

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютерних технологій
(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Розроблення CRM для вибору сенсорів і виконавчих механізмів
складської логістики
(тема)

Виконав:
здобувач 4 року навчання,
групи АКТСІ -21-2
Олександр КОЛБАСА
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
Освітня програма Системна інженерія
(повна назва освітньої програми)

Керівник Світлана СОТНИК
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
Завідувач кафедри КІТАР

Ігор НЕВЛЮДОВ
(підпис) (власне ім'я, прізвище)

2025 р.

Я, Колбаса Олександр Романович, як здобувач вищої освіти ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Я не використовував штучний інтелект для підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

«19» червня 2025 р

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, representing the name Olexander Kolbasa.

Олександр КОЛБАСА

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ АКТ
Кафедра _____ КІТАР
Рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський)
Спеціальність _____ 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Тип програми _____ Освітньо-професійна
Освітня програма _____ Системна інженерія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

«19» травня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачу _____ Колбасі Олександр Романовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1 Тема роботи _____ Розроблення CRM для вибору сенсорів і виконавчих механізмів складської логістики
- Затверджена наказом по університету від _____ 19.05.2025 р. №391 Ст
- 2 Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 18.06.2025
- 3 Вихідні дані до роботи _____
- 3.1 CRM генерує інтерактивну таблицю з назвами, артикулами, категоріями, підкатегоріями та залишком компонентів. Доступний експорт у PDF
- 3.2 Користувачами CRM-системи є клієнт, менеджер та адміністратор
- 4 Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
- 4.1 Вступ
- 4.2 Аналіз автоматизації інженерного підбору сенсорів і виконавчих механізмів за допомогою CRM-систем
- 4.3 Проектування CRM-системи для підбору компонентів складської логістики
- 4.4 Реалізація та впровадження CRM-системи для підбору компонентів складської логістики
- 4.5 Висновки та перелік джерел посилань
- _____
- _____
- _____

5 Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій

Демонстраційний матеріал, представлений у форматі презентації

PowerPoint (*.ppt) 12 с. формату А4

6 Консультанти розділів роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Строк / терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз автоматизації інженерного підбору сенсорів і виконавчих механізмів за допомогою CRM-систем	17.11.2024	Виконано
2	Проектування CRM-системи для підбору компонентів складської логістики	03.12.2024	Виконано
3	Реалізація та впровадження CRM-системи для підбору компонентів складської логістики	07.03.2025	Виконано
4	Аналіз стійкості CRM-системи для підбору компонентів складської логістики	20.03.2025	Виконано
5	Висновки та перелік джерел посилань.	17.06.2025	Виконано

Дата видачі завдання 15.11.2024

Здобувач

(підпис)

Олександр КОЛБАСА

(власне ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

доц. Світлана СОТНИК

(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 108 с., 1 табл., 58 рис., 3 дод., 17 джерел.

CRM-СИСТЕМА, СКЛАДСЬКА ЛОГІСТИКА, СЕНСОРИ, ВИКОНАВЧІ МЕХАНІЗМИ, ПІДБІР КОМПОНЕНТІВ, ІНТЕРФЕЙС, ЗАМОВЛЕННЯ, БАЗА ДАНИХ, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ.

У пояснювальній записці описано створення CRM-системи для автоматизованого підбору сенсорів і виконавчих механізмів у сфері складської логістики.

Мета роботи – підвищення ефективності підбору сенсорів і виконавчих механізмів за рахунок використання штучного інтелекту.

Об'єкт розробки – процес вибору обладнання в складських системах.

Предмет розробки – CRM-система для вибору сенсорів і виконавчих механізмів.

У першому розділі розглянуто сучасний стан автоматизації складських процесів і потребу в спеціалізованому програмному забезпеченні для інженерних завдань.

У другому розділі подано архітектуру системи, визначено функціональні модулі, алгоритми взаємодії користувачів та обґрунтовано вибір технологій (Python, Django, PostgreSQL).

У третьому розділі реалізовано інтерфейси, каталог компонентів, AI-помічник, замовлення, аналітику й чат. Забезпечено зручність користування, швидкий підбір компонентів і ефективну взаємодію між клієнтом і менеджером.

Результатом стало створення зручного цифрового інструменту, що скорочує час і мінімізує помилки в логістиці.

ABSTRACT

Explanatory note: 108 pp., 1 tab., 58 fig., 3 app., 17 sources.

CRM SYSTEM, WAREHOUSE LOGISTICS, SENSORS, ACTUATORS,
COMPONENT SELECTION, INTERFACE, ORDERS, DATABASE,
ARTIFICIAL INTELLIGENCE.

The explanatory note describes the creation of a CRM system for the automated selection of sensors and actuators in the field of warehouse logistics.

The purpose of the work is to improve the efficiency of selecting sensors and actuators through the use of artificial intelligence.

The object of development is the selection of equipment for warehouse systems.

The subject of development is a CRM system that ensures the selection of technical components in logistics, considering technical parameters and specifications.

The first chapter examines the current state of warehouse automation and the need for specialized software for engineering tasks.

The second chapter presents the system architecture, defines functional modules, user interaction algorithms, and justifies the choice of technologies (Python, Django, PostgreSQL).

The third chapter describes the implementation of interfaces, component catalog, AI assistant, orders, analytics, and chat. The system ensures ease of use, fast component selection, and effective interaction between client and manager.

As a result, a convenient digital tool was created that reduces time and minimizes errors in logistics.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень	9
Вступ	10
1 Аналіз автоматизації інженерного підбору сенсорів і виконавчих механізмів за допомогою CRM-систем	12
1.1 Поняття та роль CRM-системи у промисловій логістиці	12
1.2 Огляд сучасних CRM-систем.....	14
1.3 Аналіз обмежень сучасних CRM-систем	16
2 Проектування CRM-системи для підбору компонентів складської логістики.....	19
2.1 Визначення вимог до CRM-системи підбору сенсорів та виконавчих механізмів.....	19
2.2 Розробка архітектури CRM-системи.....	20
2.3 Розробка алгоритмів роботи CRM-системи.....	22
3 Реалізація та впровадження CRM-системи для підбору компонентів складської логістики.....	35
3.1 Проектування бази даних компонентів складської логістики.....	35
3.2 Опис розмежування прав і доступу користувачів CRM-системи.....	40
3.3 Особливості інтерфейсу розробленої CRM-системи.....	46
3.4 Розробка серверної частини проєкту.....	66
3.5 Експериментальна частина перевірки коректності логіки CRM-системи.....	73
3.6 Розрахунок надійності CRM-системи.....	77
3.7 Аналіз стійкості CRM-системи для підбору компонентів складської логістики.....	78
3.8 Охорона праці	81
Висновки	83

	8
Перелік посилань	85
Додаток А Апробація результатів кваліфікаційної роботи	88
Додаток Б Лістинг програми Python	98
Додаток В Демонстраційний матеріал	107

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БД – база даних;
КІТ – комп’ютерно-інтегровані технології;
ПК – персональний комп’ютер;
ІІІ – штучний інтелект;
AI – artificial intelligence;
CRUD – create, read, update, delete;
CSV – comma-separated values;
GUI – graphical user interface;
HTML – hypertext markup language;
HTTP – hypertext transfer protocol;
IDE – integrated development environment;
JSON – JavaScript object notation;
LLM – large language model;
ORM – object-relational mapping;
PDF – portable document format;
PNG – portable network graphics;
REST – representational state transfer;
URL – uniform resource locator;
UX – user experience.

ВСТУП

У сучасних умовах цифровізації та зростання вимог до ефективності виробничих і логістичних процесів дедалі більшої актуальності набувають системи управління взаємодією з клієнтами – CRM-системи. Вони дозволяють не лише підтримувати комунікацію з замовниками, а й інтегрувати процеси підбору технічного обладнання, контролю виконання замовлень та управління ресурсами підприємства.

Особливо важливим є використання CRM у галузі автоматизованої складської логістики, де точність вибору сенсорів і виконавчих механізмів безпосередньо впливає на безперервність виробництва, оптимізацію витрат і загальну ефективність функціонування системи. Ручний підбір компонентів часто супроводжується помилками, затримками та надлишковими витратами. Це обумовлює необхідність впровадження спеціалізованих інструментів, здатних автоматизувати ці процеси.

CRM-системи у виробничій сфері використовуються для управління замовленнями, супроводу клієнтів, аналізу виробничих потреб, а також інтеграції з внутрішніми обліковими та технічними системами. Вони сприяють підвищенню прозорості операцій, скороченню часу на ухвалення рішень та покращенню взаємодії між технічними спеціалістами й відділом продажів.

Актуальність даної кваліфікаційної роботи бакалавра полягає в необхідності створення CRM-системи для автоматизованого підбору сенсорів і виконавчих механізмів із урахуванням технічних характеристик, умов експлуатації та специфіки логістичних задач. Така система має поєднувати зручний інтерфейс, гнучкий механізм фільтрації, інтелектуального помічника та модулі управління складом і замовленнями, що дозволяє підвищити продуктивність виробництва і точність технічних рішень.

Мета роботи – Підвищення ефективності підбору сенсорів і виконавчих механізмів за рахунок використання штучного інтелекту.

Об’єкт розробки – процес вибору обладнання в складських системах.

Предмет розробки – CRM-система для вибору сенсорів і виконавчих механізмів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- огляд сучасних CRM-систем;
- аналіз обмежень сучасних CRM-систем;
- визначення вимог до CRM-системи підбору сенсорів та виконавчих механізмів;
- розробка архітектури CRM-системи підбору сенсорів та виконавчих механізмів;
- розробка алгоритмів роботи CRM-системи;
- проєктування бази даних компонентів складської логістики;
- опис розмежування прав і доступу користувачів CRM-системи;
- особливості інтерфейсу розробленої CRM-системи;
- розробка серверної частини проєкту;
- експериментальна частина перевірки коректності логіки CRM-системи.

Кваліфікаційна робота виконана згідно ДСТУ 3008 – 15 [1] та керуючись навчальним посібником з кваліфікаційної роботи бакалавра [2] та методичними вказівками [3].

Отримані результати роботи можна віднести до Цілі сталого розвитку 9 “Промисловість, інновації та інфраструктура”, а саме п. 9.4 “Сприяти 12 прискореному розвитку високо- та середньо-високотехнологічних секторів переробної промисловості, які формуються на основі використання ланцюгів «освіта – наука – виробництво» та кластерного підходу за напрямками: розвиток інноваційної екосистеми”, індикатор 9.4.1.

За результатами роботи було опубліковано тези доповіді у збірнику університету [4].

1 АНАЛІЗ АВТОМАТИЗАЦІЇ ІНЖЕНЕРНОГО ПІДБОРУ СЕНСОРІВ І ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ ЗА ДОПОМОГОЮ CRM-СИСТЕМ

1.1 Поняття та роль CRM-системи у промисловій логістиці

CRM-системою (Customer Relationship Management) можна назвати програму або комплекс програм, які потрібні підприємству для того, щоб зручно зберігати всю інформацію про своїх клієнтів і партнерів. Також зберігання інформації про обладнання, яке використовується у виробництві чи на складі. Така система допомагає навести порядок у всіх даних, а саме від першого контакту з клієнтом чи постачальником і до завершення угоди або проєкту.

Крім того, CRM-система дозволяє швидко знаходити потрібні дані, контролювати всі етапи процесів та приймати рішення більш впевнено й безпомилково. Завдяки зручному пошуку і впорядкуванню всієї інформації спеціалісти можуть за лічені хвилини дізнатися, які саме сенсори чи виконавчі механізми потрібні для конкретного завдання.

Така технологія допомагає уникати помилок, які часто трапляються, якщо працювати «по пам'яті» або коли вся інформація розкидана у різних файлах та документах. Наприклад, інженери можуть одразу бачити, які саме технічні характеристики потрібні для певного обладнання, чи сумісне воно з уже встановленими компонентами, а також які є альтернативні варіанти. Менеджери, у свою чергу, отримують можливість бачити загальну картину про всі проєкти та замовлення, щоб ефективно розподіляти ресурси та планувати подальші кроки.

Завдяки цьому інженери, логісти та менеджери працюють швидше та ефективніше, адже їм не потрібно витрачати час на пошуки потрібної інформації або з'ясування, хто і за що відповідає. Усе це допомагає знизити навантаження на працівників і зменшити ризик виникнення

помилки, які можуть коштувати дорого у промисловості. У результаті все підприємство стає більш організованим, продуктивним і здатним краще пристосовуватися до потреб замовників чи змін на ринку.

У промислових компаніях CRM-системи використовуються дещо інакше, ніж у класичних торгових фірмах. В другому випадку основна увага зазвичай приділяється управлінню продажами, контактами з клієнтами та супроводом замовлень. У виробничому середовищі CRM-системи виконують більш комплексну роль, оскільки тут важливо враховувати не просто комерційну інформацію, а й безліч технічних аспектів, пов'язаних із функціонуванням обладнання.

Зокрема, у промислових компаніях основна увага приділяється детальному обліку технічних характеристик кожного компонента, що використовується у виробництві чи в логістичних процесах. Це пов'язано з тим, що інженерам і технічним фахівцям доводиться працювати з великою кількістю специфічної інформації, наприклад: температурні режими роботи сенсорів, їхні граничні навантаження, ступінь захисту від пилу та вологи, швидкість реакції або частота оновлення даних. Такі деталі критично важливі для правильного функціонування обладнання, особливо в умовах промислового виробництва, де навіть невелика похибка може призвести до простоїв або порушень у роботі всього комплексу.

Ще однією важливою особливістю є необхідність збереження у системі специфічних параметрів кожного сенсора чи виконавчого механізму, які визначають, наскільки добре вони підходять для певного середовища експлуатації. Наприклад, одні сенсори працюють тільки при певній температурі, інші здатні функціонувати навіть у складних умовах при підвищених температурах або вологості. Завдяки CRM-системі всі ці дані фіксуються в єдиній базі, що значно полегшує процес відбору оптимального варіанта.

У результаті CRM-система у промисловій логістиці перетворюється з простого інструмента для зберігання контактів чи обліку історії замовлень на

справжню базу знань, яка містить усі необхідні дані про технічні характеристики обладнання та компонентів, що використовуються на підприємстві. Це важливо, тому що дозволяє створити повноцінний інформаційний простір, у якому працівники різних відділів мають доступ до детальної інформації про кожен компонент системи.

Такий підхід дуже цінний у тих моментах, коли потрібно швидко знайти і порівняти різні варіанти обладнання. Крім того, такий підхід допомагає знизити ризик помилок, які можуть виникнути через неточність даних або їх відсутність у потрібний момент. Завдяки CRM-системі всі параметри фіксуються та регулярно оновлюються, що дозволяє приймати більш обґрунтовані та впевнені рішення. У результаті весь процес, від проєктування обладнання до його встановлення і запуску зокрема, відбувається набагато швидше і ефективніше. Це дуже сильно економить час, підвищує загальну якість і надійність роботи для виробничих, складських комплексів, роблячи їх більш стійкими до змін у виробничому середовищі чи до потреб клієнтів. CRM-системи у промисловому середовищі широко досліджуються у науковій літературі, зокрема їх застосування у логістиці та інженерії розглянуто в [5-7].

1.2 Огляд сучасних CRM-систем

Сучасний ринок CRM-систем пропонує широкий вибір рішень, які здатні задовольнити потреби бізнесу у веденні замовлень, обліку контактів та організації маркетингових кампаній. Такі платформи, як Salesforce, Microsoft Dynamics 365 чи Bitrix24, вже давно стали стандартом у багатьох галузях, де потрібна швидка обробка інформації про клієнтів і управління замовленнями. Їхні можливості дозволяють зручно зберігати всі дані про клієнтів, відстежувати статуси угод та навіть проводити маркетингові дослідження для підвищення ефективності продажів.

Проте, коли йдеться про промислову логістику та підбір технічних компонентів, таких як сенсори чи виконавчі механізми, ці CRM-рішення часто не відповідають специфічним вимогам. У промисловому середовищі основним завданням стає не просто управління замовленнями, а точний облік обладнання з урахуванням його технічних характеристик, умов експлуатації, можливості інтеграції з іншими компонентами та сумісності зі специфічними технологічними процесами. Дані про такі компоненти зазвичай мають складну структуру, часто оновлюються, а отже, потребують особливого підходу до зберігання та обробки.

Недоліки більшості сучасних CRM-рішень полягають у тому, що вони не мають необхідного функціоналу для глибокої технічної роботи. Зокрема, відсутні можливості створення розширених карток обладнання з детальними параметрами, таких як температурні діапазони роботи, точність вимірювання чи швидкість реагування. Також обмеженими є можливості фільтрації компонентів за специфічними інженерними критеріями та формування рекомендацій для підбору потрібних сенсорів чи механізмів. Це значно ускладнює роботу інженерів і логістів, які змушені звертатися до додаткових інструментів. Зокрема, вести великі таблиці в Excel або працювати з окремими базами даних, що не завжди інтегруються з CRM. Усе це уповільнює процес підбору обладнання, підвищує ризик помилок і створює труднощі під час передачі інформації між підрозділами.

Варто також звернути увагу на такі системи, як KeyCRM. Хоча ця платформа спочатку створювалася переважно для електронної комерції, вона демонструє певну гнучкість і здатність до адаптації під потреби промислових підприємств та логістичних процесів. Завдяки модульній архітектурі KeyCRM може інтегруватися з додатковими модулями, що відповідають за технічний облік або аналітику. Проте навіть ці можливості часто потребують суттєвого доопрацювання та налаштування, щоб урахувати специфіку інженерного підбору і створити дійсно зручне робоче середовище для

спеціалістів. Такий підхід підтверджується й у сучасних дослідженнях [8; 9], які аналізують архітектуру та обмеження популярних веб-рішень.

Таким чином, проведений аналіз свідчить, що існуючі CRM-рішення, попри свою потужність у сфері обліку контактів і управління замовленнями, не враховують особливостей промислової логістики та завдань інженерного підбору обладнання. Це створює необхідність у розробці власної CRM-системи, яка б відповідала таким вимогам: можливість зберігати детальні технічні характеристики сенсорів і виконавчих механізмів, швидкий пошук і порівняння параметрів за заданими критеріями, формування рекомендацій для інженерів, а також інтеграція з іншими виробничими процесами.

1.3 Аналіз обмежень сучасних CRM-систем

Автоматизація процесу підбору сенсорів і виконавчих механізмів у промисловій логістиці є дуже важливим чинником, який безпосередньо впливає на підвищення ефективності роботи підприємства та зменшення витрат часу, особливо на етапах проєктування, монтажу та експлуатації складських і виробничих комплексів. Такий процес завжди передбачає врахування великої кількості технічних характеристик кожного компонента, включаючи їхню сумісність, параметри роботи, умови експлуатації та обмеження, які можуть виникнути в конкретних виробничих умовах. Крім того, необхідно враховувати взаємодію між різними компонентами, адже саме від правильного підбору й комбінування обладнання залежить безперебійність роботи всього комплексу.

У зв'язку з такою складністю виникає потреба у використанні сучасних інформаційних систем, які могли б не лише зберігати всю цю інформацію, а й швидко обробляти її, формуючи обґрунтовані рішення для інженерів. Саме тому дедалі частіше виникає інтерес до CRM-систем, які спочатку використовувалися переважно у сфері торгівлі для управління відносинами з

клієнтами. З часом такі системи почали показувати свій потенціал і для інженерних завдань.

CRM-системи надають досить зручні засоби для організації бази даних технічних компонентів, ведення історії їх використання та пошуку потрібного обладнання. Вони дозволяють налаштовувати різні фільтри, щоб інженер міг швидко знайти необхідні сенсори або виконавчі механізми для свого проєкту. Такі можливості дійсно допомагають частково автоматизувати процес підбору компонентів, економлячи час та зменшуючи кількість ручної роботи, яку виконує інженер чи логіст.

Проте проведений аналіз показав, що автоматизація інженерного підбору за допомогою сучасних CRM-рішень зазвичай обмежується базовими функціями пошуку та фільтрації. У більшості таких систем відсутні спеціалізовані алгоритми, які могли б враховувати всі складні умови експлуатації обладнання, залежності між різними характеристиками чи потребу в точній інтеграції з іншими компонентами складської логістики. У результаті інженерам все одно доводиться покладатися на власний досвід, знання та окремі зовнішні інструменти (наприклад, власні таблиці або додаткові програми), а не на повноцінну підтримку з боку інформаційної системи.

Ще одним обмеженням є те, що існуючі CRM-рішення зазвичай не дозволяють гнучко налаштовувати критерії відбору технічних компонентів або формувати рекомендації для конкретного застосування в умовах певного проєкту. Це суттєво звужує можливості автоматизації процесу інженерного підбору і знижує загальну продуктивність інженерної роботи. Працівники витрачають більше часу на перевірку сумісності компонентів та пошук необхідної інформації вручну, що може уповільнити весь процес реалізації проєкту.

Незважаючи на те, що сучасні CRM-системи мають певні можливості для зберігання й обробки даних про технічні компоненти, їхній потенціал для повноцінної автоматизації підбору сенсорів та виконавчих механізмів

залишається обмеженим. Це ще раз підкреслює необхідність створення CRM-системи, яка буде враховувати особливості інженерної роботи та відповідати сучасним вимогам промислової логістики. Така система має не лише зберігати дані, а й активно допомагати інженерам приймати технічно обґрунтовані рішення, адаптуючись до умов інтелектуального виробництва та принципів децентралізованого управління технологічними процесами [10].

2 ПРОЕКТУВАННЯ CRM-СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДБОРУ КОМПОНЕНТІВ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ

2.1 Визначення вимог до CRM-системи підбору сенсорів та виконавчих механізмів

На основі проведеного аналізу та з урахуванням виявлених недоліків сучасних CRM-систем були сформульовані ключові вимоги до CRM-системи, яка повинна забезпечувати підбір сенсорів та виконавчих механізмів з максимальною точністю та швидкістю. Головна мета такої системи полягає не лише у збереженні всієї необхідної інформації про технічні компоненти (сенсори та виконавчі механізми), а й у створенні зручного середовища для інженерів та логістів, де вони можуть оперативно знаходити потрібні компоненти для конкретних умов експлуатації й виконання завдань складської та виробничої логістики [11].

По-перше, система повинна мати інтуїтивно зрозумілий і зручний інтерфейс. Це важливо, оскільки інженери та логісти не завжди мають багато часу на вивчення нових програм та це все має працювати швидко та без потреби у додатковому навчанні. Інтерфейс повинен передбачати можливість швидкого введення нових даних про сенсори та виконавчі механізми, їхнє редагування і регулярне оновлення в базі даних. Це особливо актуально у зв'язку з постійними змінами в характеристиках компонентів та появою нових моделей.

По-друге, необхідно реалізувати функціонал пошуку та фільтрації, щоб користувач міг швидко знайти потрібні компоненти.

Ще одним важливим аспектом є можливість системи зберігати історію вибору компонентів та його подальшого використання [12]. Це не просто журнал – це джерело знань, яке допомагає інженерам і логістам враховувати попередній досвід. Наприклад, якщо певний сенсор уже використовувався у

схожих умовах, працівник зможе легко знайти цю інформацію і спиратися на неї у своїй роботі. Це значно знижує ймовірність повторення помилок і допомагає вдосконалювати процеси підбору.

Крім того, сучасна CRM-система для підбору технічних компонентів повинна бути сумісною з іншими інформаційними системами, які використовуються на підприємстві. Це можуть бути ERP-системи, що відповідають за облік ресурсів, або SCADA-системи для моніторингу технологічних процесів. Така сумісність дозволить забезпечити повноцінний обмін даними між підрозділами підприємства та уникнути дублювання інформації, що підвищує точність і оперативність у роботі.

Таким чином, CRM-система, розроблена в межах цієї кваліфікаційної роботи бакалавра, повинна не лише виконувати роль сховища даних, а й стати справжнім інструментом підтримки інженерних рішень. Завдяки цьому можна буде значно підвищити ефективність роботи складу, а також зменшити час, необхідний для підбору оптимальних рішень. Це має особливе значення у сучасних умовах виробництва та логістики, коли швидкість і точність рішень безпосередньо впливають на конкурентоспроможність підприємства та його можливість швидко адаптуватися до нових вимог ринку.

2.2 Розробка архітектури CRM-системи

У процесі проєктування CRM-системи для автоматизованого підбору сенсорів і виконавчих механізмів у галузі складської логістики було сформульовано загальні вимоги до її архітектури, що враховують принципи масштабованості, модульності, підтримуваності та безпеки [13]. З урахуванням цих вимог було прийнято рішення реалізувати архітектуру системи на основі класичної трирівневої моделі, яка забезпечує чітке логічне розмежування між рівнем представлення, бізнес-логікою та рівнем зберігання даних. Такий підхід дозволяє ефективно організувати обробку

запитів, централізовано управляти даними й забезпечити гнучкість у розширенні функціоналу. Розроблена структурна схема архітектури наведена на рисунку 2.1.

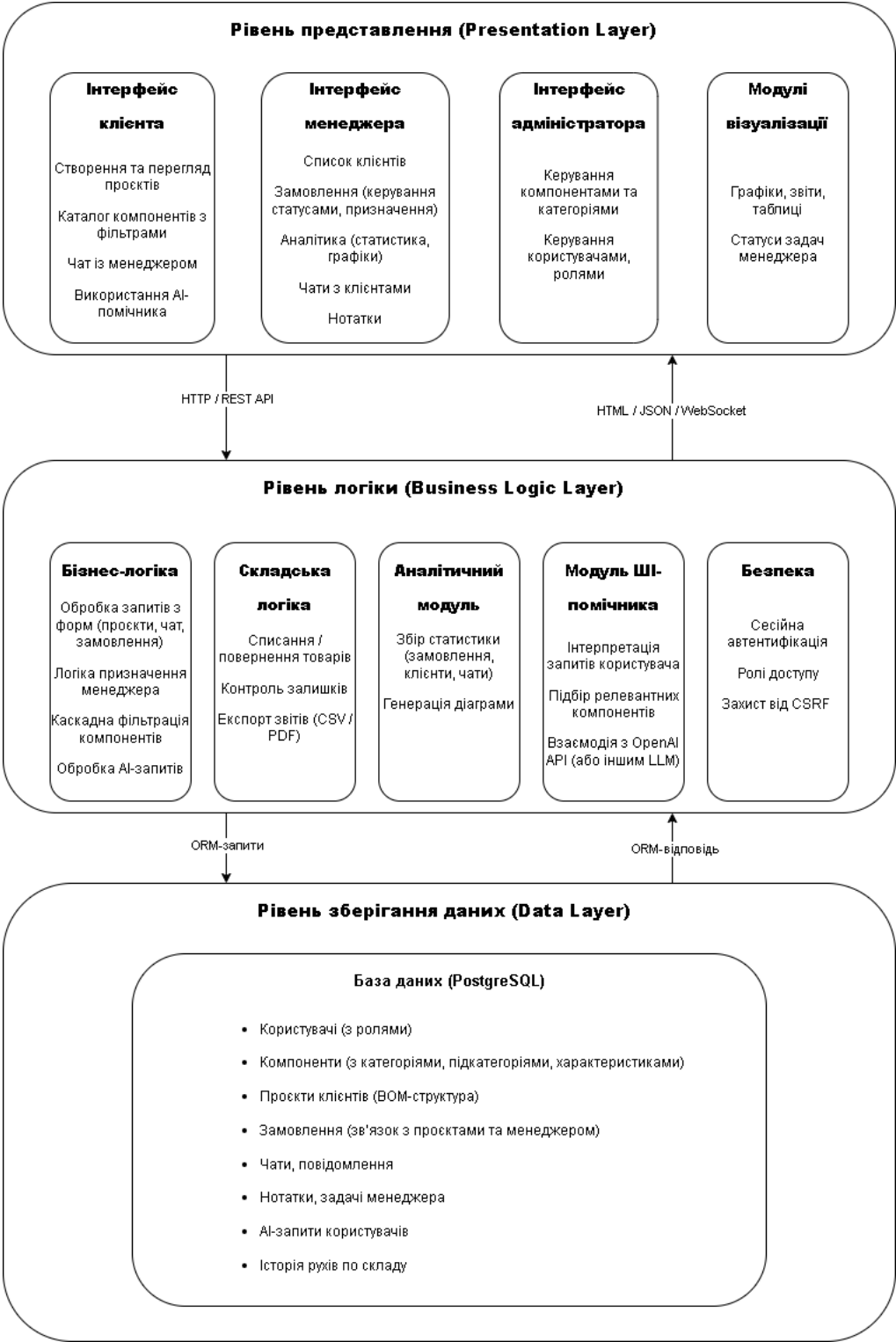


Рисунок 2.1 – Архітектура CRM-системи з тривірневою логічною структурою

Архітектурна модель складається з трьох функціонально незалежних рівнів: представлення, логіки та зберігання даних. Комунікація між ними здійснюється за допомогою протоколів HTTP та WebSocket із використанням формату даних JSON, а для доступу до бази даних застосовується ORM-технологія).

На рівні представлення реалізовано окремі інтерфейси для клієнта, менеджера та адміністратора. Користувачі мають змогу працювати з проєктами, здійснювати підбір компонентів, застосовувати фільтрацію за параметрами, використовувати ШІ-помічник, переглядати аналітичні дані та взаємодіяти через чат. Адміністративна панель включає функції управління ролями та номенклатурою компонентів.

Рівень логіки системи забезпечує обробку бізнес-запитів, включаючи керування замовленнями, реалізацію фільтраційних механізмів, формування аналітики, а також обробку запитів до ШІ-модуля, який формує технічні рекомендації. Передбачено логіку взаємодії зі складом (контроль залишків, списання, повернення) та систему ролей доступу з урахуванням політик безпеки.

На рівні зберігання даних усі структуровані дані зберігаються в реляційній базі PostgreSQL. У ній міститься інформація про користувачів, проєкти, компоненти з технічними характеристиками, замовлення, повідомлення, нотатки, історію рухів компонентів і запити до ШІ. Рівні системи пов'язані між собою узгодженими каналами взаємодії, що гарантує цілісність і логічну єдність усіх процесів.

2.3 Розробка алгоритмів роботи CRM-системи

Впровадження CRM-системи для складської логістики передбачає чітку регламентацію дій користувача на кожному з етапів взаємодії з системою. Першим ключовим алгоритмом, реалізованим у межах архітектури, є механізм автентифікації та авторизації (рис. 2.2). Його

функціональність зводиться до контролю доступу до інформаційних та функціональних модулів відповідно до ролі користувача.

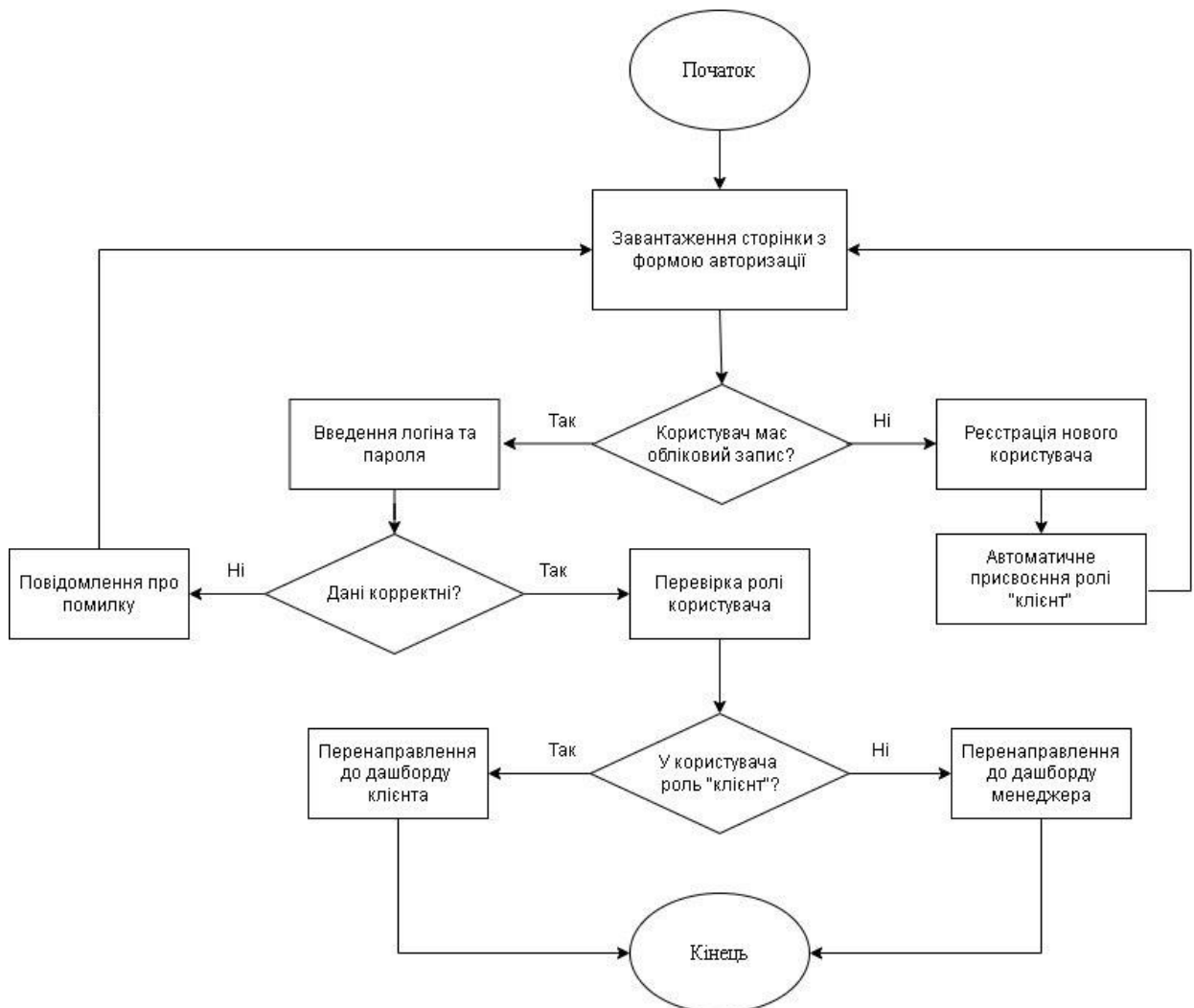


Рисунок 2.2 – Алгоритм авторизації та реєстрації користувача у CRM-системі

Після ініціалізації сесії здійснюється завантаження сторінки з формою авторизації. Користувач обирає дію – введення облікових даних або перехід до реєстрації. Якщо обліковий запис відсутній, система відкриває форму реєстрації нового користувача та автоматично присвоює йому роль «клієнт». Така логіка дозволяє автоматизувати створення базових облікових записів без необхідності участі адміністратора.

У процесі введення логіна й пароля запускається механізм перевірки їхньої коректності. У разі помилкового введення система повідомляє про помилку та повертає користувача на попередній етап. У випадку успішної

перевірки відбувається визначення ролі користувача. Якщо роль відповідає типу «клієнт», система перенаправляє на клієнтський дашборд. Якщо встановлено роль «менеджер», відкривається відповідний інтерфейс керування.

Логіка взаємодії клієнта з каталогом компонентів (рис. 2.3) побудована за принципом послідовного наповнення проєкту відповідними технічними компонентами.

Ініціація процесу починається з відкриття каталогу, де доступні всі компоненти з фільтрами за категоріями, підкатегоріями та брендами. Додатково реалізовано текстовий пошук, що забезпечує точну і швидку навігацію в межах асортименту.

Після відображення релевантних компонентів користувач переходить до перегляду картки обраного компоненту, де представлено технічні характеристики та зображення.

Рішення про додавання компоненту супроводжується перевіркою наявності проєктів у системі. Якщо такі вже створено, пропонується вибір одного з них.

У разі відсутності проєктів запускається створення нового, який автоматично прив'язується до поточного користувача.

Далі відбувається додавання обраного компонента та зазначення його кількості, що є важливим для подальшої аналітики й логістичного планування.

Після фіксації одного компоненту система надає можливість продовжити роботу з каталогом і включити до проєкту інші компоненти. У разі якщо користувач не бажає додавати більше компонентів, процес завершується зі збереженням поточної структури проєкту, яка надалі використовується для оформлення замовлення або ініціації діалогу з менеджером.

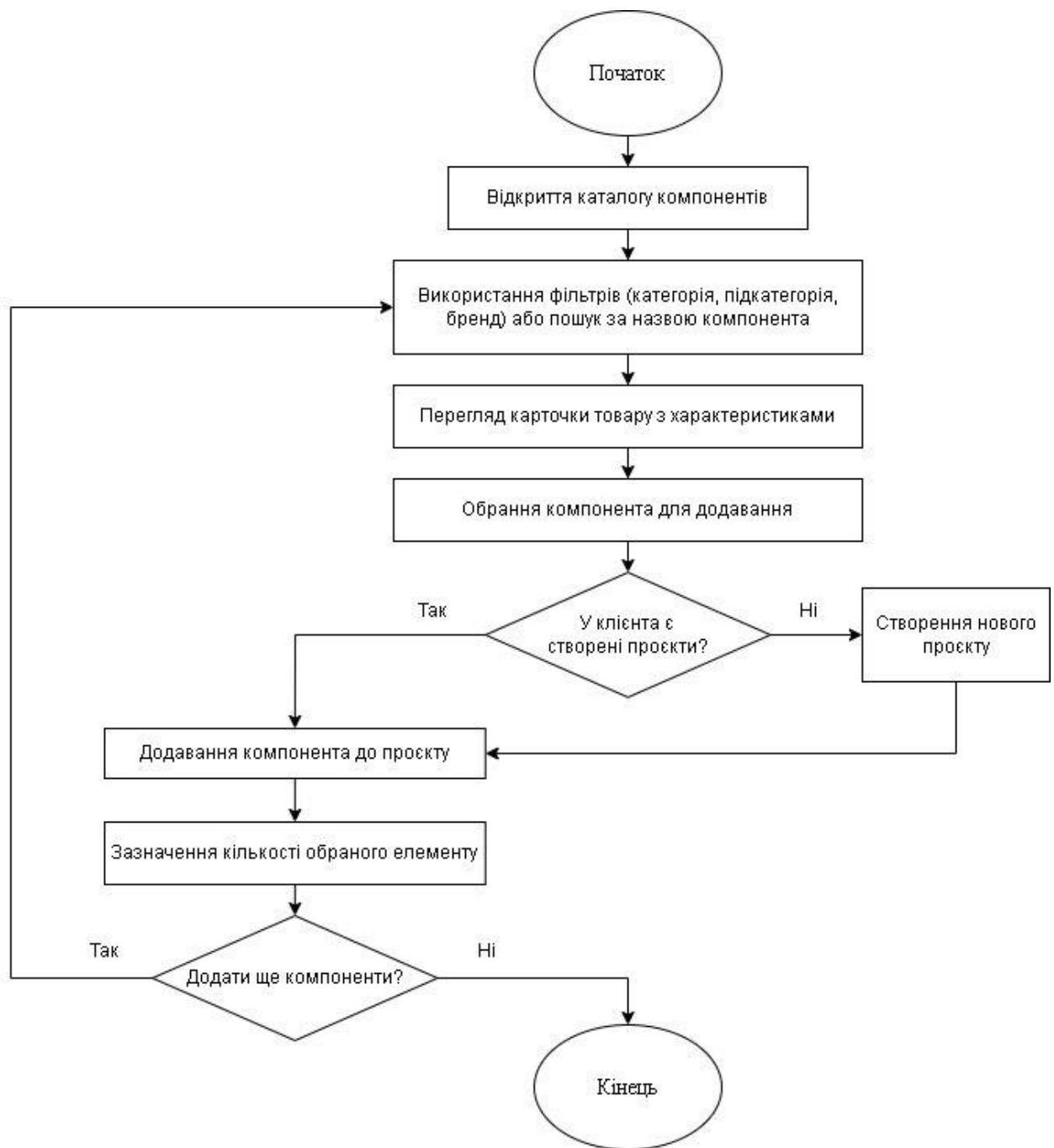


Рисунок 2.3 – Алгоритм вибору компонентів із каталогу та формування технічного складу проєкту

Розроблений алгоритм роботи інтелектуального помічника (рис. 2.4) забезпечує взаємодію клієнта із системою у формі запит-відповідь з метою отримання релевантних технічних рекомендацій щодо підбору сенсорів і виконавчих механізмів. Послідовність реалізації цього процесу охоплює повний цикл обробки текстового звернення користувача, перевірку його

релевантності, виконання внутрішнього логічного аналізу та формування результату.

Клієнт ініціює роботу помічника, активуючи відповідну кнопку у каталозі компонентів. На цьому етапі активується поле введення, куди користувач вписує запит у довільній формі.

Після натискання кнопки відправлення система фіксує текст та передає його до модуля обробки.

Запит аналізується на предмет належності до сфери складської логістики.

Якщо запит визнано нерелевантним, клієнту виводиться текстове повідомлення про обмеження функціоналу.

У разі релевантності запиту активується алгоритм, який виконує аналіз змісту звернення з позиції технічної доцільності. Визначаються ключові терміни, умови експлуатації, особливості монтажу, температурний або вологісний режим. Після цього виконується пошук відповідних компонентів у каталозі.

Алгоритм зіставляє параметри запиту з характеристиками компонентів у базі даних та генерує текстову відповідь, яка містить рекомендовані моделі разом з короткими технічними поясненнями та причинно-наслідковими зв'язками між вимогами і вибором.

Після виведення результату система очікує дій клієнта. Якщо рекомендації відповідають очікуванням, алгоритм завершується.

Якщо результат є незадовільним або недостатнім, користувач може повторити звернення до системи. Такий механізм забезпечує ітеративну точність підбору, підвищує ефективність взаємодії клієнта із цифровим асистентом та мінімізує необхідність залучення менеджера на ранньому етапі технічного консультування.

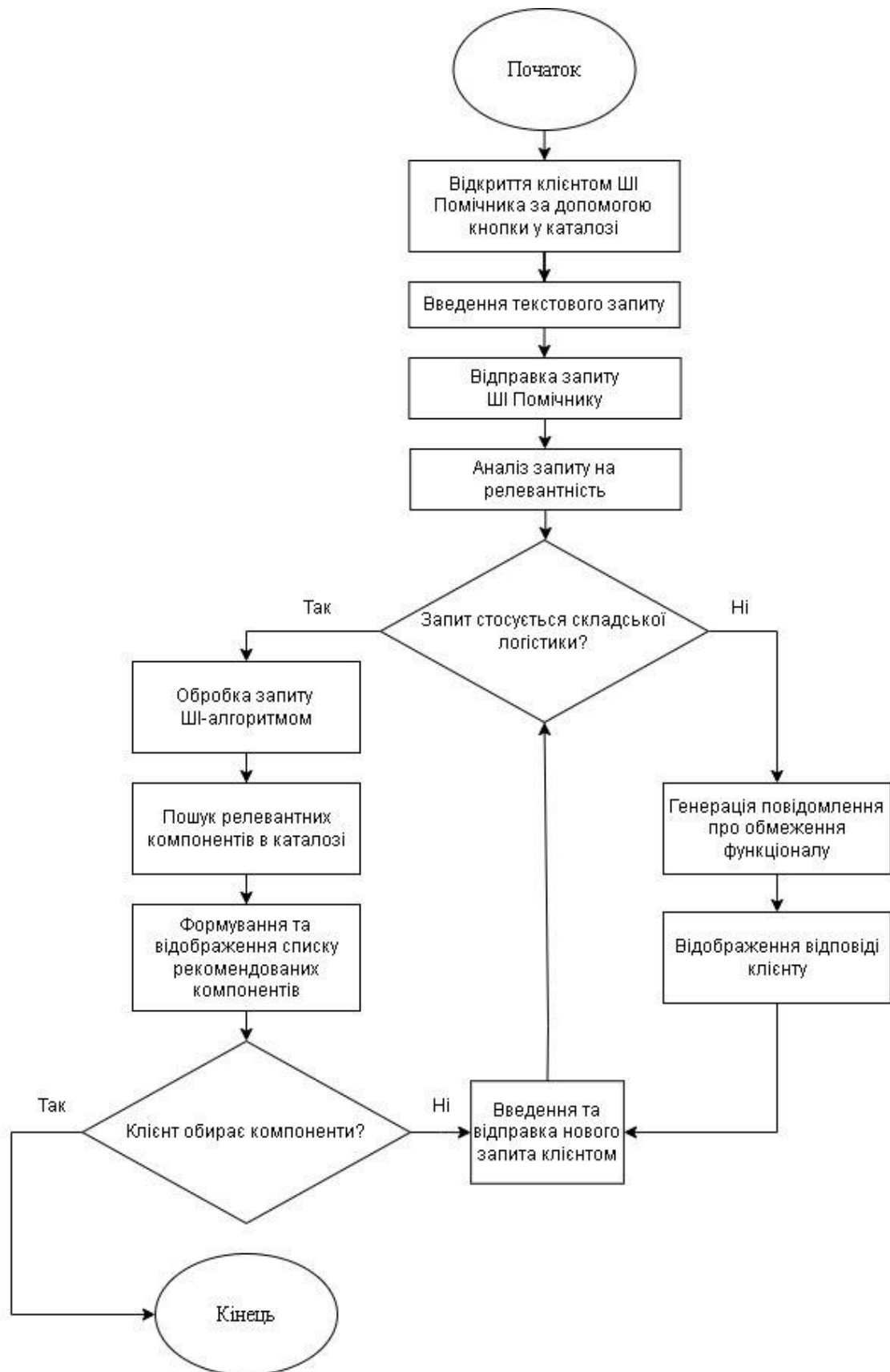


Рисунок 2.4 – Алгоритм обробки запиту клієнта ШІ-помічником у каталозі компонентів

Перейдемо до алгоритму функціонування чату, який реалізовано як динамічний канал комунікації між клієнтом і менеджером, що інтегрується в логіку замовлень і технічного супроводу. Його структура дозволяє фіксувати історію повідомлень, відстежувати статуси діалогів та ініціювати обмін інформацією.

Клієнт переходить до вкладки чату через навігаційне меню, де ініціює створення або продовження діалогу.

Після написання повідомлення воно надсилається системі, яка перевіряє статус діалогу.

Якщо чат раніше було закрито, система автоматично оновлює його статус і переводить у режим активного спілкування. Таке оновлення супроводжується записом повідомлення до загальної історії переписки, що зберігається в базі даних для забезпечення повноти контексту.

Усі чати автоматично впорядковуються за датою останньої активності, що спрощує роботу менеджера.

Надіслане повідомлення додається до історії звернень, зберігається в базі даних і стає доступним для перегляду. Після цього виконується очікування відповіді з боку менеджера.

Якщо відповідь надійшла – взаємодія продовжується. У випадку відсутності відповіді діалог призупиняється, але залишається відкритим і зберігається вся історія обміну повідомленнями.

Такий алгоритм (рис. 2.5) дозволяє забезпечити гнучкий формат комунікації, за якого клієнт може ініціювати звернення в будь-який момент, а система – автоматично активувати чат без участі менеджера. Це мінімізує втрату звернень та підвищує оперативність обслуговування. Крім того, автоматичне оновлення статусу та збереження всієї історії взаємодії забезпечує повну прозорість процесу та дає змогу оперативно повертатися до попередніх діалогів у разі потреби.

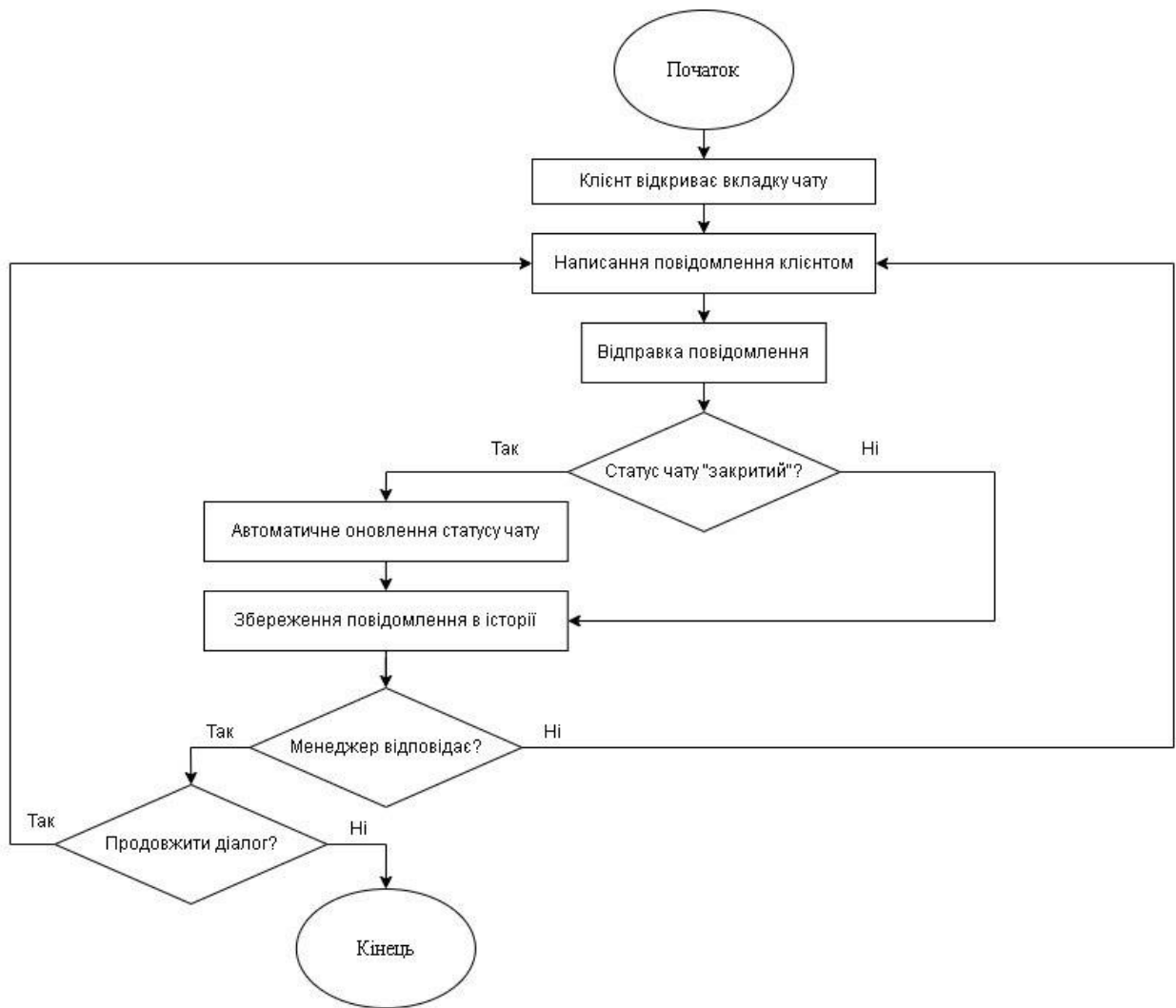


Рисунок 2.5 – Алгоритм роботи чату між клієнтом і менеджером у CRM-системі

Алгоритм оформлення замовлення в CRM-системі (рис. 2.6) розпочинається з взаємодії користувача з вкладкою «Мої проекти». У цій частині інтерфейсу відображається таблиця, що містить перелік наявних проектів із вказанням назв, дат створення та поточних статусів. Користувач може створити новий проект або обрати один із створених проектів, який планується до подальшого оформлення.

Після вибору система відкриває структуру обраного проекту, де міститься перелік компонентів, їх кількість та супутні дані. На цьому етапі реалізується перевірка з боку користувача – якщо потрібно змінити склад, виконується редагування, додаються або видаляються компоненти,

коригується кількість. У разі, якщо зміни не потрібні, користувач переходить до фінального перегляду та натискає кнопку «Оформити замовлення».

Після підтвердження система фіксує замовлення в базі даних, змінює його статус на актуальний «Замовлення сформовано: Нове» і робить його доступним для перегляду менеджером. З цього моменту менеджер отримує повний доступ до даних замовлення, може обробити запит, призначити себе відповідальним і продовжити взаємодію з клієнтом через чат або інші канали системи.

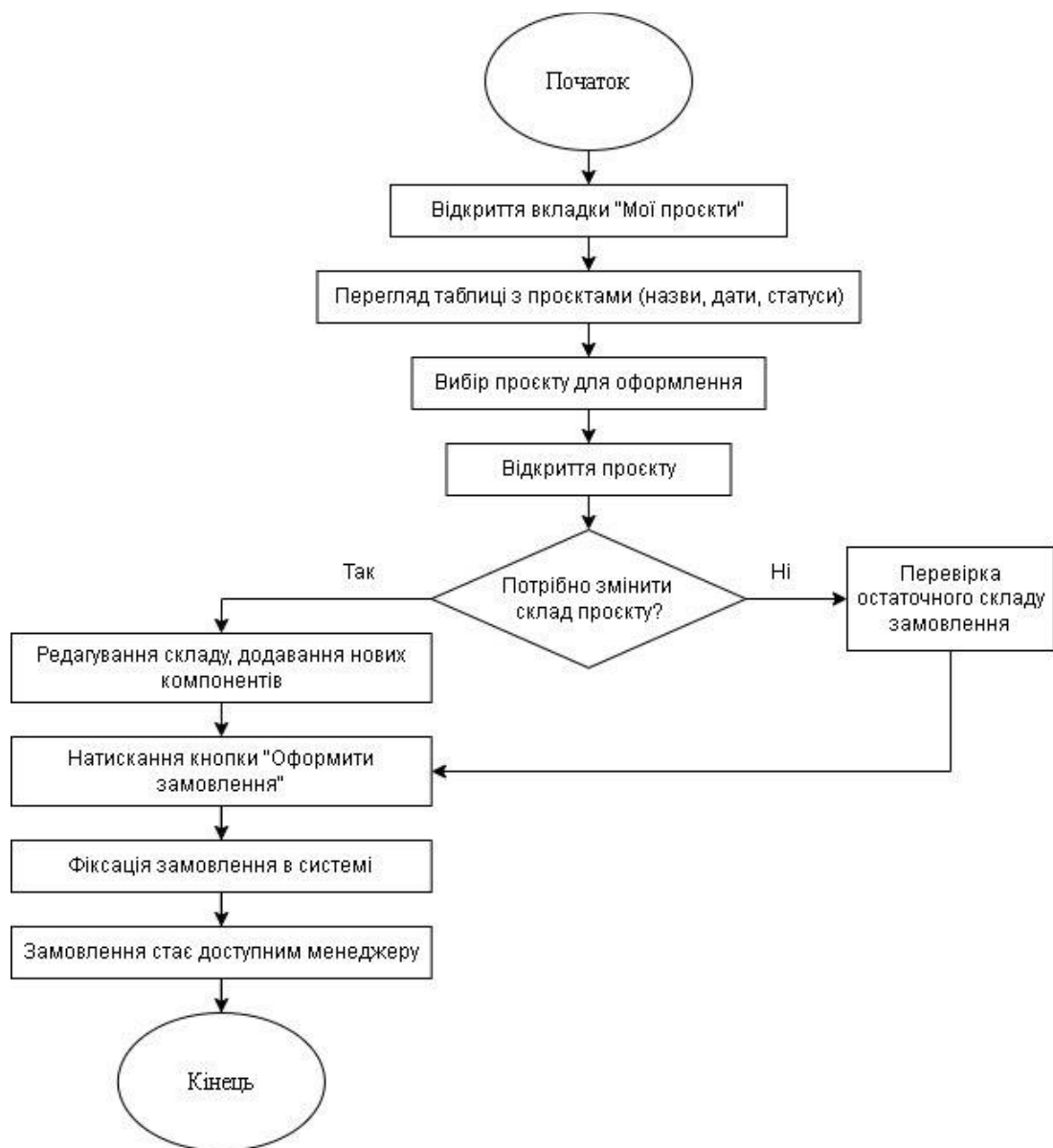


Рисунок 2.6 – Алгоритм оформлення замовлення клієнтом у CRM-системі

Обробка замовлень є ключовим етапом функціонування CRM-системи, оскільки саме вона визначає ефективність взаємодії з клієнтами, своєчасність поставок і точність виконання запитів. Чітко налагоджена процедура обробки замовлень дозволяє уникнути помилок, дублювань та втрати даних, що особливо критично в умовах складської логістики з великою кількістю компонентів.

Алгоритм обробки замовлень менеджером реалізує централізовану логіку керування статусами запитів користувачів після їх оформлення. На початковому етапі передбачено відкриття розділу «Продажі», де менеджеру доступна таблиця з усіма наявними замовленнями. Функціональність цієї таблиці підтримує фільтрацію за статусами, іменами клієнтів, датами та іншими параметрами для швидкої навігації.

Після виконання пошуку менеджер обирає замовлення зі списку, яке ще не має призначеного відповідального. Якщо таке замовлення відсутнє, пошук повторюється до знаходження релевантного запиту без менеджера. При виявленні вільного замовлення система дозволяє призначити поточного менеджера як відповідального, а зміни фіксуються у системі.

Далі відбувається перевірка актуальності замовлення.

У разі, якщо замовлення неактуальне, виконується його скасування без подальших дій. Якщо замовлення потребує обробки, менеджер переходить до перегляду його складу. На цьому етапі оцінюється необхідність внесення змін. Якщо потрібно змінити кількість або склад компонентів, коригування виконується вручну, а оновлення зберігається.

Після завершення редагування менеджер повертається до інтерфейсу списку та виконує зміну статусу. Якщо замовлення потребує доопрацювання, йому присвоюється статус «В роботі».

У випадку, коли всі дії завершено, статус оновлюється на «Виконано». Це рішення фіксується в системі, і замовлення переходить у розділ завершених, стаючи доступним для подальшої роботи модуля складу.

Алгоритм обробки замовлень користувачів менеджером (рис. 2.7).

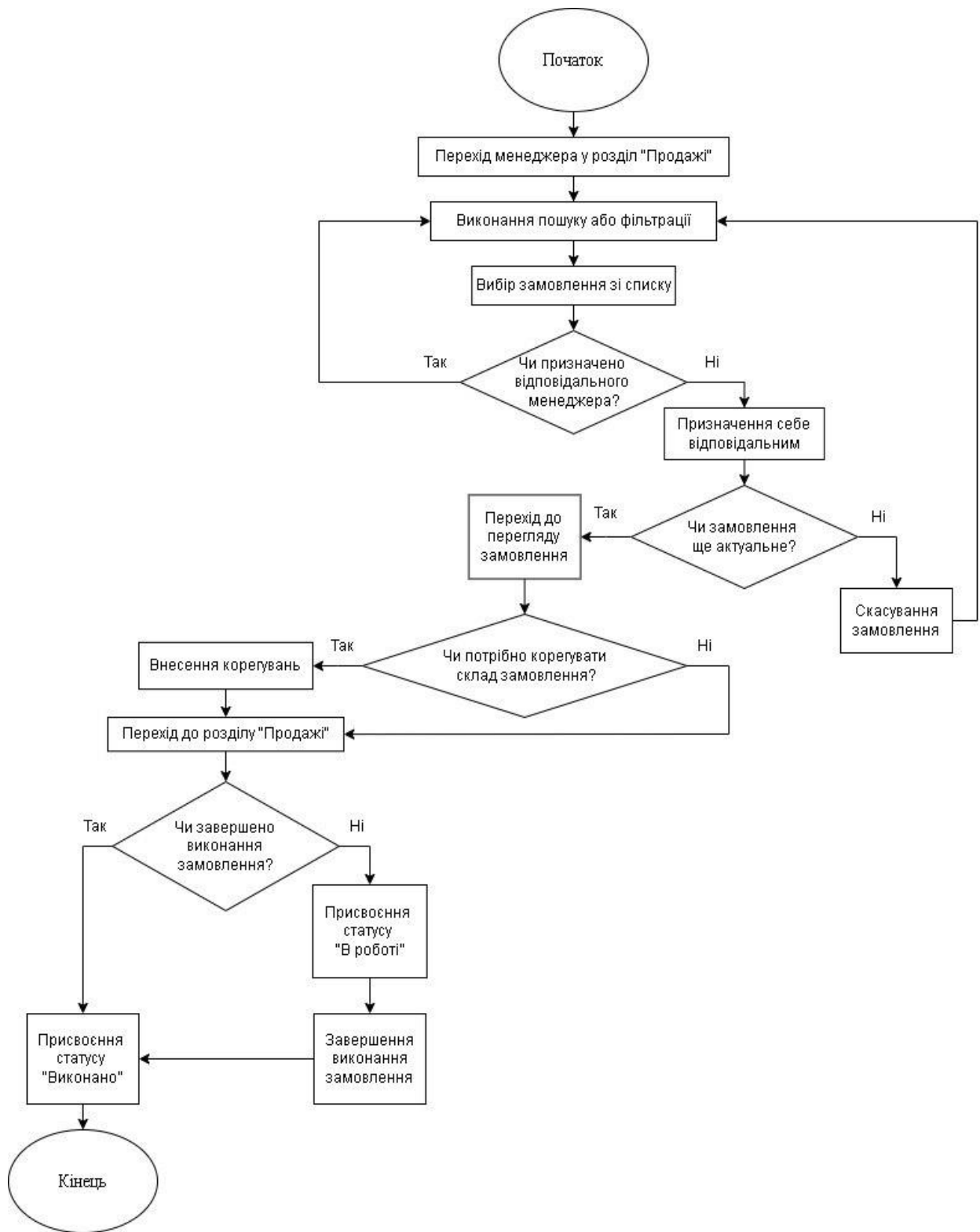


Рисунок 2.7 – Алгоритм обробки замовлень користувачів менеджером

Керування залишками є критичним компонентом будь-якої логістичної інформаційної системи, оскільки саме точність даних про наявність компонентів визначає можливість своєчасного комплектування замовлень та

ефективного планування поставок. Недостатній контроль за складськими залишками призводить до збоїв у виконанні замовлень, надлишкових витрат і порушення виробничих графіків. У контексті розробленої CRM-системи автоматизоване оновлення залишків дозволяє зберігати актуальність бази даних у режимі реального часу.

Алгоритм керування залишками під час виконання та скасування замовлення регламентує логіку списання й повернення компонентів на склад, що критично важливо для забезпечення актуальності даних у системі управління складом. У цій послідовності операцій ключову роль відіграє статус замовлення, який виступає тригером для початку облікових змін.

Присвоєння статусу «Виконано» ініціює процедуру списання компонентів із поточних залишків. Всі компоненти, що входять до складу завершеного проєкту, підлягають відніманню із обліку в базі даних. Одночасно з цим формуються записи про рух компоненту типу «Списання», які фіксують обсяг, номенклатуру та дату транзакції, забезпечуючи прозорість і простежуваність змін.

У системі передбачено обробку особливих ситуацій, коли вже виконане замовлення підлягає скасуванню. У такому випадку відбувається ініціація процедури повернення, яка автоматично активує обернений процес до списання.

Кількість компонентів, які були зняті з обліку, повертається до складу, і фіксується новий запис типу «Повернення після скасування». Це дозволяє зберегти достовірну картину залишків та забезпечити точність аналітичної звітності.

У поєднанні з попередніми алгоритмами цей механізм завершує повний цикл обробки замовлення, охоплюючи як логіку взаємодії користувача з інтерфейсом, так і низькорівневу роботу з інвентарними записами.

В результаті забезпечується цілісність даних та адаптивність системи до змін статусу замовлень на будь-якому етапі.

Алгоритм оновлення залишків при зміні статусу замовлення (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – Алгоритм оновлення залишків при зміні статусу замовлення

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ CRM-СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДБОРУ КОМПОНЕНТІВ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ

3.1 Проектування бази даних компонентів складської логістики

У процесі створення CRM-системи для підбору сенсорів та виконавчих механізмів було здійснено повноцінне проектування реляційної бази даних, яка є основою всієї функціональності програмного забезпечення. Процес проектування передбачав визначення основних об'єктів доменної області, формування зв'язків між ними та опис атрибутів, необхідних для реалізації ключових бізнес-процесів логістичної компанії.

Базовим елементом структури стала модель компонентів, яка включає перелік характеристик, необхідних для ідентифікації та вибору конкретного технічного виробу. До цієї моделі було включено такі поля: назва, артикул, виробник, категорія, підкатегорія, опис, основні технічні характеристики, матеріал, розміри, допустиме навантаження (рис. 3.1).

The screenshot displays the 'Change component' interface in an admin panel. At the top, the title 'Change component' is on the left, and a 'HISTORY' button is on the right. Below the title, the component name 'Plastic Euro Container 600x400 (Bekuplast)' is shown. The form contains several fields: 'Name' with the value 'Plastic Euro Container 600x400', 'Артикул:' (Article) with 'EQR-004', 'Category:' with a dropdown menu showing 'Складське обладнання', 'Subcategory:' with a dropdown menu showing 'Контейнер', 'Brand:' with 'Bekuplast', and 'Description:' with a text area containing 'Пластиковий контейнер для автоматизованого складу з RFID.'.

Рисунок 3.1 – Перегляд компонента у адмін панелі

Така структура дозволяє систематизовано зберігати дані та забезпечувати швидкий доступ до них у процесі взаємодії менеджера або клієнта з інтерфейсом.

Компоненти розподіляються на категорії (наприклад, «Сенсори», «Виконавчі механізми») і підкатегорії (наприклад, «Індуктивні сенсори», «Шнекові транспортери», «Гідравлічні циліндри»), що дає змогу реалізувати каскадну фільтрацію. Зберігання цієї ієрархії реалізовано через зовнішні ключі, що дає змогу обмежити вибір лише допустимими варіантами при створенні компонентів або їх пошуку (рис. 3.2).

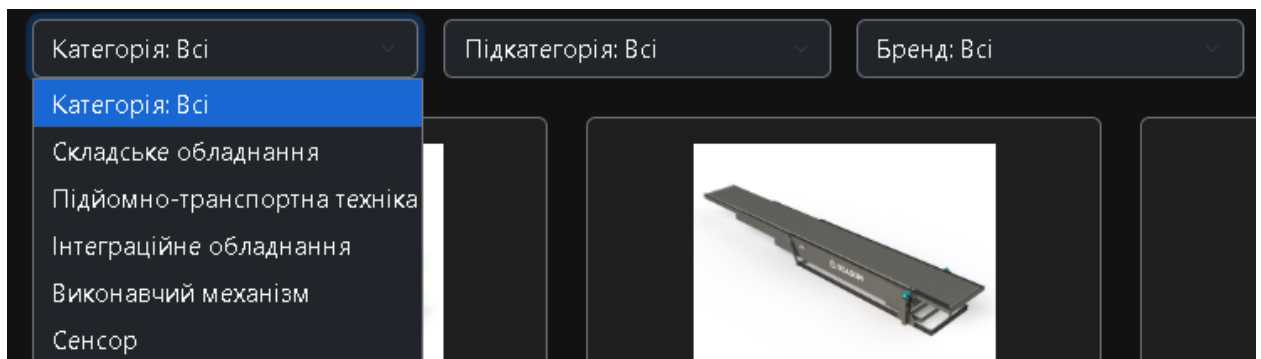


Рисунок 3.2 – Форми фільтрації компонентів на сторінці каталогу CRM-системи

Окрему увагу було приділено обліку складських залишків. Для цього до моделі компонентів додано числове поле, яке відображає кількість компонентів на складі. Цей показник динамічно оновлюється залежно від дій адміністратора та користувачів. Щоб зберігати повну історію змін залишків, було спроектовано модель руху компонентів, яка фіксує дату операції, тип (надходження або списання), кількість, відповідального користувача та посилання на конкретний компонент (рис. 3.3).

Select movement to change

ADD MOVEMENT +

Action:

Go0 of 79 selected

☐ COMPONENT	MOVEMENT TYPE	QUANTITY	DATE
☐ Стрічковий конвеєр BT4-1219 (DAV)	Списання	1	June 14, 2025, 12:32 p.m.
☐ Телескопічний конвеєр DIASON (DIASON)	Списання	1	June 14, 2025, 12:32 p.m.
☐ Festo ESBF-BS-50-300-10P (Festo)	Надходження	1	June 14, 2025, 12:24 p.m.
☐ Festo ESBF-BS-50-300-10P (Festo)	Списання	1	June 14, 2025, 12:24 p.m.
☐ Festo ESBF-BS-50-300-10P (Festo)	Надходження	2	June 14, 2025, 12:50 a.m.
☐ Festo ESBF-BS-50-300-10P (Festo)	Списання	2	June 14, 2025, 12:49 a.m.
☐ Festo ESBF-BS-50-300-10P (Festo)	Надходження	2	June 14, 2025, 12:49 a.m.
☐ Festo ESBF-BS-50-300-10P (Festo)	Списання	1	June 13, 2025, 1:51 a.m.
☐ Festo ESBF-BS-50-300-10P (Festo)	Списання	1	June 12, 2025, 11:56 p.m.
☐ Siemens QFA3160 (Siemens)	Списання	1	June 12, 2025, 5:21 p.m.
☐ IFM AL1100 IO-Link Gateway (IFM)	Списання	1	June 12, 2025, 5:21 p.m.
☐ IFM AL1100 IO-Link Gateway (IFM)	Надходження	1	June 12, 2025, 5:19 p.m.
☐ Siemens QFA3160 (Siemens)	Надходження	1	June 12, 2025, 5:19 p.m.
☐ Стрічковий конвеєр BT4-1219 (DAV)	Надходження	1	June 12, 2025, 5:19 p.m.
☐ Стрічковий конвеєр BT4-1219 (DAV)	Списання	1	June 12, 2025, 4:41 p.m.
☐ Festo DRRD-25-180-FH-PA (Festo)	Надходження	1	June 12, 2025, 4:28 p.m.
☐ Plastic Euro Container 600x400 (Bekuplast)	Надходження	1	June 12, 2025, 4:28 p.m.

Рисунок 3.3 – Таблиця рухів компонентів «надходження / списання» з датою та кількістю

Модель руху компонентів дозволяє формувати звітність, відстежувати витрати, аналізувати обсяг надходжень і планувати поповнення запасів.

Операції надходження та списання реалізовані виключно для адміністратора, який працює через окремий інтерфейс управління. У свою чергу, менеджер може лише переглядати поточні залишки компонентів у таблиці складу та експортувати ці дані у форматах CSV або PDF для подальшої обробки (рис. 3.4).

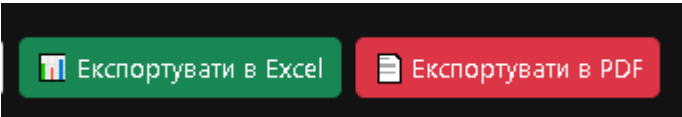


Рисунок 3.4 – Кнопки «Експорт у CSV / PDF» залишків компонентів на сторінці «Складу» CRM-системи

Ключову роль у побудові взаємодії системи з користувачами відіграє рольова модель, яка була реалізована шляхом розширення стандартної системи автентифікації Django.

Кожному користувачеві відповідає певна роль: клієнт, менеджер або адміністратор. При реєстрації новий користувач автоматично отримує статус клієнта.

Менеджер створюється адміністратором і має доступ до функціональних блоків CRM через окрему панель. Адміністратор володіє повними правами на керування всіма моделями, зміни ролей та маніпуляції з базою компонентів (рис. 3.5).

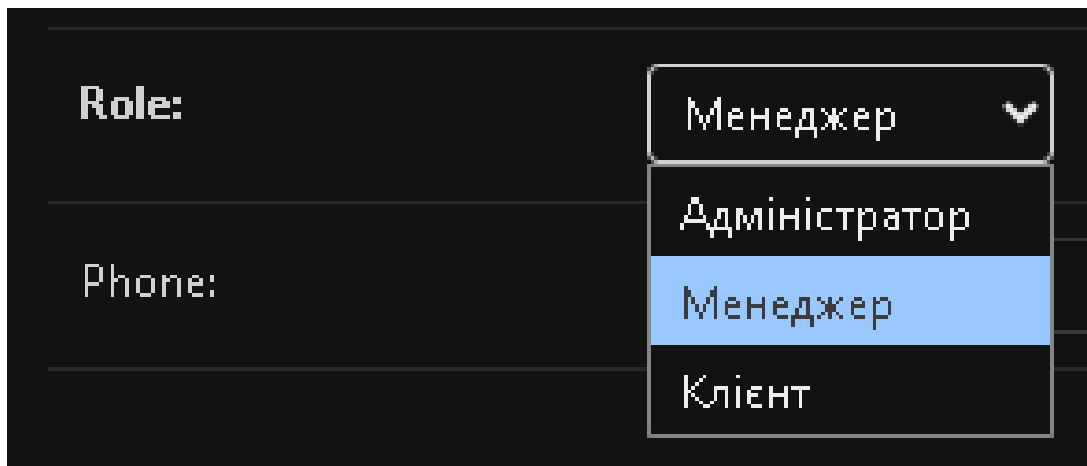


Рисунок 3.5 – Зміна ролі користувача у адмін панелі

У проєкті також реалізовано моделі замовлень, що пов'язують клієнта з переліком обраних компонентів. Для кожного замовлення фіксується статус, дата створення, відповідальний менеджер, а також можливість перегляду структури проєкту. Це дозволяє реалізувати фільтрацію замовлень, вести облік проєктної активності та аналізувати динаміку співпраці з клієнтами (рис. 3.6).

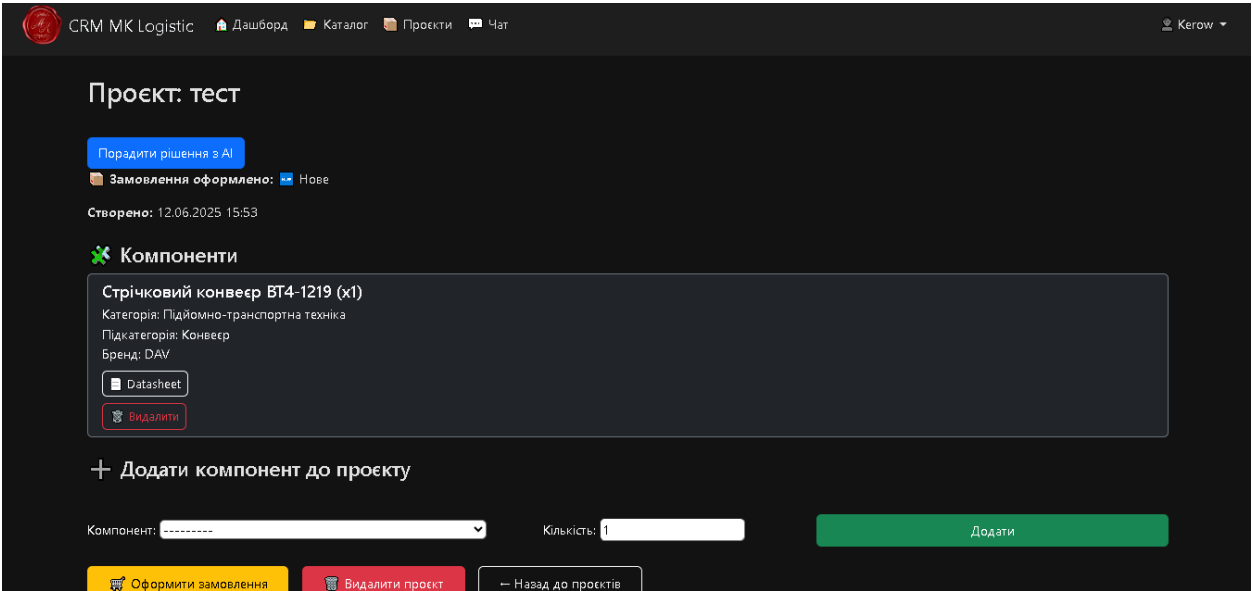


Рисунок 3.6 – Сторінка замовлення з переліком обраних компонентів і статусом

Крім того, реалізовано моделі чатів і повідомлень, які забезпечують комунікацію між клієнтом і менеджером. Для кожного чату зберігається інформація про його статус (відкритий або закритий), дата створення та учасники. Повідомлення мають зв'язок із конкретним чатом, містять текст, автора та часову мітку (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 – Інтерфейс чату між клієнтом і менеджером

Модель чатів дозволяє менеджерам вести ділову переписку в межах системи та зберігати її історію.

Загалом структура бази даних забезпечує гнучке управління всіма основними об'єктами системи, дозволяє підтримувати актуальність даних і є масштабованою, що відкриває перспективи розширення функціоналу у майбутньому.

3.2 Опис розмежування прав і доступу користувачів CRM-системи

У процесі реалізації CRM-системи для вибору сенсорів та виконавчих механізмів у сфері складської логістики було побудовано архітектуру, що дозволяє ефективно керувати інформацією, забезпечує чіткий розподіл ролей користувачів і підтримує гнучке масштабування.

Система побудована за класичною трирівневою моделлю. Клієнтський інтерфейс відповідає за взаємодію з користувачем, серверна частина обробляє запити та реалізує бізнес-логіку, а база даних відповідає за зберігання структурованої інформації.

Всі користувачі системи поділяються на клієнтів, менеджерів та адміністраторів. Для кожної ролі було створено окремий інтерфейс з відповідним функціоналом. Клієнт має доступ до перегляду каталогу, створення проєктів, перегляду стану замовлень та спілкування з менеджером (рис. 3.8).

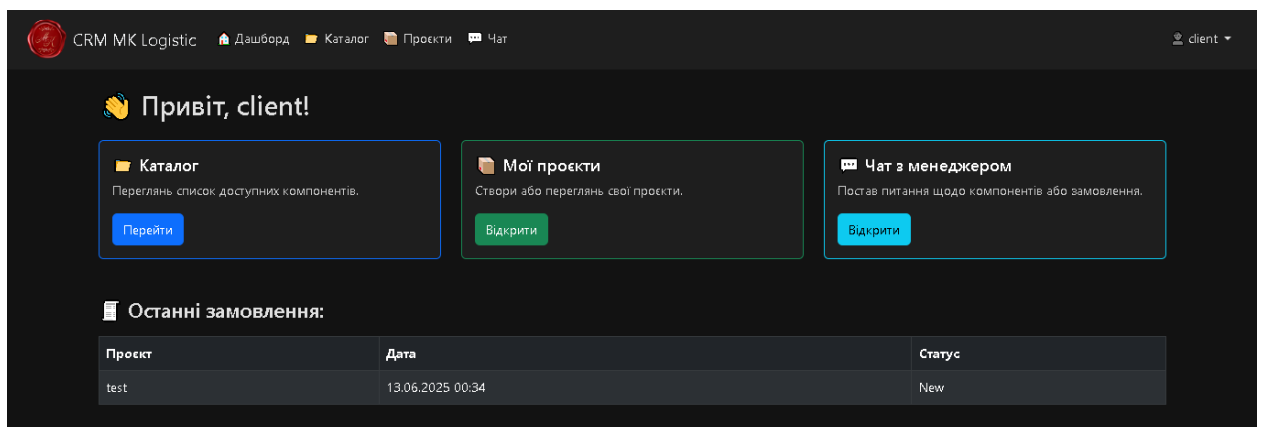


Рисунок 3.8 – Головна сторінка клієнтського інтерфейсу (дашборд)

Менеджер має розширений інтерфейс із можливістю керування проєктами клієнтів, перегляду складу, аналітики, централізованого чату та управління нотатками (рис. 3.9).

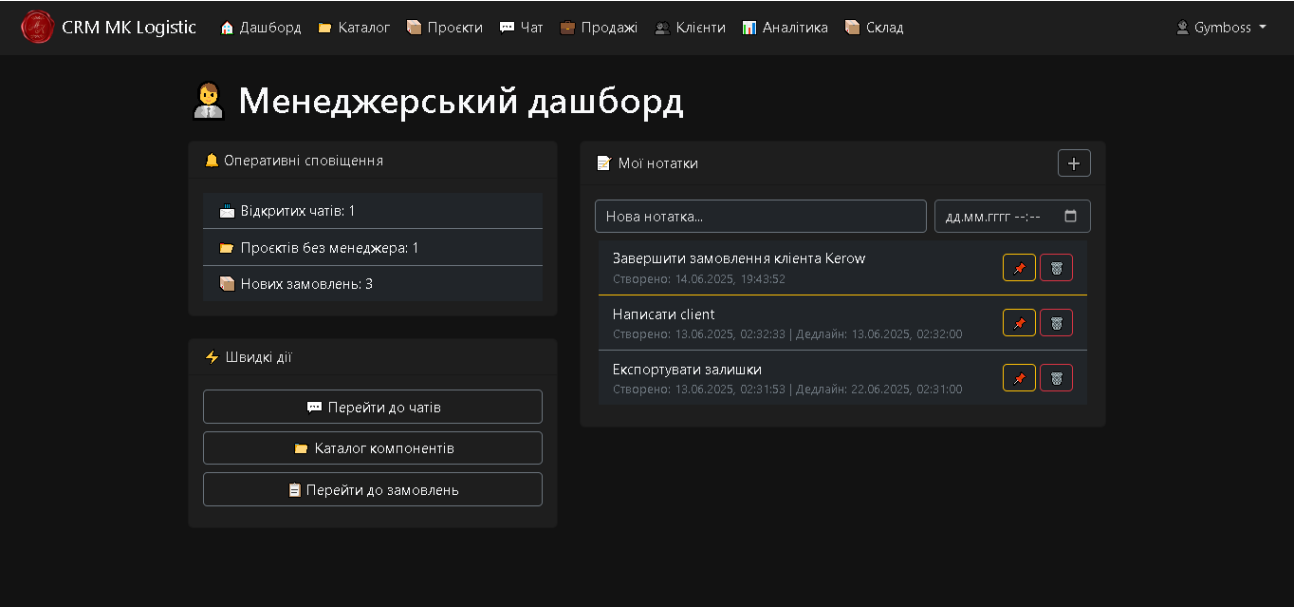


Рисунок 3.9 – Менеджерський дашборд з доступом до основних модулів

Інтерфейс адміністратора дає змогу контролювати структуру та наповнення CRM-системи. У ньому доступні списки компонентів, замовлень, проєктів, користувачів, відстеження руху компонентів та контроль залишків (рис. 3.10).

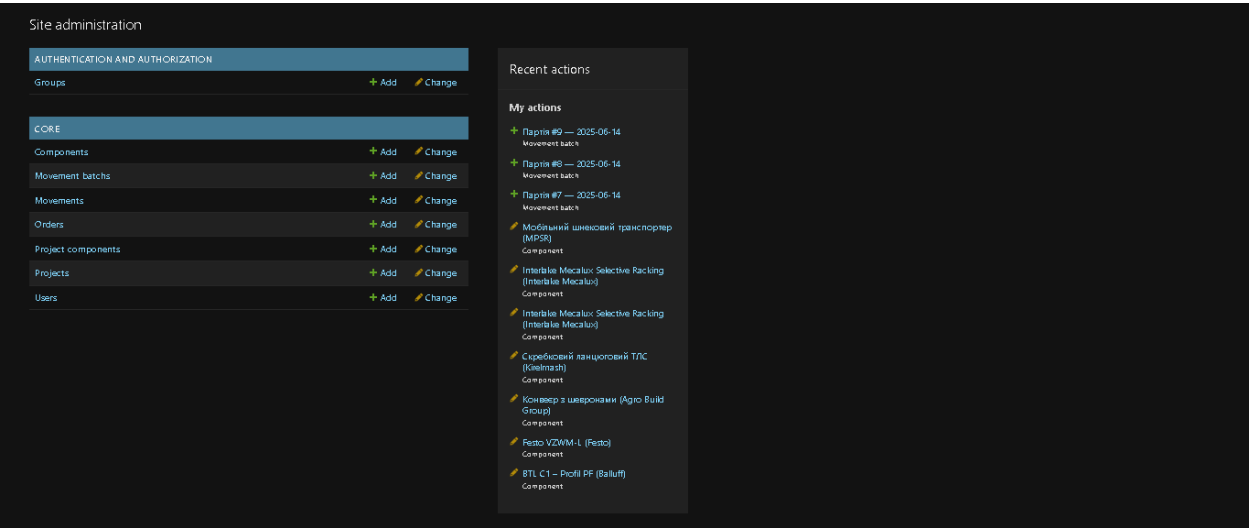


Рисунок 3.10 – Панель адміністратора з доступ до керування

Особлива увага приділяється роботі з проєктами. Кожен клієнт може створювати проєкти, до яких додає необхідні компоненти з каталогу. Кількість, типи компонентів та бренди обираються вручну, або з використанням AI-асистента. На основі зібраного складу оформлюється замовлення (рис. 3.11, рис. 3.12).

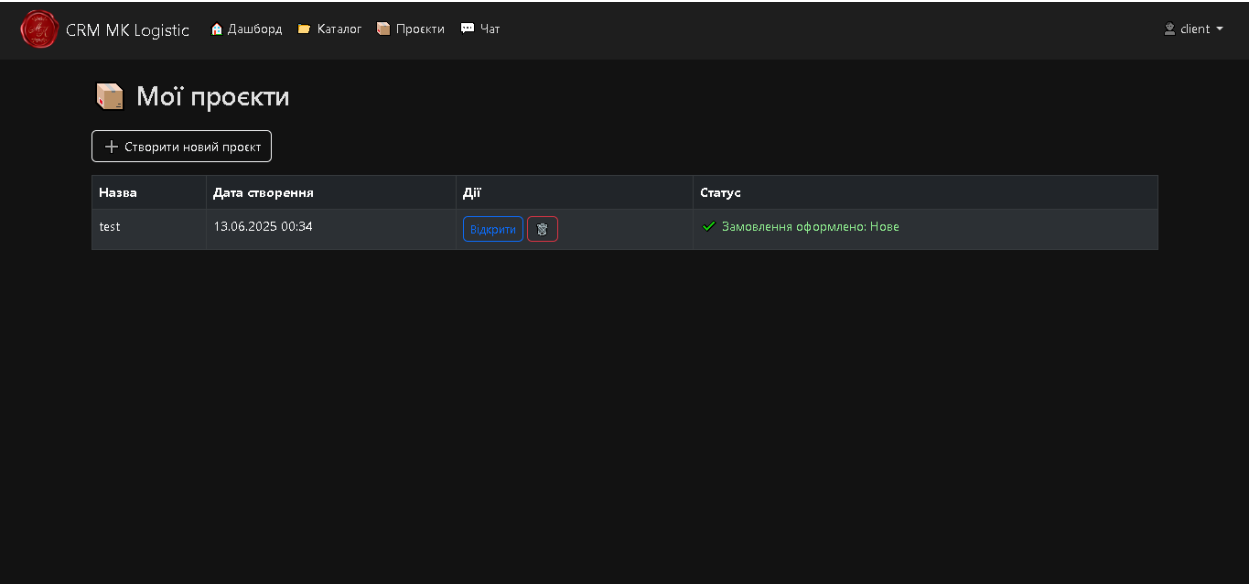


Рисунок 3.11 – Сторінка клієнта «Мої проєкти»

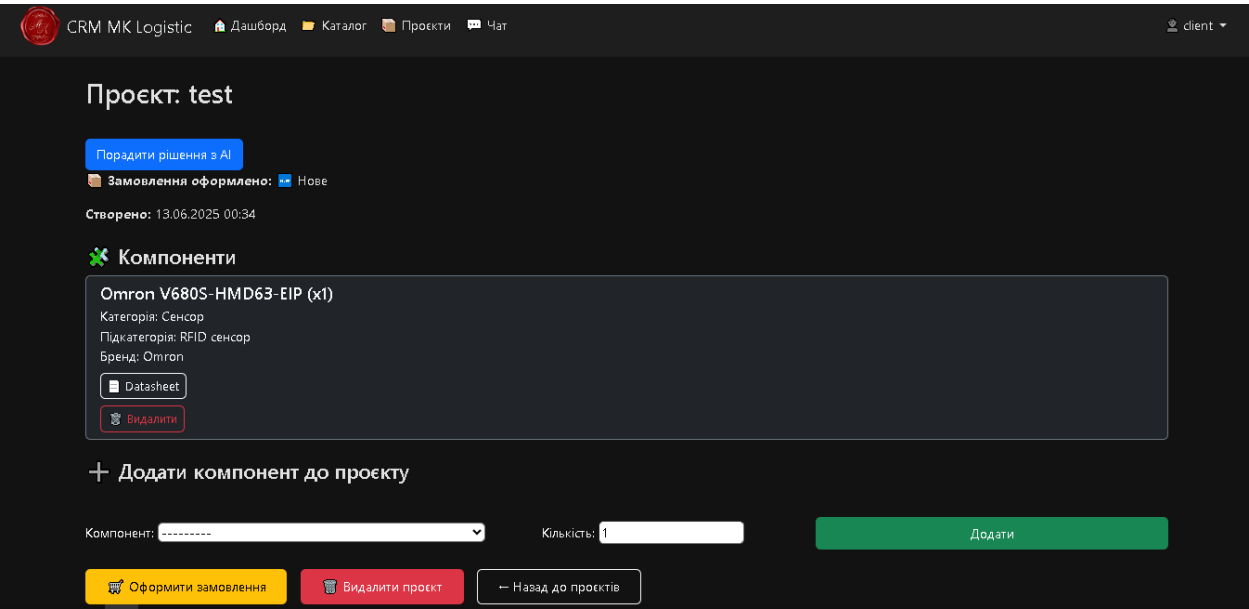


Рисунок 3.12 – Відкритий проєкт клієнта з доданими компонентами

Каталог компонентів є динамічним і поділений за категоріями, підкатегоріями та брендами. У кожній картці компонента виводиться зображення, артикул, категорія, підкатегорія, бренд та кнопка для перегляду характеристик (рис. 3.13).

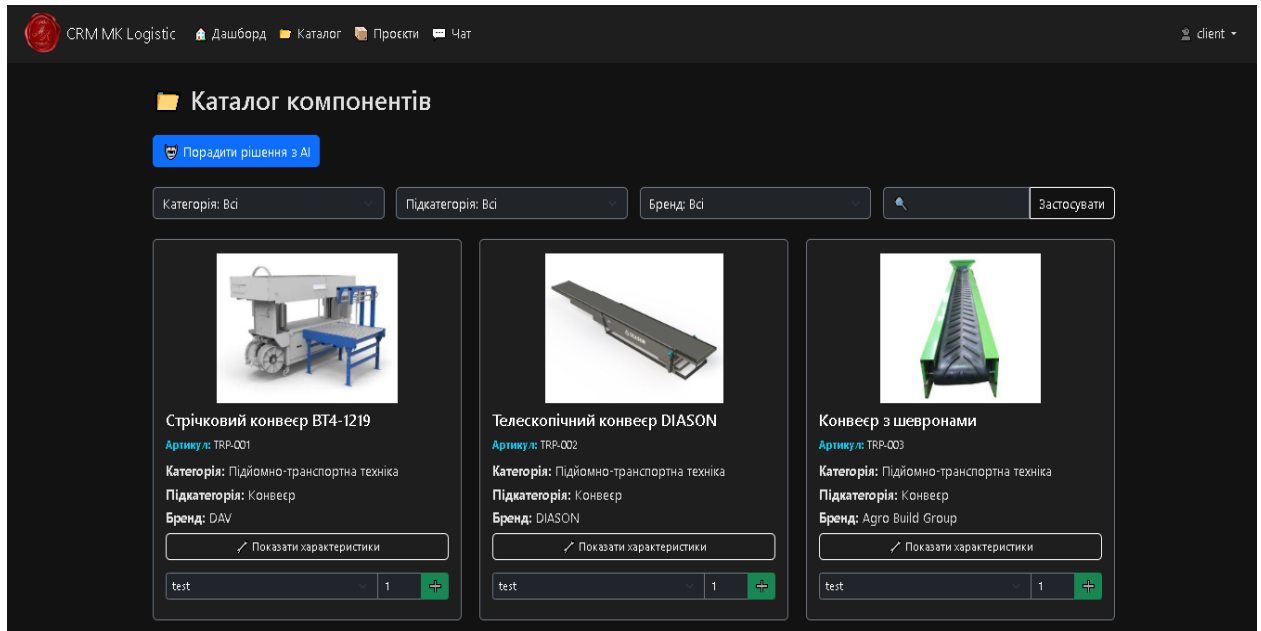


Рисунок 3.13 – Сторінка каталогу компонентів

Реалізовано двосторонній чат між клієнтом та менеджером. Повідомлення передаються в режимі реального часу.

Якщо клієнт пише у вже закритий чат, він автоматично відкривається для менеджера.

Менеджер може сортувати чати за статусами, переглядати останні повідомлення та ефективно комунікувати з кількома клієнтами одночасно (рис. 3.14, рис. 3.15).

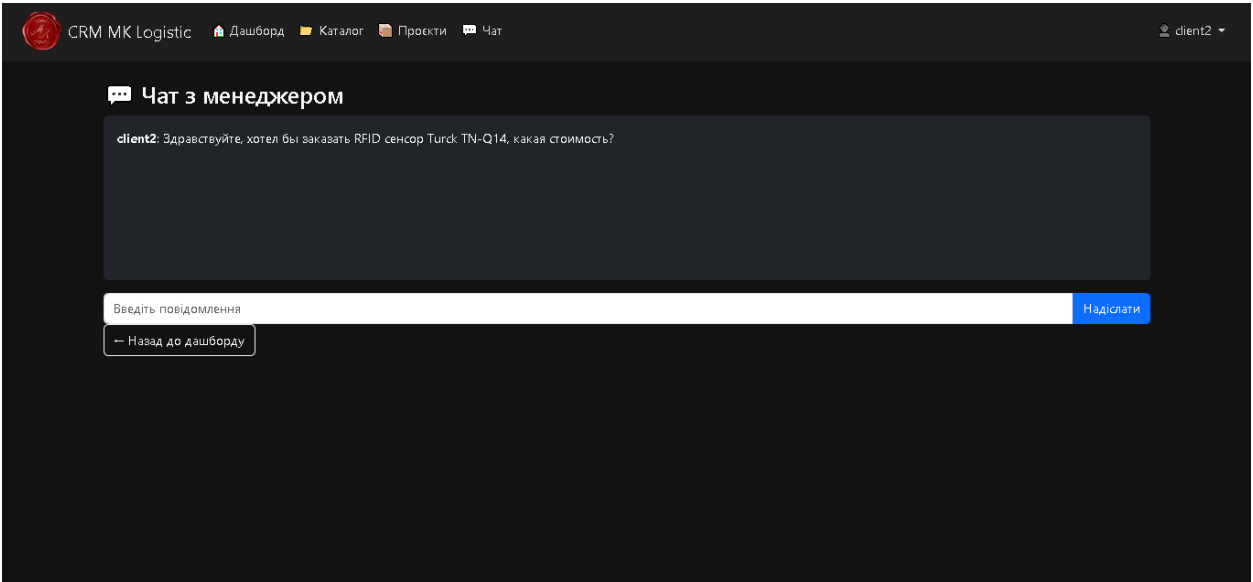


Рисунок 3.14– Вікно чату між клієнтом і менеджером

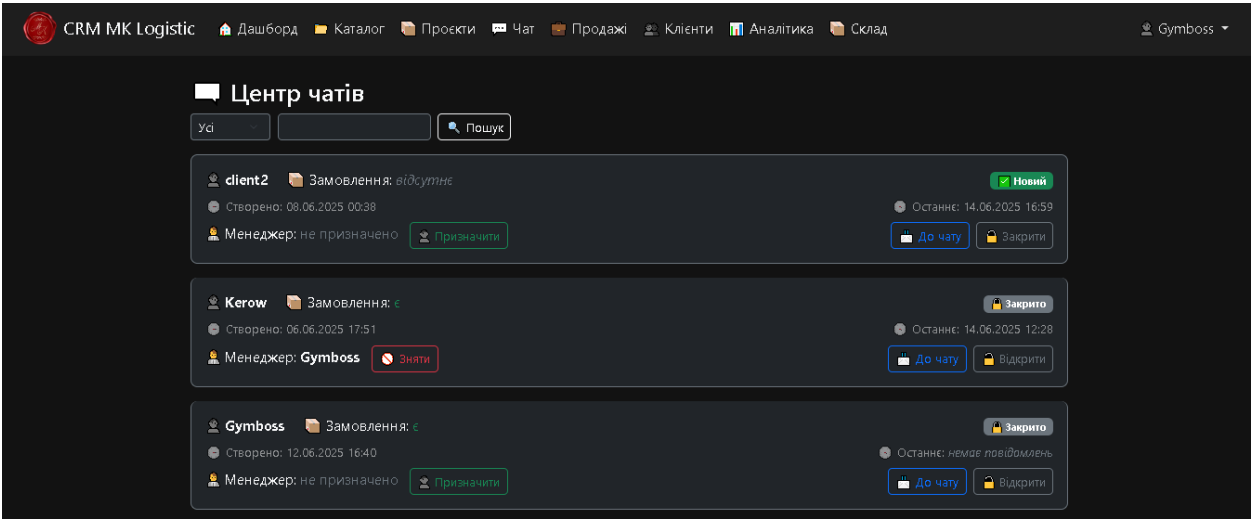


Рисунок 3.15 – Менеджерський центр чатів

ШІ-асистент, вбудований у систему, здатен аналізувати текстові запити користувача і на основі наявного каталогу формувати повноцінну технічну пропозицію. Асистент доступний як у модулі проєктів, так і в каталозі. Він дозволяє швидко знайти релевантні сенсори та виконавчі механізми, навіть без детального знання технічних характеристик (рис. 3.16).

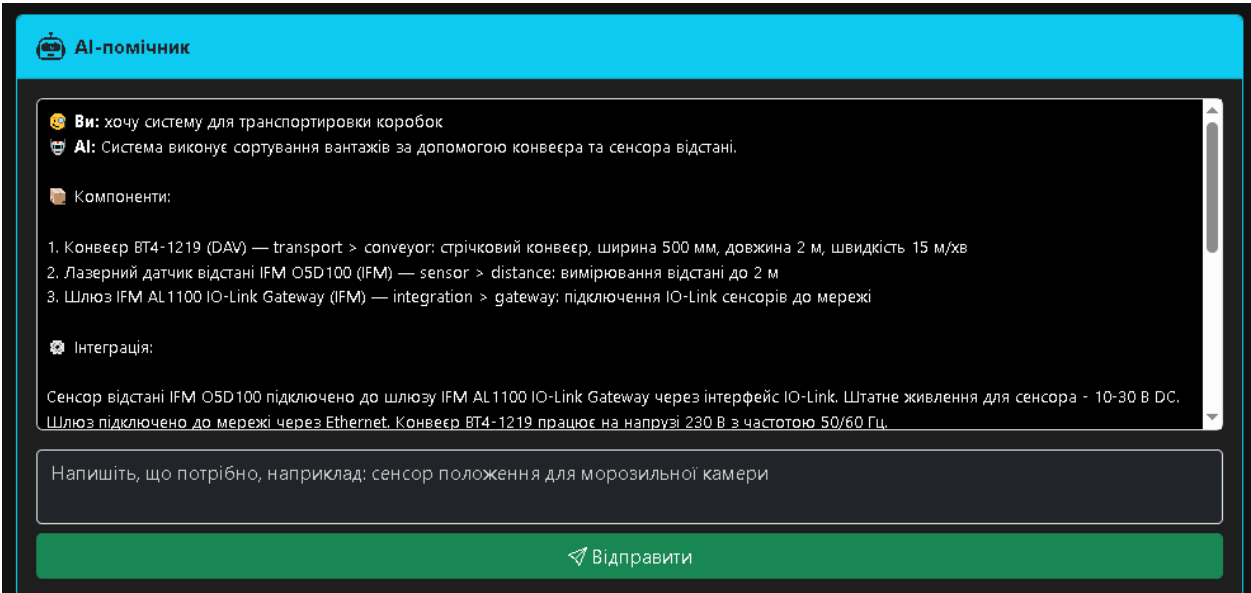


Рисунок 3.16 – Приклад роботи ШІ Асистенту

Окремий модуль «Склад» дозволяє менеджеру перевіряти наявність компонентів, а також здійснювати експорт цієї інформації у форматах .csv або .pdf (рис. 3.17).

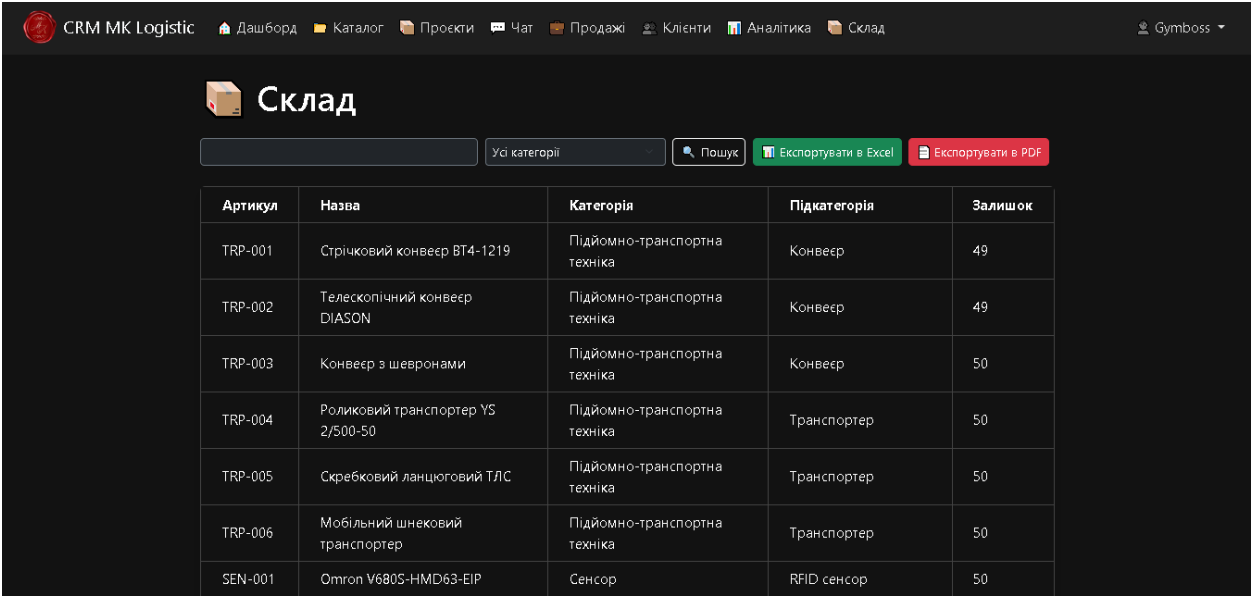


Рисунок 3.17 – Сторінка складу з відображенням залишку компонентів

3.3 Особливості інтерфейсу розробленої CRM-системи

Під час розробки CRM-системи було реалізовано чіткий розподіл функціональних можливостей відповідно до ролей користувачів, що забезпечило зручність роботи, підвищення безпеки доступу до даних та оптимізацію навігації в інтерфейсі. У системі визначено три основні ролі: клієнт, менеджер і адміністратор, кожна з яких має доступ лише до релевантного набору функцій.

Почнемо з розгляду функціональних можливостей клієнта. За замовчуванням усім неавторизованим користувачам відображається сторінка авторизації. Щоб отримати доступ до системи, користувач спочатку переходить на сторінку авторизації (рис. 3.18).

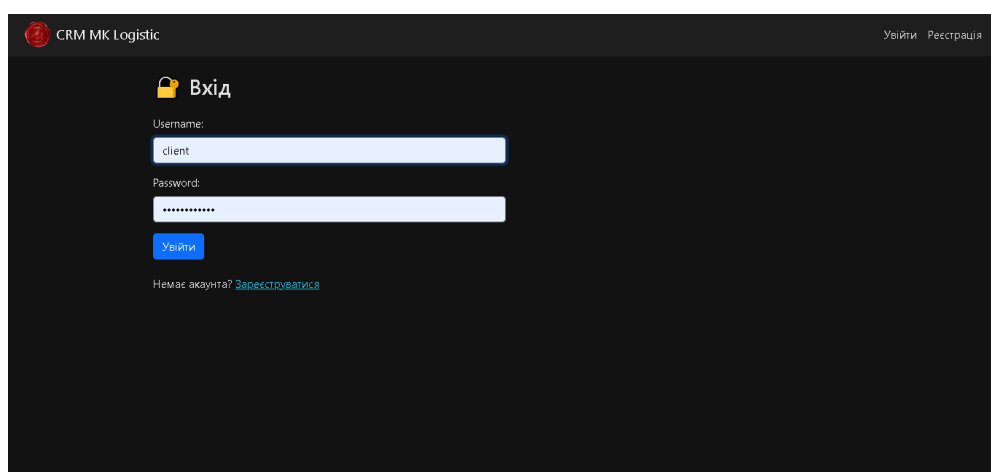
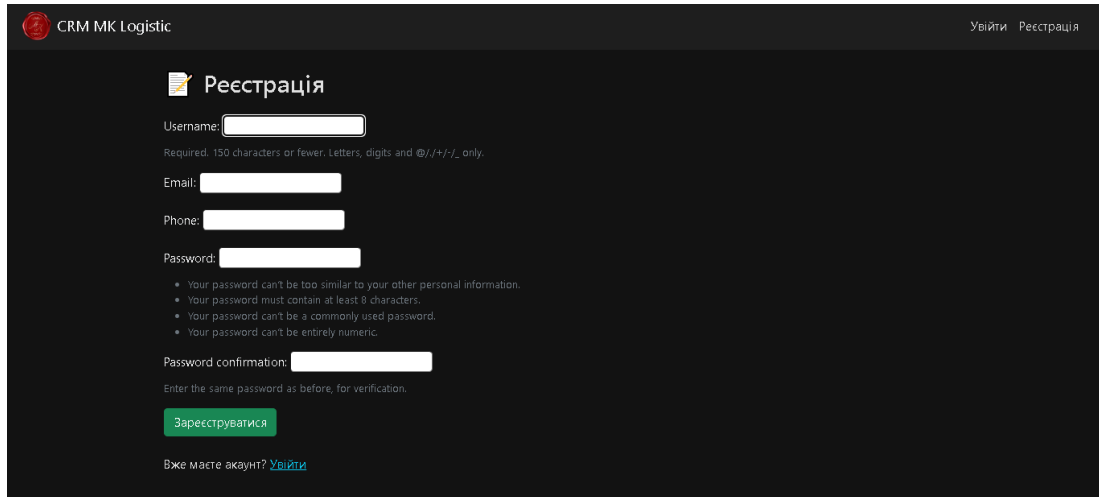


Рисунок 3.18 – Форма входу в систему користувачів CRM

Якщо обліковий запис ще не створено, користувач натискає посилання «Зареєструватися», після чого відкривається форма реєстрації (рис. 3.19).

На сторінці реєстрації потрібно ввести ім'я користувача, адресу електронної пошти, номер телефону, пароль і підтвердження пароля. Після успішного заповнення форми та створення облікового запису новий користувач автоматично отримує роль клієнта, що обмежує доступ лише функціоналом, передбаченим для клієнтів. Реалізація сторінок авторизації та

реєстрації виконана з використанням HTML-елементів відповідно до загальноприйнятих принципів web-дизайну [14]. Далі користувач повертається на сторінку авторизації, вводить зареєстровані дані та входить у систему.



CRM MK Logistic

Увійти Реєстрація

Реєстрація

Username:

Required. 150 characters or fewer. Letters, digits and @/./+/-/_ only.

Email:

Phone:

Password:

- Your password can't be too similar to your other personal information.
- Your password must contain at least 8 characters.
- Your password can't be a commonly used password.
- Your password can't be entirely numeric.

Password confirmation:

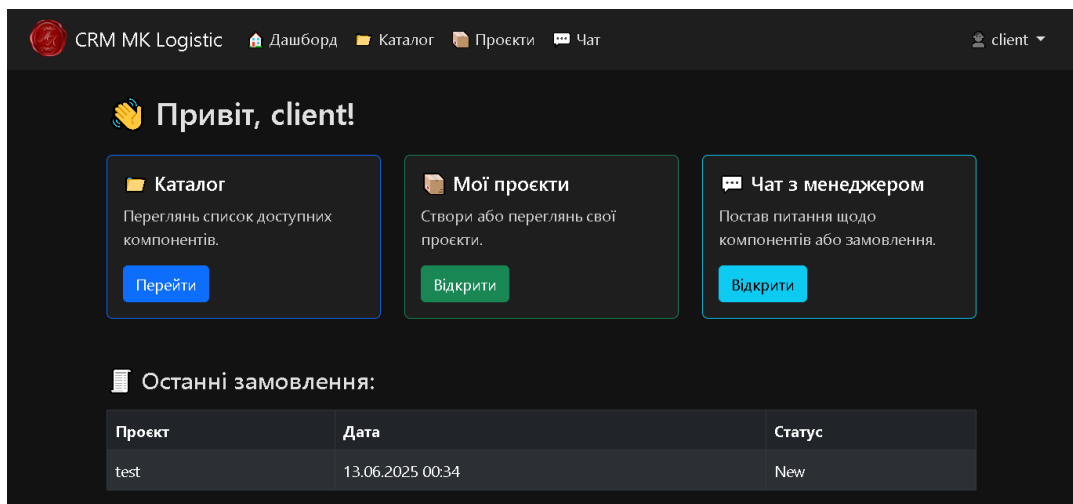
Enter the same password as before, for verification.

[Зареєструватися](#)

Вже маєте акаунт? [Увійти](#)

Рисунок 3.19 – Форма реєстрації нових користувачів CRM-системи

Перейдемо до клієнтського дашборду системи, на яку новий користувач потрапляє після авторизації. Інтерфейс спроектовано таким чином, щоб забезпечити швидкий доступ до ключових можливостей. У верхній частині екрана відображається персоналізоване привітання (рис. 3.20), що підкреслює, що користувач увійшов до системи успішно.



CRM MK Logistic

Дашбورد Каталог Проекти Чат

client

Привіт, client!

Каталог

Переглянь список доступних компонентів.

[Перейти](#)

Мої проекти

Створи або переглянь свої проекти.

[Відкрити](#)

Чат з менеджером

Постав питання щодо компонентів або замовлення.

[Відкрити](#)

Останні замовлення:

Проект	Дата	Статус
test	13.06.2025 00:34	New

Рисунок 3.20 – Дашборд клієнтського інтерфейсу

Нижче персоналізованого привітання розміщено три інтерактивні блоки з кнопками, які дозволяють перейти відповідно до каталогу компонентів, списку власних проєктів або чату з менеджером. Кожна з цих дій відкриває окрему функціональну сторінку, де користувач може продовжити роботу.

Додатково внизу сторінки представлена таблиця з історією останніх замовлень клієнта. Тут зазначено назву проєкту, дату його створення та поточний статус. Це дозволяє користувачеві швидко зорієнтуватися в активних або нещодавно завершених замовленнях.

Після переходу до вкладки «Каталог компонентів» через навігаційне меню, або інтерактивні блоки дашборду клієнт потрапляє на сторінку з переліком доступних технічних виробів, які можна додати до свого проєкту. Основна мета цієї сторінки – забезпечити зручний механізм підбору сенсорів, виконавчих механізмів та інших компонентів складської логістики [15]. У верхній частині інтерфейсу розміщено систему фільтрації: користувач має змогу обрати категорію, підкатегорію та бренд (рис. 3.21).

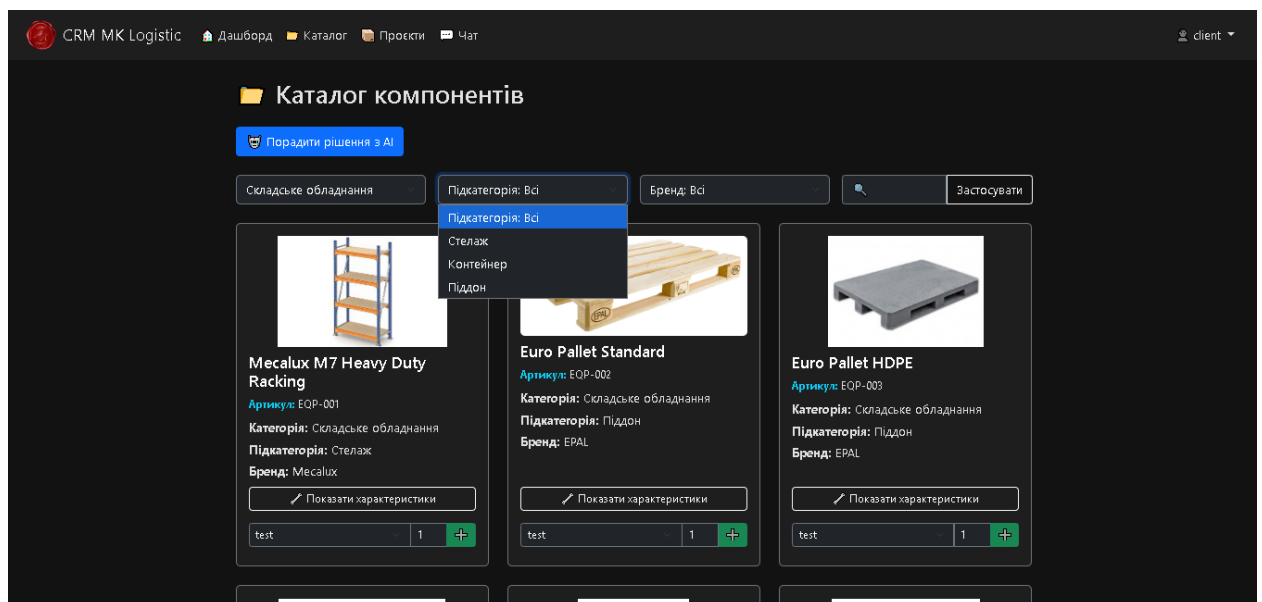


Рисунок 3.21 – Система фільтрації за підкатегорією

Крім того, передбачено можливість пошуку за назвою компонента.

Окремої уваги варта кнопка «Порадити рішення з AI», яка відкриває інтегрований ШІ-помічник (рис. 3.22), який аналізує текстовий запит клієнта і формує рекомендації лише у межах тематики складської логістики, якщо запит не стосується теми, асистент ввічливо повідомляє про обмеження (рис. 3.23).

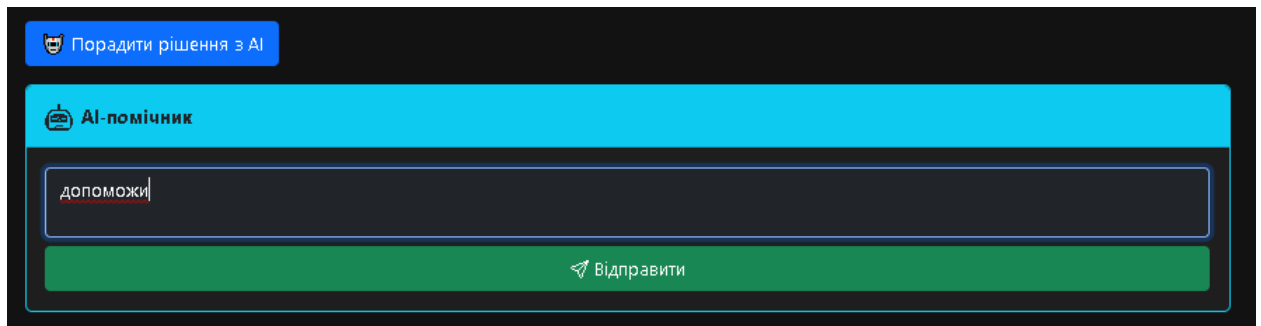


Рисунок 3.22 – ШІ Помічник для допомоги із вибором компонентів

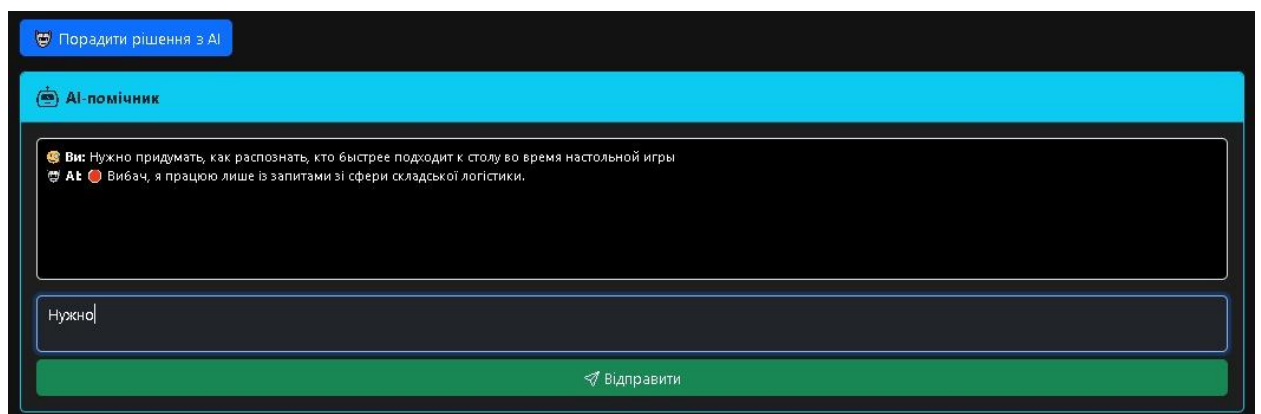


Рисунок 3.23 – ШІ Помічник відповідає на нерелевантний запит

У разі релевантного запиту ШІ Помічник надає конкретні технічні пропозиції з описом кожного рекомендованого компонента, а також логікою їх використання.

У центральній частині сторінки каталогу відображаються картки компонентів – кожна картка містить назву компонента, артикул, категорію, підкатегорію, бренд, а також зображення (рис. 3.24).

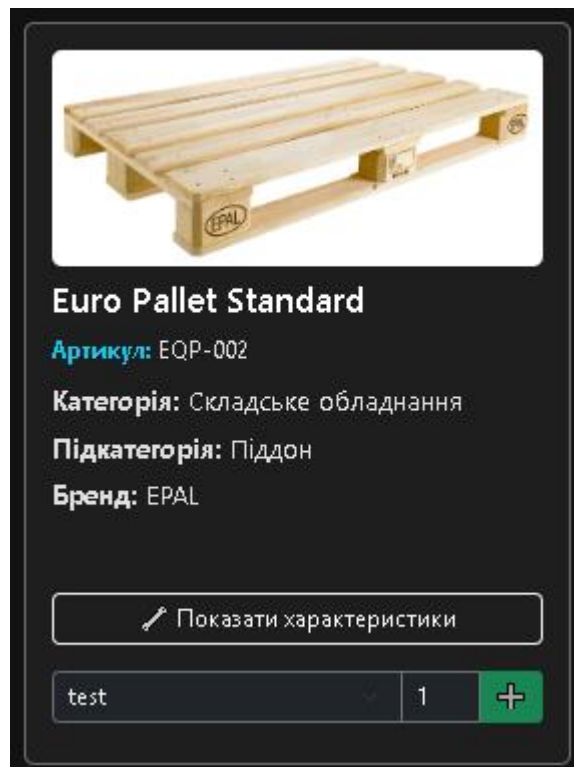


Рисунок 3.24 – Відображення картки компоненту

Кнопка «Показати характеристики» відкриває додаткову інформацію про технічні параметри. Під кнопкою «Показати характеристики» розташовано блок із вибором кількості та можливістю додати компонент до одного з проєктів клієнта. Якщо користувач ще не створив жодного проєкту, система пропонує одразу створити новий (рис. 3.25), що забезпечує інтуїтивну та ефективну взаємодію з системою.

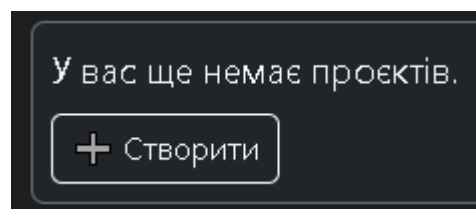


Рисунок 3.25 – Створення проєкту у картці компоненту

Після вибору необхідних компонентів у каталозі клієнт може перейти до вкладки «Мої проєкти», де зосереджено весь функціонал, пов'язаний із формуванням замовлень. На цій сторінці відображається таблиця з наявними

проектами користувача, де для кожного з них зазначено назву, дату створення, доступні дії та поточний статус (рис. 3.26).

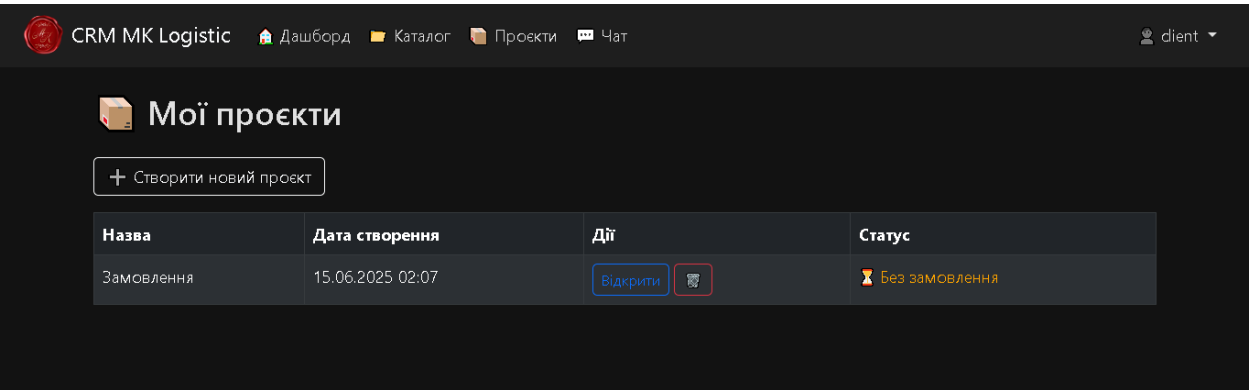


Рисунок 3.26 – Створення проекту у картці компоненту

Якщо проект ще не містить оформленого замовлення, система відповідно відображає статус «Без замовлення». Звідси ж користувач має змогу видалити будь-який проект, при цьому передбачено обов’язкове підтвердження дії, що запобігає випадковому видаленню (рис. 3.27).

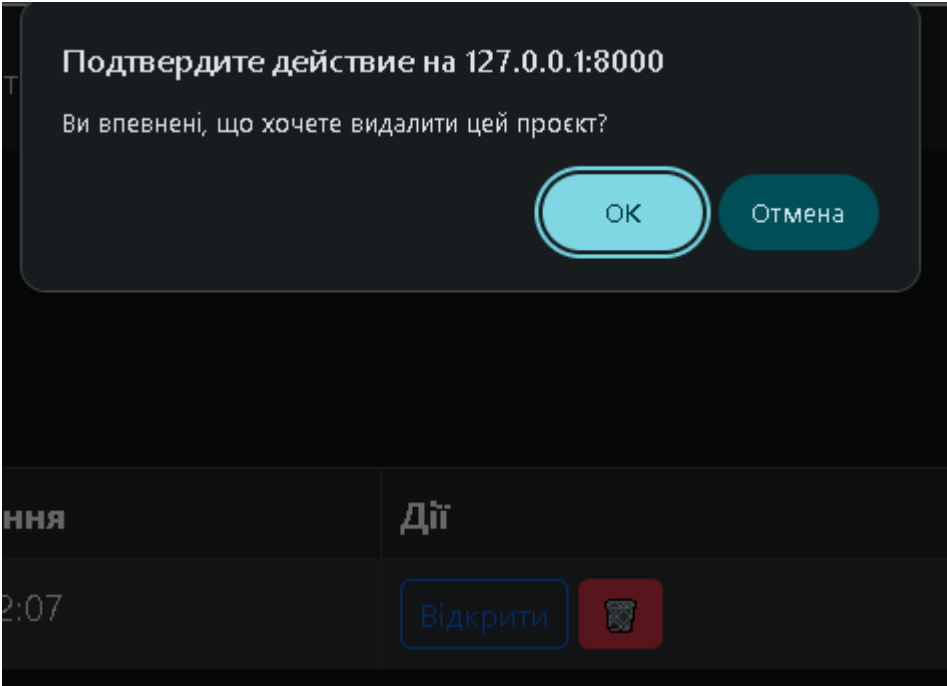


Рисунок 3.27 – Форма підтвердження видалення проекту

Для створення нового проекту достатньо натиснути кнопку «Створити новий проект», після чого відкривається окрема форма з одним полем для введення назви проекту (рис. 3.28).

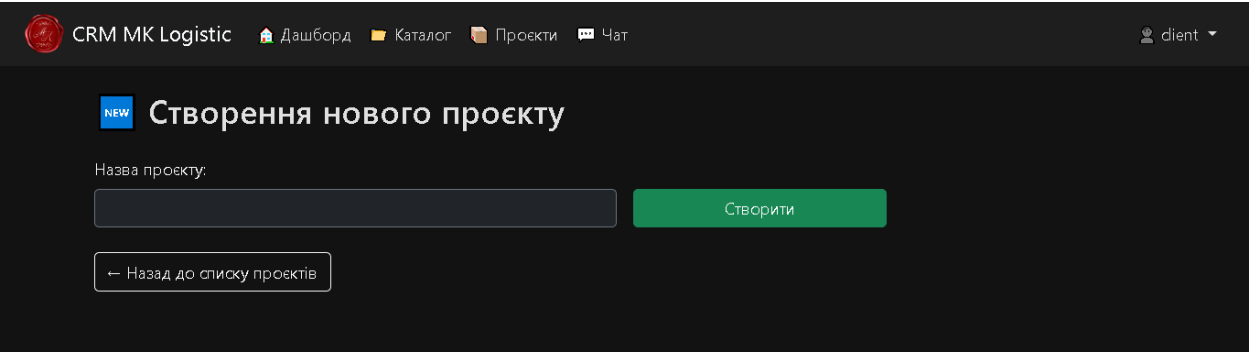


Рисунок 3.28 – Відображення створення нового проекту

При відкритті проекту клієнт потрапляє на сторінку, де детально відображено склад поточного замовлення (рис. 3.29).

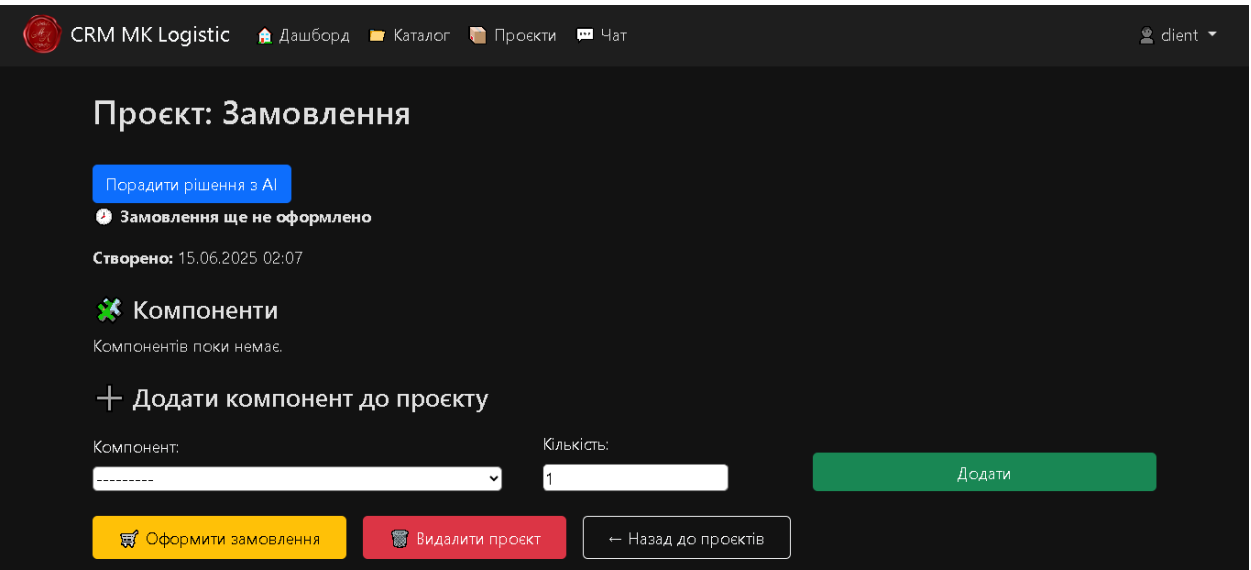


Рисунок 3.29 – Відображення створення нового проекту

У верхній частині сторінки вказується назва проекту, дата створення та інформація про те, чи було вже оформлено замовлення. Якщо список компонентів ще порожній, клієнт може додати нові компоненти, обравши

необхідний компонент зі списку та вказавши кількість. Вибрані компоненти автоматично зберігаються в структурі проєкту.

Додатково на сторінці передбачено кнопку «Порадити рішення з AI», яка працює аналогічно до тієї, що реалізована у каталозі.

Після того як клієнт сформував перелік компонентів і вказав потрібну кількість, він може натиснути кнопку «Оформити замовлення». Ця дія фіксує замовлення в системі, змінює його статус та передає інформацію для подальшої обробки менеджером.

Після оформлення замовлення або в процесі підбору технічних рішень клієнт має можливість звернутися до менеджера безпосередньо через вкладку «Чат». Цей функціонал реалізовано як простий, зручний канал для консультування, уточнення деталей замовлення або вирішення поточних питань (рис. 3.30).

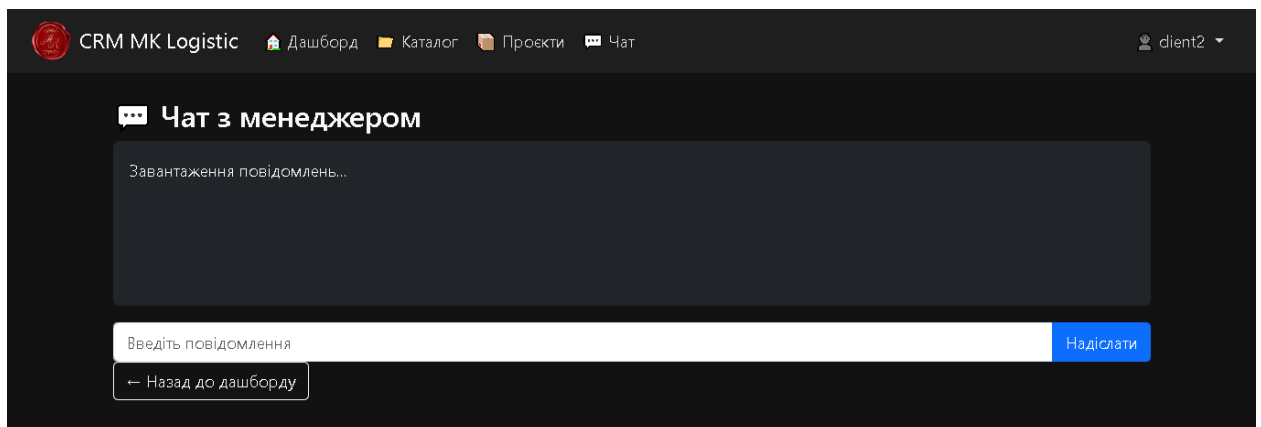


Рисунок 3.30 – Сторінка чату з менеджером

Інтерфейс чату мінімалістичний і зосереджений на зручності взаємодії. У верхній частині відображено заголовок сторінки – «Чат з менеджером». Нижче розташовано поле з історією повідомлень, яка будується у форматі діалогу. Повідомлення користувача підписуються відповідним іменем, що дозволяє ідентифікувати автора звернення. Нові повідомлення можна вводити через текстове поле в нижній частині екрана, після чого вони надсилаються натисканням кнопки «Надіслати».

Функціонал чату реалізовано як постійну переписку, тобто при повторному відкритті вкладки користувач бачить всю історію звернень. Також користувач у будь-який момент може повернутися до дашборду за допомогою відповідної кнопки, що забезпечує зручну навігацію в межах інтерфейсу.

Функціональні можливості менеджера мають відмінності у структурі інтерфейсу, доступі до даних та управлінських елементах.

Після переходу менеджера до власного робочого інтерфейсу відкривається менеджерський дашборд – центральна панель керування всіма ключовими функціями CRM-системи (рис. 3.31).

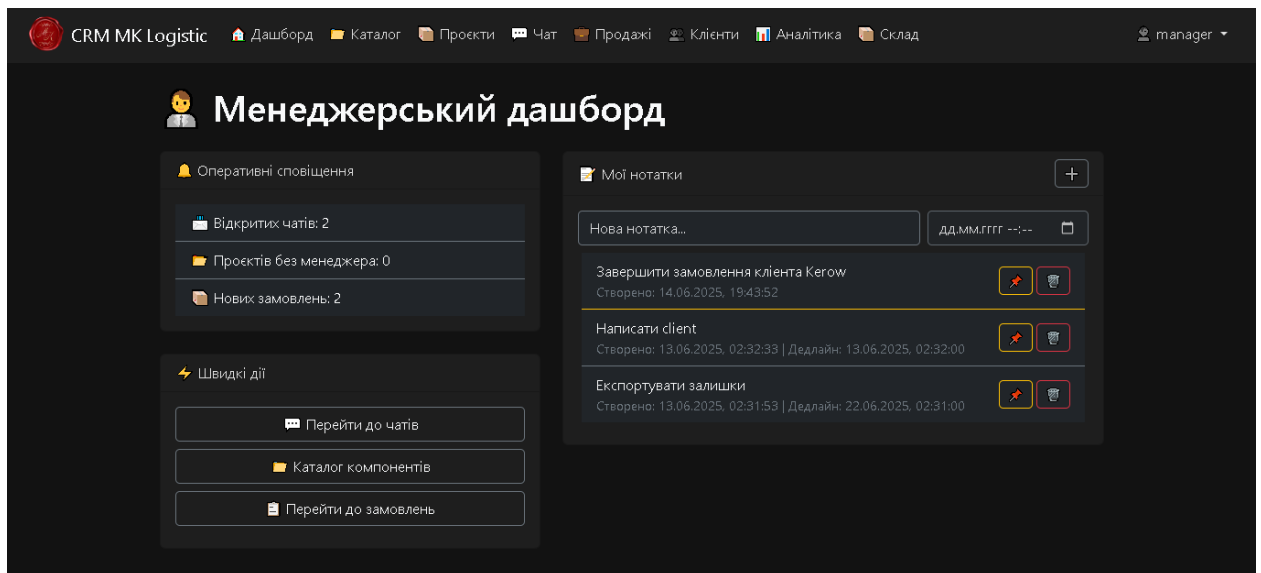


Рисунок 3.31 – Менеджерська головна сторінка (дашборд)

Ця сторінка дозволяє оперативно отримувати інформацію про нові дії в системі, швидко переходити до необхідних розділів та організовувати власну роботу.

У лівій частині дашборду розміщено блок «Оперативні сповіщення», який інформує менеджера про кількість відкритих чатів, нових замовлень та проектів без призначеного відповідального. Такий підхід дозволяє миттєво реагувати на зміну ситуації в системі та ефективно розподіляти ресурси.

Нижче розташовано панель «Швидкі дії», яка містить три основні кнопки: «Перейти до чатів», «Каталог компонентів» та «Перейти до замовлень». Це забезпечує швидкий доступ до відповідних розділів.

Праворуч знаходиться блок «Мої нотатки» – інструмент для особистого планування. Тут менеджер може створювати текстові замітки з вказанням дедлайну (рис. 3.32).

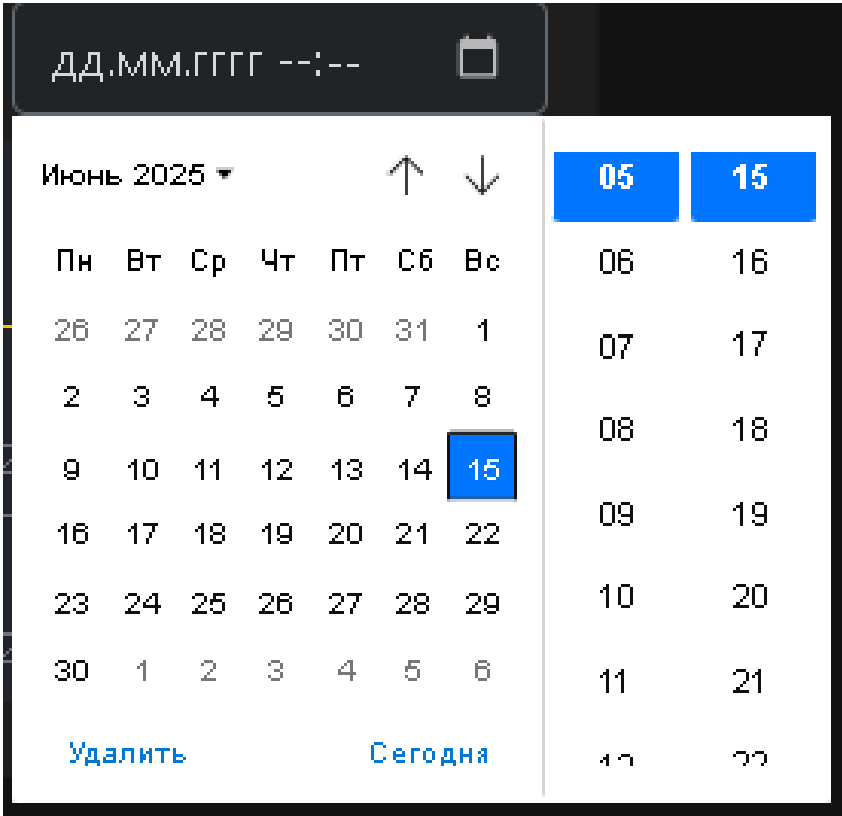


Рисунок 3.32 – Назначення дедлайну у нотатках

Кожна нотатка має кнопку закріплення зверху та видалення, а подвійне натискання на текст нотатки відкриває її для редагування в режимі реального часу. Таким чином, менеджер має змогу зберігати персональні нагадування щодо завершення замовлень, відповіді клієнтам, тощо.

Після переходу до розділу «Центр чатів» менеджер отримує доступ до повного переліку активних і завершених діалогів із клієнтами (рис. 3.33).

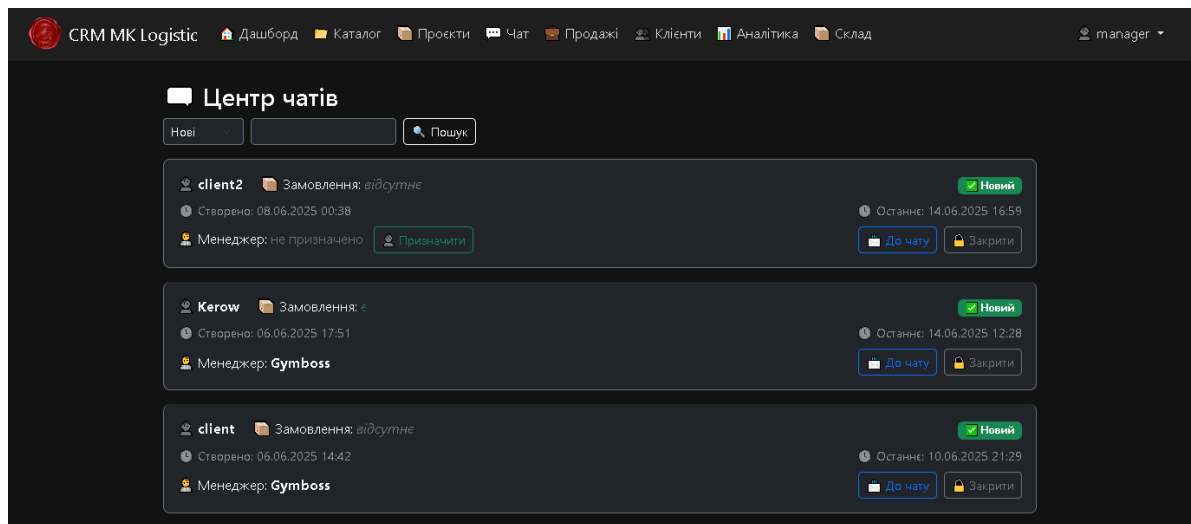


Рисунок 3.33 – Менеджерський центр чатів

Кожна картка чату містить базову інформацію: ім'я користувача, дату створення чату, зв'язане замовлення (якщо таке є), статус переписки та відповідального менеджера. Якщо відповідальний ще не був призначений, у полі з'являється відповідна кнопка «Призначити», натискання на яку автоматично закріплює поточного менеджера за діалогом.

У верхній частині сторінки реалізовано зручний механізм фільтрації – можна обрати перегляд усіх чатів, лише нових або лише закритих (рис. 3.34), яка дозволяє менеджеру швидко орієнтуватися в потоці комунікацій і зосереджуватись на актуальних зверненнях.

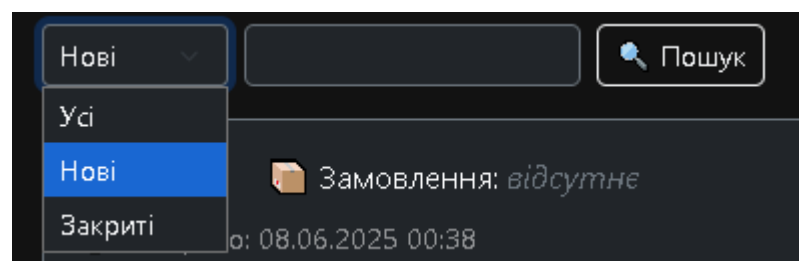


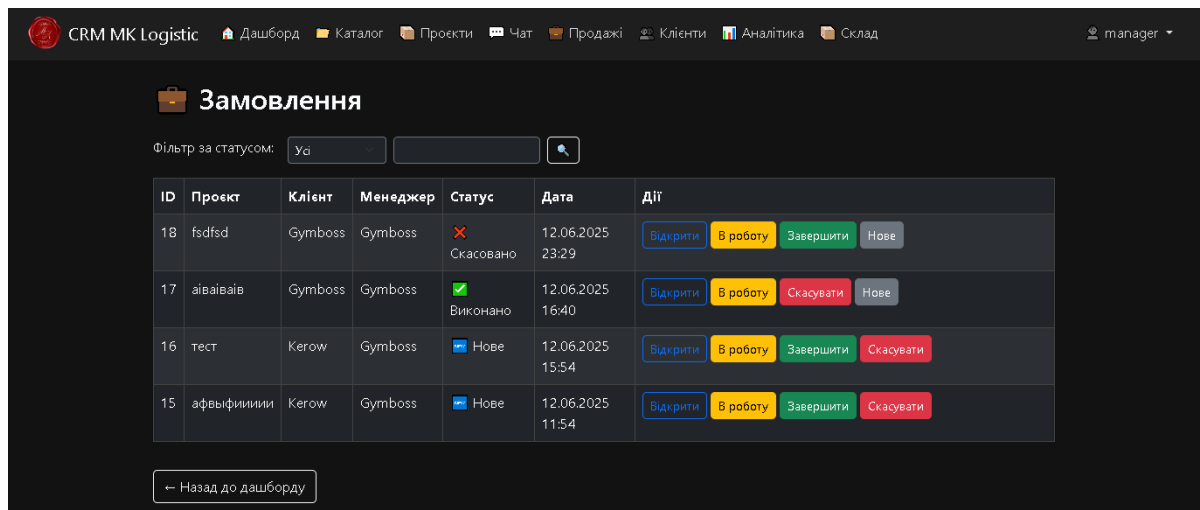
Рисунок 3.34 – Форма фільтрації чатів

Функціонал статусів чату динамічний, якщо клієнт надсилає нове повідомлення в раніше закритий діалог, статус автоматично змінюється на «Новий». Це реалізовано з метою уникнення пропущених звернень –

менеджер бачить чат у списку як такий, що потребує уваги. Статус також можна змінити вручну – наприклад, закрити переписку після завершення консультації, щоб вона не потрапляла до поточного списку відкритих, або відкрити у разі помилкового закриття.

Для відкриття діалогу менеджеру достатньо натиснути кнопку «До чату», після чого відкривається повна історія повідомлень і форма відповіді. Таким чином, реалізовано централізовану систему комунікації між клієнтами та менеджерами, з фіксацією звернень і відслідковуванням їхнього стану.

Після переходу до розділу «Продажі» менеджер отримує доступ до повного списку замовлень, які були створені (рис. 3.35).



ID	Проект	Клієнт	Менеджер	Статус	Дата	Дії
18	fsdfsd	Gymboss	Gymboss	✗ Скасовано	12.06.2025 23:29	Відкрити В роботу Завершити Нове
17	a1a1a1a1	Gymboss	Gymboss	✓ Виконано	12.06.2025 16:40	Відкрити В роботу Скасувати Нове
16	тест	Kerow	Gymboss	📄 Нове	12.06.2025 15:54	Відкрити В роботу Завершити Скасувати
15	афвфйфйиийи	Kerow	Gymboss	📄 Нове	12.06.2025 11:54	Відкрити В роботу Завершити Скасувати

Рисунок 3.35 – Сторінка продажі у менеджерському інтерфейсі

Таблиця замовлень містить такі поля: унікальний ID проєкту, його назву, ім'я клієнта, відповідального менеджера, поточний статус, дату створення та набір дій, які можна виконати з кожним замовленням. Завдяки такій структурі менеджер може швидко отримати загальну картину щодо стану активних замовлень.

У правій частині кожного рядка передбачені кнопки керування: перегляд проєкту, зміна статусу, скасування або завершення. Якщо за замовленням ще не закріплено відповідального, система дозволяє натиснути

кнопку «Призначити себе», після чого в полі з’являється ім’я менеджера. Це спрощує координацію роботи між співробітниками (рис. 3.36).

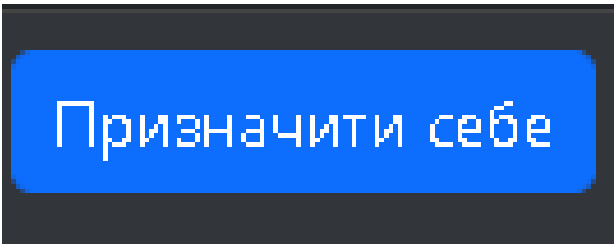


Рисунок 3.36 – Кнопка призначення менеджера для замовлення

У верхній частині сторінки доступні пошук за контактними даними (рис. 3.37), а також фільтрація за статусом: «Нові», «В роботі», «Виконано», «Скасовано» (рис. 3.38).

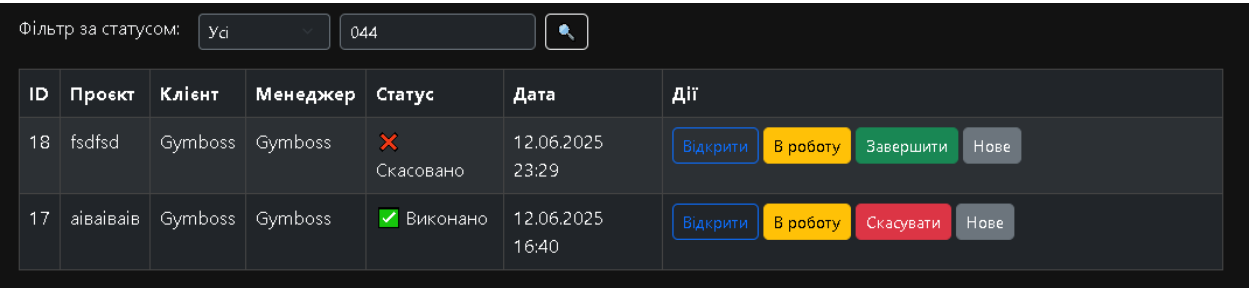


Рисунок 3.37 – Пошук замовлення за контактними даними клієнту

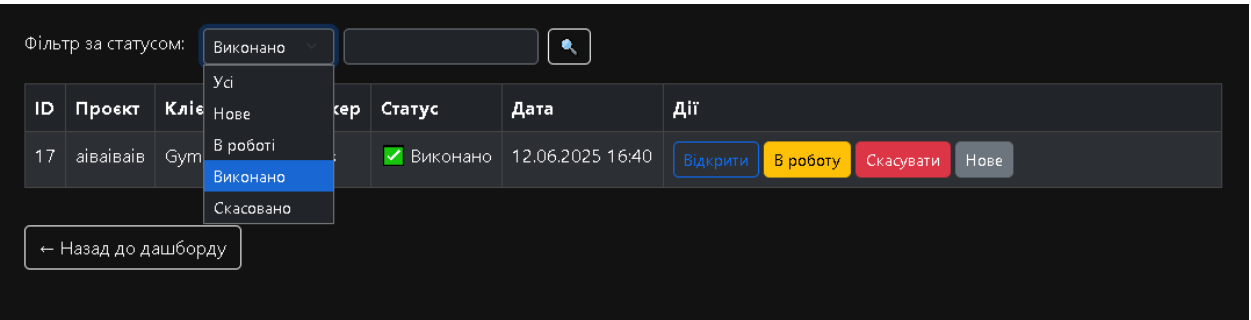


Рисунок 3.38 – Фільтрація за статусом для пошуку замовлень

Фільтрація замовлення за статусом дозволяє зосередитись лише на тих замовленнях, які потребують уваги. Зокрема, перегляд лише нових замовлень дає змогу швидко опрацьовувати вхідні заявки.

Після переходу до розділу «Клієнти» менеджер отримує зведену таблицю всіх користувачів окрім менеджерів (рис. 3.39). У таблиці для кожного клієнта виводяться ключові контактні дані: ім'я, електронна пошта, номер телефону, а також дата реєстрації. Така структура дозволяє швидко знаходити потрібного користувача та переглядати історію його взаємодії з CRM-системою.

У верхній частині сторінки розміщено поле пошуку за іменем клієнта, email або номером телефону.

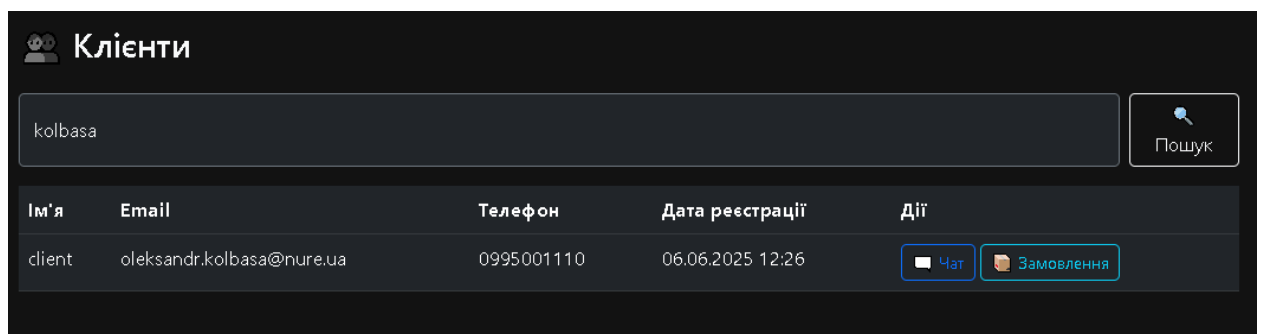


Рисунок 3.39 – Пошук за контактними даними клієнта

Пошук за контактними даними клієнта особливо зручний при роботі з великою кількістю записів – менеджер може швидко знайти потрібну особу навіть за фрагментом контактної інформації.

У колонці «Дії» передбачено дві інтерактивні кнопки для кожного користувача. Перша відкриває чат із клієнтом, надаючи менеджеру змогу одразу перейти до активного діалогу або ініціювати нове звернення. Друга – відкриває перелік усіх замовлень, які були створені відповідним користувачем. Таким чином, менеджер має змогу швидко отримати повну картину співпраці з конкретним клієнтом: від першого звернення до історії замовлень і статусу їх виконання.

Завдяки такій реалізації функціонал розділу «Клієнти» виступає зручним інструментом для керування взаємодією з користувачами, аналітики та швидкого доступу до всієї релевантної інформації.

Після переходу до вкладки «Аналітика» менеджер отримує узагальнену статистику, що відображає поточну динаміку використання CRM-системи (рис. 3.40).

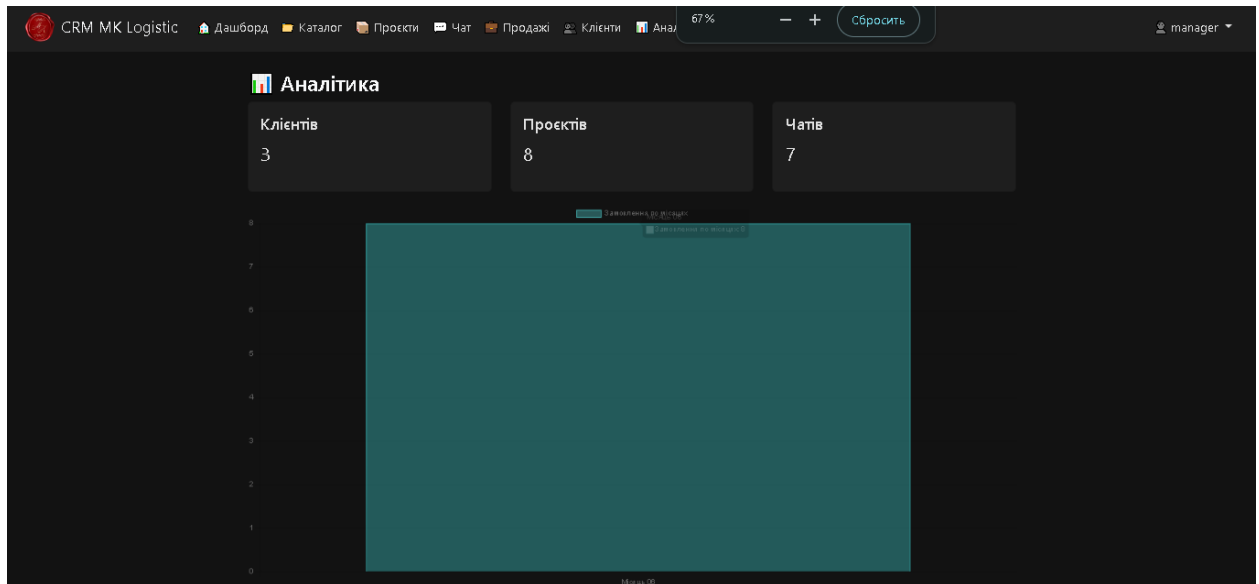


Рисунок 3.40 – Менеджерська вкладка аналітики

У верхній частині сторінки розміщено три інформаційні блоки з кількісними показниками, зареєстрованих клієнтів, створених проектів та активних чатів із клієнтами. Ці метрики дозволяють менеджеру швидко оцінити загальну залученість користувачів до роботи із системою, а також контролювати навантаження на відділ підтримки.

Нижче розташовано графік – стовпчикова діаграма, яка відображає кількість створених замовлень у розрізі місяців.

Графік автоматично оновлюється при надходженні нових даних, що дає змогу відстежувати сезонність, активні періоди та ефективність рекламних або технічних заходів.

Таке представлення аналітичної інформації допомагає менеджерам приймати обґрунтовані рішення, а також своєчасно реагувати на зміни в роботі компанії або поведінці клієнтів.

Після переходу до розділу «Склад» менеджер отримує доступ до повної таблиці наявних компонентів, які зберігаються на складі компанії.

Основна функція сторінки складу – забезпечення актуальної інформації щодо залишків продукції, що дозволяє оперативно реагувати на замовлення клієнтів та підтримувати контроль над компонентним запасом.

Графічний інтерфейс містить таблицю для відображення інформації (рис. 3.41), де для кожного компонента виводяться такі дані: артикул, назва, категорія, підкатегорія та залишок компонентів на складі. У верхній частині інтерфейсу розміщено поле пошуку та селектор категорій, що дозволяє здійснювати швидку фільтрацію (рис. 3.42) .

Артикул	Назва	Категорія	Підкатегорія	Залишок
TRP-001	Стрічковий конвеєр BT4-1219	Підйомно-транспортна техніка	Конвеєр	49
TRP-002	Телескопічний конвеєр DIASON	Підйомно-транспортна техніка	Конвеєр	49
TRP-003	Конвеєр з шевронами	Підйомно-транспортна техніка	Конвеєр	50
TRP-004	Роликовий транспортер YS 2/500-50	Підйомно-транспортна техніка	Транспортер	50
TRP-005	Скребковий ланцюговий ТЛС	Підйомно-транспортна техніка	Транспортер	50
TRP-006	Мобільний шнековий транспортер	Підйомно-транспортна техніка	Транспортер	50
SEN-001	Omron V680S-HMD63-EIP	Сенсор	RFID сенсор	50
SEN-002	IFM O5D100	Сенсор	Сенсор відстані	50
SEN-003	Siemens QFA3160	Сенсор	Температурний сенсор	50
SEN-004	IFM RV6013	Сенсор	Сенсор присутності	50
ACT-001	Festo ESBF-BS-50-300-10P	Виконавчий механізм	Електроциліндр	50

Рисунок 3.41 – Таблиця залишків компонентів

Артикул	Назва	Категорія	Підкатегорія	Залишок
EQP-001	Mecalux M7 Heavy Duty	Складське обладнання	Стелаж	50
EQP-002	Euro Pallet Standard	Складське обладнання	Піддон	50
EQP-003	Euro Pallet HDPE	Складське обладнання	Піддон	50
EQP-004	Plastic Euro Container 600x400	Складське обладнання	Контейнер	50
EQP-005	Plastic Euro Container 400x300	Складське обладнання	Контейнер	50
EQP-006	Interlake Mecalux Selective Racking	Складське обладнання	Стелаж	50

Рисунок 3.42 – Форма фільтрації компонентів у вкладці склад

Праворуч від панелі пошуку розташовано дві кнопки експорту. Перша дозволяє зберегти поточну таблицю у форматі Excel (рис. 3.43), друга – експортувати її як PDF-документ.

Артикул	Назва	Категорія	Підкатегорія	Залишок
EQP-001	Mecalux M7 Heavy Duty Racking	Складське обладнання	Стелаж	50
EQP-002	Euro Pallet Standard	Складське обладнання	Піддон	50
EQP-003	Euro Pallet HDPE	Складське обладнання	Піддон	50
EQP-004	Plastic Euro Container 600x400	Складське обладнання	Контейнер	50
EQP-005	Plastic Euro Container 400x300	Складське обладнання	Контейнер	50
EQP-006	Interlake Mecalux Selective Racking	Складське обладнання	Стелаж	50

Рисунок 3.43 – Експорт залишків із фільтрацією за категорією

Рисунок 3.43 ілюструє приклад сформованої таблиці залишків складського обладнання з урахуванням вибраної категорії. У таблиці відображаються артикул, назва, категорія, підкатегорія та актуальна кількість кожної позиції. Такий формат є зручним для оперативного аналізу наявності обладнання, контролю залишків на складі, а також для подальшого експорту у вигляді звіту. Вивантаження може здійснюватися у форматі Excel або PDF, що дозволяє гнучко адаптувати дані до внутрішніх потреб компанії або зовнішньої звітності.

Таким чином, розділ «Склад» забезпечує повноцінне відображення фактичного стану компонентів, полегшує обробку замовлень і дозволяє тримати під контролем наявність продукції на підприємстві. Він є важливим інструментом для ефективної роботи логістичної компанії.

Менеджер працює в окремому дашборді та має доступ до всіх клієнтських даних, але не може змінювати структуру системи чи користувачів, тому перейдемо до розгляду функціональних можливостей адміністратора, які передбачають повний контроль над системою.

Доступ можливий лише авторизованому в системі адміністратору через адмін-панель зверху на навігаційній панелі (рис. 3.44).

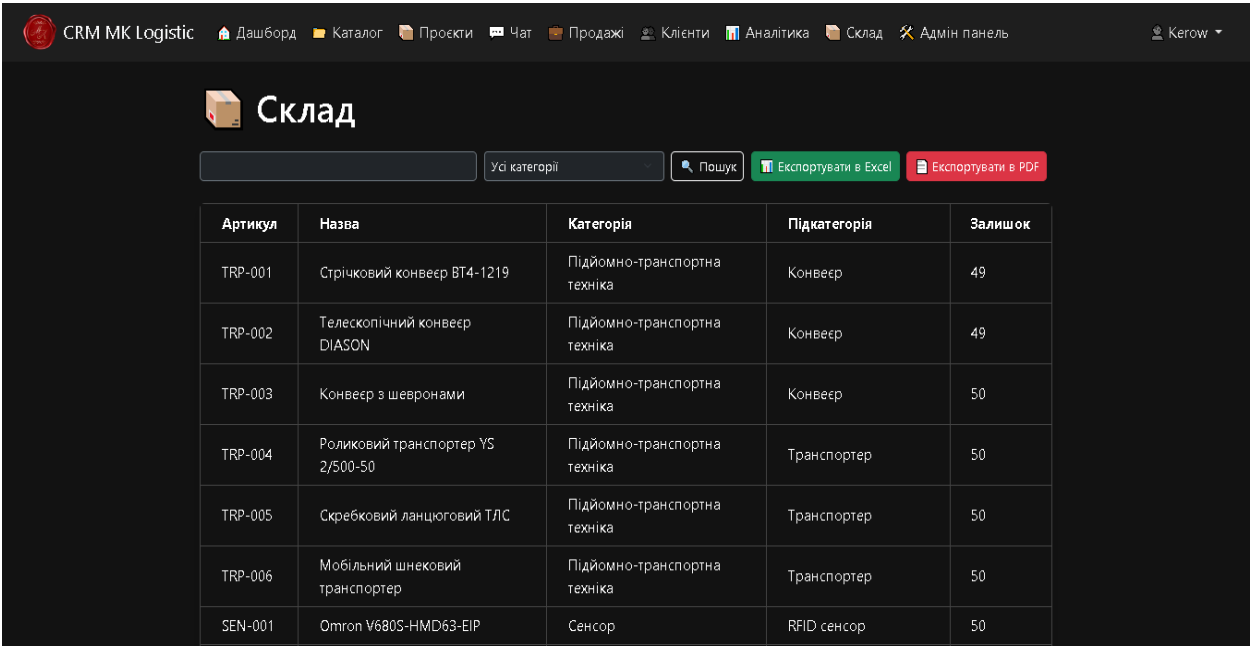


Рисунок 3.44 – Елемент навігації для доступу до Адмін-панелі

Після переходу до адміністративної панелі адміністратор отримує доступ до розширених можливостей управління системою.

Основна мета адмін-панелі – забезпечення повного контролю над даними, ролями користувачів, залишками на складі та історією їхніх змін.

У розділі «Users» адміністратор має змогу переглядати всіх зареєстрованих користувачів, редагувати їхні дані або змінювати ролі (рис. 3.45).

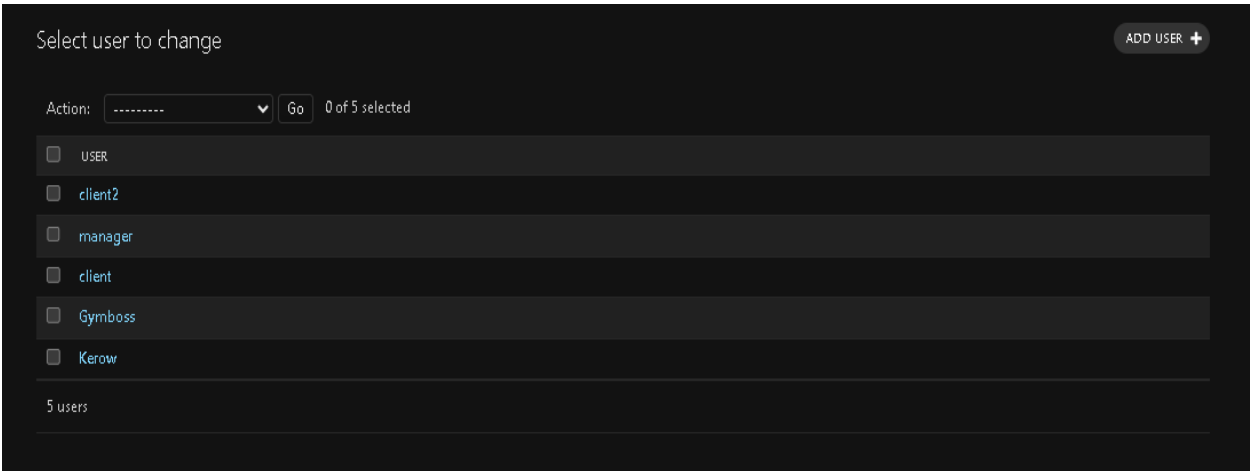
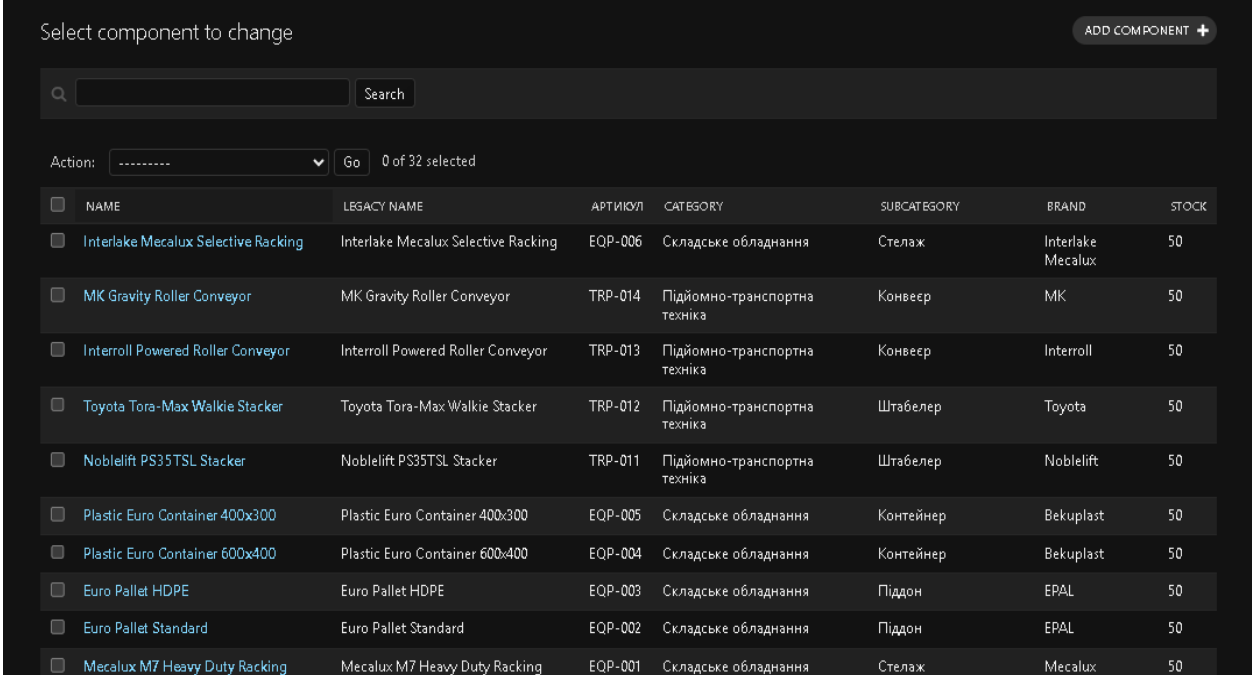


Рисунок 3.45 – Перегляд всіх зареєстрованих користувачів у адмін панелі

У вкладці «Components» надається повний список усіх компонентів з бази даних: з актуальними залишками, брендами, категоріями, підкатегоріями (рис. 3.46). Тут можна додати нові компоненти або редагувати вже існуючі, що зручно при оновленні каталогу продукції чи уточненні технічних характеристик.



Select component to change ADD COMPONENT +

Search

Action: Go 0 of 32 selected

☐	NAME	LEGACY NAME	АРТИКУЛ	CATEGORY	SUBCATEGORY	BRAND	STOCK
☐	Interlake Mecalux Selective Racking	Interlake Mecalux Selective Racking	EQP-006	Складське обладнання	Стелаж	Interlake Mecalux	50
☐	MK Gravity Roller Conveyor	MK Gravity Roller Conveyor	TRP-014	Підйомно-транспортна техніка	Конвеєр	MK	50
☐	Interroll Powered Roller Conveyor	Interroll Powered Roller Conveyor	TRP-013	Підйомно-транспортна техніка	Конвеєр	Interroll	50
☐	Toyota Tora-Max Walkie Stacker	Toyota Tora-Max Walkie Stacker	TRP-012	Підйомно-транспортна техніка	Штабелер	Toyota	50
☐	Noblelift PS35TSL Stacker	Noblelift PS35TSL Stacker	TRP-011	Підйомно-транспортна техніка	Штабелер	Noblelift	50
☐	Plastic Euro Container 400x300	Plastic Euro Container 400x300	EQP-005	Складське обладнання	Контейнер	Bekuplast	50
☐	Plastic Euro Container 600x400	Plastic Euro Container 600x400	EQP-004	Складське обладнання	Контейнер	Bekuplast	50
☐	Euro Pallet HDPE	Euro Pallet HDPE	EQP-003	Складське обладнання	Піддон	EPAL	50
☐	Euro Pallet Standard	Euro Pallet Standard	EQP-002	Складське обладнання	Піддон	EPAL	50
☐	Mecalux M7 Heavy Duty Racking	Mecalux M7 Heavy Duty Racking	EQP-001	Складське обладнання	Стелаж	Mecalux	50

Рисунок 3.46 – Перегляд всіх компонентів у адмін панелі

Функціональність групування операцій у розділі «Movement batches» (рис. 3.47) є важливим інструментом для ефективного управління обліком складських ресурсів.

«Movement batches» дозволяє об'єднувати декілька дій зі списання або надходження компонентів у єдину партію, що значно спрощує ведення документації, підвищує точність звітності та мінімізує ручні помилки.

Такий підхід особливо актуальний при роботі з великими обсягами даних, коли необхідно обробляти десятки або сотні позицій одночасно, зберігаючи контроль і послідовність усіх змін у системі.

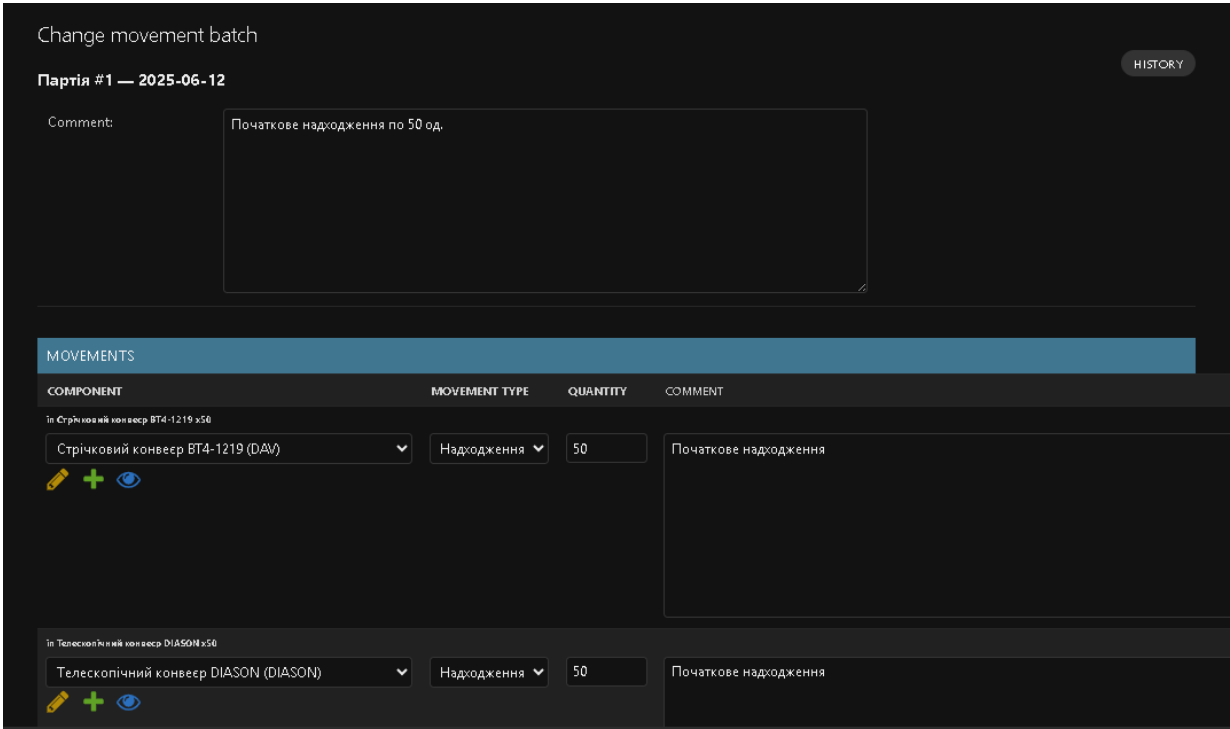


Рисунок 3.47 – Перегляд партії із надходженням у «Movement batches»

Вкладка «Movements» демонструє детальну історію всіх змін запасів: надходжень і списань. Для кожного запису вказується назва компонента, тип операції, кількість і дата (рис. 3.48). Таким чином, система руху компонентів дозволяє точно відстежити, коли і які зміни були внесені

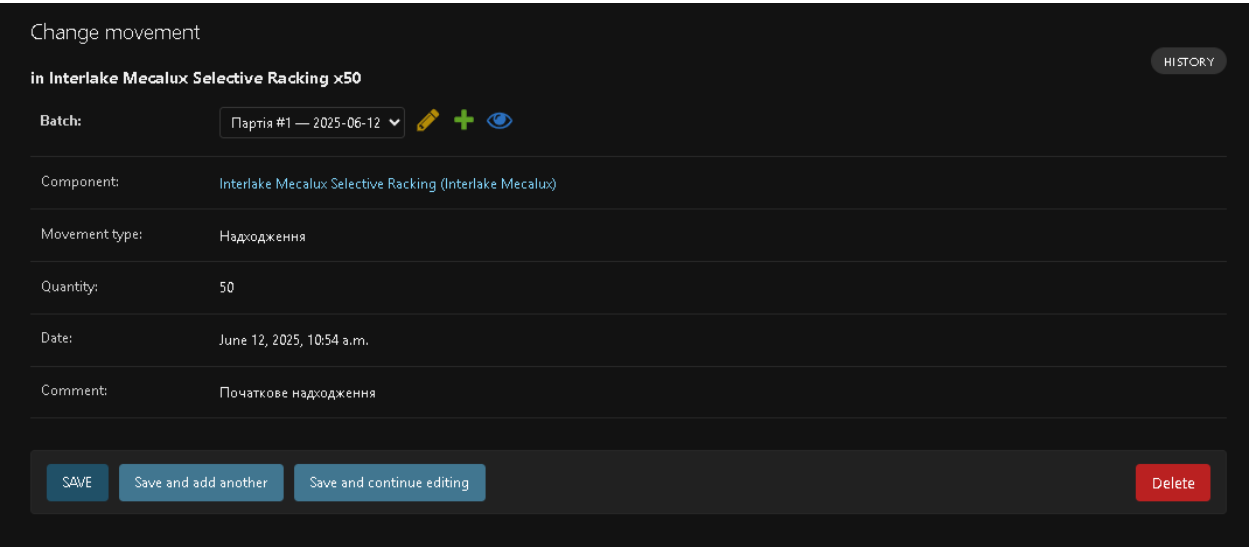


Рисунок 3.48 – Перегляд руху компонентів у «Movements»


```

ROLE_CHOICES = (
    ('admin', 'Адміністратор'),
    ('manager', 'Менеджер'),
    ('client', 'Клієнт'),
)
role = models.CharField(max_length=20, choices=ROLE_CHOICES,
default='client')
phone = models.CharField(max_length=20, blank=True)

```

Це дозволяє чітко розмежовувати доступ до функціоналу залежно від ролі. Компоненти системи класифіковано за категоріями та підкатегоріями. Було передбачено додаткові поля для фільтрації:

```

class Component(models.Model):
    CATEGORY_CHOICES = [
        ('equipment', 'Складське обладнання'),
        ('transport', 'Підйомно-транспортна техніка'),
        ('integration', 'Інтеграційне обладнання'),
        ('actuator', 'Виконавчий механізм'),
        ('sensor', 'Сенсор'),
    ]

    SUBCATEGORY_CHOICES = [
        # equipment
        ('shelf', 'Стелаж'),
        ('container', 'Контейнер'),
        ('pallet', 'Піддон'),
        # transport
        ('stacker', 'Штабелер'),
        ('forklift', 'Навантажувач'),
        ('conveyor', 'Конвеєр'),
        ('transporter', 'Транспортер'),
        # sensor
        ('rfid', 'RFID сенсор'),
        ('temperature', 'Температурний сенсор'),
        ('vibration', 'Вібраційний сенсор'),
        ('motion', 'Сенсор положення'),
        ('presence', 'Сенсор присутності'),
    ]

```

```

        ('distance', 'Сенсор відстані'),
        # integration
        ('gateway', 'Промисловий шлюз'),
        # actuator
        ('electric_cylinder', 'Електроциліндр'),
        ('pneumatic_cylinder', 'Пневматичний клапан'),
        ('rotary_drive', 'Обертний привід'),
        ('actuator_other', 'Інше'),
    ]

    name = models.CharField(max_length=200)
    article = models.CharField(max_length=100, unique=True, blank=True,
null=True, verbose_name="Артикул")
    category = models.CharField(max_length=50, choices=CATEGORY_CHOICES)
    subcategory = models.CharField(max_length=50,
choices=SUBCATEGORY_CHOICES)
    brand = models.CharField(max_length=100, blank=True, null=True)
    description = models.TextField(blank=True)
    datasheet = models.URLField(blank=True, null=True)
    image = models.ImageField(upload_to='components/', blank=True,
null=True)

    # Характеристики
    load_capacity = models.PositiveIntegerField(blank=True, null=True)
    temperature_min = models.IntegerField(blank=True, null=True)
    temperature_max = models.IntegerField(blank=True, null=True)
    power_supply = models.CharField(max_length=50, blank=True, null=True)
    signal_type = models.CharField(max_length=50, blank=True, null=True)
    IP = models.CharField(max_length=20, blank=True, null=True)
    pressure_range = models.CharField(max_length=50, blank=True, null=True)
    interface = models.CharField(max_length=50, blank=True, null=True)
    material = models.CharField(max_length=100, blank=True, null=True)
    price = models.DecimalField(max_digits=10, decimal_places=2, blank=True,
null=True)

    legacy_name = models.CharField(max_length=200, blank=True, null=True)
    specs = models.JSONField(blank=True, null=True,
verbose_name="Характеристики")

```

```

        advantages = models.TextField(blank=True, null=True,
verbose_name="Переваги")
        compatibility = models.TextField(blank=True, null=True,
verbose_name="Сумісність")

    def __str__(self):
        return f"{self.name} ({self.brand})"

```

Клієнт має змогу створювати проєкти, що містять список компонентів та кількість кожного обраного компоненту. Для цього використано проміжну модель ProjectComponent:

```

class Project(models.Model):
    user = models.ForeignKey(User, on_delete=models.CASCADE)
    name = models.CharField(max_length=100)
    created_at = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    components = models.ManyToManyField(
        'Component',
        through='ProjectComponent',
        related_name='projects'
    )

    def __str__(self):
        return self.name


class ProjectComponent(models.Model):
    project = models.ForeignKey(
        Project,
        on_delete=models.CASCADE,
        related_name='project_components'
    )
    component = models.ForeignKey(Component, on_delete=models.CASCADE)
    quantity = models.PositiveIntegerField(default=1)

```

Оформлення замовлення відбувається на основі проєкту. Для кожного замовлення фіксується його статус, відповідальний менеджер і дата створення:

```
class Order(models.Model):
    STATUS_CHOICES = [
        ('new', 'Нове'),
        ('in_work', 'В роботі'),
        ('closed_won', 'Виконано'),
        ('closed_lost', 'Скасовано'),
    ]

    project = models.ForeignKey(Project, on_delete=models.CASCADE)
    manager = models.ForeignKey(User, on_delete=models.SET_NULL, null=True,
blank=True, related_name='managed_orders')
    status = models.CharField(max_length=20, choices=STATUS_CHOICES,
default='new')
    created_at = models.DateTimeField(auto_now_add=True)

    def __str__(self):
        return f"Замовлення #{self.id} ({self.status})"
```

Зміна статусу замовлення супроводжується автоматичним створенням записів руху компонентів на складі. Це реалізовано через перевизначення методу save():

```
def custom_order_save(self, *args, **kwargs):
    if self.pk:
        old = Order.objects.get(pk=self.pk)
        if old.status != self.status:
            if old.status == 'closed_won' and self.status == 'closed_lost':
                for pc in self.project.project_components.all():
                    Movement.objects.create(
                        component=pc.component,
                        movement_type='in',
                        quantity=pc.quantity,
```

```

        comment=f'Повернення через скасування замовлення
#{self.pk}'
    )
    elif self.status == 'closed_won' and old.status != 'closed_won':
        for pc in self.project.project_components.all():
            Movement.objects.create(
                component=pc.component,
                movement_type='out',
                quantity=pc.quantity,
                comment=f'Списання через завершення замовлення
#{self.pk}'
            )
    return Order._original_save(self, *args, **kwargs)

Order.save = custom_order_save

```

Модель Chat зберігає діалоги між клієнтами та менеджерами. Повідомлення створюються через модель Message, де фіксується текст, час, автор і статус прочитання. Якщо клієнт пише в закритий чат, чат автоматично відкривається:

```

class Message(models.Model):
    chat = models.ForeignKey('Chat', related_name='messages',
on_delete=models.CASCADE)
    sender = models.ForeignKey(User, on_delete=models.CASCADE)
    content = models.TextField()
    timestamp = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    is_read = models.BooleanField(default=False)

    class Meta:
        ordering = ['timestamp']

    def __str__(self):
        return f"{self.sender}: {self.content[:20]}"

    def save(self, *args, **kwargs):
        if self.chat.is_closed and self.sender == self.chat.client:

```

```
self.chat.is_closed = False
```

```
self.chat.save(update_fields=['is_closed'])
super().save(*args, **kwargs)
```

Реалізовано дві моделі для контролю залишків Movement – окремий рух компонентів, MovementBatch – група рухів однієї партії. Залишок обчислюється динамічно:

```
class Movement(models.Model):
    IN = 'in'
    OUT = 'out'
    MOVEMENT_CHOICES = [
        (IN, 'Надходження'),
        (OUT, 'Списання'),
    ]

    batch = models.ForeignKey('MovementBatch', on_delete=models.CASCADE,
related_name="movements", null=True)
    component = models.ForeignKey(Component, on_delete=models.CASCADE)
    movement_type = models.CharField(choices=MOVEMENT_CHOICES, max_length=3)
    quantity = models.PositiveIntegerField()
    comment = models.TextField(blank=True, null=True)
    date = models.DateTimeField(auto_now_add=True)

    def __str__(self):
        return f"{self.movement_type} {self.component.name} x{self.quantity}"

    @staticmethod
    def get_stock(component):
        in_total = Movement.objects.filter(component=component,
movement_type='in').aggregate(Sum('quantity'))['quantity__sum'] or 0
        out_total = Movement.objects.filter(component=component,
movement_type='out').aggregate(Sum('quantity'))['quantity__sum'] or 0
        return in_total - out_total
```

```

class MovementBatch(models.Model):
    created_at = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
    comment = models.TextField(blank=True, null=True)

    def __str__(self):
        return f"Партія #{self.id} - {self.created_at.strftime('%Y-%m-%d')}"

```

Властивість `Component.stock` обчислюється автоматично:

```
Component.stock = property(lambda self: Movement.get_stock(self))
```

Серверна частина CRM була реалізована відповідно до принципів модульності, розмежування ролей, автоматизації процесів та гнучкого обліку даних. Кожен функціональний блок був організований у вигляді окремих моделей, з підтримкою інтеграцій, реального часу та повного контролю за змінами. Це дозволяє масштабувати систему, розширювати логіку та впроваджувати додаткові сервіси без ризику порушення цілісності структури.

3.5 Експериментальна частина перевірки коректності логіки CRM-системи

Було реалізовано серію тестів для перевірки коректності логіки зміни статусів замовлень. Зокрема, перевірено, що при переході замовлення в статус «виконано» створюються об'єкти списання компонентів з відповідною кількістю. У зворотному випадку, при скасуванні замовлення, створюються об'єкти надходження, які повертають компоненти на склад. Тести перевіряють правильність типу операції (in або out), кількість і пов'язані коментарі.

Тестування моделі `ProjectComponent` дозволяє переконатися, що при додаванні компонентів до проєкту зберігається зв'язок між проєктом і кожним компонентом, а також кількість кожного з них. Перевіряється, що

можна створити кілька компонентів в одному проєкті, і що зміна одного з них не впливає на інші.

Частина тестів перевіряє роботу повідомлень у чаті. Зокрема, перевірено, що при надсиланні повідомлення клієнтом чат автоматично відкривається, якщо до цього був закритий. Також тестується, що повідомлення зберігаються в правильному порядку, відображаються у відповідному чаті і мають позначку про прочитання.

Окремо перевірено створення проєкту через форму. Тести перевіряють, що після заповнення полів створюється об'єкт Project, а також що форма повертає коректний шаблон і статус відповіді.

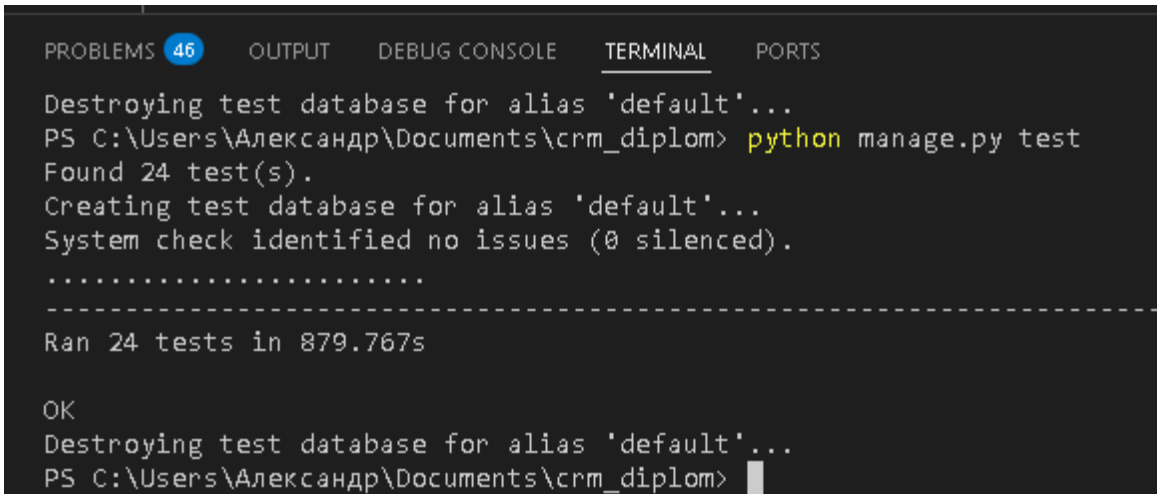
Було протестовано функціональність чату, а саме, створення чату між клієнтом і менеджером, надсилання повідомлення, призначення менеджера, зміна статусу чату та перевірка отримання повідомлень. Кожен з тестів перевіряє, що створений об'єкт має очікувані значення і пов'язаний з правильними користувачами.

Окремо протестовано створення нової партії рухів (MovementBatch) з кількома операціями. Перевірено, що кожен рух належить до цієї партії, зберігає вказану кількість, тип і компонент.

Було реалізовано тест для обчислення залишків компонентів. На основі рухів типу «надходження» і «списання» перевіряється, що залишок обчислюється правильно, навіть якщо існує кілька записів рухів різного типу.

Також протестовано сторінки: каталог компонентів, створення проєкту, перегляд проєкту, сторінку клієнтського дашборду, менеджерську панель, перегляд аналітики, перегляд чату. У кожному випадку перевіряється, що користувач із відповідною роллю може отримати доступ до сторінки, що використовується правильний шаблон, і що відповідь має статус 200.

Згідно з результатами запуску автоматизованого тестування, було виконано 24 унікальних тестових сценарії, що охоплюють як окремі моделі, так і логіку представлень (views) системи. Усі тести пройшли успішно, без помилок чи збоїв (рис. 3.50).

A screenshot of a terminal window with a dark background. At the top, there are tabs: 'PROBLEMS' with a blue circle containing '46', 'OUTPUT', 'DEBUG CONSOLE', 'TERMINAL' (which is selected), and 'PORTS'. The terminal text shows the process of destroying and creating a test database, running 24 tests, and receiving an 'OK' status. The command prompt is 'PS C:\Users\Александр\Documents\crm_diplom>'.

```
PROBLEMS 46 OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS
Destroying test database for alias 'default'...
PS C:\Users\Александр\Documents\crm_diplom> python manage.py test
Found 24 test(s).
Creating test database for alias 'default'...
System check identified no issues (0 silenced).
.....
-----
Ran 24 tests in 879.767s

OK
Destroying test database for alias 'default'...
PS C:\Users\Александр\Documents\crm_diplom>
```

Рисунок 3.50 – Результати тестування CRM-системи

Результати тестування CRM-системи підтверджує стабільну роботу основних функціональних модулів CRM-системи: створення і обробки проєктів, управління замовленнями, роботи чату, динамічного контролю складських залишків, а також ролей і доступу користувачів.

Завдяки комплексному тестуванню системи було забезпечено високий рівень надійності та впевненості в правильній роботі всіх критично важливих компонентів.

Також було проведено порівняння розробленої CRM-системи з аналогами, результати наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика функціональних можливостей розробленої CRM-системи та відомих рішень

Функціонал / Система	Моя CRM	KeyCRM	Zoho CRM	SuiteCRM
Інтерфейс для клієнта	+	+	+	+
Підбір компонентів (сенсори / актуатори)	+	—	—	—
Чат клієнта з менеджером	+	+	±	+
Каталог	+	+	±	±
ШІ-помічник	+	—	±	—
Робота з проектами (BOM)	+	±	+	±
Аналітика для менеджера	+	+	+	+
Рух товарів (склад)	+	+	±	±
Керування ролями	+	+	+	+
Структура з YAML / CSV	+	—	±	—
Можливість кастомізації	+	±	±	+

3.6 Розрахунок надійності CRM-системи

Для оцінки стабільності та працездатності розробленої CRM-системи було проведено розрахунок основних показників її надійності. Надійність програмного забезпечення відіграє ключову роль у сфері складської логістики, де перебої у функціонуванні можуть призвести до затримок у постачанні та збоїв у виробничих процесах. Тому при проектуванні системи особлива увага приділялася не лише функціональності, а й стійкості до відмов.

Оцінка виконувалася на основі статистичних моделей, які описують ймовірність безвідмовної роботи в залежності від часу. Для цього використано експоненціальний закон розподілу часу до відмови, за яким ймовірність безвідмовної роботи протягом часу t визначається виразом:

$$P(t) = e^{(-\lambda \cdot t)}, \quad (3.1)$$

де λ – інтенсивність відмов, 1/год;

t – тривалість безперервної роботи у годинах.

У межах експлуатаційного моделювання системи було враховано період тестування тривалістю 30 годин, протягом якого не зафіксовано жодної критичної помилки. На основі цього $\lambda = 0$. Для реалістичнішого сценарію було змодельовано один збій за 100 годин, що дало $\lambda = 0,01$, 1/год. Підставивши це значення у формулу, було обчислено ймовірність безвідмовної роботи протягом 24 годин:

$$P(24) = e^{(-0,01 \cdot 24)} \approx e^{(-0,24)} \approx 0,7866.$$

Середній час безвідмовної роботи K_r визначається як обернена величина інтенсивності відмов:

$$K_r = 1 \div \lambda = 100 \text{ годин.}$$

Готовність системи (коефіцієнт готовності) визначається за формулою:

$$K_r = \frac{K_r}{T_{cp} + T_B}, \quad (3.2)$$

де K_r – середній час відновлення після збою.

Припустивши, що $K_r = 0,5$ год (перезапуск, діагностика), маємо:

$$K_r = 100 / (100 + 0,5) \approx 0,995.$$

Це означає, що система буде в працездатному стані понад 99,5 % часу експлуатації. Такий показник свідчить про високу надійність програмного забезпечення, яке демонструє стабільну роботу за помірного навантаження та відповідає вимогам до безперервності обслуговування. Оцінка проводилася з урахуванням даних автоматизованого тестування, яке охоплює ключові компоненти логіки роботи CRM, включаючи управління користувачами, каталог компонентів, облік складських залишків, проєктування, формування замовлень та систему спілкування між клієнтом і менеджером.

3.7 Аналіз стійкості CRM-системи для підбору компонентів складської логістики

Розроблена CRM-система в рамках дипломного проєкту виконує функції інформаційної автоматизованої системи керування, яка реалізує послідовну обробку користувацьких запитів, пов'язаних із підбором, замовленням та супроводом компонентів у сфері складської логістики. З огляду на її архітектуру та функціональну поведінку, система підпадає під загальні принципи системи автоматичного управління (САУ): наявність

вхідного збурення, реакції на збурення, механізмів логічного регулювання, зворотного зв'язку та інерційної відповіді.

У якості вхідного впливу розглядається дія користувача – формування нового замовлення. Об'єктом керування виступає процес обробки цього замовлення, що включає зміну його статусів, спілкування з менеджером, оновлення інформації в інтерфейсі та фіксацію в базі даних. Реакцію системи моделюється як аперіодичну ланку першого порядку зі сталим коефіцієнтом підсилення.

Передавальна функція САУ у вигляді аперіодичної ланки першого порядку записується так:

$$W(s) = \frac{1}{Ts+1}, \quad (3.3)$$

де $W(s)$ – передавальна функція системи в операторній формі;

T – постійна часу, що характеризує інерційність системи, тобто час, за який вона реагує на зміну вхідного впливу;

s – оператор Лапласа.

У припущенні, що $T = 5$ хв, розв'язок рівняння в часовій області набуває вигляду перехідної характеристики:

$$y(t) = 1 - e^{-\frac{t}{T}}, \quad (3.4)$$

де $y(t)$ – відгук системи у момент часу t ;

e – основа натурального логарифма ($\sim 2,71828$);

t – час від моменту надходження вхідного сигналу.

Для конкретних значень часу отримано такі результати реакції:

$$y(5) = 1 - e^{-1} \approx 0,63,$$

$$y(10) = 1 - e^{-2} \approx 0,86,$$

$$y(15) = 1 - e^{-3} \approx 0,95.$$

Це демонструє, що стабілізація реакції системи досягається орієнтовно за $3T = 15$ хвилин.

Для оцінки стійкості досліджено характеристичне рівняння, яке має вигляд:

$$s + \frac{1}{T} = 0 \rightarrow s = -\frac{1}{T} = -0,2, \quad (3.5)$$

де s – корінь характеристичного рівняння.

Від’ємне значення кореня свідчить про асимптотичну стійкість системи.

Для аналізу точності розраховано сталу похибки для системи з одиничним збуренням за сталого підсилення:

$$e = \frac{1}{1+K} = \frac{1}{2} = 0,5, \quad (3.6)$$

де e – усталена похибка;

K – коефіцієнт підсилення.

Похибка в 50 % зумовлена неможливістю повної компенсації збурення без участі оператора. У CRM-системі цю похибку компенсує менеджер вручну, реагуючи на нові замовлення.

Окрім інерції технічного характеру, додатково враховано затримки, пов’язані з людським фактором та оновленням інтерфейсу:

$$t_{\text{менеджера}} = 2 \text{ хв}, \quad t_{\text{інтерфейсу}} = 1 \text{ хв},$$

$$t_3 = T + t_m + t_i = 5 + 2 + 1 = 8 \text{ хв}. \quad (3.7)$$

Таким чином, динамічна модель CRM-системи на основі аперіодичної ланки першого порядку дозволяє кількісно оцінити її реакцію на вхідні події. Сумарна затримка системи, що включає інерційність процесів обробки, людський фактор і час оновлення інтерфейсу, складає не більше ніж 8 хвилин, що є граничним (максимальним) очікуваним значенням. В умовах оптимального навантаження, високої доступності мережі та миттєвої реакції менеджера реальний час обробки замовлення істотно менше. Це підтверджує передбачуваність, стійкість та адаптивність системи до різних умов експлуатації, що дозволяє ефективно впроваджувати її в рамках логістичних процесів.

3.8 Охорона праці

Приміщення, у якому проведено роботи має наступні характеристики:

- площа приміщення 20 м^2 ($4 \text{ м} \times 5 \text{ м}$);
- висота 3,5 м;
- кількість робочих місць з ПК – 2 шт.

Приміщення, відповідно до ДНАОП [16], повинно забезпечувати 6 м^2 площі і 20 м^3 на одне робоче місце з ПК. Площа приміщення 20 м^2 і об'ємом 70 м^3 , на кожне місце припадає 6 м^2 площі та 25 м^3 об'єму. Отже, вимога виконана.

Приміщення з ПК повинні мати природне і штучне освітлення відповідно до ДБН Природне і штучне освітлення [17]. Природне світло повинно проникати через бокові світло отвори, зорієнтовані, як правило, на північ або північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5 %.

Рівень загального штучного освітлення приміщення можна перевірити за допомогою методу питомої потужності.

Розрахункова формула методу:

$$W = \frac{W_{\Sigma}}{S}, \quad (3.8)$$

де W – питома потужність;

S – площа приміщення;

W_{Σ} – загальна потужність освітлювальної установки.

W_{Σ} – розраховується за формулою:

$$W_{\Sigma} = W_{\text{св}} \cdot n_{\text{св}}, \quad (3.9)$$

де $W_{\text{св}}$ – потужність одного світильника;

$n_{\text{св}}$ – кількість світильників в приміщенні.

$$W_{\Sigma} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ Вт},$$

$$W_{\Sigma} = \frac{100}{20} = 5 \text{ Вт/м}^2.$$

Питомій потужності 5 Вт/м² відповідає освітленість в 341,5 Лк. при мінімальній допустимій освітленості 300 Лк.

Отже, в кімнаті створені сприятливі умови за освітленням.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було здійснено повний цикл розробки CRM-системи, призначеної для підбору сенсорів і виконавчих механізмів у сфері складської логістики. Реалізована система забезпечує ефективну взаємодію між клієнтами та менеджерами, дозволяє формувати проєкти, здійснювати підбір компонентів відповідно до технічних вимог і умов експлуатації, а також автоматизувати процеси обліку та аналітики.

Було сформовано вимоги до функціональності системи, визначено архітектуру та засоби реалізації. Для реалізації проєкту обрано сучасні вебтехнології: Python, Django, PostgreSQL, HTML/CSS та інші бібліотеки. Розроблена архітектура CRM-системи, яка базується на трикомпонентній структурі, що створює чітке функціональне розділення між презентаційним рівнем, прикладною логікою та рівнем роботи з даними. Подібна структурна організація забезпечує раціональне опрацювання запитів, уніфіковане управління інформаційними ресурсами та підтримує адаптивність системи для майбутніх удосконалень. Розроблена архітектура включає модулі: реєстрації та авторизації користувачів, інтерфейси для клієнта, менеджера та адміністратора, каталог компонентів зі зручною фільтрацією, систему проєктів і замовлень, чат для комунікації, модуль AI-помічника, а також складську підсистему для обліку руху компонентів.

Особливу увагу приділено розробці алгоритмів обробки користувацьких запитів та реалізації інтерфейсів, орієнтованих на зручність взаємодії. Інтеграція інтелектуального помічника на основі великої мовної моделі дозволила забезпечити автоматичне генерування технічних рішень відповідно до опису задачі користувачем.

Функціональне тестування підтвердило працездатність системи та відповідність поставленим вимогам. Впровадження такої CRM-системи дозволяє підвищити ефективність підбору сенсорів та виконавчих механізмів

завдяки реалізації багаторівневої системи інтерфейсів для різних категорій користувачів.

Розроблена CRM-система демонструє принципово новий рівень архітектурної досконалості, забезпечуючи повну автономність функціонування без потреби в зовнішніх інтеграціях або додаткових модулях, що кардинально відрізняє її від існуючих рішень, які потребують складних багатокомпонентних екосистем для досягнення аналогічної функціональності.

Унікальною особливістю системи є органічна інтеграція спеціалізованого каталогу компонентів з інтелектуальними механізмами підбору, що поєднує традиційні методи фільтрації з передовими алгоритмами штучного інтелекту, створюючи синергетичний ефект для точного та ефективного відбору сенсорів і виконавчих механізмів у галузі складської логістики.

Впровадження вузькоспеціалізованого AI-помічника, налаштованого виключно під специфіку логістичних процесів, забезпечує не лише автоматизацію рутинних операцій підбору обладнання, але й формування комплексних технічних рекомендацій, що виводить систему за межі стандартних CRM-рішень.

Тож, в запропонованій CRM-системі реалізовано повний цикл від підбору компонентів до управління складськими залишками.

Таким чином, поставлену мету було досягнуто, а завдання кваліфікаційної роботи бакалавра повністю виконано.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 3008-15. Документація. Звіти у сфері науки та техніки структура та правила оформлення. Введ. 2015-06-22. К. Держстандарт України. – 2017. – 29 с.
2. Навчальний посібник з підготовки кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів вищої освіти денної і заочної форм навчання спеціальностей 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» освітньої програми «Системна інженерія» [Електронний ресурс] : навчальний посібник / І. Ш. Невлюдов, О. В. Токарева, О. М. Цимбал, А. І. Бронніков ; М-во освіти і науки України, ХНУРЕ. – Харків : Видавництво Іванченка І. С. – 2023. – 218 с.
3. Методичні вказівки з підготовки кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форми навчання спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Упоряд.: І.Ш. Невлюдов, О.І. Филипенко, О.В. Токарева, С.П. Новоселов, О.В Сичова. – Харків: ХНУРЕ, 2023. – 64 с.
4. Kolbasa, O. R. The significance and necessity of automating the selection of sensors and actuators / O. R. Kolbasa, S. V. Sotnik // «Computer-integrated technologies, automation and robotics» CITAR-2025. – 2025. – pp. 63-67
5. Sotnik, S. V. Features of using REST architecture for development of ARS for information systems / S. V. Sotnik // Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами», Коблево, 9–13 вересня 2024 р. Збірник праць. – Харків: ХНУРЕ, 2024. – с. 42 – 45
6. Kaponkin, V. G. The role of big data in improving functionality of search engines / V. G. Kaponkin, S. V. Sotnik // The 8th International scientific

and practical conference “European congress of scientific achievements” (August 12-14, 2024) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. – 2024. – pp. 69-76

7. Nevludov, I.S. Cloud giants: AWS, Azure and GCP / I.S. Nevludov, S.V. Sotnik // 2023 2nd International Conference on Innovative Solutions in Software Engineering Ivano-Frankivsk, Ukraine, November 29-30. – 2023. – С. 18-23

8. Sotnik, S. Development Features Web-Applications / S. Sotnik, et al. // International Journal of Academic and Applied Research (IJAAR). – 2023. – Vol. 7, Issue 1. – P. 79-85

9. Sotnik, S. Overview: PHP and MySQL Features for Creating Modern Web Projects / S. Sotnik, et al. // International Journal of Academic Information Systems Research (IAISR), Vol. 7, Issue 1. – 2023. – P. 11-17

10. Невлюдов, І. Ш. Метод децентралізованого управління технологічними процесами на інтелектуальному виробництві / І. Ш. Невлюдов, С. Новоселов, О. Сичова // Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. – 2025. – № 1 (31). – С. 166–179

11. Невлюдов І. Ш. Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва технічних засобів автоматизації. – 2021. – 604 с.

12. Невлюдов І.Ш. Механізми технічних засобів автоматизації (довідкові матеріали з курсового і дипломного проектування): навчальний посібник. / І.Ш. Невлюдов, В.І. Роменський, І.О. Яшков. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 292 с.

13. Невлюдов І. Ш. Технічні засоби автоматизації: Підручник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.І. Филипенко, Н.П. Демська, С.П. Новоселов. – Кривий Ріг : Криворізький коледж НАУ, 2019. – 366 с.

14. Бородкіна І. Л., Бородкін Р. О. Web-технології та Web-дизайн: застосування мови HTML для створення електронних ресурсів. – К.: Вид. Ліра До, 2020. – 212 с.

15. Самсонова, С. Ю. Аналіз методів автоматизації складської логістики виробничого підприємства / С. Ю. Самсонова // Автоматизація та

приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2020). – 2020. – Вип. 1. – с. 98–103

16. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила охорони праці під час роботи з дисплейними відеотерміналами електронно-обчислювальних машин. – Київ: Держнаглядохоронпраці України, 2001. – 20 с.

17. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2006. – 72 с.