

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту
(повна назва)

Кафедра Інформатики
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧ ПЛАНУВАННЯ ПРОЄКТІВ
АРХІТЕКТУРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ
ТРЕКІНГОВОЇ СИСТЕМИ TRELLO
(тема)

Виконав:
здобувач 4 року навчання,
групи ІТІНФ-21-1

Полозова О. О.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Інформатика
(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Руденко Д.О.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Завідувач кафедри інформатики _____
(підпис)

Кобилін О. А.
(прізвище, ініціали)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційно-аналітичних технологій та менеджментуКафедра ІнформатикиРівень вищої освіти перший (бакалаврський)Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва)Тип програми освітньо-професійнаОсвітня програма Інформатика
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

« _____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУздобувачеві Полозовій Олені Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)1. Тема роботи Візуалізація задач планування проєктів архітектурного моделювання з використанням трекінгової системи Trello

затверджена наказом університету від 19 травня 2025 року № 381Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 25 травня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи науково-методична та науково-технічна література, матеріали конференцій, дані інтернет-мережі, офіційний блог Trello, рекомендації для створення зручних візуальних інтерфейсів.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

1. Теоретичний огляд предметної області та вступ до задач планування з використання трекінгових систем.2. Аналіз сучасних трекінгових систем управління проєктами.3. Візуалізація управління проєктами в Trello: практичне застосування та автоматизація процесів.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) Актуальність проблеми візуалізації планування задач проєктів архітектурного моделювання, постановка задачі, лістинги реалізації певного функціоналу трекінгової системи, скріншоти зображень.

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк / терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	07.04.2025	
2	Аналіз завдання, підбір літератури	08.04.25-10.04.25	
3	Аналіз літератури з досліджуваної проблеми	11.04.25-14.04.25	
4	Аналіз трекінгових систем	15.04.25-20.04.25	
5	Візуалізація задач планування	21.04.25-27.04.25	
6	Програмна реалізація	28.04.25-11.05.25	
7	Оформлення пояснювальної записки	12.05.25-20.05.25	
8	Перевірка на нормоконтроль	21.05.25-01.06.25	
9	Перевірка на плагіат	21.05.25-01.06.25	
10	Рецензування	21.05.25-01.06.25	
11	Підготовка презентації та доповіді	21.05.25-18.06.25	
12	Занесення роботи в електронний архів	02.06.25-18.06.25	
	Попередній захист кваліфікаційної роботи	02.06.25-18.06.25	

Дата видачі завдання 7 квітня 2025 р.

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____ доц. Руденко Д. О.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ/ABSTRACT

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 72 с., 6 табл., 38 рис., 31 джерело.

ТРЕКІНГОВА СИСТЕМА, TRELLO, ASANA, JIRA, CLICKUP, MONDAY.COM, КОРИСТУВАЧ, СПИСОК ЗАДАЧ, КАРТКА, GOOGLE MAPS.

Об'єктом роботи є процес планування задач у сфері архітектурного моделювання.

Метою роботи є створення інструменту візуалізації задач проєктного планування в архітектурному моделюванні на основі трекінгової системи Trello.

У рамках роботи проведено аналіз сучасних інструментів управління проєктами, зокрема Trello, Asana, Jira, ClickUp і Monday.com та визначено їх можливості й обмеження у сфері архітектурного моделювання. На основі цього обґрунтовано вибір Trello як зручної платформи для організації й візуалізації задач.

Розроблено структуру проєкту в середовищі Trello, налаштовано систему трекінгу задач із категоріями, дедлайнами, мітками, розподілом ролей, етапів проєктування та здійснено інтеграцію Trello з іншими цифровими інструментами.

TRACKING SYSTEM, TRELLO, ASANA, JIRA, CLICKUP, MONDAY.COM, USER, TASK LIST, CARD, GOOGLE MAPS.

The object of this work is the task planning process in the field of architectural modeling.

The aim of the work is to develop a tool for visualizing project planning tasks in architectural modeling using the Trello tracking system.

As part of the research, an analysis was conducted on modern project management tools, including Trello, Asana, Jira, ClickUp, and Monday.com, and their capabilities and limitations in the context of architectural modeling were identified. Based on this analysis, Trello was chosen as a convenient platform for organizing and visualizing tasks.

A project structure was designed within the Trello environment. The task tracking system was configured with categories, deadlines, labels, role assignments, and project stages. Integration of Trello with other digital tools was also implemented.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	7
Вступ.....	8
1 Теоретичний огляд предметної області та вступ до задач планування з використанням трекінгових систем.....	9
1.1 Вступ до основ проектного менеджменту: характеристика та ознаки ефективного планування проекту.....	9
1.2 Візуалізація задач: значення та переваги.....	12
1.3 Специфіка проектів архітектурної візуалізації.....	13
1.4 Трекінгові системи в контексті проектів архітектурного моделювання.....	15
1.5 Особливості застосування Kanban-дошок у візуалізації процесів архітектурного моделювання.....	16
1.6 Використання популярних трекінгових систем у проектах архітектурного моделювання	18
1.7 Постановка задачі.....	21
2 Трекінгові системи в управлінні проектами та їх основний функціонал....	23
2.1 Аналіз сучасних трекінгових систем управління проектами.....	23
2.2 Можливості трекінгової системи Trello для реалізації задач планування проектів.....	28
2.3 Аналіз функціональних можливостей робочого простору в Trello..	32
2.4 Візуалізація створення Trello-дошки.....	36
3 Візуалізація управління проектами в Trello: практичне застосування та автоматизація процесів.....	46
3.1 Початок роботи в системі Trello – створення акаунту.....	46
3.2 Планування проекту тривимірної візуалізації комерційних будівель району в Барселоні.....	47
3.3 Автоматизація процесів – API та кастомні інтеграції в Trello.....	51

	6
3.4 Архітектура системи автоматизованого звітування.....	59
3.5 Відстеження змін у моделях через webhook інтеграції.....	63
Висновки	68
Перелік джерел посилання.....	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Trello – трекінгова система

Jira – трекінгова система

ClickUp – трекінгова система

Monday.com – трекінгова система

Asana – трекінгова система

Kanban – метод управління робочими процесами

API – Application Programming Interface (інтерфейс програмного застосунку)

REST – Representational State Transfer (архітектура для взаємодії з сервером через HTTP-запити)

HTTP-запит GET – отримання даних

HTTP-запит POST – створення елементів

HTTP-запит PUT – оновлення елементів

HTTP-запит DELETE – видалення елементів

Webhook – спосіб автоматичного сповіщення про певну подію в режимі реального часу

BIM – Building Information Modeling (інформаційне моделювання будівель)

CAD – Computer-Aided Design (комп'ютерне проектування)

Autodesk Revit – програмне забезпечення для інформаційного моделювання будівель

ВСТУП

В сучасному світі управління проєктами стає все складнішим процесом, що вимагає інтеграції різноманітних технологічних рішень для ефективного планування та управління ресурсами. Зі зростанням кількості учасників проєктів, необхідність у застосуванні інструментів, що дозволяють візуалізувати етапи виконання робіт, контролювати строки та взаємодію між членами команди, стає особливо актуальною. Однак, традиційні методи управління проєктами не завжди є достатньо ефективними для сучасних вимог, особливо коли йдеться про необхідність оперативного обміну інформацією та візуалізації ходу виконання завдань.

Зважаючи на ці виклики, використання сучасних цифрових інструментів для моніторингу та управління проєктами стає важливою складовою успішного управління робочими процесами. Одним з таких є вебзастосунок Trello. Він дозволяє організувати робочі процеси у зручній для користувача формі за допомогою візуальних карток і дошок, що полегшує розподіл завдань, моніторинг їх виконання та спрощує комунікацію між членами команди.

У роботі розглядаються можливості системи Trello в контексті її використання для планування задач та управління проєктами архітектурного моделювання, а також розробка підходів до її адаптації для специфічних потреб. У роботі буде детально проаналізовано процес налаштування і використання Trello для управління проєктами архітектурного моделювання, в тому числі створення робочих дошок, налаштування завдань, відстеження виконання робіт та контролю над ресурсами. Особлива увага буде приділена візуалізації процесів планування, що дає змогу оперативно оцінювати стан проєкту та приймати зважені рішення.

Робота також включатиме аналіз переваг та можливих недоліків використання Trello у порівнянні з іншими інструментами для управління проєктами, а також розгляд перспектив розвитку подібних систем.

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ВСТУП ДО ЗАДАЧ ПЛАНУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯ ТРЕКІНГОВИХ СИСТЕМ

1.1 Вступ до основ проєктного менеджменту: характеристика та ознаки ефективного планування проєкту

Проєктний менеджмент у сучасних умовах є невід’ємною частиною успішного виконання задач в бізнесі, ІТ, дизайні, маркетингу та багатьох інших сферах. За визначенням Блага Н.В. «проєкт» – це тимчасовий захід спрямований на досягнення унікального продукту, послуги чи відповідного результату [1].

Правильне планування і організація проєктів дозволяє структурувати робочі процеси, визначати ключові етапи виконання, терміни та відповідальних осіб. Планування проєктів охоплює розробку послідовності кроків для досягнення певних цілей, включаючи розподіл ресурсів, контроль над прогресом і виконанням поставлених задач.

Однак, зростання складності проєктів потребує нових підходів та інструментів для ефективного керування робочим процесом. Одним із таких підходів є візуалізація задач, яка дозволяє організувати і представити задачі у зручному для аналізу та контролю форматі.

Найважливішою частиною інтерпретації проєкту є чітка увага до ефективності заходів та необхідності їх досягнення протягом певного періоду в умовах обмежених ресурсів. Загалом проєкт характеризується певними ознаками (рис. 1.1).

Спрямованість на досягнення конкретної мети – важлива складова ознак проєкту. Проєкти створюються з метою отримання чітко визначених результатів, тобто для досягнення поставленої мети. Ця мета є основним стимулом для реалізації проєкту, і всі етапи планування та виконання спрямовані на її досягнення.

Ієрархічність цілей є важливою ознакою проєкту, яка полягає в тому, що загальна мета проєкту розділяється на кілька рівнів підцілей, кожна з яких наближає команду до досягнення кінцевого результату.

Ця структура дозволяє організувати роботу таким чином, щоб спершу виконувати більш загальні задачі, які поступово деталізуються до конкретних дій.



Рисунок 1.1 – Ознаки проєкту

Узгодженість виконання відповідних заходів означає, що всі дії, необхідні для досягнення поставленої мети, повинні виконуватися у певній логічній послідовності та відповідно до загального плану. Кожен етап і задача у проєкті тісно пов'язані між собою, а їх виконання впливає на наступні кроки, тому важливо дотримуватися узгодженого графіка та взаємозв'язку заходів. Ця ознака передбачає, що усі учасники проєкту мають чітко розуміти свої ролі та обов'язки, а також строки виконання завдань. Узгодженість дій допомагає мінімізувати ризики, пов'язані із затримками або змінами у плані, та забезпечує безперервний процес реалізації проєкту. Це також дозволяє уникати дублювання зусиль або конфліктів між командами, які працюють над різними частинами проєкту [2].

Унікальність означає, що кожен проєкт має свої неповторні особливості, які відрізняють його від звичайних операцій або рутинних завдань в організації. Це може проявлятися у новизні продукту, послуги, процесу або досягнення певного результату, який не був реалізований раніше.

Планування потребує ретельної підготовки та розробки детального плану дій, який включає всі етапи його реалізації, необхідні ресурси, строки виконання та оцінку ризиків. Планування є фундаментом для успішного виконання проєкту, оскільки воно забезпечує чітке уявлення про те, як повинні бути організовані всі процеси, та дозволяє координувати роботу команди для досягнення кінцевого результату.

Під визначеною структурою передбачається, що проєкт має чітко розроблену організаційну схему, яка включає усі необхідні елементи для досягнення кінцевої мети. Ця структура забезпечує порядок і логічну послідовність в роботі над проєктом, даючи змогу ефективно організувати команди, ресурси, завдання і процеси.

Обмеженість ресурсів, як ознака проєкту, означає, що для його виконання є певні ліміти щодо кількості та доступності ресурсів, таких як фінанси, час, людські та матеріальні ресурси. Оскільки проєкт має обмежений бюджет, визначений термін завершення, а також обмежений набір інструментів та матеріалів, необхідних для його виконання, всі ці ресурси повинні використовуватися максимально ефективно.

Взаємозалежність етапів передбачає, що всі етапи його реалізації мають певну послідовність і залежать один від одного. Кожен етап або фаза проєкту є важливим кроком у досягненні кінцевого результату, і його успішне виконання є основою для переходу до наступного етапу. Це означає, що затримки або помилки на одному етапі можуть вплинути на весь проєкт, викликаючи проблеми з термінами, якістю чи ресурсами на наступних стадіях.

1.2 Візуалізація задач: значення, переваги та виклики

Візуалізація задач – це спосіб організації інформації у наглядному форматі, що дозволяє легше сприймати, аналізувати та відстежувати прогрес виконання задач у проєктах. Головна мета візуалізації – спростити розуміння інформації, підвищити прозорість процесів і забезпечити ефективне управління роботою [3].

Переваги візуалізації включають:

- прозорість процесу: візуальні інструменти дозволяють чітко бачити стан кожної задачі, що спрощує управління й прийняття рішень;
- контроль прогресу: наглядно показуючи статус кожного етапу, команди мають змогу відслідковувати затримки та оптимізувати ресурси;
- полегшення комунікації: візуалізація допомагає всім учасникам проєкту зрозуміти загальну картину, обмінюватись оновленнями та координувати дії.

Попри значні переваги, візуалізація задач має низку викликів, які можуть вплинути на ефективність її використання. Важливо розуміти ці труднощі, щоб мінімізувати їхній вплив і забезпечити максимальну користь для команд та проєктів.

Для масштабних проєктів зі складною структурою задач створення та підтримка візуалізації може займати багато часу. При цьому зростає ризик перевантаження візуальних систем, коли занадто багато елементів розміщено на одній дошці або схемі. У системах із великою кількістю задач (особливо в ІТ або маркетингу) складно зосередитися на пріоритетах. Надлишок даних на екрані може створювати «шум», що ускладнює прийняття рішень.

У багатьох командах може виникати проблема підтримки актуальності даних через те, що учасники не оновлюють статус задач або не додають нові дані вчасно. Деякі учасники команди можуть не мати досвіду роботи з інструментами візуалізації або не розуміти їхньої важливості. Це може призвести до неправильного використання системи або її ігнорування.

Крім того, не всі системи візуалізації задач здатні задовольнити специфічні потреби певних проєктів або галузей. Обмеження функціоналу можуть стримувати розвиток проєкту.

Якщо візуалізація задач займає занадто багато часу або здається непотрібною, члени команди можуть вважати її додатковим навантаженням.

Для подолання цих викликів можна використовувати різноманітні рішення: від технічного використання багаторівневих підходів (наприклад, ієрархічних структур) або інструментів, які підтримують гнучку організацію даних, впровадження фільтрів, кольорових маркерів і тегів для виділення важливих задач і т.і. до встановлення чітких правил та регулярних перевірок актуальності інформації (наприклад, щотижневі оновлення), навчання команди, створення зрозумілих інструкцій і шаблонів для роботи, автоматизації рутинних процесів, таких як створення звітів чи оновлення статусу задач.

Візуалізація задач, хоча й має певні виклики, є потужним інструментом для підвищення продуктивності та прозорості роботи при правильній адаптації методів візуалізації до потреб команди.

1.3 Специфіка проєктів архітектурної візуалізації

Проєкти архітектурного моделювання є багатозадачними та вимагають детального планування, організації командної роботи та контролю над виконанням задач. Їх специфіка визначається складністю, етапністю та необхідністю враховувати численні технічні й естетичні аспекти. Вони мають низку унікальних особливостей, які впливають на процес їхнього управління, реалізуються поетапно, кожен з цих етапів має специфічні задачі та цілі [4]:

- генерація ідеї, створення концептуальної моделі та розробка ескізів;
- моделювання та деталізація із урахуванням технічного завдання;
- розрахунок ресурсів і оптимізація процесу роботи;

- фіналізація та візуалізація;
- презентація та передача проєкту.

Проєкти архітектурного моделювання мають лінійно-послідовну або ітеративну структуру, де завдання наступного етапу залежить від завершення попереднього. Затримки чи помилки на ранніх стадіях (наприклад, у моделюванні) можуть спричинити значні наслідки на етапі будівництва.

Ще однією особливістю візуалізації проєкту архітектурного моделювання є те, що він має об'єднувати роботу фахівців різного профілю: моделерів (концепція, естетика, просторове планування, побудова тривимірної моделі), дизайнерів інтер'єрів (декоративні рішення), візуалізаторів (текстурування, налаштування світла, анімування камер, тривимірний-рендеринг), артдиректор (логічна та естетична фінальна візуалізація проєкту, постобробка), проджект-менеджер (управління організаційними процесами, моніторинг виконання задач). Тут необхідне злагодження роботи багатьох команд і можливість узгодження змін, внесених різними фахівцями.

Візуалізація проєктів архітектурного моделювання потребує час, це має бути чіткий графік із мінімізацією затримок, людських ресурсів для оптимального розподілу завдань між фахівцями, матеріальних ресурсів для забезпечення контролю бюджету або постачання матеріалів [5].

Особливістю проєктів архітектурного моделювання є те, що вони часто змінюються, побажання клієнта можуть змінитися на будь-якому етапі, під час будівництва можуть виникати технічні або бюджетні обмеження.

Оскільки проєкти архітектурного моделювання є багатозадачними, потребують координації між різними учасниками і вимагають високої точності в управлінні процесами, то їх ефективне управління потребує комплексного підходу задля забезпечення високої ефективності роботи команди та прозорості процесів і полегшення управління етапами. Для досягнення цього необхідно впроваджувати сучасні цифрові інструменти.

1.4 Трекінгові системи в контексті проєктів архітектурного моделювання

Архітектурна візуалізація – це складний процес, який включає створення фотореалістичних зображень чи анімацій для презентації архітектурних проєктів. Ефективне управління такими проєктами вимагає ретельного планування, розподілу завдань та моніторингу прогресу. Трекінгові системи дозволяють спростити цей процес, забезпечуючи структурований підхід до організації роботи команди [6].

Основні вимоги до трекінгових систем у сфері архітектурної візуалізації:

- простота управління задачами – розподіл завдань на етапи, такі як створення концепту, тривимірне-моделювання, текстурування, рендеринг та постобробка;

- візуалізація прогресу – здатність відслідковувати стан виконання завдань у реальному часі;

- інтеграція з інструментами – підтримка програмного забезпечення, яке використовується у візуалізації (3Ds Max, Blender, Adobe Photoshop тощо);

- гнучкість – можливість адаптації під потреби команди та специфіку проєкту;

- комунікація – інтеграція засобів спілкування для командної роботи.

Такі системи також повинні забезпечувати зручне зберігання та обмін візуальними матеріалами, що є критично важливим у процесі погодження проміжних результатів із замовником. Крім того, важливою є можливість ведення історії змін і коментарів, що дозволяє точно відстежувати етапи прийняття рішень у ході роботи над проєктом. Це сприяє підвищенню прозорості роботи команди та мінімізує ризик втрати важливої інформації під час реалізації проєкту.

1.5 Особливості застосування Kanban-дошок у візуалізації процесів архітектурного моделювання

Kanban-дошка – це інструмент управління проєктами, візуалізація завдань, які необхідно виконати різним працівникам або підрозділам компанії [7].

Така дошка складається з трьох основних стовпців (To Do – «Зробити», In Progress – «Виконується», Done – «Готово») і дає можливість переконатися в ефективності та прозорості роботи команди. Картка із завданням для співробітника/відділу в процесі його виконання повинна переміщатися від колонки «Зробити» до колонки «Готово». Також можна розширити структуру Kanban-дошки та самостійно додати необхідні стовпчики (наприклад, Check – «Перевірка» або Prove – «Затвердження»), якщо завдання складне та вимагає більшої кількості етапів реалізації. Оскільки все відбувається в режимі реального часу, співробітники можуть самостійно відстежувати прогрес, прискорювати процеси для дотримання термінів і вносити деякі зміни, що сприятиме успішному виконанню завдання.

Kanban-дошки є ефективним інструментом для організації та візуалізації робочих процесів. Вони широко застосовуються в архітектурному моделюванні, де контроль за виконанням завдань та управління ресурсами відіграють ключову роль.

Завдяки Kanban-дошкам команди можуть чітко бачити статус кожного етапу роботи, вчасно реагувати на затримки та рівномірно розподіляти навантаження. В архітектурному моделюванні це особливо важливо, оскільки процес включає численні ітерації, погодження з клієнтом та роботу з великою кількістю деталей.

Kanban-система базується на кількох основних принципах, які представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні принципи Kanban-системи

Принцип	Характеристика
Візуалізація робочого процесу	Кожен етап проєкту представлений у вигляді колонок, а завдання – у вигляді карток
Обмеження роботи в процесі (WIP limits)	Контроль кількості завдань, які можуть одночасно виконуватися на певному етапі
Безперервний потік завдань	Процес оптимізується так, щоб завдання рухалися від початку до завершення з мінімальними затримками
Чіткі правила роботи	Кожна картка має чітко визначені критерії виконання, щоб уникнути непорозумінь у команді

Переваги використання Kanban-дошок у візуалізації процесів [8]:

- покращити прозорість проєкту завдяки наочному представленню етапів роботи;
- спростувати контроль за виконанням завдань і виявленням проблемних місць;
- оптимізувати витрати часу та ресурсів, мінімізуючи перевантаження команди;
- полегшити взаємодію між архітекторами, дизайнерами та інженерами, що сприяє ефективнішому плануванню;
- враховувати взаємозв'язки між етапами проєкту та швидше реагувати на зміни;
- забезпечувати гнучкість і адаптивність робочого процесу відповідно до потреб замовника.

Отже, Kanban, як методологія, дозволяє мінімізувати втрати часу, зменшити ризики затримок і забезпечити ефективний процес управління архітектурними проєктами.

Це особливо важливо в умовах жорстких дедлайнів та великої кількості паралельних задач, притаманних архітектурній візуалізації. Візуальне представлення етапів роботи дозволяє оперативно виявляти вузькі місця у процесі та своєчасно їх усувати, що сприяє покращенню якості фінального результату та задоволенню клієнтських очікувань.

1.6 Використання популярних трекінгових систем у проєктах архітектурного моделювання

У сучасній практиці архітектурної візуалізації ефективно управління проєктами неможливе без використання спеціалізованих трекінгових систем. Вони дозволяють організувати робочі процеси, підвищити продуктивність команди та забезпечити чітке дотримання дедлайнів на кожному етапі створення візуального контенту. Однією з найпопулярніших трекінгових систем є Trello [9].

Вона ідеально підходить для організації задач невеликих або середніх проєктів. Завдяки Kanban-дошкам команда може легко відслідковувати прогрес кожного етапу. Наприклад:

- дошки: окремі дошки для концептуального дизайну, моделювання, текстурування тощо;
- картки: індивідуальні задачі, як-от «Рендеринг вітальні» або «Текстурування фасаду»;
- power-ups: інтеграція з Google Drive для доступу до файлів та Slack для командної комунікації.

Asana дозволяє структурувати проєкти за допомогою списків і таймлайнів. Це особливо корисно для проєктів, де є жорсткі дедлайни.

Таймлайни – побудова чітких залежностей між етапами, наприклад, завершення моделювання перед початком текстурування. Календарі допомагають відстежувати часові рамки для рендерів або анімацій. В свою чергу, інтеграція – це підтримка інструментів для спільного перегляду й затвердження рендерів.

Jira є ефективною для великих архітектурних студій або проєктів, що потребують гнучких методологій, таких як Agile. Наприклад:

- беклог: список завдань для різних стадій розробки;
- спринти: поділ проєкту на короткі інтенсивні етапи, як-от «Тиждень фінального рендерингу»;
- звіти: аналіз продуктивності команди.

ClickUp пропонує універсальність, яка підходить для багатозадачних проєктів у сфері архітектурної візуалізації. Функціонал налічує:

- різні формати організації задач: використання дошок для загального огляду, списків для детального опису та таймлайнів для планування;
- розширені аналітичні функції: оцінка часу, витраченого на створення рендерів;
- кастомізацію, тобто створення шаблонів для повторюваних типів проєктів.

Monday.com добре підходить для невеликих команд, які працюють у сферах, що потребують візуалізації даних. Ця система включає в себе:

- стандартизацію процесів для створення схожих етапів у різних проєктах;
- діаграми прогресу як наочне відображення виконання задач, наприклад, скільки відсотків роботи завершено для певного етапу;
- можливість підключення до інструментів презентації для підготовки фінальних результатів.

З огляду на весь функціонал вищезазначених трекінгових систем можна зробити аналіз переваг та недоліків кожної (табл. 1.2) [10].

Таблиця 1.2 – Порівняння переваг і недоліків трекінгових систем

Система	Переваги	Недоліки
1	2	3
Trello	<ul style="list-style-type: none"> - інтуїтивно зрозумілий інтерфейс; - простота використання навіть для новачків; - гнучка організація задач; - можливість розширення функціоналу через Power-Ups; - безкоштовний тарифний план з основними функціями; - можливість коментування задач для зручності командної роботи; - інструменти для прикріплення файлів, зображень і посилань безпосередньо до задач. 	<ul style="list-style-type: none"> - обмежена аналітика; - немає функціоналу для великих або складних проєктів; - обмежені можливості управління ресурсами.
Asana	<ul style="list-style-type: none"> - зручний таймлайн для планування дедлайнів; - високий рівень деталізації задач; - інтеграція з іншими інструментами; - можливість коментування задач для зручності командної роботи. 	<ul style="list-style-type: none"> - більш складний інтерфейс у порівнянні з Trello; - деякі функції доступні лише у платній версії.
Jira	<ul style="list-style-type: none"> - потужний функціонал для ІТ-проєктів; - підтримка методологій Agile, Scrum; - розширений функціонал управління спринтами; - можливість створення беклогів і звітів; - розширена система прав доступу. 	<ul style="list-style-type: none"> - складний у налаштуванні для новачків; - потребує навчання команди; - висока вартість для великих команд.

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
ClickUp	<ul style="list-style-type: none"> - універсальність: підходить для різних типів проєктів; - потужна система аналітики; - гнучка організація задач (дошки, списки, календарі); - можливість налаштування інтерфейсу під потреби команди. 	<ul style="list-style-type: none"> - може бути перевантаженим для невеликих проєктів; - складність освоєння для нових користувачів.
Monday.com	<ul style="list-style-type: none"> - візуально привабливий інтерфейс; - простота використання для маркетингових і дизайнерських команд; - інтеграція з популярними інструментами; - можливість автоматизації повторюваних задач; - зручна система сповіщень і спільної роботи. 	<ul style="list-style-type: none"> - обмежений функціонал для управління технічними проєктами; - деякі функції вимагають платної підписки.

1.7 Постановка задачі

Проєкти архітектурного моделювання мають складну структуру, багатозадачність та вимагають високого рівня координації між учасниками. Для ефективного управління необхідно забезпечити чітку візуалізацію процесів, прозоре розподілення задач між учасниками та оперативний контроль прогресу роботи.

Метою роботи є створення інструменту візуалізації задач проєктного планування в архітектурному моделюванні на основі трекінгової системи Trello.

Для цього, виходячи з специфіки архітектурних проєктів та їхніх потреб в управлінні:

- провести огляд і порівняння трекінгових систем в управлінні проєктами;
- оцінити можливості Trello для реалізації задач архітектурного планування;
- розробити модель використання Trello для візуалізації задач проєктів архітектурного моделювання;
- проаналізувати переваги та виклики використання Trello у цій сфері.

2 ТРЕКІНГОВІ СИСТЕМИ В УПРАВЛІННІ ПРОЄКТАМИ ТА ЇХ ОСНОВНИЙ ФУНКЦІОНАЛ

2.1 Аналіз сучасних трекінгових систем управління проєктами

Трекінгові системи – це програмні засоби, які допомагають керувати проєктами, відстежувати прогрес і організовувати роботу команди. Вони включають такі функції, як створення задач, призначення відповідальних осіб, управління термінами виконання та забезпечення комунікації між учасниками проєкту [11].

Популярні трекінгові системи, такі як Trello, Jira, Asana, ClickUp, Monday.com мають широкий набір інструментів для роботи над задачами різного рівня складності. Кожна з цих систем підтримує інтеграцію з іншими сервісами, що дозволяє командам отримувати максимум функціоналу для виконання своїх задач. Нижче представлені робочі панелі вище зазначених програм (рис. 2.1–2.5).

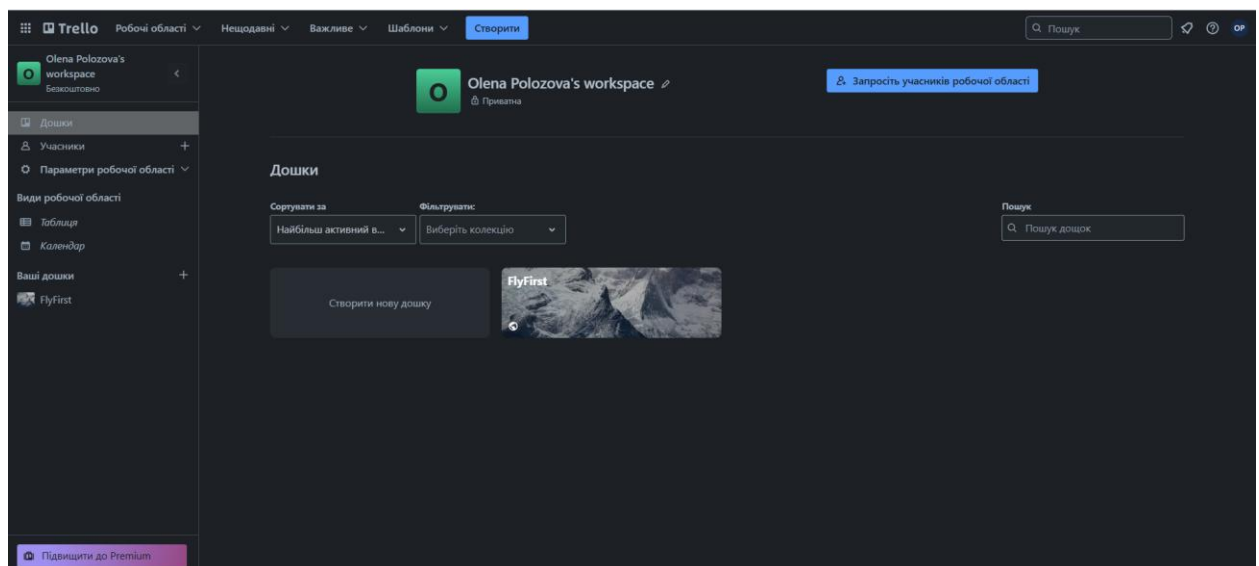


Рисунок 2.1 – Робочий простір трекінгової системи Trello

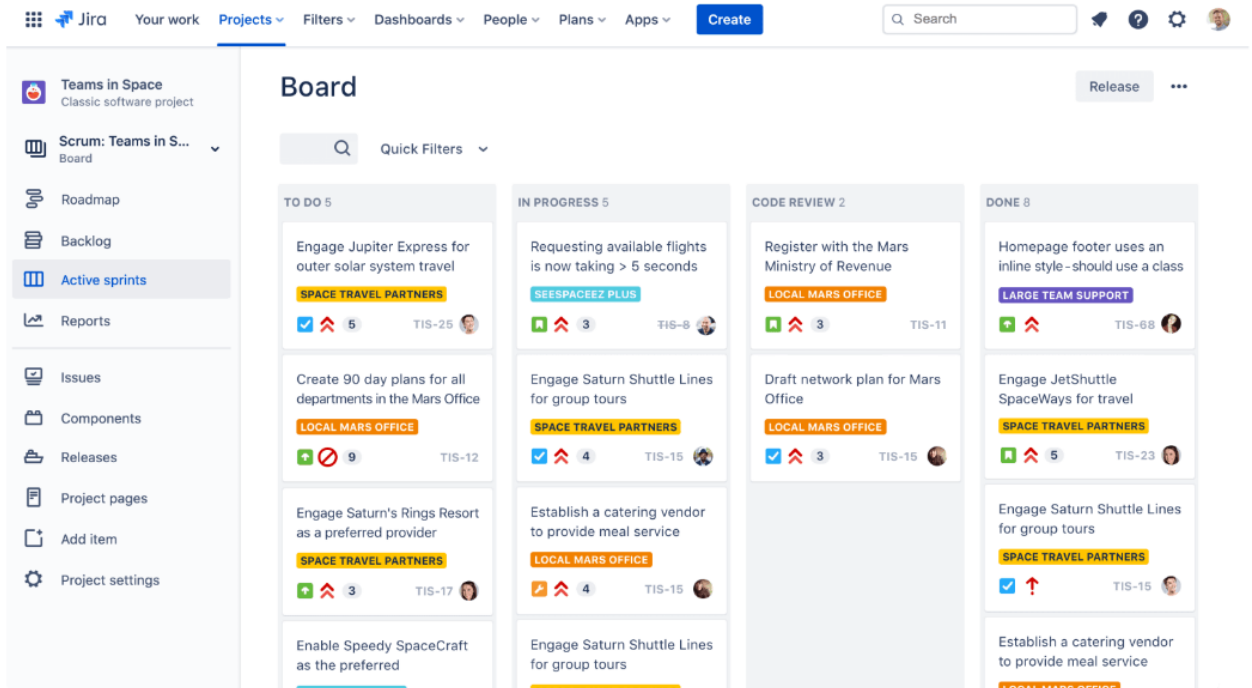


Рисунок 2.2 – Робочий простір трекінгової системи Jira

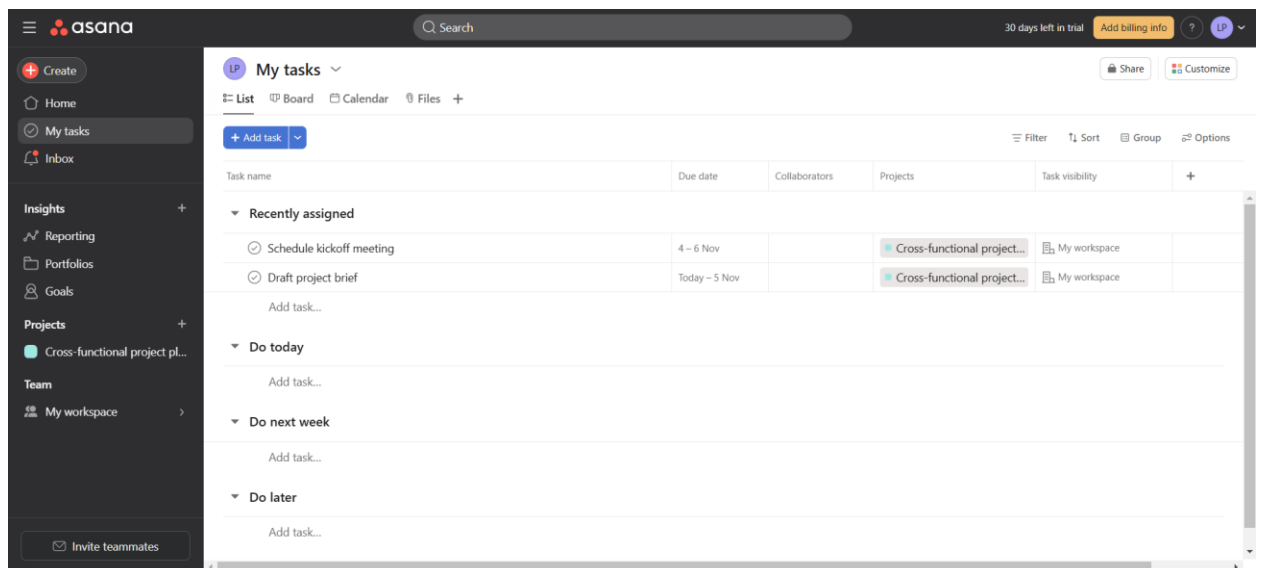


Рисунок 2.3 – Робочий простір трекінгової системи Asana

Вони забезпечують зручну візуалізацію процесів, сприяють покращенню командної взаємодії та підвищують прозорість виконання проєктів. Завдяки можливості гнучкого налаштування під потреби конкретного користувача або команди, такі системи легко адаптуються до різних галузей – від архітектурного моделювання до ІТ-розробки.

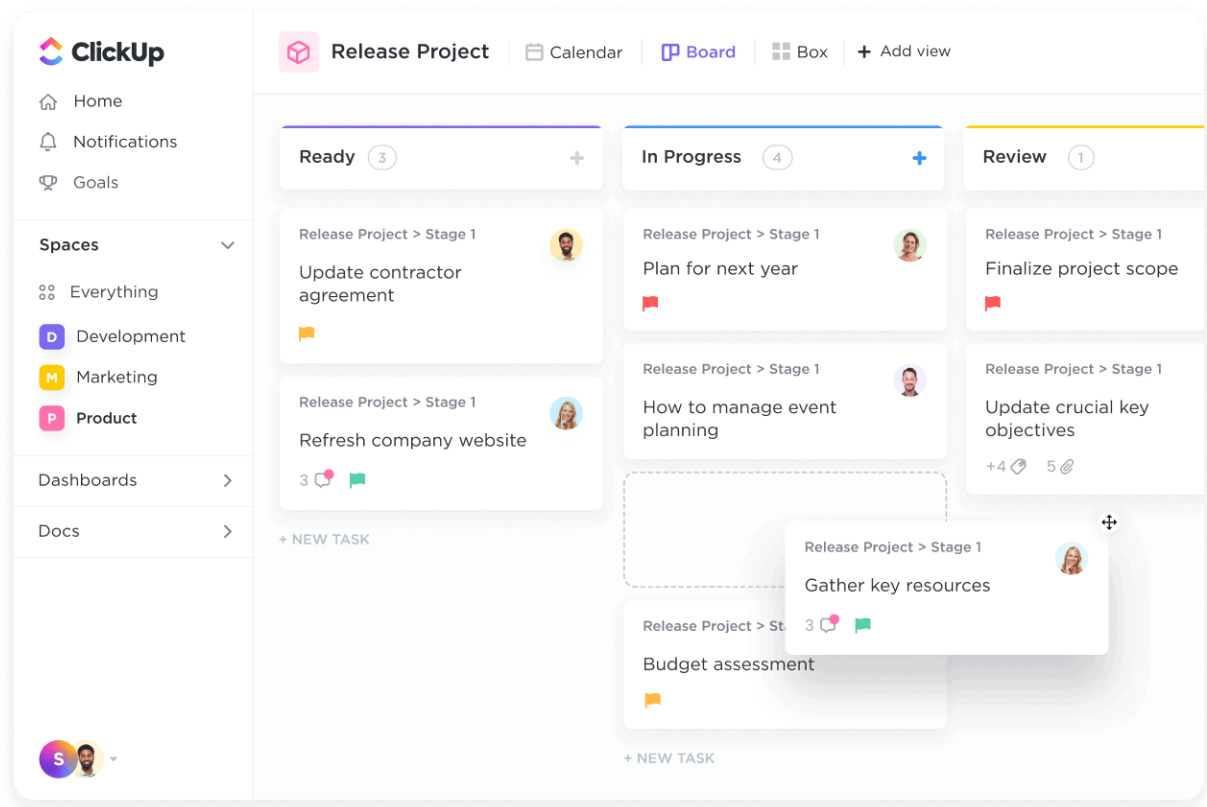


Рисунок 2.4 – Робочий простір трекінгової системи ClickUp

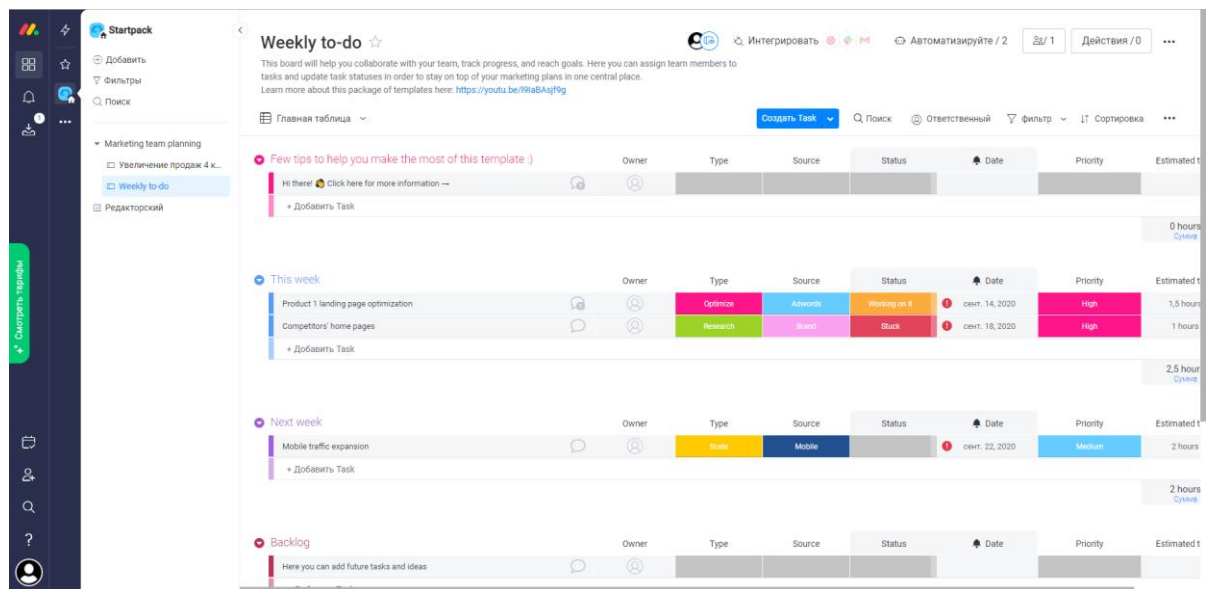


Рисунок 2.5 – Робочий простір трекінгової системи Monday.com

Основними функціями трекінгових систем є: створення задач, призначення відповідальних осіб, управління термінами виконання, забезпечення комунікації, моніторинг прогресу (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Основний функціонал та його характеристика для трекінгових систем

Функції трекінгових систем	Характеристика
Створення задач	На цьому етапі формується чітка задача, яка має бути виконана впродовж проєкту відповідною особою або командою за визначений проміжок часу. Важливим є правильне тлумачення задачі для всіх членів команди.
Призначення відповідальних осіб	Кожна задача повинна бути призначена конкретній особі або команді, що відповідає за її виконання. Важливо також зазначити, чи є у задачі підлегли, тобто інші члени команди, які можуть бути залучені до її виконання.
Управління термінами виконання	Виставлення конкретних дедлайнів (строків) на виконання відповідної задачі проєкту. Це зазначається в самій картці задачі з вказанням годин та хвилин дедлайну.
Забезпечення комунікації	Вбудовані чати, коментарі та можливість обміну файлами в трекінгових системах полегшують обмін інформацією та підвищують оперативність у вирішенні виникаючих питань. Це дозволяє уникати інформаційних заторів і тримати всіх учасників у курсі подій.
Візуалізація прогресу	Надає можливість оцінити ефективність виконання задач і проєкту в цілому. Такі трекінгові системи дозволяють швидко оцінити, на якій стадії виконання перебуває проєкт, і вчасно виявляти проблеми, що можуть виникнути.

Ці функції взаємопов'язані та сприяють злагодженій роботі команди, що в свою чергу підвищує загальну продуктивність роботи над проектом.

Різні трекінгові системи пропонують унікальні функції, які відповідають специфічним потребам команд і проектів. Порівняння найпопулярніших платформ за ключовими параметрами представлено в таблиці 2.2 [12–15].

Таблиця 2.2 – Порівняння ключових параметрів трекінгових систем

Система	Основний підхід	Сценарії використання	Тип організації задач	Унікальні можливості
Trello	Канбан-дошки	Просте управління проектами	Дошки, списки, картки	Простота використання, підтримка Power-Ups для розширення функціоналу.
Asana	Списки та таймлайни	Управління завданнями команд	Списки, таблиці, календар	Зручний таймлайн для планування дедлайнів, детальна система коментарів.
Jira	Scrum та Kanban	IT-проекти, Agile, Scrum	Дошки, беклоги, спринти	Ідеально підходить для Agile-проектів, гнучке управління спринтами.
ClickUp	Універсальний інструмент	Багатофункціональне управління	Дошки, списки, календарі, таймлайн	Універсальність (замінює багато інструментів), розширена аналітика.
Monday.com	Візуальні таблиці	Маркетинг, продажі, дизайн	Дошки, таблиці, діаграми	Візуально привабливі таблиці та діаграми, добре підходить для маркетингу.

Трекінгові системи значно спрощують управління проектами, дозволяючи ефективно координувати дії команди, стежити за виконанням

завдань та планувати ресурси. Для архітектурної візуалізації вибір системи залежить від таких факторів, як складність проєкту, розмір команди та необхідність інтеграцій із зовнішніми інструментами.

У сфері візуалізації часто потрібно працювати з великою кількістю графічних матеріалів, правок від клієнтів, а також тримати під контролем етапи рендерингу та погодження. Саме тому важливо, щоб трекінгова система дозволяла зручно прикріплювати зображення, додавати коментарі, зберігати історію змін і чітко фіксувати дедлайни.

2.2 Можливості трекінгової системи Trello для реалізації задач планування проєктів

Інтуїтивний інтерфейс Trello дозволяє легко налаштовувати структуру дошки відповідно до етапів архітектурного планування. Основні елементи, які можна використовувати: дошки, списки, картки [16].

Одна дошка може відповідати окремому проєкту архітектурного моделювання (рис. 2.6).

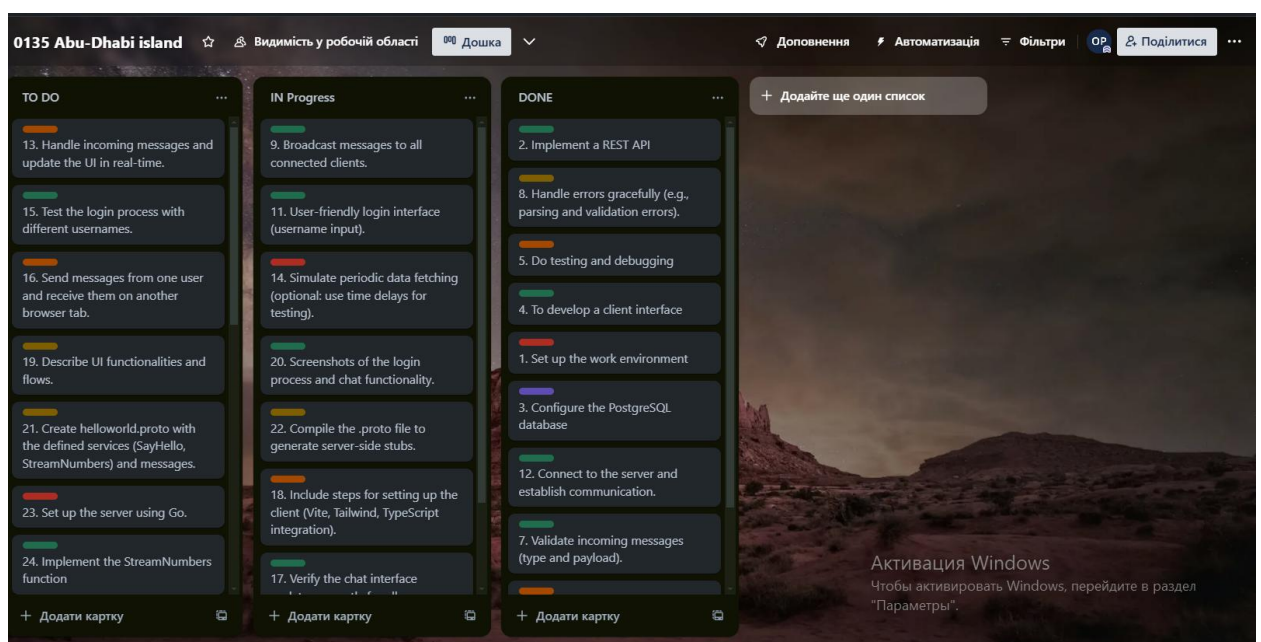


Рисунок 2.6 – Дошка в Trello для проєкту 0135 Abu-Dhabi island

«To Do» – це список, у який вносяться всі завдання, що ще не були розпочаті, але вже визначені як частина проекту. Він виконує роль стартової точки для роботи команди: сюди потрапляють задачі після планування або обговорення, і саме з нього учасники обирають, що робити далі.

У контексті архітектурної візуалізації в «To Do» можуть зберігатися такі задачі, як підготувати референси, отримати технічне завдання від клієнта, створити базову тривимірну-модель або зібрати матеріали для текстурування (рис. 2.7).

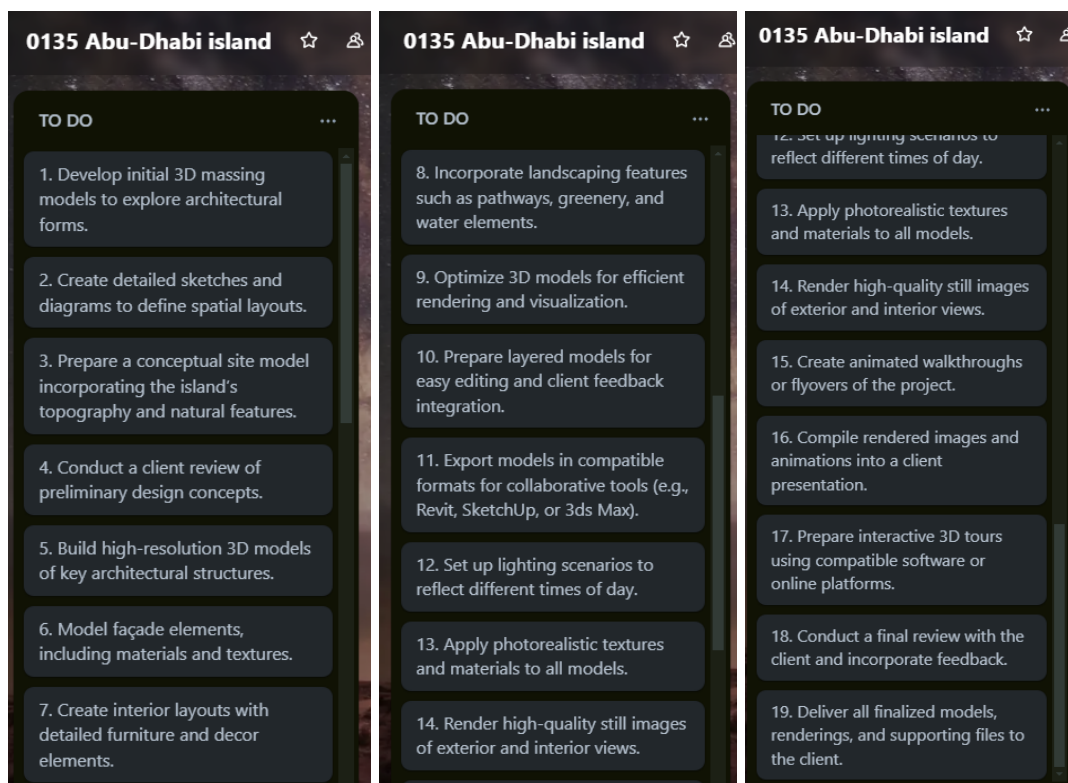


Рисунок 2.7 – Список задач «To Do» в Trello для проекту 0135 Abu-Dhabi island

Картки – задачі в межах кожного етапу створюються у вигляді карток, які можна деталізувати, призначати відповідальних, встановлювати дедлайни та додавати вкладення (рис. 2.8).

Trello є ефективним інструментом для управління задачами завдяки своїй простій у використанні структурі та багатому функціоналу. Його

можливості дозволяють організувати робочий процес, полегшувати комунікацію в команді та слідкувати за прогресом виконання задач.

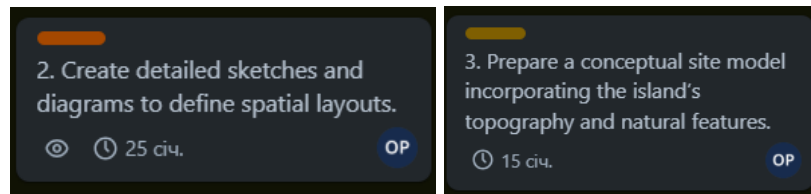


Рисунок 2.8 – Картки із списку задач «To Do» в Trello для проєкту 0135 Abu-Dhabi island

Trello дозволяє призначити виконавців до кожної задачі, що забезпечує прозорість у розподілі обов’язків (рис. 2.9).

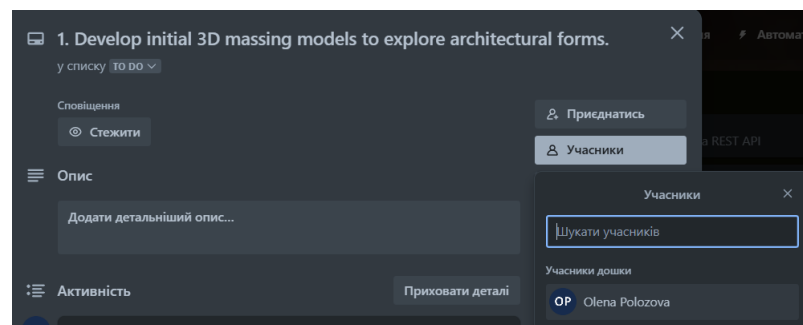


Рисунок 2.9 – Призначення виконавця на відповідну задачу в розділі «Учасники» для проєкту 0135 Abu-Dhabi island

Використання опису задач, коментарів і тегів спрощує комунікацію між членами команди, що є критично важливим для проєктів архітектурного моделювання (рис. 2.10). Таке чітке структурування дозволяє кожному учаснику проєкту бути в курсі останніх оновлень, а також дає змогу легко знайти важливу інформацію чи історію змін.

Списки на дошці можна організувати так, щоб відображати статус задач: «To do» (Заплановано), «In progress» (У процесі), «Done» (Завершено/Виконано). Це забезпечує чітке уявлення про стан кожного етапу роботи та дозволяє швидко реагувати на зміни (рис. 2.11).

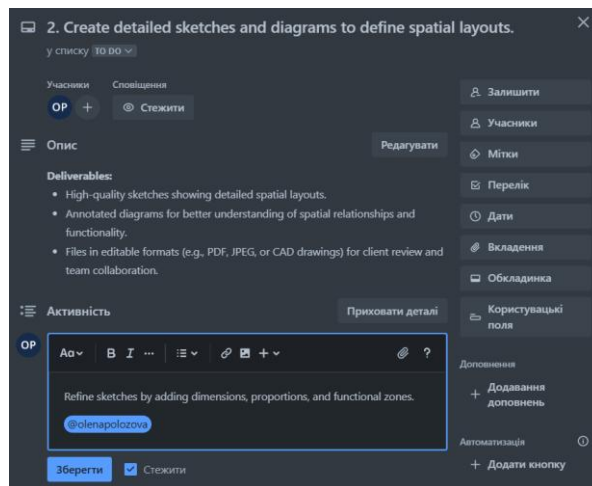


Рисунок 2.10 – Опис задачі, коментар та тег учасника, якому він адресований для проєкту 0135 Abu-Dhabi island

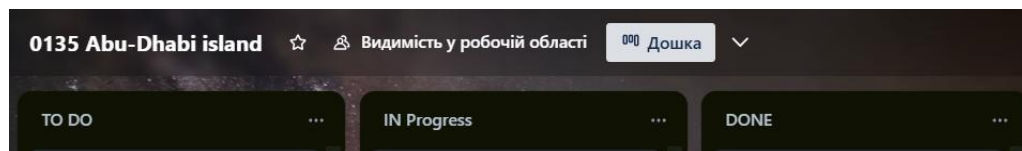


Рисунок 2.11 – Статуси списків задач для проєкту 0135 Abu-Dhabi island

Trello підтримує інтеграцію з такими інструментами, як Google Drive, Dropbox, Slack, що дозволяє зручно зберігати й обмінюватися файлами, необхідними для моделювання [16]. Це особливо важливо при роботі з великими 3D-файлами та іншими технічними документами (рис. 2.12).

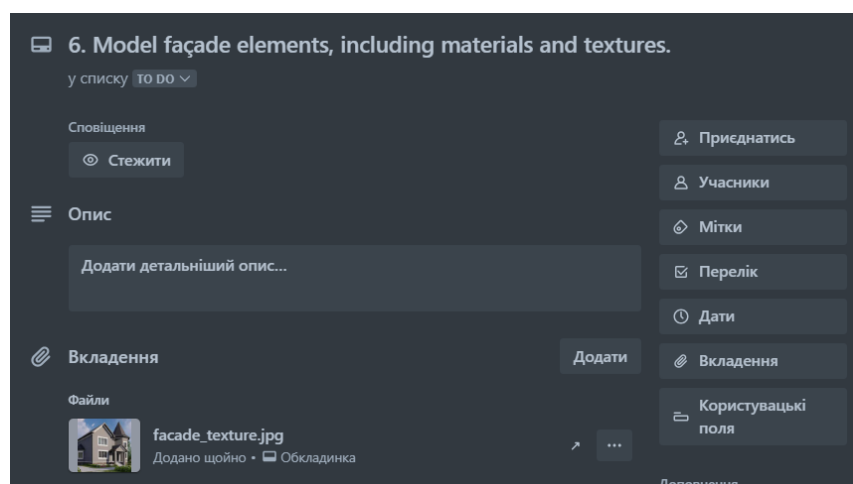


Рисунок 2.12 – Додавання вкладки «Текстури фасаду» для задачі 6 для проєкту 0135 Abu-Dhabi island

Завдяки календарю та функції нагадувань Trello дозволяє слідкувати за термінами виконання задач (рис. 2.13). Це допомагає уникати затримок у реалізації проєктів і забезпечує їх своєчасне завершення.

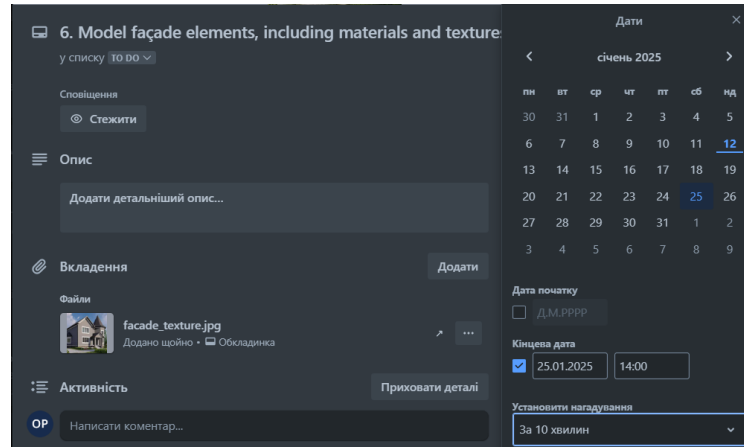


Рисунок 2.13 – Призначення дедлайну проєкту та установка нагадування для задачі 6 для проєкту 0135 Abu-Dhabi island

2.3 Аналіз функціональних можливостей робочого простору в Trello

Після входу на головну сторінку можна бачити робочий простір відповідного Google-акаунту, за допомогою якого зайшли в Trello (рис. 2.14).

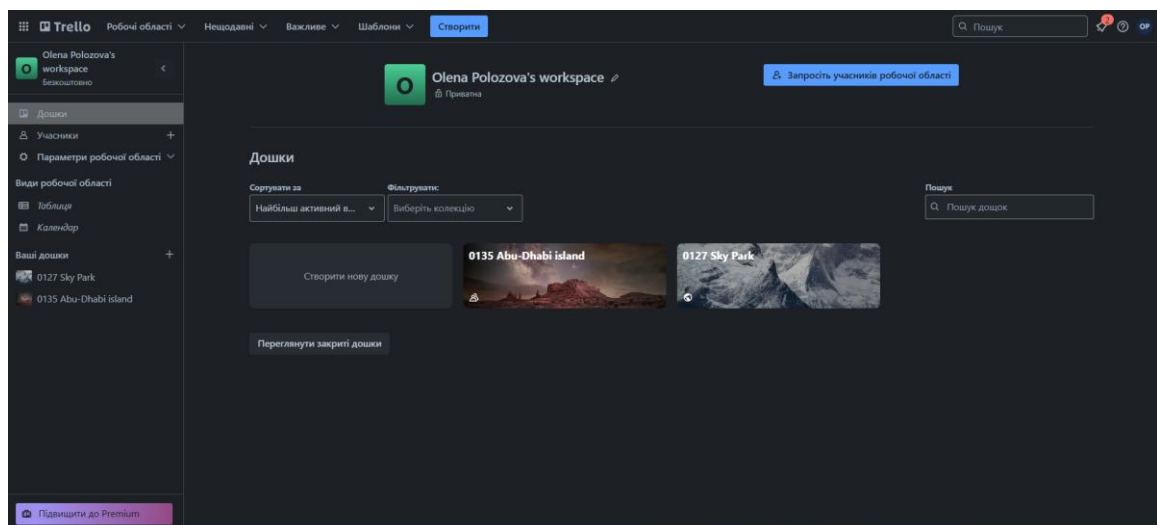


Рисунок 2.14 – Робочий простір в системі Trello

Якщо натиснути на значок акаунту в правому верхньому куті Trello, відкриється випадаюче меню з певними опціями.

Найбільш часто вживаними серед них є:

- переключитись між акаунтами: якщо є потреба роботи в різних дошках, які прив'язані до різних google-акаунтів;
- налаштування: перехід до сторінки з налаштуваннями профілю (зміна імені, email, пароля тощо);
- вийти з акаунту: кнопка для виходу з облікового запису;
- тема: зміна кольору робочого простору.

В опції «Налаштування» можна змінити мову робочого простору (рис. 2.15).

Опція «Тема» дає вибір з таких відтінків: світле, темне, під браузер. Ця опція відіграє ключову роль в адаптації інтерфейсу, забезпечуючи комфортну роботу незалежно від часу доби чи умов освітлення.

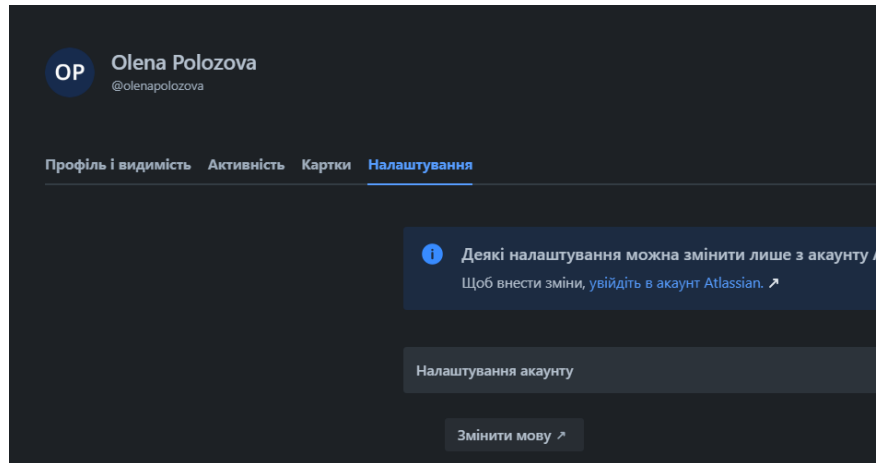


Рисунок 2.15 – Кнопка для зміни мови

Серед корисних опцій варто виділити «Гарячі клавіші». Trello надає можливість переглянути повний список команд, які значно прискорюють і оптимізують робочий процес (рис. 2.16).

Завдяки використанню комбінацій клавіш користувачі можуть швидко

переміщуватись між дошками, відкривати картки, змінювати їхній статус або архівувати елементи без необхідності використання миші.

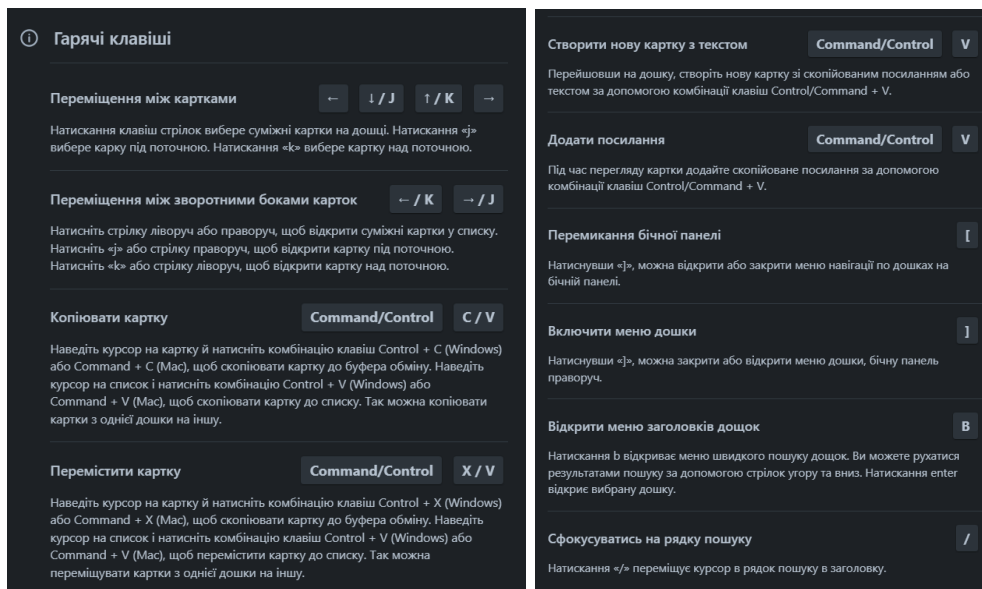


Рисунок 2.16 – Список «Гарячі клавіші» в Trello

Однією з ключових переваг Trello є можливість запрошення інших учасників до робочого простору, що робить спільну роботу над проектами ще зручнішою та ефективнішою. Запросити нових учасників можна всього у кілька кліків – достатньо натиснути кнопку «Запросіть учасників робочої області» (рис. 2.17), ввести email або надіслати запрошення через спеціальне посилання (рис. 2.18).

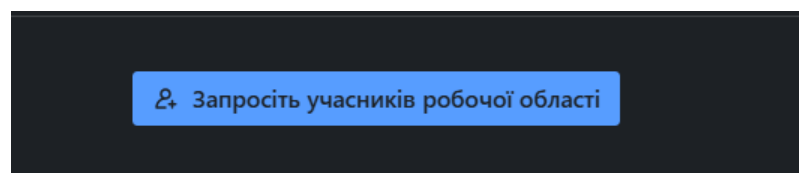


Рисунок 2.17 – Кнопка для запрошення інших учасників

Цей процес не потребує додаткових технічних знань, що робить платформу доступною навіть для користувачів без досвіду роботи з подібними системами.

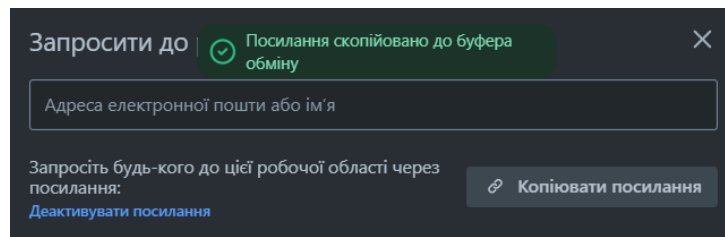


Рисунок 2.18 – Створення спеціального посилання для надсилання іншим учасникам

Варто зауважити, що цей доступ дає право перегляду та редагування іншим учасникам в усьому просторі, в якому можуть зберігатися різні дошки. Як надати доступ саме до конкретної дошки буде розглянуто далі.

При натисканні на стрілочку у верхньому лівому куті відкривається «Бічне меню» основних елементів в Trello. Характеристика основних елементів «Бічне меню»:

- дошки: список доступних робочих дощок у вибраному робочому просторі;
- учасники: розділ для перегляду та управління членами робочої області. Тут можна запрошувати нових користувачів;
- параметри робочої області: налаштування робочої області, включаючи доступи, конфігурацію та загальні параметри;
- види робочої області (таблиця, календар): альтернативні способи перегляду завдань для більшої зручності;
- ваші дошки: перелік створених користувачем дощок у межах робочої області.

Розділ «Ваші дошки» відображає всі дошки, створені в цьому робочому просторі. Їх можна впорядкувати за алфавітом або за датою останньої активності (рис. 2.19).

На головній сторінці робочого простору наявні такі функції: сортування дощок за найбільшою активністю в останній час, найменшою активністю, за алфавітом в правильному і зворотному порядку.

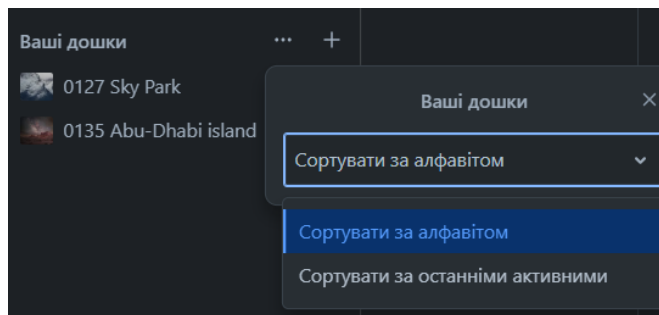


Рисунок 2.19 – Варіанти сортування дошок в Trello

Користувач також має можливість знайти необхідну дошку за її назвою, використовуючи поле «Пошук», ввівши відповідний запит.

2.4 Візуалізація створення Trello-дошки

По середині зверху робочого простору Trello натискаємо кнопку «Створити» (рис. 2.20). Система пропонує або одразу створити дошку або спочатку обрати шаблон для неї.

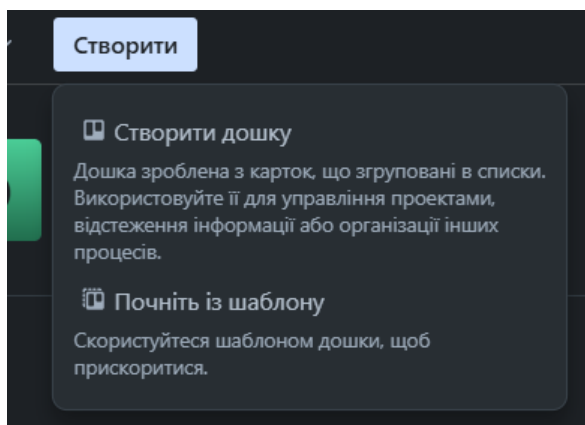


Рисунок 2.20 – Створення дошки в Trello

Шаблони дошок містять тематичне зображення, а також заздалегідь налаштовані списки та картки, що сприяють оптимізації робочого процесу для користувача.

Якщо використання шаблону не є необхідним, користувач може одразу задати назву дошки та вибрати фон із запропонованих системою або залишити його без змін за власним бажанням.

Для коректного налаштування видимості дошки слід ознайомитися з параметрами у списку «Видимість», який включає такі варіанти: приватна (дошку можуть переглядати тільки її учасники), робоча область (дошку можуть переглядати та редагувати всі учасники робочої області) та загальний доступ (дошку можуть переглядати будь-які користувачі Інтернету) (рис. 2.21).

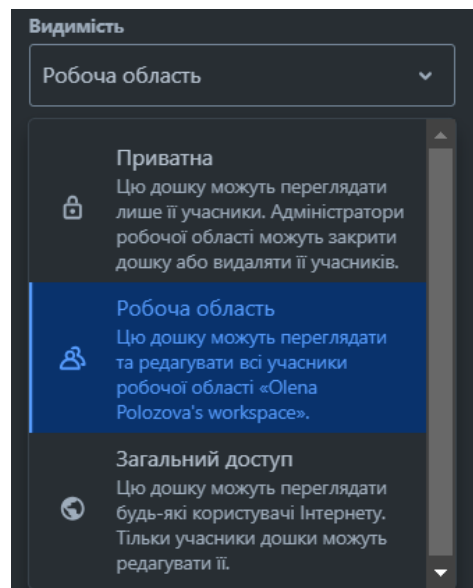


Рисунок 2.21 – Налаштування видимості дошки

Після того як всі необхідні параметри обрані, завершуємо процес натисканням кнопки «Створити». Важливо звернути увагу, що функція створення дошки буде недоступною, доки поле назви залишається порожнім.

Щоб активувати кнопку, необхідно ввести хоча б один символ – це може бути буква або цифра. Тільки після цього система дозволить завершити створення нової дошки.

На наведеному рисунку 2.22 нижче представлена створена дошка з відповідною назвою проєкту «0145 Arena LA | onehousecreative». У цьому

випадку назва містить унікальний ідентифікатор проєкту (ID – 0145), його найменування (Arena LA) та назву компанії-замовника (onehousecreative).

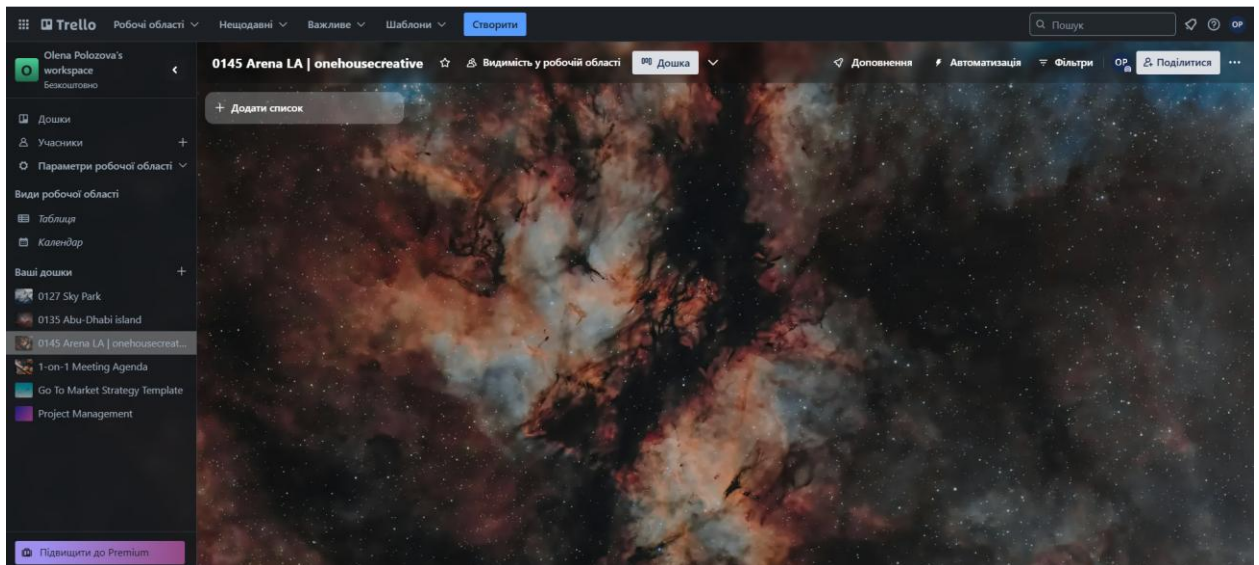


Рисунок 2.22 – Дошка проєкту «0145 Arena LA | onehousecreative»

Важливо зазначити, що назва дошки може змінюватися залежно від її призначення та потреб користувача, забезпечуючи зручну ідентифікацію та організацію робочих процесів.

Для зміни назви необхідно перейти до вже створеної дошки, натиснути на поле з її поточною назвою та ввести нове найменування, яке відповідатиме проєкту. Це дозволяє адаптувати назву відповідно до специфіки завдання, забезпечуючи зручність і швидку ідентифікацію дошки в робочому середовищі [17].

Після створення дошки наступним кроком є додавання списків задач для ефективного керування робочим процесом. У цьому випадку можна використати стандартну методологію Kanban, яка включає три основні етапи (рис. 2.23):

- To do (заплановані задачі);
- In progress (завдання в роботі);
- Done (завершені завдання).

Кожен із цих списків відображає певний статус виконання задачі, що дозволяє швидко оцінити загальний стан проекту. Такий підхід спрощує управління завданнями, мінімізує ризик втрати інформації та забезпечує чітку візуалізацію прогресу роботи.

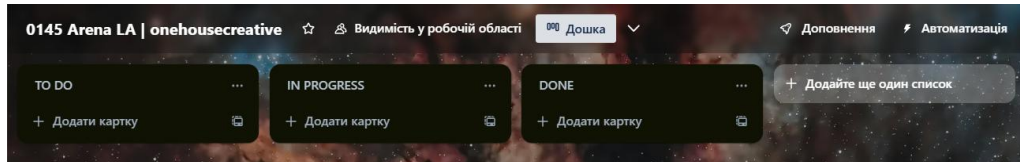


Рисунок 2.23 – Створені відповідні назви списків для проекту «0145 Arena LA | onehousecreative»

Далі формуємо списки задач, упорядковуючи ключові етапи роботи для зручного керування процесом (рис. 2.24). Це дозволить чітко структурувати завдання, ефективно розподілити навантаження та відстежувати хід виконання на кожному етапі.

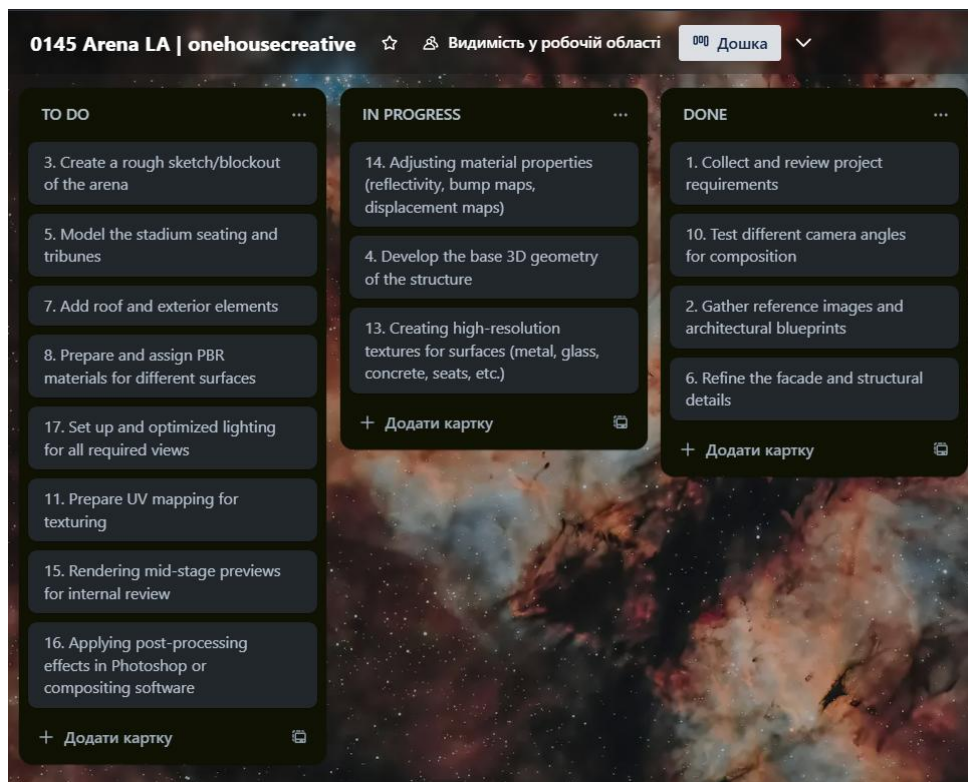


Рисунок 2.24 – Списки задач поточного проекту «0145 Arena LA | onehousecreative»

У даному випадку ми розглядаємо проєкт, який вже перебуває в процесі розробки, тому частина завдань уже виконана й знаходиться в списку Done. Це допомагає відобразити актуальний стан роботи та зосередитися на поточних і запланованих задачах.

Далі структуруємо списки задач, враховуючи завершені, активні та майбутні етапи роботи.

Далі визначимо назви міток терміновості задач проєкту відповідно до кольорів, щоб чітко позначати пріоритетність завдань (рис. 2.25).

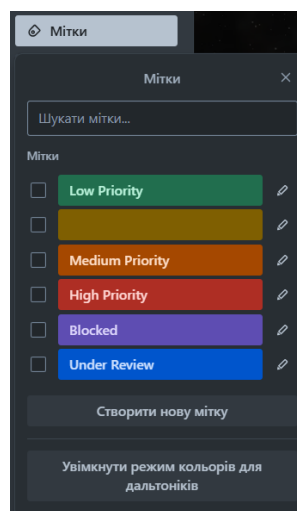


Рисунок 2.25 – Назви міток пріоритетності задач для проєкту «0145 Arena LA | onehousecreative»

Червона мітка – високий пріоритет (High Priority) – важливі завдання, які слід виконати якомога скоріше.

Помаранчева мітка – середній пріоритет (Medium Priority) – завдання, які не є терміновими, але мають встановлений дедлайн.

Зелена мітка – низький пріоритет (Low Priority) – менш важливі задачі, які можна виконувати у вільний час.

Синя мітка – на розгляді (Under Review) – завдання, що очікують підтвердження або перевірки.

Фіолетова мітка – блокуюче завдання (Blocked) – задачі, які не можуть бути виконані без додаткових дій або ресурсів.

Ця система міток допоможе швидко орієнтуватися в статусі задач і розставляти пріоритети у роботі над проектом.

Чітко розставлена система міток у будь-якому проекті забезпечує зрозумілу ієрархію пріоритетів, що дозволяє кожному учаснику команди швидко орієнтуватися в завданнях (рис. 2.26). Завдяки такому підходу виконавці одразу бачать, які задачі потребують негайної уваги, які можуть бути виконані в стандартному режимі, а які очікують додаткових ресурсів або підтвердження.

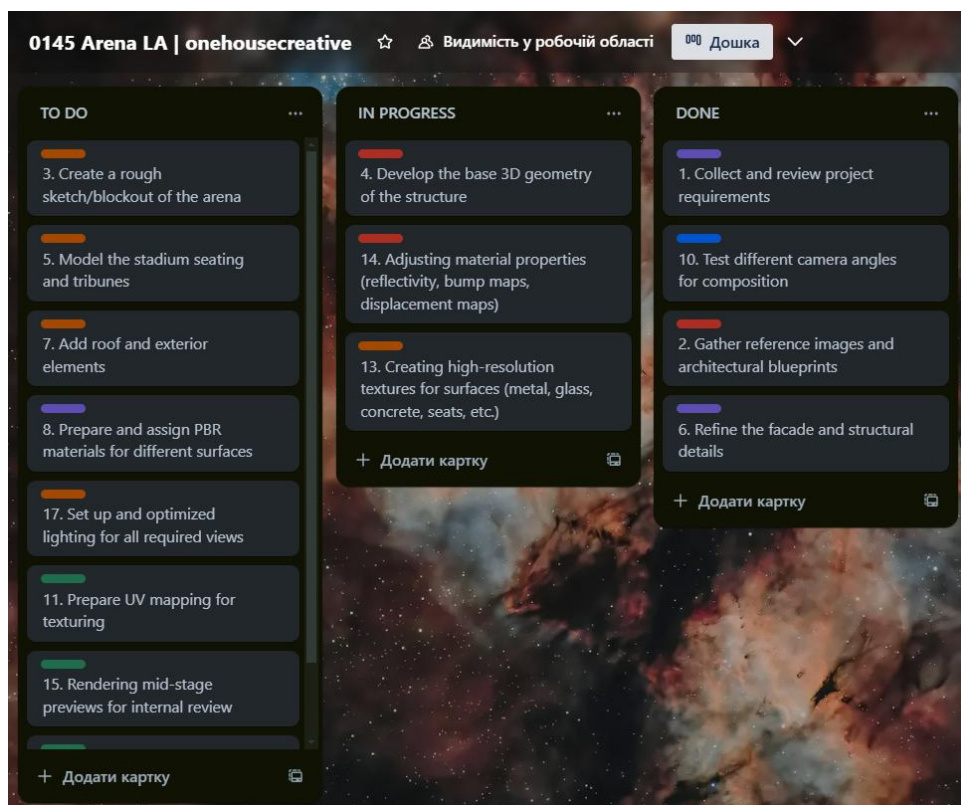


Рисунок 2.26 – Розставлені мітки пріоритетності задач для поточного проекту «0145 Arena LA | onehousecreative»

Щоб забезпечити чітку відповідальність за виконання завдань та контроль за термінами, для кожної задачі призначимо виконавця та встановимо дедлайн (рис. 2.27, 2.28).

Кожне завдання буде закріплене за конкретним учасником команди відповідно до його компетенцій. Це дозволить ефективно розподілити роботу та уникнути плутанини.

Для кожної задачі визначається кінцевий термін виконання, що дає змогу контролювати прогрес та своєчасно завершувати проектні етапи. У Trello можна: додати дату дедлайну безпосередньо в картку задачі, використовувати нагадування для контролю термінів, відстежувати завдання у вигляді календаря або таймлайну.

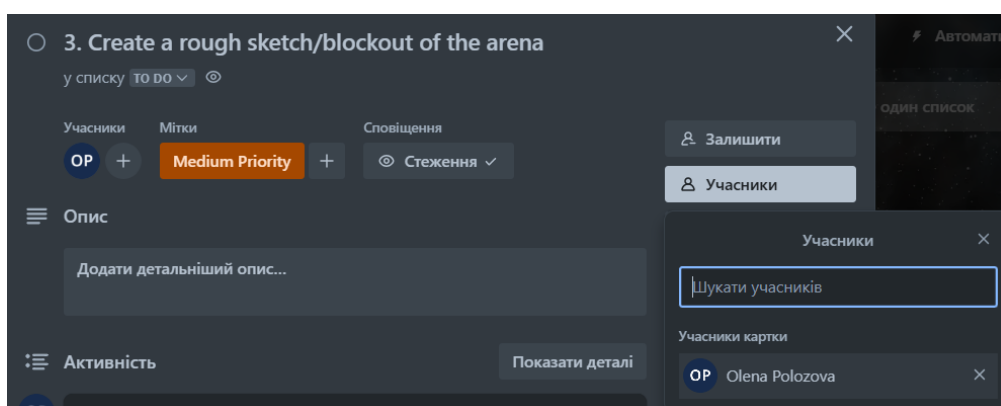


Рисунок 2.27 – Призначення виконавця Olena Polozova для задачі для поточного проєкту «0145 Arena LA | onehousecreative»

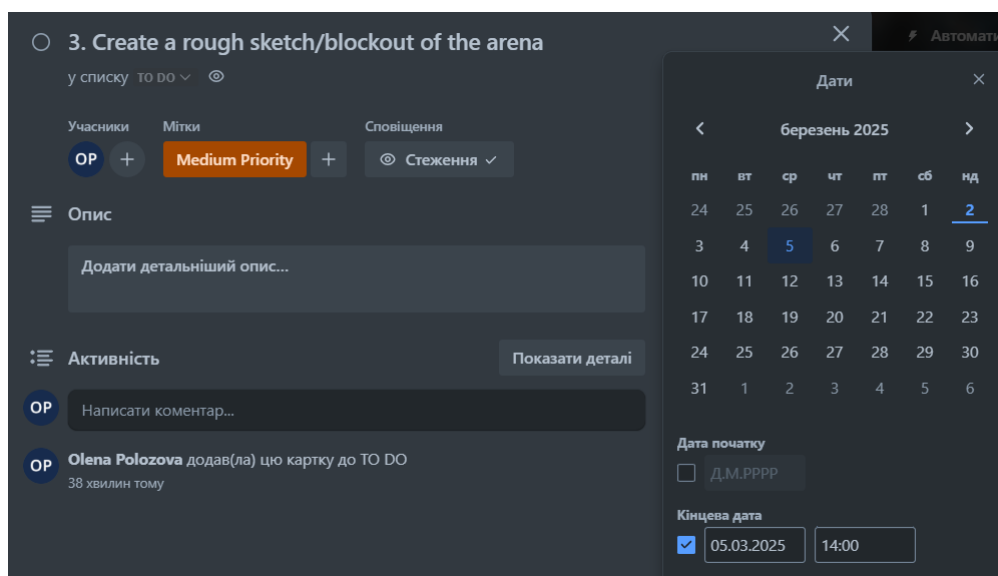


Рисунок 2.28 – Встановлення дедлайну виконання задачі для поточного проєкту «0145 Arena LA | onehousecreative»

Також встановлюємо мітку нагадування за 2 години до дедлайну, щоб виконавці вчасно отримували сповіщення про необхідність завершення завдання.

Це дозволяє уникнути прострочень, скоординувати завершальні дії – якщо потрібні останні коригування, буде час їх внести та підготуватися до передачі результату – за 2 години можна ще раз перевірити виконану роботу перед фінальним здаванням.

Далі додаємо вкладення до задачі – це буде фото скетчу креслень, яке допоможе виконавцю краще зрозуміти деталі проєкту (рис. 2.29). У Trello можна додати вкладення двома способами:

- завантажити файл безпосередньо – креслення можна прикріпити у вигляді зображення (jpeg, png) або pdf-файлу безпосередньо до картки задачі;
- додати посилання – якщо креслення зберігається у Google Drive, Dropbox або іншому хмарному сховищі, або можна вставити URL-посилання.

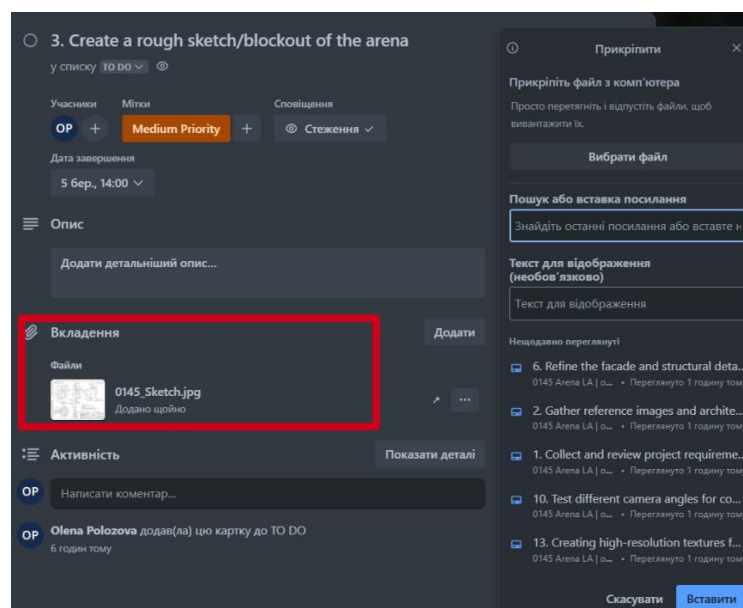


Рисунок 2.29 – Додане вкладення до задачі для поточного проєкту «0145 Arena LA | onehousecreative»

Задача у списку із встановленими дедлайнами, призначеними виконавцями та вкладеннями у Trello зображена на рисунку 2.30. Така

структура надає змогу чітко відстежувати терміни виконання завдань, контролювати навантаження на членів команди та зберігати всю необхідну документацію в одному місці.

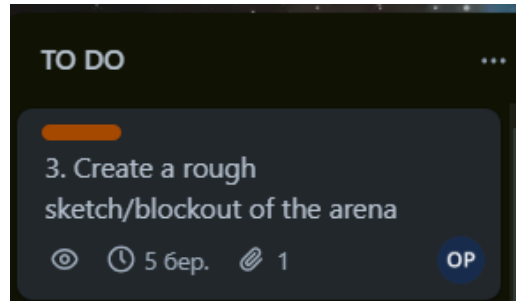


Рисунок 2.30 – Сформована задача для поточного проекту «0145 Arena LA | onehousecreative»

Таким чином, загальна дошка проекту матиме структурований та зручний вигляд, відображаючи всі етапи роботи, виконавців, дедлайни та необхідні вкладення (рис. 2.31).

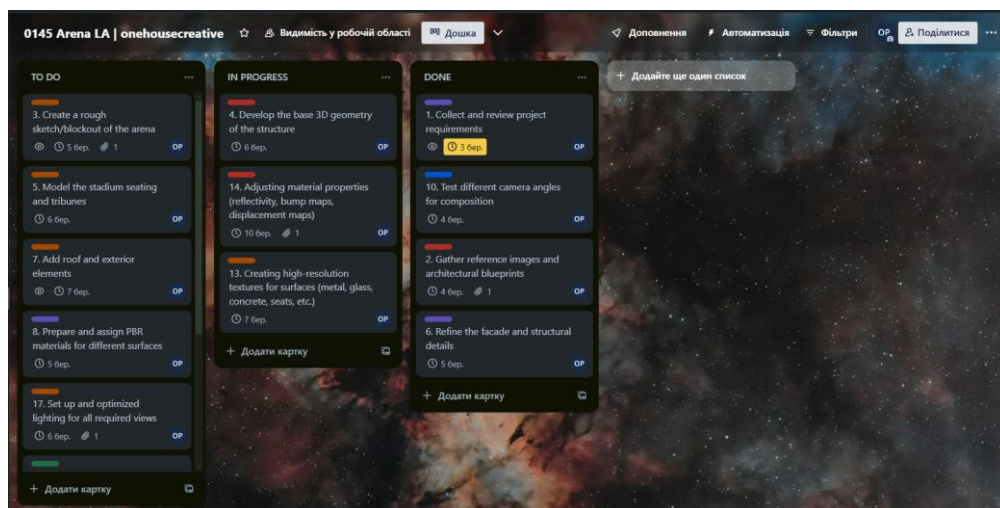


Рисунок 2.31 – Сформована дошка для поточного проекту «0145 Arena LA | onehousecreative»

Правильно сформована дошка в Trello дозволяє всім учасникам команди залишатися в курсі поточного стану завдань, швидко знаходити потрібну інформацію та ефективно взаємодіяти між собою. Крім того, за

потреби дошку можна розширити додатковими списками або мітками для деталізації процесу та адаптації під специфіку конкретного проєкту. Це робить систему універсальним інструментом як для особистого планування, так і для командної роботи над масштабними проєктами.

У межах кожної картки зручно прикріплювати прев'ю зображень, технічні завдання, коментарі клієнта та дедлайни. Така структура дозволяє команді швидко орієнтуватися в статусі кожної сцени або кадру, своєчасно реагувати на правки та уникати плутанини в комунікації.

Завдяки гнучкості Trello, користувачі можуть створювати шаблони для повторюваних типів проєктів, що значно скорочує час на підготовчий етап. Інтеграція з іншими сервісами, такими як Google Drive, Slack чи календарі, додатково підвищує зручність роботи, дозволяючи зосередитися безпосередньо на творчих і технічних аспектах архітектурного моделювання.

3 ВІЗУАЛІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ В TRELLO: ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ

3.1 Початок роботи в системі Trello – створення акаунту

Trello є потужним інструментом для управління проєктами, що ґрунтується на методології Kanban. Його основна перевага – це візуальне відображення процесів, що дозволяє легко відстежувати статус завдань, відповідальних осіб та дедлайни. У сфері архітектурного моделювання Trello забезпечує ефективну організацію роботи команди, спрощує контроль над етапами виконання проєкту та інтегрується з іншими сервісами для покращення продуктивності [18].

Для початку роботи необхідно перейти на сайт <https://trello.com/> та зареєструватися або увійти у свій обліковий запис.

Це можна зробити, використавши існуючий Google-акаунт або створити новий профіль через email (рис. 3.1).

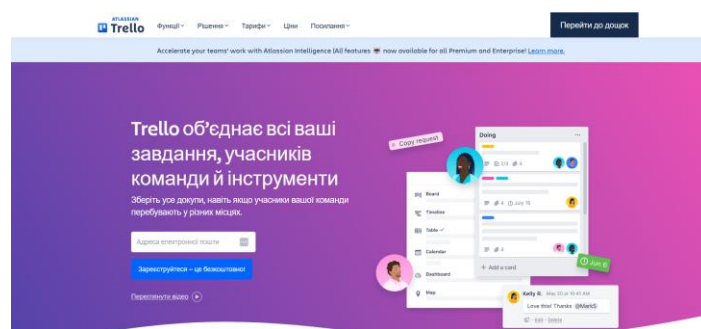


Рисунок 3.1 – Створення акаунту в Trello

Після реєстрації або входу в обліковий запис, користувач потрапляє на головну сторінку, де можна створювати нові дошки або приєднуватися до існуючих. Інтерфейс Trello простий та інтуїтивно зрозумілий, що дозволяє швидко налаштувати робочий процес і почати керувати задачами.

3.2 Планування проєкту трьохвимірної візуалізації комерційних будівель району в Барселоні

Розглянемо реалізацію планування в Trello під проєкт трьохвимірної візуалізації комерційних будівель району в Барселоні.

Для цього потрібно побудувати зручну систему керування задачами, яка охоплює всі етапи роботи: від збору вихідних даних до фінального рендеру та затвердження результатів. Trello як візуальний інструмент керування проєктами ідеально підходить для відображення структури, контролю термінів і розподілу обов'язків між учасниками команди.

У межах проєкту передбачено створення п'яти рендерів (фотореалістичних трьохвимірних-візуалізацій), серед яких [22, 23]:

- чотири рендери формату «Aerial view» – це зображення, виконані з висоти пташиного польоту, що демонструють загальний об'єм забудови, структуру вулиць, взаєморозміщення об'єктів у міському просторі. Такий формат дозволяє побачити, як інтегруються нові комерційні будівлі у контекст району Барселони;

- один рендер формату «Human Eye view» – це візуалізація з точки зору людини, що знаходиться на рівні вулиці. Такий підхід акцентує увагу на деталях фасадів, атмосфері простору та відчуттях від перебування у середовищі.

Загальна тривалість проєкту складає 21 робочий день, розподілена на ключові етапи:

- перший етап – Збір інформації.

На цей етап зазвичай приділяється 3 дні. Це початкова фаза, яка включає в себе збір усієї необхідної інформації від клієнта, формування фінального технічного завдання, комплектацію команди та її онбординг у проєктну специфіку;

- другий етап – Моделювання.

На цей етап закладено 5 днів. На цьому етапі виконується побудова тривимірних-моделей об'єктів, включаючи архітектурні форми комерційних будівель району Барселони. Додатково імпортується геометрія оточення з Google Maps, моделюється ландшафт, і всі компоненти поєднуються в єдину тривимірну-сцену;

- третій етап – Встановлення камери і світла.

На цей етап буде виділено 3 дні. Проводиться детальне налаштування камери та світла в сцені відповідно до побажань клієнта щодо пори доби, кута огляду та атмосфери майбутніх візуалізацій;

- четвертий етап – Накладання текстур.

На даному етапі на виконання закладено 5 робочих днів. Цей етап включає створення та налаштування матеріалів та текстур на всіх об'єктах, які потрапляють в кадр. Опрацьовується вигляд фасадів, доріг, зелених зон та інших деталей для досягнення високого рівня фотореалізму;

- п'ятий етап – Рендеринг в розширенні 4К.

Фінальний рендер усіх сцен у роздільності 4К займає 4 дні, в нього включена подальша художня постобробка в Adobe Photoshop для балансу кольору, контрасту, яскравості та легкого тонування.

Відведено 2 робочі дні на отримання зворотного зв'язку від клієнта на двох ключових етапах:

- після налаштування камери та світла;
- після етапу текстурування.

Це дозволяє інтегрувати побажання клієнта до фінального рендерингу.

Нижче для наглядності графіку роботи побудуємо діаграму Ганта (рис. 3.2), яка відображає послідовність етапів проекту, тривалість кожного з них, а також передбачений час на погодження з клієнтом.

Такий формат візуалізації дозволяє легко відстежувати не лише часові рамки виконання окремих завдань, а й їхню взаємозалежність.

Діаграма допомагає чітко розподілити ресурси, уникнути накладок у графіку та вчасно реагувати на можливі затримки. Крім того, її зручно

використовувати як для внутрішнього планування команди, так і для демонстрації поточного стану проєкту замовнику. Завдяки наочності та простоті сприйняття, діаграма сприяє кращому розумінню загальної картини проєкту всіма учасниками, незалежно від їхньої технічної підготовки.

Вона дозволяє оперативно виявляти вузькі місця в процесі виконання задач, оцінювати ефективність використання часу та вносити необхідні корективи для оптимізації робочого процесу.

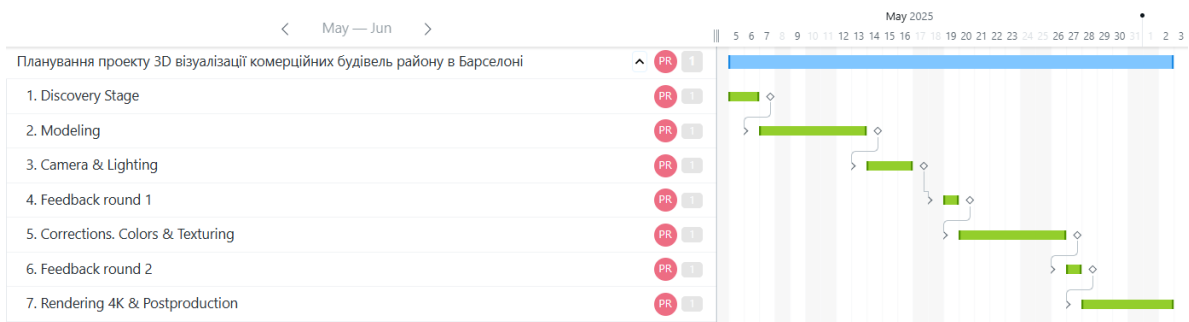


Рисунок 3.2 – Діаграма Ганта по проєкту тривимірної візуалізації комерційних будівель району в Барселоні

Загальна вартість проєкту складає 7780\$, що охоплює повний спектр послуг: від підготовки та моделювання до фінального рендеру та постобробки з урахуванням правок клієнта.

Для реалізації проєкту формується команда із залученням профільних спеціалістів. Загальна кількість учасників – 7 осіб, кожен з яких відповідає за окремий блок завдань:

- 3 моделери – відповідальні за побудову архітектурних об’єктів, ландшафту, скачування моделі оточуючого середовища з Google Maps та зведення всіх елементів у єдину сцену;
- 2 художники з візуалізації – займаються налаштуванням матеріалів, текстурованням та фінальним виглядом зображень;
- 1 арт-директор – контролює художню цілісність проєкту, налаштовує світло і камери, узгоджує стилістику відповідно до технічного завдання клієнта;

– 1 проджект-менеджер – координує команду, комунікує з клієнтом, контролює таймінг та дедлайни.

При збереженні маржинальності на рівні 60%, витрати на команду розподіляються наступним чином:

– моделери: 3 фахівці – загалом 1000\$ (сумарно за всі роботи по моделюванню);

– художники з візуалізації:

1) $350\$ \times 4$ рендери (Aerial) = 1400\$;

2) $270\$ \times 1$ рендер (Human Eye) = 270\$;

– арт-директор: налаштування світла та камери на 5 рендерах – $40\$ \times 5 = 200\$$;

– проджект-менеджер: фіксована ставка за проєкт – 200 \$.

Підсумок витрат на команду зображений в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Витрати по проєкту

Роль	Сума, \$
Моделери	1000
Художники	1670
Арт-диреткор	200
Проджект-менеджер	200
Сума витрат	3070

Таким чином, при бюджеті 7780\$, витрати на команду складають 3070\$, а прибуток проєкту становить 4710\$, що відповідає потрібній маржинальності у 60%.

Далі формуємо дошку із списками задач у Trello. Після того, як основна структура дошки створена, переходимо до деталізації задач: для кожного етапу створюємо картки із конкретними діями. У кожен картку додаємо чеклісти, посилання, опис, дедлайни та прикріплені файли.

Далі призначаємо виконавців на конкретні задачі, додаючи відповідальних членів команди до відповідних карток. Це дає змогу чітко розподілити обов'язки, уникнути дублювання роботи та забезпечити прозорість процесу для всіх учасників (рис. 3.3).

Завдяки цій функції кожен член команди бачить свою зону відповідальності, терміни виконання та пов'язані із завданням ресурси або коментарі.

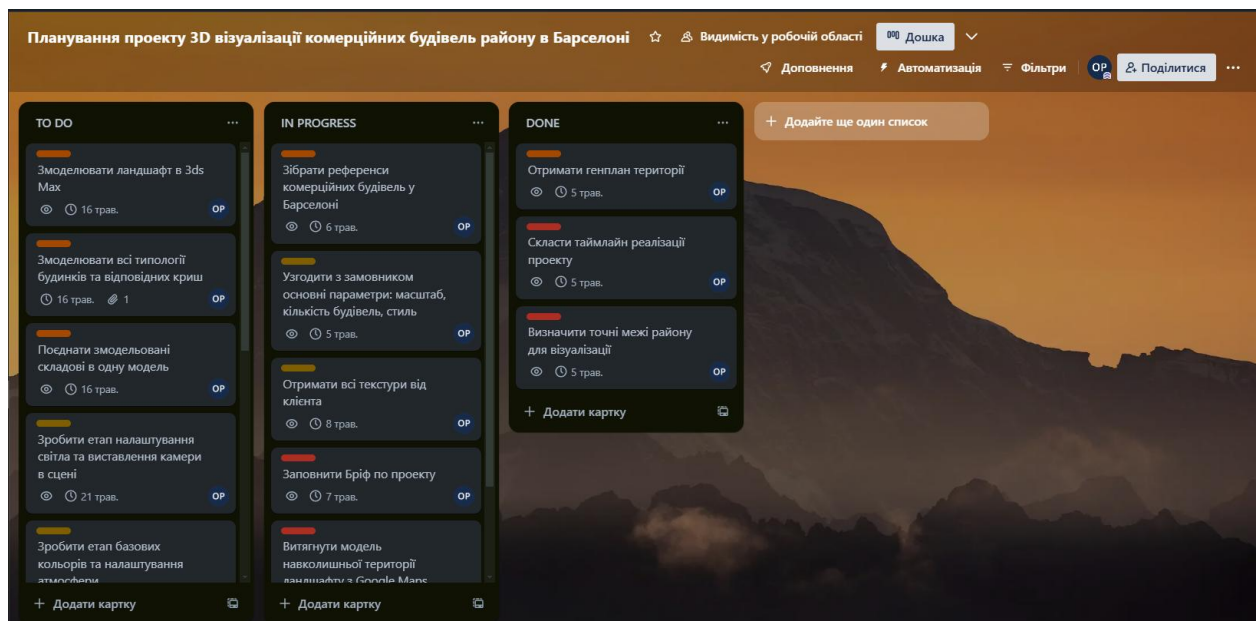


Рисунок 3.3 – Дошка по проекту «Планування проекту тривимірної візуалізації комерційних будівель району в Барселоні» в Trello

3.3 Автоматизація процесів – API та кастомні інтеграції в Trello

Trello є потужним інструментом для управління проектами, але його функціональність можна ще розширити за допомогою API та кастомних інтеграцій. Кастомні інтеграції (або налаштовані інтеграції) – це інтеграції, створені спеціально для задоволення конкретних потреб користувача або організації. Вони дозволяють різним додаткам та системам працювати разом, обмінюватися даними та автоматизувати робочі процеси, створюючи таким

чином унікальні функціональні можливості, які виходять за межі стандартних варіантів інтеграцій. Це дозволяє налаштувати специфічні робочі процеси, інтегрувати Trello з іншими інструментами та автоматизувати різні аспекти проєктного менеджменту.

Інтеграція Trello з Google Sheets, Google Calendar, Google Drive дозволяє зберігати важливі документи та ділитися ними між членами команди без необхідності постійно переключатися між різними додатками [19-21].

Trello API дозволяє програмістам та розробникам створювати інтеграції з іншими програмами або додавати кастомні функції до Trello. API дає можливість [22]:

- отримання інформації про елементи на дошці – назви карток, терміни виконання, коментарі, статуси тощо;
- автоматизувати створення нових карток, додавати інформацію до існуючих, змінювати статуси завдань та інші елементи;
- інтегрувати Trello з іншими інструментами, такими як slack, google drive, github, тощо.

Trello API працює через REST (Representational State Transfer) – архітектуру для взаємодії з сервером через HTTP-запити (GET, POST, PUT, DELETE). Основними функціями є отримання даних (GET), створення/оновлення елементів (POST/PUT), видалення елементів (DELETE) [23].

Наприклад, отримати список карток на дошці, створити нову картку або змінити існуючу, видалити картку або інші елементи. GET – запит, що дозволяє отримати всі картки з певної дошки.

Лістинг 3.1 Запит GET:

GET <https://api.trello.com/1/boards/{boardId}/cards?key={yourApiKey}&token={yourApiToken}>

Для доступу до API Trello потрібно отримати ключ API та токен доступу. Додатки можна інтегрувати через створення скриптів або сервісів, що використовують API для автоматизації процесів.

Далі наводиться приклад того, як можна інтегрувати Trello з іншими сервісами за допомогою API. У цьому прикладі використовується Trello API для інтеграції Trello з Google Sheets задля автоматичного додавання нових завдань з карток Trello у Google Sheets на Python. Така інтеграція дозволяє автоматизувати процес збору даних, зменшити кількість ручної роботи та забезпечити зручне збереження й аналіз інформації у табличному форматі.

Лістинг 3.2 Автоматичне додавання нових завдань з карток Trello у Google Sheets на Python:

```
import requests
import gspread
from oauth2client.service_account import ServiceAccountCredentials

# 1. Налаштування Trello API
TRELLO_API_KEY = 'ваш_аpi_ключ'
TRELLO_API_TOKEN = 'ваш_токен'
BOARD_ID = 'ваш_id_дошки' # ID дошки, з якої будемо отримувати
картки

# 2. Отримання карток з дошки Trello
url = f'https://api.trello.com/1/boards/{BOARD_ID}/cards'
params = {
    'key': TRELLO_API_KEY,
    'token': TRELLO_API_TOKEN
}
response = requests.get(url, params=params)
if response.status_code == 200:
    cards = response.json()
else:
```

```

print(f"Помилка запиту Trello: {response.status_code}")

cards = []

# 3. Налаштування доступу до Google Sheets API

scope = ["https://spreadsheets.google.com/feeds",
'https://www.googleapis.com/auth/spreadsheets',
'https://www.googleapis.com/auth/drive.file",
'https://www.googleapis.com/auth/drive"]

creds =
ServiceAccountCredentials.from_json_keyfile_name('credentials.json', scope)

client = gspread.authorize(creds)

# 4. Вибір таблиці Google Sheets

sheet = client.open('Trello Cards').sheet1 # Назва вашої таблиці

# 5. Додавання карток у Google Sheets

for card in cards:

    card_name = card['name']
    card_desc = card['desc']
    card_due = card['due'] if card['due'] else "Без терміну"
    # Додаємо новий рядок у таблицю
    sheet.append_row([card_name, card_desc, card_due])

print("Картки успішно додані в Google Sheets!")

```

Далі можна додавати додаткові функціональності, наприклад, оновлення даних у Google Sheets, фільтрацію карток, або інтеграцію з іншими інструментами, такими як Slack, GitHub або Asana. Також цей код можна адаптувати для іншої мови програмування, наприклад, JavaScript або Ruby, з використанням відповідних бібліотек для роботи з API.

Для надсилання повідомлень у канали або до особистих повідомлень можна використовувати Slack API.

Це дозволяє автоматизувати процес комунікації, інтегруючи Slack з іншими інструментами чи системами, такими як Trello, Jira або інші трекінгові платформи [24].

Лістинг 3.3 Надсилання повідомлень у канали за допомогою Slack API:

```
import requests
# API ключі
TRELLO_API_KEY = 'ваш_аpi_ключ'
TRELLO_API_TOKEN = 'ваш_токен'
SLACK_WEBHOOK_URL = 'ваш_slack_webhook_url'
# Отримуємо картки з дошки Trello
BOARD_ID = 'ваш_id_дошки'
url = f'https://api.trello.com/1/boards/{BOARD_ID}/cards'
params = {
    'key': TRELLO_API_KEY,
    'token': TRELLO_API_TOKEN
}
response = requests.get(url, params=params)
if response.status_code == 200:
    cards = response.json()
else:
    print(f"Помилка запиту Trello: {response.status_code}")
    cards = []
# Надсилаємо повідомлення в Slack
for card in cards:
    card_name = card['name']
    card_url = card['shortUrl']
    message = {
        "text": f"Нове завдання в Trello: {card_name}\nПеревірити:
{card_url}"
```

```
}
    requests.post(SLACK_WEBHOOK_URL, json=message)
```

Таким чином, кожен раз, коли картка в Trello оновлюється або додається, цей скрипт надсилатиме повідомлення в Slack.

Ще одним прикладом може бути інтеграція Trello з Google Calendar для того, щоб додавати картки з датами виконання в Google Calendar як події.

В наступному прикладі наведено використання Google Calendar API для додавання подій, а також Trello API для отримання карток із термінами виконання з створенням події в календарі на основі терміну виконання карток.

Лістинг 3.4 Google Calendar API для додавання подій і Trello API для отримання карток із термінами виконання з створенням події в календарі на основі терміну виконання карток:

```
import requests
import datetime
from googleapiclient.discovery import build
from google.oauth2 import service_account
# API ключі Trello
TRELLO_API_KEY = 'ваш_аpi_ключ'
TRELLO_API_TOKEN = 'ваш_токен'
BOARD_ID = 'ваш_id_дошки'
# Google Calendar API налаштування
SCOPES = ['https://www.googleapis.com/auth/calendar']
SERVICE_ACCOUNT_FILE = 'credentials.json'
# Авторизація для Google Calendar API
credentials = service_account.Credentials.from_service_account_file(
    SERVICE_ACCOUNT_FILE, scopes=SCOPES)
service = build('calendar', 'v3', credentials=credentials)
```

```

# Отримуємо картки з Trello
url = f'https://api.trello.com/1/boards/{BOARD_ID}/cards'
params = {
    'key': TRELLO_API_KEY,
    'token': TRELLO_API_TOKEN
}
response = requests.get(url, params=params)
if response.status_code == 200:
    cards = response.json()
else:
    print(f"Помилка запиту Trello: {response.status_code}")
    cards = []
# Створюємо події в Google Calendar
for card in cards:
    if card['due']: # Якщо є термін виконання
        event = {
            'summary': card['name'],
            'description': card['desc'],
            'start': {
                'dateTime': card['due'],
                'timeZone': 'Europe/Kiev',
            },
            'end': {
                'dateTime': card['due'],
                'timeZone': 'Europe/Kiev',
            },
        }
        service.events().insert(calendarId='primary', body=event).execute()
        print(f"Подія для {card['name']} додана в Google Calendar.")

```

Така реалізація дає можливість для кожної картки з терміном виконання створити подію в Google Calendar. Це дозволяє автоматично синхронізувати терміни виконання завдань з календарем.

Інтеграція Trello з GitHub дозволить автоматично оновлювати статус картки в Trello на основі подій у GitHub (наприклад, коли PR (Pull Request) прийнятий). Використовується GitHub API для моніторингу подій, таких як зміни в Pull Requests. При спрацюванні події (наприклад, зміна статусу PR) API GitHub надсилає запит на оновлення статусу картки в Trello [25-27].

Лістинг 3.5 Надсилання запиту на оновлення статусу картки в Trello:

```
import requests
# API ключі Trello
TRELLO_API_KEY = 'ваш_аpi_ключ'
TRELLO_API_TOKEN = 'ваш_токен'
CARD_ID = 'id_картки'
# GitHub API для моніторингу Pull Request
GITHUB_API_URL = 'https://api.github.com/repos/{owner}/{repo}/pulls'
# Перевіряємо статус PR на GitHub
response = requests.get(GITHUB_API_URL)
pr_data = response.json()
# Якщо PR прийнятий, змінюємо статус картки на Trello
if pr_data and pr_data[0]['state'] == 'closed':
    url = f'https://api.trello.com/1/cards/{CARD_ID}'
    params = {
        'key': TRELLO_API_KEY,
        'token': TRELLO_API_TOKEN,
        'status': 'Завершено'
    }
    response = requests.put(url, params=params)
    if response.status_code == 200:
```

```

    print(f"Статус картки на Trello оновлено.")
else:
    print(f"Помилка при оновленні картки на Trello:
{response.status_code}")

```

Результатом буде автоматичне оновлення статусу картки в Trello, коли Pull Request у GitHub прийнятий.

Інтеграція Trello з іншими сервісами через API дозволяє автоматизувати робочі процеси, зберігаючи час та ресурси. Це дає можливість налаштувати ці інтеграції для покращення співпраці, автоматизації завдань та синхронізації даних між різними платформами, що значно розширює можливості проєктного менеджменту.

3.4 Архітектура системи автоматизованого звітування

Для ефективного управління процесом архітектурного моделювання та контролю за виконанням завдань доцільно використовувати автоматизовану систему звітності.

В якості джерел даних виступають Trello API як основне джерело інформації про задачі, статуси, дедлайни та прогрес, та BIM/CAD системи для забезпечення інтеграції з професійними інструментами архітектурного проєктування для отримання метрик щодо змін моделей.

Збір та обробка даних полягає витягуванні даних з різних джерел, їх трансформація та завантаження для аналізу (так звані ETL процеси). Сутністю аналізу прогресу є обчислення метрик виконання, прогресу та відхилень від плану.

Комплексну архітектуру системи для автоматизованого створення звітів про прогрес архітектурного моделювання можна представити у вигляді схеми (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Архітектура системи автоматизованого звітування

Машинне навчання прогнозування також є складовою компонента збору та обробки інформації для прогнозування термінів завершення на основі історичних даних.

Зберігання даних відбувається в вигляді використання бази даних, що дає структуроване зберігання актуальної інформації про проєкт. Крім того, архівація даних дозволяє проводити аналіз тенденцій та порівняння з попередніми періодами.

Блок генерації звітів складається з шаблонів звітів, це є фактично готові формати для різних типів звітів та аудиторій, та рендерингу графіків для створення візуалізацій на основі зібраних даних.

Виведення звітів можливе в різних форматах:

- pdf документи як формальні звіти для документації та друку;
- презентація PowerPoint/Google Slides для представлення на зустрічах;
- вебдашборди як інтерактивні онлайн-панелі для моніторингу в реальному часі;
- email розсилка для автоматичної доставки звітів зацікавленим сторонам.

Планування процесів звітування відбувається за допомогою Cron планувальника. Cron – це системний планувальник для Unix-подібних операційних систем, який дозволяє запускати завдання за розкладом. Він ідеально підходить для автоматизації регулярного створення звітів про прогрес архітектурного моделювання в Trello.

Крім планування звітів за розкладом, можна налаштувати тригери подій, які запускатимуть генерацію звітів у відповідь на певні дії в Trello. Це робить систему звітування більш гнучкою та реактивною.

Отримувачами звітної інформації виступають клієнти, вони отримують адаптовані огляди з фокусом на загальний прогрес. Для проектної команди формуються детальні технічні звіти для координації роботи, а для керівництва – стратегічні звіти з бізнес-показниками.

Основними інструментами для обробки даних та візуалізації виступає Python. Pandas і Matplotlib – потужні бібліотеки для аналізу та візуалізації даних, які можна використовувати для створення детальних звітів про прогрес архітектурного моделювання, дозволяє створити вичерпний аналіз прогресу архітектурного моделювання та представити результати у вигляді наочних графіків. В залежності від масштабу проекту використовуються варіанти СУБД PostgreSQL або SQLite, а середовищем розгортання для масштабування та доступності є Docker або Cloud [28].

Інтерфейсами доступу до системи звітування можуть виступати REST API, вебпортал або мобільний застосунок.

Приклад сформованого звіту представлений на рисунку 3.5.

В сформованому звіті відображається назва проекту та період звітування, загальний відсоток виконання (прогрес-бар), є можливість додати логотипи компанії та проекту, дату генерації звіту. Ключовими показниками є загальна кількість задач, кількість завершених задач (загалом та за звітний період), кількість задач у роботі, залишок часу до дедлайну проекту та відхилення від графіку, якщо таке є.

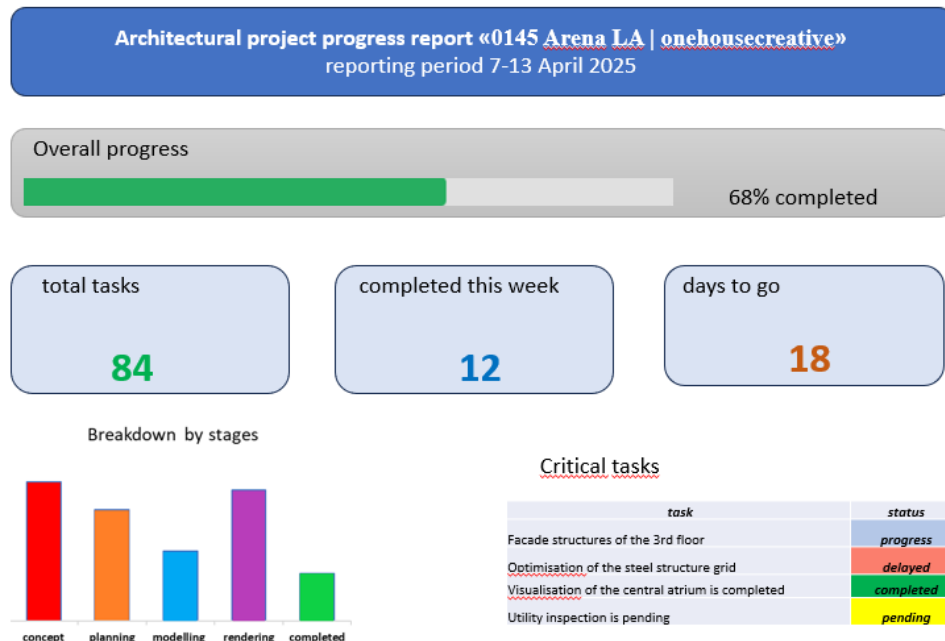


Рисунок 3.5 – Приклад сформованого звіту

Серед графічних елементів варто виділити гафік розподілу задач за етапами моделювання, діаграму тренду виконання (фактично динаміку за останні тижні), мапу активності за різними компонентами проєкту та діаграму розподілу часу за типами робіт.

Також в звіт можна додати таблиці з детальною інформацією, наприклад, перелік критичних задач із термінами та статусами, задачі з високим пріоритетом, що потребують уваги, завершені задачі за звітний період та заплановані задачі на наступний період.

Текстові коментарі та аналітика дають можливість сформуванню короткого аналізу прогресу та проблемних моментів, отримати рекомендації щодо оптимізації робочого процесу, автоматично виявляти ризики та їх оцінку, а також прогноз щодо виконання наступних етапів.

Такий автоматизований звіт не тільки економить час на зборі та форматуванні даних, але й забезпечує прозорість процесу моделювання для всіх учасників проєкту.

Така архітектура забезпечує повний цикл від збору даних до надання інформативних звітів усім зацікавленим сторонам з мінімальним втручанням людини в процес.

3.5 Відстеження змін у моделях через webhook інтеграції

Webhook – це спосіб, за допомогою якого одна система повідомляє іншу про події в реальному часі. Це автоматичне сповіщення, яке одна програма (наприклад, Trello) надсилає іншій (наприклад, серверу), коли відбувається певна дія – наприклад, створено картку, змінено статус задачі тощо.

Робота webhook полягає в наступному: сервісу (наприклад, Trello) надається URL-адреса сервера. Коли в Trello трапляється певна подія (наприклад, додано нову картку), він надсилає на цей URL HTTP-запит з даними про подію. Сервер обробляє цю інформацію – наприклад, зберігає її, надсилає сповіщення в Telegram, оновлює базу даних тощо [29].

Джерелами подій, які активують певні дії в інших системах, наприклад, через webhook або API, можуть виступати BIM (Building Information Modeling) і CAD (Computer-Aided Design) системи. У BIM/CAD середовищі події можуть бути, наприклад, створення/редагування об'єкта (стіна, вікно, кабельна система тощо), зміна параметрів (розміри, матеріал, розміщення), додавання коментаря або задачі в проєкті, завершення етапу проєктування або перевірки моделі тощо.

Наприклад, в Autodesk Revit змінено параметр вікна. Через плагін, API або webhook ця зміна надсилається в Trello. Як результат роботи BIM система автоматично оновлює пов'язану задачу, надсилає сповіщення інженеру, або тригерить перевірку моделі.

Проміжною ланкою, яка приймає вхідні повідомлення від webhook і перетворює, маршрутизує або обробляє ці дані для подальшого використання в інших системах, є webhook адаптер. Він потрібен для уніфікації формату даних, оскільки різні сервіси надсилають webhook у своєму форматі, а адаптер може привести ці дані до стандартного вигляду. Забезпечується фільтрація подій, можна обробляти тільки потрібні типи подій, ігноруючи інші. Наприклад, можна змінити структуру JSON, додати додаткові поля або

зробити переклад тексту перед передачею далі. Гарантується безпечна передача – адаптер може перевіряти підпис webhook, фільтрувати IP-адреси, логувати події.

Таке рішення значно підвищує гнучкість системи інтеграції та дозволяє ефективно масштабувати її під різні бізнес-потреби. Крім того, адаптер спрощує подальший супровід системи, оскільки всі зміни у форматах даних або логіці обробки зосереджуються в одному місці, що полегшує їх оновлення та тестування.

Функціонал системи обробки подій можна розділити на наступні складові:

- валідатор даних для перевірки відповідності даних схемі, фільтрації неповних або пошкоджених даних, захисту від надмірної кількості webhook викликів;

- аналізатор змін для порівняння версій моделей, виявлення значущих модифікацій, обчислення метрик змін (кількість змінених об'єктів, обсяг змін), ідентифікації зв'язків між компонентами, що змінилися;

- класифікатор змін для категоризація типів змін (структурні, оздоблювальні, технічні системи), визначення пріоритету змін (критичні/некритичні), оцінки впливу змін на інші частини проєкту, пов'язування змін з відповідними задачами в Trello;

- маршрутизатор подій, що включає систему черг повідомлень для асинхронної обробки, фільтри підписок (різні команди отримують різні типи повідомлень), групування пов'язаних змін для уникнення спаму повідомлень.

У сучасних ІТ-системах дуже важливо не тільки реагувати на події, а й зберігати історію змін, щоб виконувати аналітику, підтримувати аудит, створювати звіти та відновлювати стан системи. Зазвичай ці події зберігаються або у журналі подій, або в базі даних змін (це може бути наприклад, MongoDB, PostgreSQL), або в сховищі подій (наприклад, Kafka, EventStoreDB) [30].

Також доступні різні варіанти зберігання змін: зберігається кожна зміна з «до» і «після» або система зберігає усі події, а не лише фінальний стан.

Крім зберігання подій, часто створюють таблиці, які збирають актуальний стан об'єктів з подій. Приклад архітектури може навести в вигляді таблиці (табл.3.2).

Таблиця 3.2 – Приклад архітектури системи обробки подій

Компонент	Дії
Revit/Trello	Системи ініціюють події: зміна елементу в Revit, зміна картки в Trello тощо
Webhook	Точка входу в систему, отримує HTTP-запит із даними про подію (наприклад, зміна статусу задачі)
Adapter/API Gateway	перехоплює запит, перевіряє автентичність, перетворює формат даних у внутрішній стандарт системи, може фільтрувати непотрібні події або доповнювати їх контекстом.
Adapter/API Gateway	Події надсилаються в чергу. Це гарантує доставку, дозволяє масштабувати систему, забезпечує асинхронність (компоненти не блокують одне одного). Інші частини системи (підписники) підключаються до цієї черги.
Logger	Отримує події з черги й записує їх у базу даних (наприклад, PostgreSQL або MongoDB), зберігає історію: хто, коли, що змінив, це основа для аудиту, відновлення стану, відстеження змін.
Analytics Service	Споживає ті ж події з черги та формує звіти, статистику, графіки.
Notifier	Реагує на певні події (наприклад, критичні зміни) і надсилає сповіщення (email, Slack, Telegram, Push-нотифікації тощо).

Переваги webhook підходу для відстеження змін полягає в миттєвому оповіщенні, оскільки інформація про зміни надходить в режимі реального часу. Також вагомою позитивною характеристикою є той факт, що різні системи BIM/CAD можуть працювати незалежно. Легко додавати нові джерела даних і приймачі подій, можна відстежувати найменші зміни в моделі, що дає можливість автоматичного відображення змін у звітах прогресу.

Але велика кількість незначних змін створює інформаційний шум. Рішенням може бути використання налаштовуваних фільтрів значимості змін з агрегацією малих змін.

Загальний вигляд процесу відстеження змін у моделях через webhook інтеграції представлений на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Процес відстеження змін у моделях через webhook інтеграції.

Для інтеграції webhook-системи відстеження змін у архітектуру звітів необхідно:

- розробити або налаштувати плагіни для використовуваних bim/cad програм;

- створити захищений api-endpoint для прийому webhook подій;
- налаштувати систему обробки та класифікації подій;
- інтегрувати базу даних змін з існуючою системою звітування;
- налаштувати шаблони сповіщень для різних ролей у проєкті.

Така система дозволяє не лише пасивно відстежувати прогрес через стани карток у Trello, але й активно реагувати на зміни в самих моделях, що значно покращує точність та актуальність звітів про прогрес архітектурного моделювання.

Це дає змогу формувати звіти в реальному часі, автоматично виявляти відхилення від графіку або обсягу робіт та своєчасно інформувати відповідальних осіб. Наприклад, якщо в BIM-моделі було внесено суттєві зміни, такі як оновлення геометрії, зміна матеріалів або додавання нових елементів, система може автоматично зафіксувати ці події через webhook та передати відповідні дані до централізованої бази. Після цього інформація обробляється і порівнюється з попередніми версіями, що дозволяє визначити прогрес або виявити критичні розбіжності.

У результаті команда отримує більш прозору та контрольовану систему управління проєктом, де технічні зміни в моделях напряму впливають на оновлення звітів і статусів задач. Це значно знижує ризики, пов'язані з людським фактором, оскільки мінімізується необхідність ручного введення даних або оновлення стану задач вручну.

Крім того, завдяки автоматизованим шаблонам сповіщень, система може персоналізовано інформувати різні категорії користувачів – менеджерів, архітекторів, візуалізаторів – про саме ті зміни, які стосуються їхніх зон відповідальності. Такий підхід сприяє підвищенню ефективності командної роботи, покращенню якості контролю та прискоренню процесу прийняття рішень.

ВИСНОВКИ

У рамках кваліфікаційної роботи було розроблено дошку планування задач в Trello для архітектурного проєкту тривимірної візуалізації.

Під час розробки цього проєкту було проведено аналіз існуючих трекінгових систем, таких як Trello, Jira, Asana, ClickUp та Monday.com, з метою визначення найбільш зручного та ефективного інструменту для організації командної роботи над візуальними проєктами.

На основі порівняння функціональності, гнучкості інтерфейсу та доступності інтеграцій, Trello було обрано як основний інструмент для реалізації управління задачами.

У проєкті, присвяченому візуалізації району Барселони, було реалізовано повний цикл: від Discovery Stage до фінального рендерингу. Кожен із п'яти запланованих рендерів (чотири рендери типу Aerial view та один Human Eye) мав чіткий план виконання. Всі етапи роботи були детально структуровані в Trello, що дозволило відстежувати прогрес, швидко вносити зміни та контролювати навантаження на команду.

Крім технічного планування, було також проведено розрахунок бюджету з урахуванням витрат на виконавців і цільової маржинальності у 60%. Для наочності структури було побудовано діаграму Ганта, яка відображає часові рамки усіх основних етапів.

Таким чином, використання Trello як системи трекінгу завдань є доцільним і ефективним рішенням для управління проєктами архітектурного моделювання.

Результати роботи апробовано у вигляді тез доповідей під час XXIX Міжнародного молодіжного форуму «РАДІОЕЛЕКТРОНІКА І МОЛОДЬ У XXI СТОЛІТТІ», онлайн конференції «КОМП'ЮТЕРНИЙ ЗІР, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ» [31].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Блага Н. В. (2021). Управління проектами: навч. посібник. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ.
2. Горбаченко С.А Проектний менеджмент: навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів вищої освіти галузі знань 12 «Інформаційні технології» / за ред. В.О. Яценко, Ю.Г. Лобода. Одеса: Одеська юридична академія, 2020. 263 с.
3. Гороховатський, В.О., & Творошенко, І.С. (2021). Методи інтелектуального аналізу та оброблення даних: навч. посібник.
4. Архітектурна 3D візуалізація: що це, ким створюється і де використовується? URL: <https://cgischool.ua/arkhitekturna-3d-vizualizatciya-vuznachennya/> (дата звернення 07.04.2025).
5. Візуалізація в дизайні. 3d Архітектурна Візуалізація. URL: <https://oxvisual.com/ua/blog/3d-architectural-rendering-process> (дата звернення 07.04.2025).
6. Notion, Trello, Jira: який таск-менеджер обрати для ІТ-команди URL: <https://ain.ua/2025/04/26/notion-trello-jira-iakii-task-menedzer-obrati-dlia-it-komandi/> (дата звернення 08.04.2025).
7. Що таке Канбан. URL: <https://brainrain.com.ua/uk/shcho-take-kanban/> (дата звернення 08.04.2025).
8. Радченко, Г., Левковська, Т., & Соболева, А. (2023). Особливості методології Kanban та Scrum при реалізації принципів Agile-маркетингу. *Економіка та суспільство*, (50). URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-24>
9. Trello: що це таке та як ним користуватися. URL: https://hostiq.ua/blog/ukr/what-is-trello-2/?gad_source=1&gad_campaignid=22221308613&gbraid=0AAAAAC7A2B8v_EeS5T9MQBLIHxEAhqBoW&gclid=Cj0KCQjw_dbABhC5ARIsAAh2Z-

RDvmWiJ7R3HOLbfIuTYOuw1RXwrszRFb2sir2Rz98_RM6nVoMf3oUaAqS9E
ALw_wcB (дата звернення 10.04.2025).

10. Як використовувати Jira, Trello, Asana та Worksection для управління проектами. URL: <https://worksection.com/ua/blog/how-to-use-jira-trello-asana-worksection-for-pm.html> (дата звернення 19.04.2025).

11. Bass, I. (2021). Agile Project Management with Trello, Jira, and Asana. O'Reilly Media. URL: <https://www.oreilly.com/live-events/project-management-with-jira/0642572005068/> (дата звернення: 12.04.2025).

12. Що таке Jira і як з нею працювати. URL: <https://iampm.club/ua/blog/shho-take-jira-i-yak-z-neyu-praczuuvati/> (дата звернення 09.04.2025).

13. 7 способів використання ClickUp. URL: <https://apix-drive.com/ua/blog/useful/7-sposobiv-vikoristannja-clickup> (дата звернення 15.04.2025).

14. Що таке Asana project management – як спростити ваш робочий процес. URL: <https://cloudfresh.com/ua/cloud-blog/shho-take-asana-project-management-yak-sprostyty-vash-robochuj-protses/> (дата звернення 17.04.2025).

15. monday.com Огляд. URL: <https://www.ranktracker.com/uk/blog/monday-com-review/> (дата звернення 19.04.2025).

16. Робота з системою Trello. URL: <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/working-with-the-trello-system/> (дата звернення 13.04.2025).

17. Творошенко, І. С. (2021). Технології прийняття рішень в інформаційних системах: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ.

18. Rudenko D.O., Polozova O.O. Overview of Opportunities and Classification of Multimedia. *Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті: тези доповідей 26-го Міжнародного молодіжного форуму*. Т. 7, 8. Харків: ХНУРЕ. 2022. С. 16-17.

19. Руденко Д.О., Колосок Е.В. Огляд можливостей Google Analytics для роботи з даними. 9 Міжнародна науково-практична конференція «Results of modern scientific research and development» (14-16 листопада, 2021) Barca Academy Publishing, Мадрид, Іспанія. 2021. С.162-165.

20. Tvoroshenko I., and Gorokhovatskyi V. (2022) The Application of Hybrid Intelligence Systems for Dynamic Data Analysis, *International Journal of Engineering and Information Systems*, 6(2), pp. 40-48.

21. Microservice architecture style. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/guide/architecture-styles/microservices> (дата звернення 20.04.2024).

22. Руденко Д. О., Маренич В. В. (2024). Дослідження методів розробки програмних додатків з інтегрованими API. // Scientific research: modern challenges and future prospects. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. Munich, Germany. С. 144-147. URL: <https://sci-conf.com.ua/ii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-scientific-research-modern-challenges-and-future-prospects-23-25-09-2024-myunhen-nimechchina-arhiv/>.

23. Pomazan, V., Tvoroshenko, I., & Gorokhovatskyi, V. (2023). Development of an application for recognizing emotions using convolutional neural networks, *International Journal of Academic Information Systems Research*, 7(7), pp. 25-36.

24. Гороховатський, В.О., & Творошенко, І.С. (2021). Методи інтелектуального аналізу та оброблення даних: навч. посібник.

25. REST API як спосіб спілкування компонент веб-додатків. URL: <https://foxminded.ua/shcho-take-rest-api/> (дата звернення 15.04.2025).

26. Руденко Д.О., Бондар В.О. (2020). Огляд можливостей використання стратегій об'єктно-орієнтованого маппінгу для зіставлення сутностей при розробці web додатків. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Priority Directions of Science and Technology Development» Київ, Україна. С. 377-380.

27. Кобилін, О.А., & Творошенко, І.С. (2021). *Методи цифрової обробки зображень: навч. посібник*. Харків: ХНУРЕ.

28. Шафроненко, А. Ю., Бодяньський, Є. В., & Руденко, Д. О. (2023). Модифікований рекурентний метод достовірної нечіткої кластеризації з використанням оптимізаційної процедури на основі косяків риб. *Системи обробки інформації*, (1 (172)), 92-96.

29. Using WebSocket to build an interactive web application. URL: <https://spring.io/guides/gs/messaging-stomp-websocket> (дата звернення 22.04.2025).

30. Козуб Д.П. Можливості використання API BLENDER та OPENGL при 3D моделюванні. *Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті: тези доповідей 27-го Міжнародного молодіжного форуму Т. 7*. Харків: ХНУРЕ. 2023. С.80-81.

31. Полозова О.О. Порівняльний аналіз трекінгових систем в проєктному менеджменті. *Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті: тези доповідей 29-го Міжнародного молодіжного форуму (16–19 квітня 2025 р.)*. Харків: ХНУРЕ, 2025. Т. 7. С. 119-121.