</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Легкий сталевий несучий каркас з навісними огорожуючими конструкціями + інтегрована легка настильна панель</li> <li>Відмінні антисейсмічні та вітростійкі характеристики</li> <li>Короткий період будівництва</li> <li>Енергозбереження, охорона навколишнього середовища та комплексне запобігання пожежам</li> <li>Варіабельний підбір стінових матеріалів</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Система збірних металоконструкцій балок та колон</li> <li>Відмінні антисейсмічні та вітростійкі характеристики</li> <li>Короткий період будівництва</li> <li>Енергозбереження, охорона навколишнього середовища та комплексне запобігання пожежам</li> <li>Гнучкий підбір стінових матеріалів</li> <li>Відповідність високим вимогам стандартів</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Контейнер як модуль</li> <li>Всі внутрішні та зовнішні опорядження, високостандартизовані, виготовлені на заводі</li> <li>Вторинний монтаж може виконуватися на місці відповідно до вимог будівельних функцій</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Місцеві матеріали, низька вартість</li> <li>Вимога до обмеженої висоти модуля</li> <li>Короткий період будівництва</li> <li>Енергозбереження, охорона навколишнього середовища та комплексне запобігання пожежам</li> <li>Облаштування обладнання може бути виконане через отвори для блоків</li> </ul>
<b>Сфера застосування</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вілли, квартири</li> <li>Доступне житло, зелені містечка</li> <li>Однокімнатні готелі, будинки для літніх людей</li> <li>Будинки 1-3 поверхові</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вілли, квартири</li> <li>Доступне житло, зелені містечка</li> <li>Готелі, резиденції</li> <li>Лікарні, адміністративні будинки, школи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Мобільні готелі</li> <li>Реконструкція старого фонду</li> <li>Будинки таборів, тимчасові будинки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вілли, квартири</li> <li>Доступне житло, зелені містечка</li> <li>Багатоповерхові будинки</li> </ul>

### Приклад запиту – Розробки Бізнес-кейс будівництва двоповерхового котеджу в Києві по вул. Вишгородській площею 160 м<sup>2</sup> на ділянці 20 соток

Бізнес-кейс будівництва двоповерхового котеджу в Києві по вул. Вишгородській площею 160 м<sup>2</sup> на ділянці 20 соток

#### 1. Аналіз ринку та конкурентів

- Попит на житло: Проаналізувати попит на житло в цьому районі, особливо на приватні будинки. Звернути увагу на ціни за квадратний метр, типи будівель, які користуються найбільшим попитом, а також на демографічні характеристики потенційних покупців.
- Конкуренти: Визначити основних конкурентів у цьому сегменті ринку, проаналізувати їхні пропозиції (ціни, якість, додаткові послуги), маркетингові стратегії та сильні сторони.
- Унікальна пропозиція: Визначити, чим саме ваш проект відрізнятиметься від пропозицій конкурентів. Це може бути розташування, планування, якість матеріалів, додаткові послуги тощо.

#### 2. Оцінка вартості проекту

- Джерела фінансування
- Маркетинг та продажі
- Юридичні аспекти
- Ризики та їх управління

## Запит - Намалюй план першого поверху котеджу



Використання BIM-модельовань у розділі "Параметри".

13

## ВИСНОВКИ

- Інтеграція інформаційного моделювання будівлі (BIM) зі штучним інтелектом (ШІ) перетворює традиційне будівництво на високоточний і ефективний цифровий процес. Цей тандем дозволяє створювати розумні будівельні проекти, які відрізняються прозорістю, якістю та точністю виконання. ШІ оптимізує кожен етап будівництва, від проектування до експлуатації, забезпечуючи максимальну ефективність використання ресурсів та мінімізацію ризиків.
- Співпраця BIM та ШІ значно прискорює процес проектування та підвищує якість конструкторської документації. ШІ дозволяє автоматизувати рутинні завдання, проводити складні розрахунки та аналізувати великі обсяги даних. Завдяки цьому, архітектори та інженери можуть зосередитися на творчих аспектах проектування, а BIM забезпечує єдину цифрову платформу для координації всіх робіт.

Використання BIM-модельовань у розділі "Параметри".

14

Щирін Юрій Олександрович

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ



в раздел "Параметры".