

**Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій
Кафедра інженерії програмного забезпечення**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ «Е-КОМУНТРАНС» ДЛЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ
ПОСЛУГ З ВИВЕЗЕННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ У ПРИМІСЬКИХ
НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ**

**DEVELOPMENT OF THE "E-KOMUNTRANS" SYSTEM FOR
DIGITALIZATION OF PLANT WASTE REMOVAL SERVICES IN
SUBURBAN SETTLEMENTS**

спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»
освітня програма «Інженерія програмного забезпечення»

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІПЗз-41
Войтюк Дмитро Олександрович

Керівник:
Суринович Олена Миколаївна

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Ліщина Наталія Миколаївна

Луцьк – 2026 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій

Кафедра інженерії програмного забезпечення

Ступінь вищої освіти бакалавр

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність: 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Освітня програма: «Інженерія програмного забезпечення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Войтюку Дмитру Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи «Розробка системи «Е-комунтранс» для цифровізації послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах»

Керівник роботи: к.т.н., доц. Суринович О. М.

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» грудня 2025 р. № 541/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи бакалавра «29» травня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: HTML5, CSS3, JavaScript, PHP, MySQL, phpMyAdmi, локальне серверне середовище XAMPP, API, засоби інтеграції з платіжними сервісами для реалізації електронної оплати послуг, UML-діаграми, ER-моделювання, клієнт-серверна архітектура, вимоги до інформаційних систем комунального призначення, методи організації та обробки даних користувачів, засоби забезпечення інформаційної безпеки, автентифікації, авторизації та розмежування прав доступу.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): аналіз сучасного стану проблеми поводження з рослинними відходами та цифровізації комунальних послуг, аналіз предметної області та існуючих інформаційних систем і сервісів для замовлення комунальних послуг, формування функціональних і нефункціональних вимог до системи «Е-Комунтранс», вибір технологій розробки програмного забезпечення, проєктування архітектури системи та структури бази даних.

5. Перелік графічного матеріалу: 12 рисунків, 1 таблиця.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналіз предметної області	Суринович О. М.		
Специфікація вимог до розробленої системи	Суринович О. М.		
Розробка об'єкта проектування	Суринович О. М.		
Нормоконтроль	Суринович О. М.		
Гарант ОП	Ліщина Н. М.		
Показник запозичень тексту		%	
Академічна доброчесність	Суринович О. М.		

7. Дата видачі завдання «3» лютого 2026 р.

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літературних джерел по темі кваліфікаційної роботи бакалавра	до 14.02.2026 р.	
2	Аналіз проблеми розробки та впровадження об'єкту проектування	до 03.03.2026 р.	
3	Обґрунтування вибору шляхів, технологій і засобів вирішення поставленого завдання	до 14.03.2026 р.	
4	Розробка функціонально-структурної схеми роботи об'єкта проектування та проектування бази даних	до 14.04.2026 р.	
5	Практична реалізація об'єкта проектування та розробка бази даних	до 20.04.2026 р.	
6	Тестування та налагодження об'єкта проектування	до 04.05.2026 р.	
7	Здача чистового варіанту кваліфікаційної роботи бакалавра на кафедрі	до 29.05.2026 р.	

Здобувач вищої освіти _____

Дмитро ВОЙТЮК

Керівник кваліфікаційної роботи _____

Олена СУРИНОВИЧ

АНОТАЦІЯ

Войтюк Д. О. Розробка системи «Е-комунтранс» для цифровізації послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах. Рукопис. Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Інженерія програмного забезпечення» спеціальності «Інженерія програмного забезпечення». Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У першому розділі проведено аналіз предметної області, пов'язаної з наданням послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах, розглянуто проблему поводження з рослинними відходами та сучасні підходи до цифровізації комунальних послуг. Також проаналізовано існуючі інформаційні системи та сервіси у сфері управління відходами й обґрунтовано необхідність розробки системи «Е-Комунтранс».

У другому розділі визначено функціональні та нефункціональні вимоги до програмного забезпечення, спроектовано архітектуру системи, структуру бази даних та побудовано UML- і ER-діаграми. Також обґрунтовано вибір технологій і засобів розробки.

У третьому розділі описано процес реалізації системи «Е-Комунтранс», розроблено базу даних та користувацькі інтерфейси, реалізовано механізми створення заявок, відстеження їх статусу, електронної оплати та інформування користувачів. Окрему увагу приділено захисту інформації, тестуванню програмного забезпечення та підготовці документації.

У висновках узагальнено результати виконаної роботи та підтверджено досягнення поставленої мети.

Ключові слова: рослинні відходи, комунальні послуги, цифровізація, інформаційна система, Е-Комунтранс, вебзастосунок, UML, база даних, MySQL, електронна оплата.

ABSTRACT

Voytyuk D. O. Development of the "E-Komuntrans" System for Digitalization of Plant Waste Removal Services in Suburban Settlements. Manuscript. Qualification work for bachelor's degree in Software Engineering, specialty "Software Engineering". Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references and appendixes.

The first chapter presents an analysis of the subject area related to the provision of plant waste collection services in suburban settlements. The problem of plant waste management and modern approaches to the digitalization of municipal services are considered. Existing information systems and services in the field of waste management are also analyzed, and the necessity of developing the "E-Komuntrans" system is substantiated.

The second chapter defines the functional and non-functional requirements for the software, designs the system architecture and database structure, and develops UML and ER diagrams. The choice of technologies and development tools is also justified.

The third chapter describes the implementation process of the "E-Komuntrans" system, including the development of the database and user interfaces, as well as the implementation of mechanisms for request creation, status tracking, online payments, and user notifications. Particular attention is paid to information security, software testing, and documentation preparation.

The conclusions summarize the results of the study and confirm the achievement of the stated objective.

Keywords: plant waste, municipal services, digitalization, information system, E-Komuntrans, web application, UML, database, MySQL, online payment.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ СИСТЕМИ «Е-КОМУНТРАНС»	9
1.1 Аналіз сучасного стану проблеми	9
1.2 Постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра	13
Висновки до розділу 1	14
РОЗДІЛ 2 СПЕЦИФІКАЦІЯ ВИМОГ ДО РОЗРОБЛЮВАНОЇ СИСТЕМИ.....	16
2.1 Аналіз, визначення вимог до розроблюваного програмного забезпечення та проектування програмного забезпечення	16
2.2 Вибір засобів, методів і алгоритмів вирішення поставленого завдання	23
Висновки до розділу 2.....	26
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «Е-КОМУНТРАНС» ДЛЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПОСЛУГ З ВИВЕЗЕННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ	28
3.1 Практична реалізація об’єкта проектування	28
3.2 Розробка бази даних	32
3.3 Захист інформаційно-комп’ютерної системи	35
3.4 Тестування та налагодження інформаційно-комп’ютерної системи.....	38
Висновки до розділу 3	41
ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45
ДОДАТКИ	47

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах розвитку інформаційних технологій та цифрової трансформації органів місцевого самоврядування особливої актуальності набуває впровадження електронних сервісів для надання комунальних послуг. Однією з важливих проблем приміських населених пунктів є організація ефективного збору та вивезення рослинних відходів, які утворюються внаслідок догляду за присадибними ділянками, садами та городами. Відсутність зручних механізмів замовлення відповідних послуг часто призводить до накопичення відходів або їх спалювання, що негативно впливає на екологічний стан територій та якість життя населення.

У більшості випадків процес замовлення послуг з вивезення рослинних відходів здійснюється шляхом телефонних звернень або особистого відвідування комунальних підприємств. Такий підхід не забезпечує достатнього рівня оперативності, ускладнює контроль виконання заявок та не дозволяє громадянам отримувати актуальну інформацію про стан їх виконання.

Впровадження спеціалізованої інформаційної системи дозволить автоматизувати процес подання та обробки заявок, забезпечити прозорість роботи комунальних служб, спростити взаємодію між мешканцями громади та виконавцями послуг, а також підвищити рівень екологічної свідомості населення. Саме тому розробка системи «Е-Комунтранс» для цифровізації послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах є актуальним та практично значущим завданням.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка інформаційної системи «Е-Комунтранс», призначеної для автоматизації процесу замовлення, обробки та контролю виконання послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз предметної області та сучасних підходів до цифровізації комунальних послуг;

- дослідити існуючі інформаційні системи та сервіси у сфері управління відходами;
- визначити функціональні та нефункціональні вимоги до програмного забезпечення;
- обрати засоби та технології реалізації системи;
- спроектувати архітектуру програмного забезпечення та структуру бази даних;
- побудувати UML-діаграми та ER-діаграму системи;
- реалізувати основні програмні модулі системи «Е-Комунтранс»;
- розробити механізми захисту інформації та розмежування прав доступу користувачів;
- провести тестування та налагодження програмного забезпечення;
- підготувати документацію користувача.

Об'єктом дослідження є процес надання послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах.

Предметом дослідження є методи, засоби та технології розробки інформаційних систем для автоматизації процесів замовлення, обробки та контролю виконання комунальних послуг.

Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні інформаційної системи, яка забезпечує автоматизацію процесу замовлення послуг з вивезення рослинних відходів, спрощує взаємодію між мешканцями громади та комунальними підприємствами, підвищує прозорість надання послуг та сприяє впровадженню цифрових технологій у діяльність органів місцевого самоврядування.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ СИСТЕМИ «Е-КОМУНТРАНС»

1.1 Аналіз сучасного стану проблеми

У сучасних умовах питання ефективного поводження з відходами набуває особливої актуальності для територіальних громад України. Однією з найбільш поширених проблем у приміських населених пунктах залишається накопичення рослинних та органічних відходів, які утворюються в результаті ведення домашнього господарства, догляду за присадибними ділянками, садами та городами. До таких відходів належать сухе листя, гілки дерев, трава, бур'яни та інші рослинні рештки.

У багатьох населених пунктах, розташованих поблизу міста Луцька, значна частина домогосподарств має власні земельні ділянки, що призводить до сезонного збільшення обсягів органічних відходів. Особливо гостро проблема проявляється навесні та восени, коли здійснюються роботи з прибирання територій та обрізання дерев. За відсутності зручного механізму утилізації мешканці нерідко вдаються до спалювання рослинних решток, що негативно впливає на стан навколишнього середовища та якість атмосферного повітря.

Спалювання органічних відходів супроводжується виділенням шкідливих речовин і дрібнодисперсного пилу, що створює додаткове навантаження на довкілля та може негативно впливати на здоров'я населення [1]. Крім того, такі дії часто стають причиною конфліктних ситуацій між мешканцями та комунальними службами через відсутність альтернативних способів швидкого та доступного вивезення відходів [2].

Не менш важливою проблемою є недостатня екологічна свідомість частини населення щодо сучасних підходів до поводження з органічними відходами. Багато мешканців не мають достатньої інформації про екологічні наслідки спалювання рослинних залишків або про можливості їх належної утилізації. Тому одним із напрямів вирішення проблеми є створення зручних

цифрових сервісів, які не лише спрощують замовлення відповідних послуг, а й сприяють формуванню відповідальної екологічної поведінки.

Окремої уваги потребує питання організації комунальних послуг у приміських селах Луцької міської територіальної громади. Традиційно процес замовлення вивезення відходів часто передбачає телефонні звернення, особисте відвідування комунальних підприємств або використання паперової документації. Такий підхід ускладнює взаємодію між громадянами та надавачами послуг, збільшує час обробки заявок і не забезпечує належного рівня прозорості виконання робіт.

Сучасні тенденції цифрової трансформації громад передбачають впровадження інформаційних систем, які дозволяють автоматизувати процеси подання заявок, контролювати їх виконання, здійснювати електронні платежі та отримувати зворотний зв'язок від користувачів [3, 4].

Використання таких рішень сприяє підвищенню прозорості діяльності комунальних служб, оскільки мешканці можуть відстежувати статус своїх звернень та отримувати інформацію про надані послуги в режимі реального часу.

Для приміських населених пунктів Луцької громади цифровізація послуг з вивезення рослинних відходів може стати ефективним інструментом покращення взаємодії між населенням і комунальними підприємствами.

Впровадження спеціалізованої системи дасть можливість спростити процедуру замовлення транспорту, скоротити час обробки звернень, підвищити доступність послуг та забезпечити більш раціональне управління ресурсами громади.

Аналіз сучасних інформаційних технологій показує, що у світі активно впроваджуються цифрові рішення для управління відходами та взаємодії громадян із комунальними службами.

Одним із найбільш поширених прикладів є мобільний застосунок «Recycle Coach», який надає користувачам інформацію про графіки вивезення відходів, правила сортування сміття та надсилає нагадування про дні збору відходів (рис. 1.1). Система орієнтована на підвищення екологічної обізнаності

населення та покращення комунікації між громадянами і службами поводження з відходами [5].

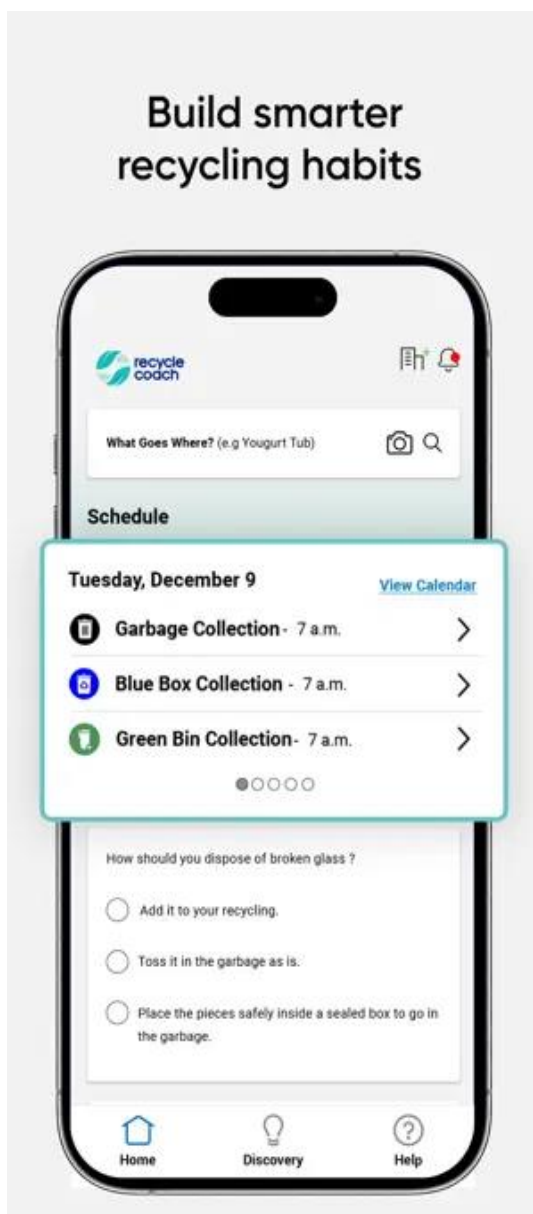


Рисунок 1.1 – Інтерфейс застосунку «Recycle Coach» [5]

Ще одним відомим рішенням є застосунок «Junker», який використовується в багатьох муніципалітетах Європи (рис. 1.2). Його функціональні можливості охоплюють інформування населення про правила сортування, графіки вивезення відходів та особливості місцевих екологічних сервісів [6].

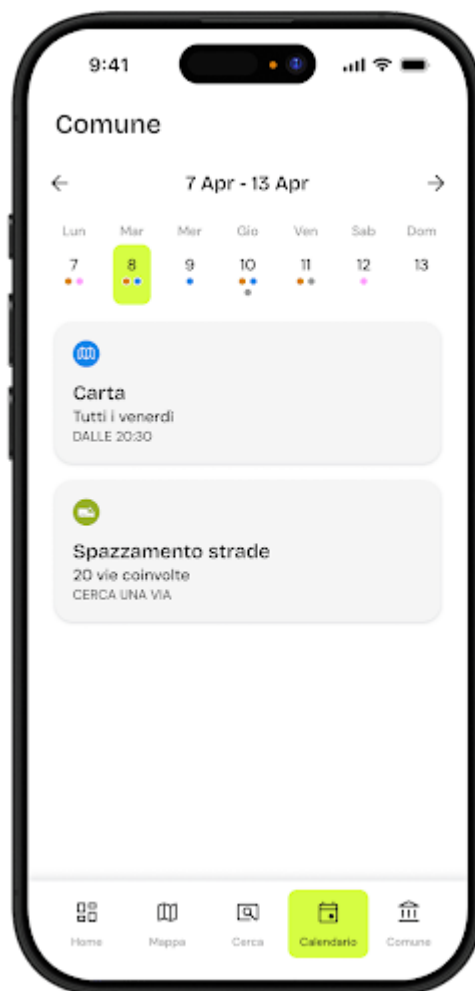


Рисунок 1.2 – Інтерфейс застосунку «Junker» [6]

Сучасні тенденції розвитку систем управління відходами також передбачають використання мобільних платформ для подання звернень, відстеження статусу заявок, здійснення електронних платежів та контролю роботи комунальних служб. Подібні рішення сприяють підвищенню прозорості надання послуг і дозволяють мешканцям отримувати актуальну інформацію про процес виконання замовлень у режимі реального часу [7, 8].

Разом з тим проведений аналіз показав, що більшість існуючих систем орієнтовані на загальне управління побутовими відходами, сортування сміття або інформування населення. Водночас питання цифровізації процесу замовлення спеціалізованого транспорту для вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах залишається недостатньо висвітленим.

Зокрема, відсутні рішення, адаптовані до потреб територіальних громад України, які б поєднували подання заявки, вибір транспортного засобу, онлайн-оплату послуг та контроль виконання замовлення в межах єдиної інформаційної системи.

Таким чином, актуальність розробки системи «Е-Комунтранс» обумовлена необхідністю зменшення випадків спалювання органічних відходів, підвищення рівня екологічної свідомості населення, забезпечення прозорості комунальних послуг та створення зручного механізму взаємодії мешканців приміських населених пунктів з підприємствами, що надають послуги з вивезення відходів.

1.2 Постановка завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра

Проведений аналіз предметної області показав, що існуючі способи замовлення послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах переважно ґрунтуються на телефонних зверненнях або безпосередньому контакті мешканців із представниками комунальних підприємств. Такий підхід ускладнює процес приймання та обробки заявок, не забезпечує достатнього рівня контролю за виконанням замовлень, а також не дозволяє користувачам оперативно отримувати інформацію про стан надання послуг.

Одним із напрямів вирішення зазначених проблем є впровадження спеціалізованої інформаційної системи, яка забезпечить автоматизацію процесів взаємодії між громадянами та комунальними службами. Використання сучасних інформаційних технологій дозволить спростити процедуру замовлення послуг, підвищити прозорість роботи виконавців, оптимізувати процес обробки заявок та забезпечити оперативне інформування користувачів про результати виконання замовлень.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка інформаційної системи «Е-Комунтранс», призначеної для автоматизації процесу замовлення, обробки та контролю виконання послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз предметної області та сучасних підходів до цифровізації комунальних послуг;
- дослідити існуючі інформаційні системи та сервіси у сфері управління відходами;
- визначити функціональні та нефункціональні вимоги до програмного забезпечення;
- обрати засоби та технології реалізації системи;
- спроектувати архітектуру програмного забезпечення та структуру бази даних;
- побудувати UML-діаграми та ER-діаграму системи;
- реалізувати основні програмні модулі системи «Е-Комунтранс»;
- розробити механізми захисту інформації та розмежування прав доступу користувачів;
- провести тестування та налагодження програмного забезпечення;
- підготувати документацію користувача.

Таким чином, результатом виконання кваліфікаційної роботи повинна стати розробка сучасної інформаційної системи, що сприятиме цифровізації комунальних послуг та підвищенню якості обслуговування населення у сфері поводження з рослинними відходами.

Висновки до розділу 1

У першому розділі кваліфікаційної роботи було проведено аналіз предметної області, пов'язаної з організацією послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах, а також досліджено сучасний стан цифровізації комунальних послуг. Встановлено, що існуючі способи взаємодії між мешканцями громади та комунальними підприємствами переважно базуються на телефонних зверненнях і традиційних методах обслуговування, що

ускладнює процес приймання та обробки заявок, знижує оперативність реагування та не забезпечує достатнього рівня контролю за виконанням послуг.

У ході дослідження було проаналізовано існуючі інформаційні системи та електронні сервіси, які використовуються для замовлення комунальних послуг і взаємодії громадян з органами місцевого самоврядування. Проведений аналіз показав, що наявні рішення переважно орієнтовані на широкий спектр міських сервісів і не враховують специфіку організації послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах. Це підтвердило доцільність створення спеціалізованої системи, адаптованої до потреб територіальної громади.

Також було сформульовано постановку завдання на кваліфікаційну роботу, визначено мету, об'єкт та предмет дослідження, а також окреслено основні завдання, необхідні для досягнення поставленої мети. Встановлено, що майбутня система повинна забезпечувати можливість подання та обробки заявок, контроль їх виконання, інформування користувачів, підтримку електронної оплати послуг та ефективну взаємодію між мешканцями та комунальними службами.

Таким чином, результати проведеного аналізу підтвердили актуальність розробки інформаційної системи «Е-Комунтранс» та створили теоретичне підґрунтя для визначення вимог до програмного забезпечення, проєктування його архітектури та подальшої практичної реалізації, що розглядаються у наступних розділах роботи.

РОЗДІЛ 2

СПЕЦИФІКАЦІЯ ВИМОГ ДО РОЗРОБЛЮВАНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Аналіз, визначення вимог до розроблюваного програмного забезпечення та проєктування програмного забезпечення

Процес розроблення програмного забезпечення розпочинається з аналізу предметної області та визначення вимог майбутньої системи.

Проведене дослідження показало, що в приміських населених пунктах Луцької міської територіальної громади існує потреба в удосконаленні механізмів взаємодії між мешканцями та підприємствами, які надають послуги з вивезення рослинних відходів.

Наявні способи замовлення послуг переважно базуються на телефонних зверненнях або особистому спілкуванні з представниками комунальних служб, що збільшує час обробки заявок та ускладнює контроль за їх виконанням.

Для вирішення виявлених проблем було прийнято рішення про розроблення системи «Е-Комунтранс», яка забезпечуватиме автоматизацію процесу подання заявок на вивезення рослинних відходів, їх опрацювання, контроль виконання та проведення електронних платежів.

Основною метою системи є підвищення доступності комунальних послуг для мешканців громади, спрощення взаємодії з виконавцями послуг та забезпечення прозорості процесу обслуговування [7, 8].

У результаті аналізу предметної області було визначено основні категорії користувачів системи. До них належать мешканці громади, які замовляють послуги, працівники підприємств, що здійснюють вивезення відходів, а також адміністратори системи, які відповідають за її налаштування та контроль роботи.

Для мешканців система повинна забезпечувати можливість реєстрації та авторизації, створення заявки на вивезення відходів, вибору адреси та бажаної дати надання послуги, перегляду історії замовлень, отримання повідомлень про зміну статусу заявки та здійснення онлайн-оплати.

Наявність такого функціоналу дозволить користувачам отримувати необхідні послуги без відвідування комунальних установ та без необхідності телефонного узгодження деталей замовлення.

Працівники комунальних служб повинні мати можливість переглядати отримані заявки, змінювати їх статус, формувати графіки виконання робіт та отримувати інформацію про замовника і місце надання послуги. Це сприятиме більш ефективному плануванню використання транспорту та людських ресурсів.

Адміністративна частина системи повинна забезпечувати керування обліковими записами користувачів, перегляд статистичної інформації, моніторинг роботи системи та формування звітів щодо кількості замовлень, проведених оплат і виконаних робіт.

На основі проведеного аналізу були сформовані функціональні вимоги до програмного забезпечення:

- реєстрація та авторизація користувачів;
- створення та редагування заявок на вивезення рослинних відходів;
- збереження інформації про користувачів і замовлення;
- автоматична зміна та відображення статусів заявок;
- надсилання повідомлень користувачам;
- перегляд історії замовлень;
- інтеграція із сервісом електронної оплати;
- формування статистичних звітів;
- адміністрування системи.

Крім функціональних вимог, були визначені нефункціональні вимоги:

- система повинна забезпечувати надійне зберігання даних користувачів;
- захист персональної інформації;
- стабільну роботу при одночасному використанні декількома користувачами;
- зручний інтерфейс;
- можливість подальшого розширення функціоналу.

Особлива увага повинна приділятися простоті використання, оскільки частина користувачів може не мати значного досвіду роботи з цифровими сервісами.

На етапі проєктування програмного забезпечення передбачається побудова клієнт-серверної архітектури [9]. Клієнтська частина забезпечуватиме взаємодію користувача із системою через мобільний або вебінтерфейс, тоді як серверна частина відповідатиме за обробку запитів, зберігання даних, управління заявками та інтеграцію із зовнішніми сервісами.

Для зберігання інформації використовуватиметься реляційна база даних, яка забезпечить структуроване зберігання відомостей про користувачів, заявки, платежі та статуси виконання робіт.

Таким чином, проведений аналіз предметної області дозволив визначити основні вимоги до системи «Е-Комунтранс» та сформувані концепцію її програмної реалізації, спрямованої на цифровізацію послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах.

Після визначення вимог до системи «Е-Комунтранс» було виконано моделювання її функціональності за допомогою UML-діаграми варіантів використання (Use Case Diagram) [10, 11]. Використання даного інструменту дозволяє наочно представити взаємодію користувачів із системою та визначити основні функції, які реалізуються програмним забезпеченням.

У системі передбачено три основні категорії користувачів: мешканець громади, працівник комунального підприємства та адміністратор системи.

Мешканець громади є основним користувачем системи та взаємодіє з нею для отримання послуг з вивезення рослинних відходів. Він має можливість створювати обліковий запис, проходити авторизацію, подавати заявки на вивезення відходів, переглядати історію замовлень, здійснювати оплату послуг та отримувати повідомлення про зміну статусу заявки.

Працівник комунального підприємства відповідає за обробку отриманих замовлень. До його функцій належать перегляд заявок, призначення транспорту, зміна статусу замовлення та підтвердження виконання робіт.

Адміністратор системи здійснює керування користувачами, контролює роботу системи, переглядає статистичні дані та формує звіти щодо діяльності сервісу.

На основі проведеного аналізу було визначено такі основні варіанти використання системи:

- реєстрація користувача;
- авторизація користувача;
- редагування профілю;
- створення заявки на вивезення відходів;
- перегляд статусу заявки;
- перегляд історії замовлень;
- здійснення онлайн-оплати;
- отримання сповіщень;
- обробка заявки працівником;
- зміна статусу заявки;
- керування користувачами;
- перегляд статистики;
- формування звітів.

Розроблена Use Case-діаграма дозволяє визначити межі системи та відобразити функціональні можливості для кожної категорії користувачів (рис. 2.1). Отримана модель використовується як основа для подальшого проєктування програмного забезпечення та структури бази даних системи.

Для детального проєктування програмного забезпечення було побудовано UML-діаграму класів (Class Diagram). Даний тип діаграм використовується для відображення структури системи, її основних сутностей, атрибутів та взаємозв'язків між ними. На відміну від Use Case-діаграми, яка демонструє взаємодію користувачів із системою, діаграма класів дозволяє сформулювати модель майбутнього програмного забезпечення та визначити об'єкти, які будуть реалізовані під час розробки.

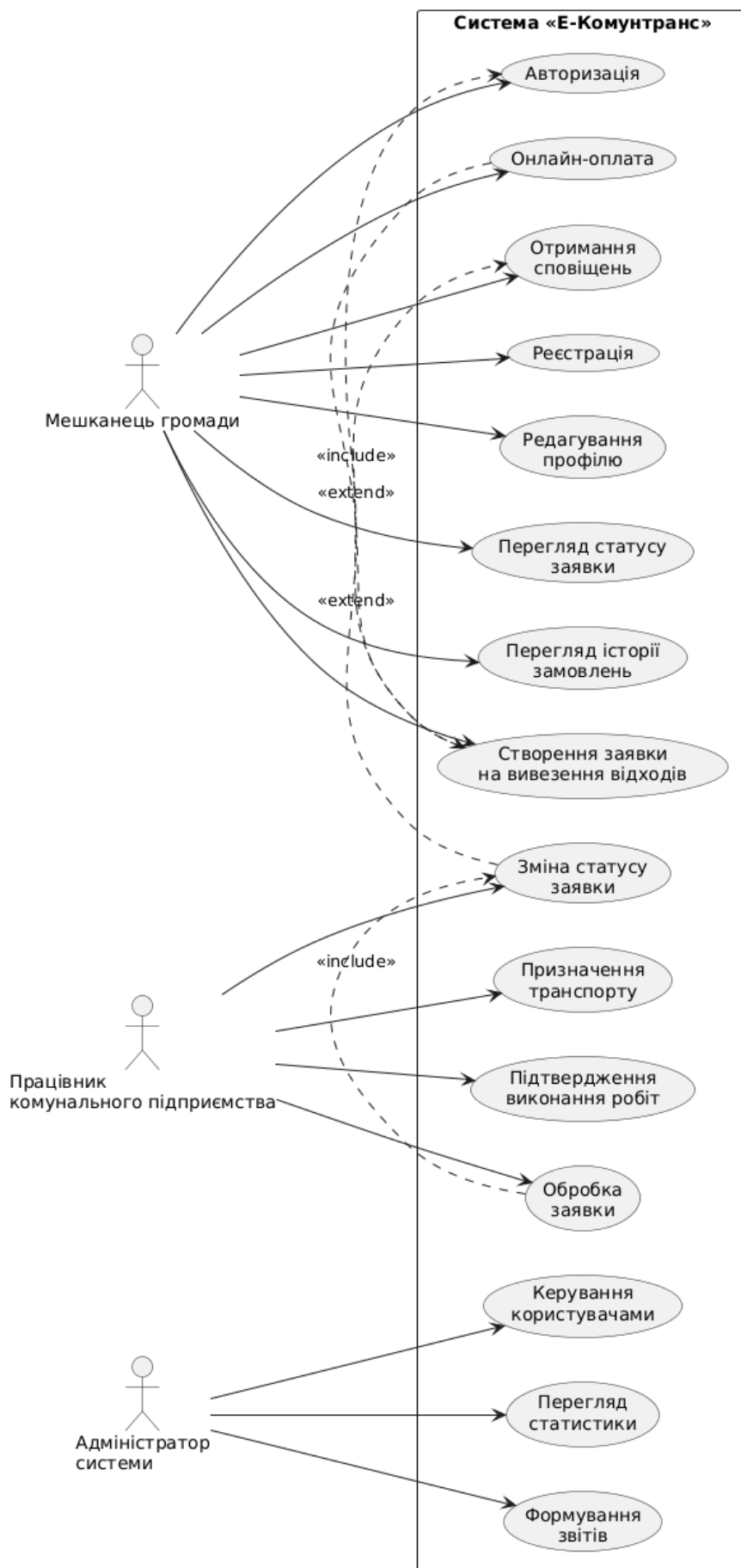


Рисунок 2.1 – Use Case-діаграма системи «Е-Комунтранс»

У результаті аналізу предметної області було виділено основні класи системи. Центральним класом є User, який містить інформацію про користувачів системи, включаючи мешканців громади, працівників комунального підприємства та адміністраторів.

Для зберігання інформації про замовлення на вивезення рослинних відходів передбачено клас Request, який містить відомості про адресу виконання послуги, тип відходів, дату створення заявки та її поточний статус. Для реалізації механізму електронних платежів використовується клас Payment, який зберігає інформацію про фінансові операції та результати їх виконання.

Дані про транспортні засоби, що використовуються для надання послуг, зберігаються в класі Vehicle. Контроль стану виконання замовлень забезпечується класом Status, а інформування користувачів реалізується за допомогою класу Notification.

Між класами встановлені відповідні асоціації. Один користувач може створювати декілька заявок, кожна заявка може бути пов'язана з одним транспортним засобом, містити інформацію про оплату та мати визначений статус виконання. Також користувачі можуть отримувати повідомлення про зміни стану своїх замовлень.

Кожен із визначених класів виконує окрему функцію в межах системи та забезпечує реалізацію відповідного бізнес-процесу. Так, клас User відповідає за управління обліковими записами користувачів та їх ролями, клас Request реалізує логіку створення й обробки замовлень, а клас Payment забезпечує облік фінансових операцій. Клас Vehicle використовується для планування та контролю використання транспортних засобів під час надання послуг, тоді як клас Status дозволяє відстежувати поточний стан виконання заявки на кожному етапі її життєвого циклу. Клас Notification забезпечує оперативне інформування користувачів про зміни, що відбуваються із замовленням, підвищуючи прозорість роботи системи та зручність її використання.

Розроблена діаграма класів дозволяє сформулювати концептуальну модель системи та слугує основою для подальшого проєктування структури бази даних і реалізації програмних модулів (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Діаграма класів системи «Е-Комунтранс»

2.2 Вибір засобів, методів і алгоритмів вирішення поставленого завдання

Після аналізу предметної області, визначення вимог до програмного забезпечення та побудови UML-моделей було виконано вибір засобів, методів і алгоритмів, необхідних для реалізації системи «Е-Комунтранс». Правильний вибір технологій є важливим етапом проєктування програмного забезпечення, оскільки безпосередньо впливає на продуктивність системи, її надійність, масштабованість та зручність використання.

Зважаючи на необхідність забезпечення доступу до сервісу для широкого кола користувачів, було прийнято рішення використовувати клієнт-серверну архітектуру. Такий підхід дозволяє розділити функції між клієнтською частиною, яка відповідає за взаємодію з користувачем, та серверною частиною, що виконує обробку даних, управління заявками та взаємодію з базою даних. Клієнтська частина може бути реалізована у вигляді вебзастосунку або мобільного застосунку, що забезпечить зручний доступ до сервісу незалежно від типу пристрою.

Для організації зберігання даних доцільно використовувати реляційну систему керування базами даних [12]. Реляційна модель дозволяє забезпечити структуроване зберігання інформації про користувачів, заявки, платежі, транспортні засоби та статуси виконання робіт. Крім того, вона підтримує механізми забезпечення цілісності даних та ефективного виконання запитів.

Взаємодія між клієнтською та серверною частинами системи може здійснюватися за допомогою REST API [13]. Даний підхід забезпечує незалежність компонентів системи, спрощує інтеграцію із зовнішніми сервісами та створює можливість подальшого розширення функціональності програмного продукту.

Для реалізації механізму авторизації користувачів доцільно використовувати алгоритм перевірки облікових даних із подальшим наданням доступу до функцій системи відповідно до ролі користувача. Такий підхід

дозволяє розмежувати права доступу між мешканцями громади, працівниками комунального підприємства та адміністраторами системи.

Одним із ключових алгоритмів системи є алгоритм обробки заявки на вивезення рослинних відходів (рис. 2.3). Після створення заявки користувачем система виконує перевірку коректності введених даних, зберігає інформацію у базі даних та присвоює заявці початковий статус. Далі заявка передається працівнику комунального підприємства для опрацювання. У процесі виконання послуги статус заявки змінюється відповідно до етапів її життєвого циклу: «Нова», «Прийнята», «У роботі», «Виконана» або «Скасована». Такий механізм забезпечує можливість відстеження стану виконання замовлення в режимі реального часу.

Для реалізації функції електронної оплати використовується алгоритм взаємодії із зовнішньою платіжною системою. Після підтвердження замовлення користувач перенаправляється до платіжного сервісу, де здійснює оплату послуги. Після завершення транзакції система отримує інформацію про результат платежу та оновлює відповідні дані в базі.

Важливим елементом функціонування системи є алгоритм надсилання повідомлень. Після зміни статусу заявки або виконання певних дій система автоматично формує повідомлення та надсилає його користувачу. Це дозволяє забезпечити оперативне інформування мешканців про стан виконання замовлення.

Для забезпечення швидкого пошуку інформації використовуються алгоритми фільтрації та сортування даних. Вони дозволяють здійснювати пошук заявок за датою створення, статусом виконання, адресою або користувачем, що значно спрощує роботу працівників комунального підприємства та адміністраторів системи.

З метою забезпечення безпеки персональних даних користувачів передбачено використання сучасних методів захисту інформації, зокрема шифрування паролів та контроль доступу до даних на основі ролей користувачів.

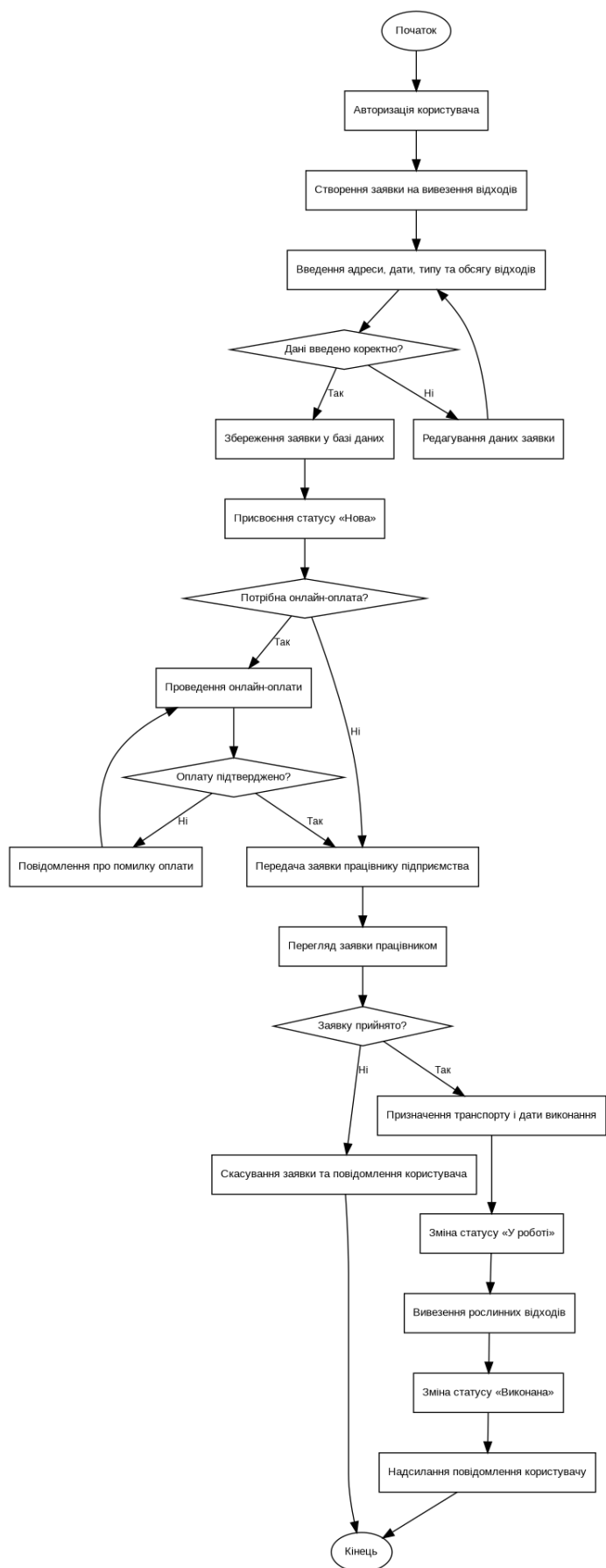


Рисунок 2.3 – Блок-схема алгоритму обробки заявки на вивезення рослинних відходів

Таким чином, обрані засоби, методи та алгоритми забезпечують реалізацію всіх функціональних вимог системи «Е-Комунтранс», дозволяють автоматизувати процес надання послуг з вивезення рослинних відходів та створюють основу для подальшого розвитку програмного продукту.

Висновки до розділу 2

У другому розділі було проведено аналіз вимог до розроблюваної системи «Е-Комунтранс» та визначено основні підходи до її програмної реалізації. На основі дослідження предметної області встановлено, що існуючі способи замовлення послуг з вивезення рослинних відходів не забезпечують достатнього рівня автоматизації, що ускладнює взаємодію між мешканцями громади та комунальними підприємствами.

У процесі проєктування було визначено основні категорії користувачів системи, сформовано функціональні та нефункціональні вимоги до програмного забезпечення, а також обґрунтовано використання клієнт-серверної архітектури та реляційної бази даних для зберігання інформації.

Для моделювання функціональності системи побудовано UML-діаграму варіантів використання, яка відображає взаємодію користувачів із програмним забезпеченням та дозволяє визначити межі системи. Крім того, було розроблено діаграму класів, що описує основні сутності предметної області, їх атрибути та взаємозв'язки між ними. Це створило основу для подальшого проєктування структури бази даних та програмних модулів.

Також було здійснено вибір засобів, методів і алгоритмів реалізації системи. Зокрема, визначено підходи до обробки заявок, управління статусами замовлень, здійснення електронних платежів, надсилання повідомлень та забезпечення безпеки даних користувачів. Для наочного представлення процесу обробки замовлення розроблено блок-схему алгоритму функціонування системи.

Отримані результати дозволили сформулювати концептуальну модель системи «Е-Комунтранс» та створити необхідне підґрунтя для її практичної реалізації, що буде розглянуто в наступному розділі.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «Е-КОМУНТРАНС» ДЛЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПОСЛУГ З ВИВЕЗЕННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ

3.1 Практична реалізація об'єкта проєктування

На основі проведеного аналізу предметної області, визначених вимог та спроектованих UML-моделей було реалізовано інформаційну систему «Е-Комунтранс», призначену для цифровізації процесу замовлення послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах.

Основною метою реалізації системи є автоматизація взаємодії між мешканцями громади та комунальними підприємствами шляхом створення єдиного інформаційного середовища для подання, обробки та контролю виконання заявок.

Розроблена система реалізована відповідно до клієнт-серверної архітектури та складається з користувацької частини, серверної частини та бази даних. Користувацька частина забезпечує взаємодію користувача із системою через вебінтерфейс або мобільний застосунок, тоді як серверна частина відповідає за обробку запитів, виконання бізнес-логіки та роботу з базою даних.

Після запуску системи користувач отримує доступ до головної сторінки, де розміщено основну інформацію про сервіс та доступні функції (рис. 3.1). Для отримання доступу до всіх можливостей системи користувачу необхідно пройти процедуру реєстрації та авторизації.

Після успішної авторизації користувач потрапляє до особистого кабінету, де може переглядати власні замовлення, створювати нові заявки та отримувати інформацію про стан їх виконання (рис. 3.2).

Однією з основних функцій системи є створення заявки на вивезення рослинних відходів. Для цього користувач заповнює спеціальну форму, в якій зазначає адресу, тип відходів, орієнтовний обсяг відходів та бажану дату виконання послуги. Фрагмент програмного коду створення заявки на вивезення рослинних відходів наведено у додатку А.



Рисунок 3.1 – Головна сторінка системи «Е-Комунтранс»

Рисунок 3.2 – Форма створення заявки на вивезення рослинних відходів

Після надсилання заявки інформація автоматично передається до серверної частини системи та зберігається у базі даних (рис. 3.3). Кожній заявці присвоюється унікальний ідентифікатор та початковий статус.

Для забезпечення прозорості процесу надання послуг реалізовано механізм відстеження статусу заявки. Користувач має можливість у будь-який момент переглянути актуальний стан виконання замовлення.

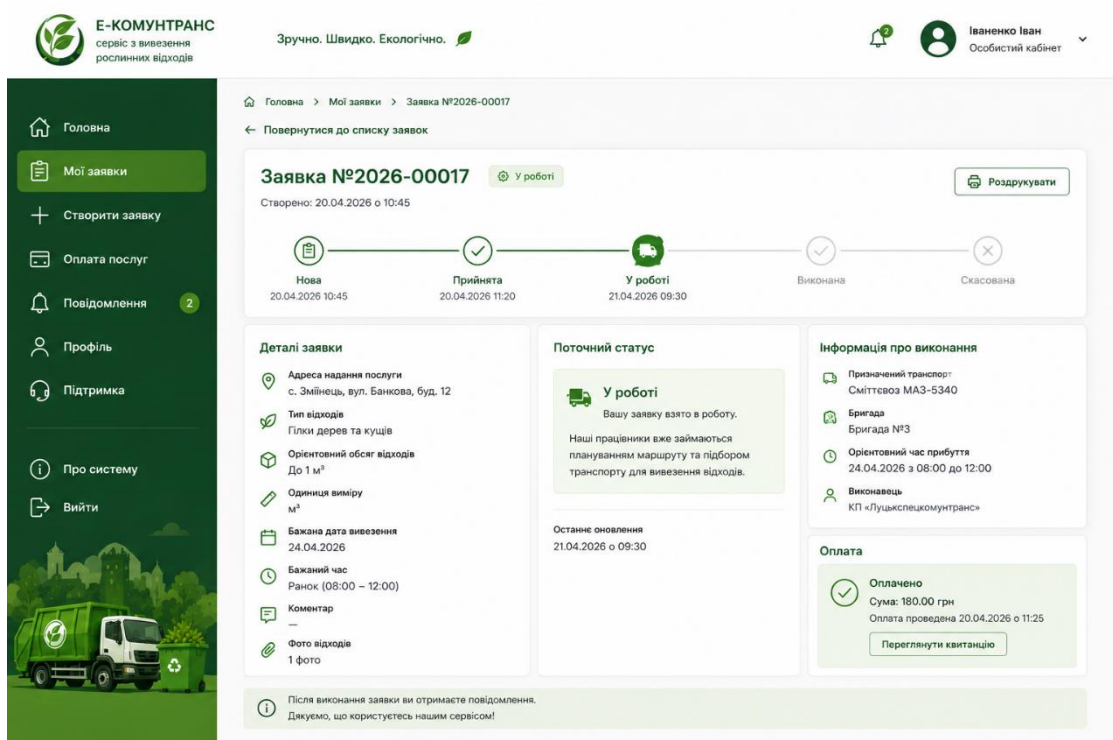


Рисунок 3.3 – Перегляд статусу заявки користувачем

Система підтримує декілька статусів заявки: «Нова», «Прийнята», «У роботі», «Виконана» та «Скасована». Зміна статусу здійснюється працівником комунального підприємства через спеціальний адміністративний інтерфейс (рис. 3.4).

Для працівників підприємства реалізовано окремий модуль керування замовленнями. Він дозволяє переглядати перелік отриманих заявок, здійснювати їх сортування, призначати транспортні засоби та оновлювати статус виконання робіт.

Однією з ключових переваг системи є можливість проведення електронної оплати послуг (рис. 3.5). Для цього реалізовано інтеграцію із зовнішньою платіжною системою. Після підтвердження заявки користувач може перейти до сторінки оплати та здійснити фінансову операцію в онлайн-режимі.

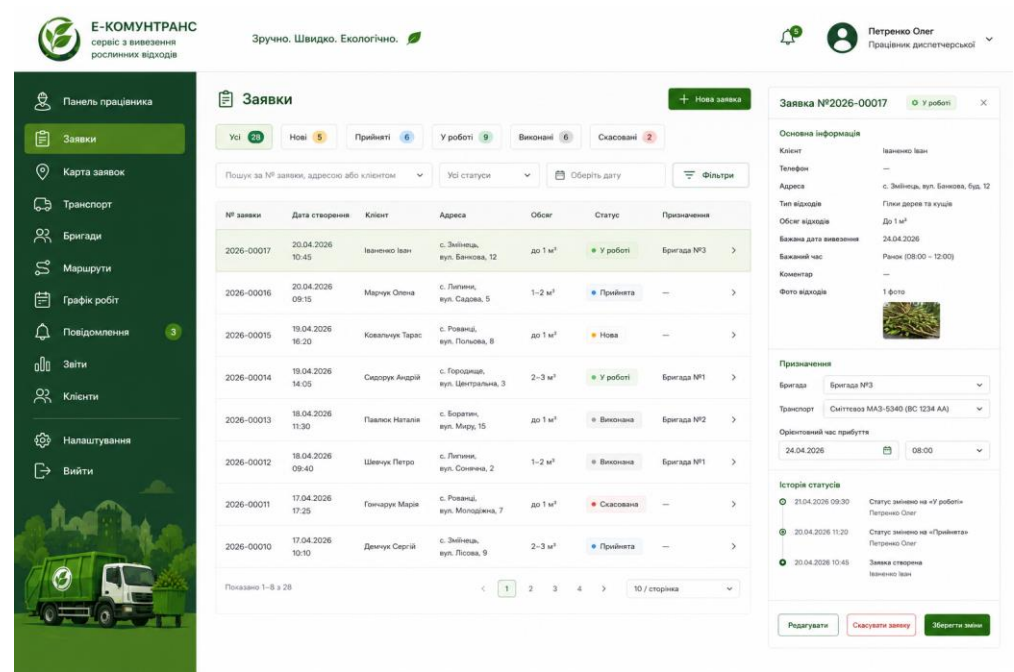


Рисунок 3.4 – Інтерфейс працівника комунального підприємства

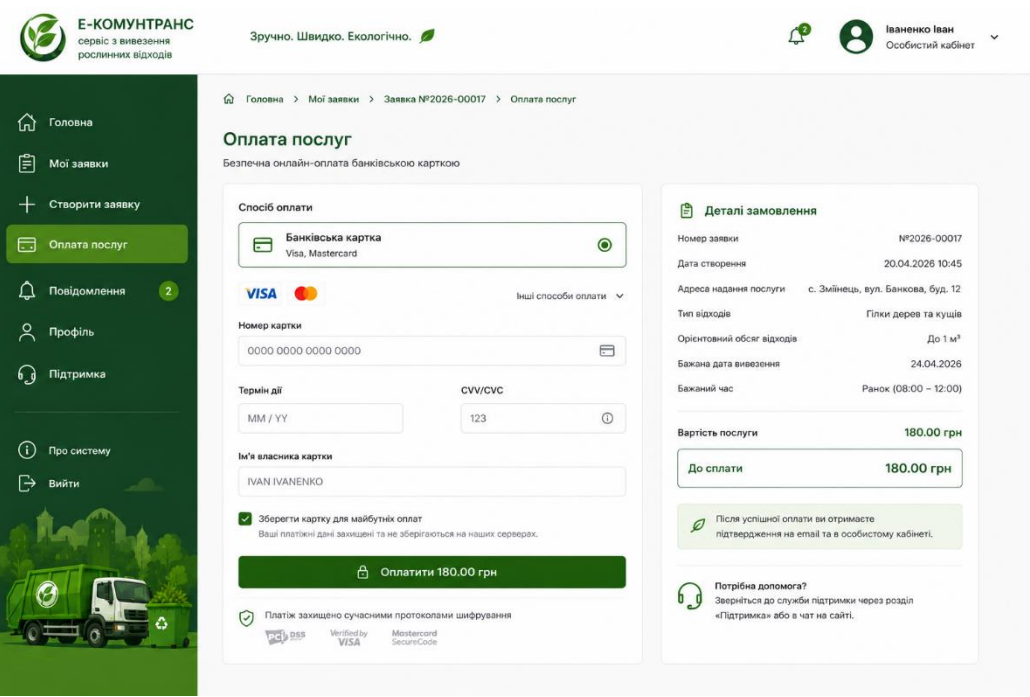


Рисунок 3.5 – Сторінка онлайн-оплати послуг

Для адміністраторів системи реалізовано окрему панель управління (рис. 3.6). Вона забезпечує контроль роботи користувачів, перегляд статистичних показників та формування звітної інформації.

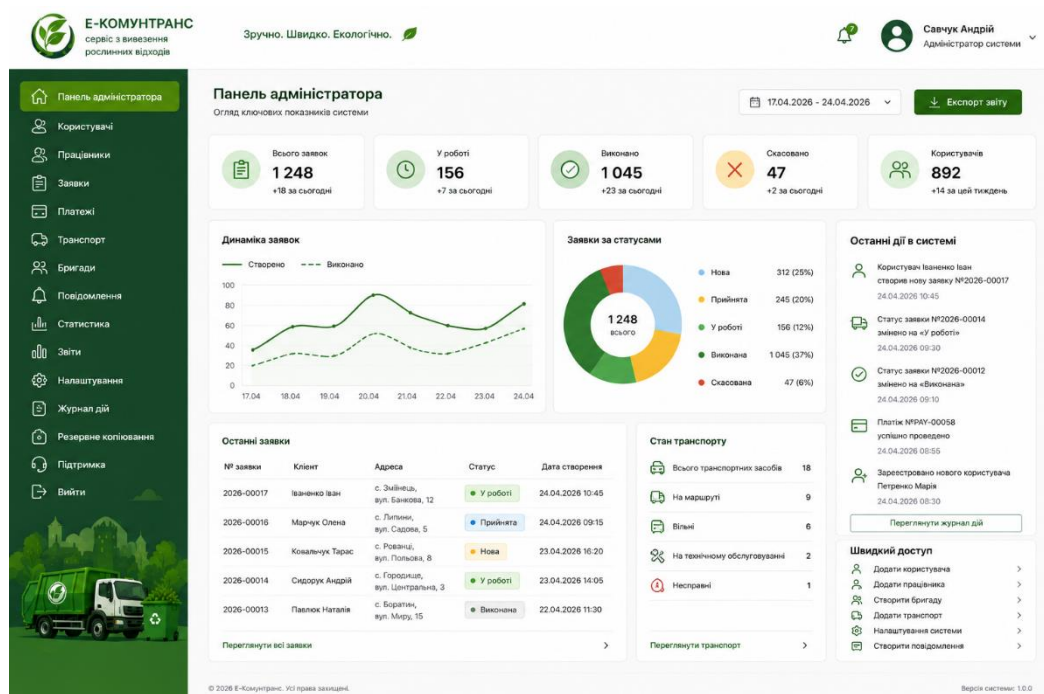


Рисунок 3.6 – Панель адміністратора системи

Крім основного функціоналу, реалізовано систему повідомлень, яка інформує користувачів про зміни статусу замовлень та результати виконання послуг. Завдяки цьому забезпечується постійний зворотний зв'язок між громадянами та комунальними службами.

Таким чином, реалізована система «Е-Комунтранс» забезпечує автоматизацію основних процесів замовлення та надання послуг з вивезення рослинних відходів, підвищує зручність користування сервісом і сприяє цифровій трансформації комунальних послуг.

3.2 Розробка бази даних

Для забезпечення коректної роботи системи «Е-Комунтранс» було спроектовано базу даних, яка призначена для зберігання інформації про користувачів, заявки, платежі, транспортні засоби, статуси виконання замовлень та повідомлення. База даних є одним із ключових компонентів системи, оскільки саме вона забезпечує збереження, обробку та доступ до основної інформації, необхідної для функціонування програмного продукту.

Для реалізації бази даних доцільно використовувати реляційну систему керування базами даних MySQL. Вибір цієї СУБД обумовлений її надійністю, поширеністю, підтримкою мови SQL, можливістю роботи з великими обсягами структурованих даних та зручністю інтеграції з вебзастосунками. MySQL дозволяє створювати таблиці, встановлювати зв'язки між ними, використовувати первинні та зовнішні ключі, а також забезпечувати цілісність даних.

Реляційна модель даних добре підходить для системи «Е-Комунтранс», оскільки основні об'єкти предметної області мають чітко визначену структуру та логічні зв'язки між собою. Наприклад, один користувач може створити декілька заявок, кожна заявка має певний статус, може бути пов'язана з оплатою та транспортним засобом, а також супроводжується повідомленнями для користувача.

У процесі проєктування бази даних було визначено такі основні таблиці: Users, Requests, Payments, Vehicles, Statuses, Notifications.

Таблиця Users призначена для зберігання інформації про користувачів системи. У ній містяться дані про мешканців громади, працівників комунального підприємства та адміністраторів системи. Основними полями таблиці є ідентифікатор користувача, прізвище та ім'я, номер телефону, електронна пошта, пароль, роль користувача та адреса проживання. Первинним ключем таблиці є поле `id_user`.

Таблиця Requests використовується для зберігання заявок на вивезення рослинних відходів. Вона містить інформацію про користувача, який створив заявку, адресу надання послуги, тип відходів, орієнтовний обсяг, бажану дату вивезення, дату створення заявки, статус виконання та транспортний засіб, призначений для виконання замовлення. Первинним ключем таблиці є поле `id_request`. Зовнішніми ключами є `id_user`, `id_status` та `id_vehicle`, які забезпечують зв'язок із таблицями Users, Statuses та Vehicles.

Таблиця Payments призначена для зберігання інформації про оплату послуг. У ній фіксується сума платежу, спосіб оплати, статус оплати та дата

проведення фінансової операції. Первинним ключем таблиці є поле `id_payment`, а зовнішнім ключем – `id_request`, що пов'язує оплату з конкретною заявкою.

Таблиця `Vehicles` містить відомості про транспортні засоби, які можуть бути використані для виконання замовлень. До основних полів таблиці належать ідентифікатор транспортного засобу, номер автомобіля, тип транспорту, вантажопідйомність або місткість та поточний стан доступності. Первинним ключем таблиці є поле `id_vehicle`.

Таблиця `Statuses` використовується для зберігання можливих статусів заявки. До таких статусів можуть належати: «Нова», «Прийнята», «У роботі», «Виконана», «Скасована». Первинним ключем таблиці є поле `id_status`. Використання окремої таблиці статусів дозволяє уникнути дублювання даних і забезпечити зручне керування станами заявок.

Таблиця `Notifications` призначена для зберігання повідомлень, які надсилаються користувачам у процесі роботи системи. Повідомлення можуть інформувати про створення заявки, зміну її статусу, підтвердження оплати або завершення виконання послуги. Первинним ключем таблиці є поле `id_notification`, а зовнішніми ключами – `id_user` та `id_request`.

Між таблицями бази даних встановлено логічні зв'язки. Таблиця `Users` пов'язана з таблицею `Requests` зв'язком «один до багатьох», оскільки один користувач може створити декілька заявок. Таблиця `Requests` пов'язана з таблицею `Statuses`, оскільки кожна заявка має один поточний статус. Також таблиця `Requests` має зв'язок із таблицею `Vehicles`, оскільки для виконання заявки може бути призначений конкретний транспортний засіб. Таблиця `Payments` пов'язана з таблицею `Requests`, що дозволяє зберігати інформацію про оплату кожного замовлення. Таблиця `Notifications` пов'язана як із користувачами, так і з заявками, що забезпечує можливість інформування мешканців про стан виконання їхніх замовлень.

Для забезпечення цілісності даних у базі використовуються первинні та зовнішні ключі. Первинні ключі однозначно ідентифікують кожен запис у

таблицях, а зовнішні ключі забезпечують зв'язок між таблицями та запобігають появі некоректних або неузгоджених даних.

Структуру бази даних системи «Е-Комунтранс» подано у вигляді ER-діаграми (рис. 3.7).

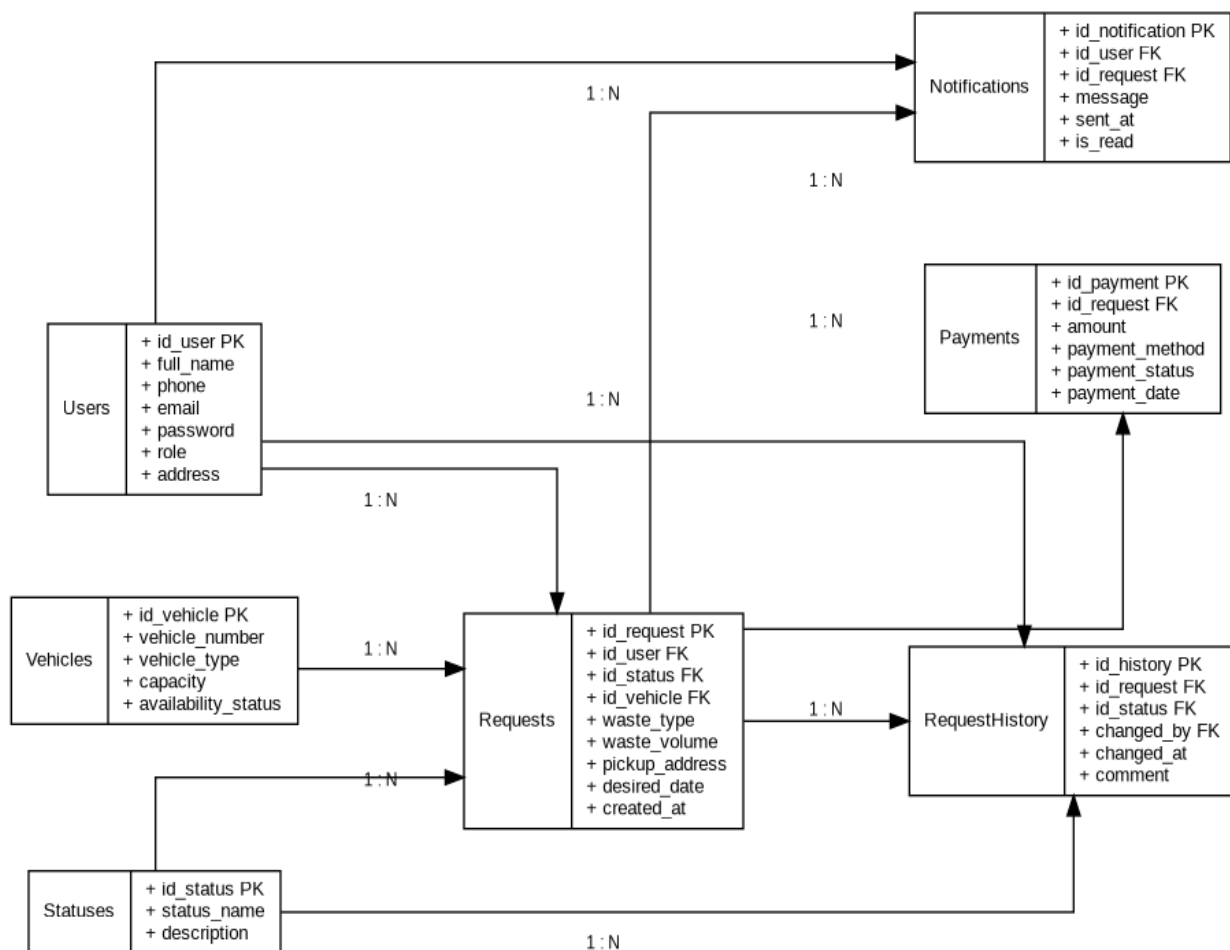


Рисунок 3.7 – ER-діаграма бази даних системи «Е-Комунтранс»

Таким чином, розроблена структура бази даних забезпечує впорядковане зберігання інформації, підтримує взаємозв'язки між основними об'єктами системи та створює основу для стабільної роботи програмного продукту.

3.3 Захист інформаційно-комп'ютерної системи

Одним із важливих етапів розроблення системи «Е-Комунтранс» є забезпечення належного рівня захисту інформації. Оскільки система працює з

персональними даними користувачів, інформацією про заявки, платежі та службовими даними комунального підприємства, необхідно реалізувати комплекс заходів, спрямованих на забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності інформації.

Основою захисту системи є механізм автентифікації та авторизації користувачів. Доступ до функціональних можливостей програмного забезпечення надається лише зареєстрованим користувачам після успішного введення логіна та пароля. Після проходження процедури автентифікації система визначає роль користувача та надає доступ лише до тих функцій, які відповідають його повноваженням.

У системі передбачено три основні ролі користувачів: мешканець громади, працівник комунального підприємства та адміністратор. Мешканці мають доступ лише до власних заявок та персональної інформації. Працівники підприємства можуть переглядати та обробляти заявки, а адміністратори отримують розширені права щодо керування користувачами, налаштування системи та формування звітів. Такий підхід дозволяє реалізувати принцип розмежування доступу та мінімізувати ризик несанкціонованого використання даних.

Для захисту облікових записів користувачів паролі не зберігаються у відкритому вигляді. Перед збереженням у базі даних вони проходять процедуру хешування із застосуванням сучасних криптографічних алгоритмів. Використання хешування дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки навіть у випадку несанкціонованого доступу до бази даних.

Особлива увага приділяється захисту персональних даних користувачів. До таких даних належать прізвище та ім'я, контактний номер телефону, адреса проживання та електронна пошта. Доступ до цієї інформації обмежується відповідно до ролі користувача та виконується лише в межах необхідних службових повноважень.

Для забезпечення безпечного обміну даними між клієнтською та серверною частинами системи доцільно використовувати протокол HTTPS.

Використання захищеного з'єднання дозволяє запобігти перехопленню конфіденційної інформації під час передачі через мережу Інтернет та захищає дані від стороннього втручання.

Важливим елементом захисту є контроль коректності введених даних. Усі дані, що надходять від користувачів, проходять перевірку на серверній стороні. Це дозволяє запобігти введенню некоректної інформації та зменшує ризик реалізації типових атак на вебзастосунки, зокрема SQL-ін'єкцій та атак, пов'язаних із впровадженням шкідливого програмного коду.

Для забезпечення стабільної роботи системи передбачено механізм резервного копіювання бази даних. Регулярне створення резервних копій дозволяє відновити працездатність системи у випадку технічних збоїв, пошкодження даних або інших непередбачуваних ситуацій. Резервні копії можуть зберігатися на окремому сервері або у захищеному хмарному сховищі.

Додатковим засобом захисту є ведення журналу подій системи. У журналі фіксуються операції авторизації користувачів, створення та редагування заявок, зміни статусів замовлень, виконання адміністративних дій та інші важливі події. Наявність такого журналу дозволяє здійснювати моніторинг роботи системи та оперативно виявляти можливі порушення безпеки.

З метою забезпечення доступності інформації система повинна підтримувати механізми обробки помилок та захисту від несанкціонованого навантаження. Це дозволяє підтримувати стабільну роботу програмного забезпечення навіть за умови одночасного використання великою кількістю користувачів.

Для наочного представлення механізмів захисту інформації розроблено схему захисту інформаційно-комп'ютерної системи (рис. 3.8).

Таким чином, у системі «Е-Комунтранс» реалізовано комплекс організаційних та програмних заходів захисту інформації, що забезпечують безпечну роботу користувачів, захист персональних даних, контроль доступу до ресурсів системи та надійне зберігання інформації.

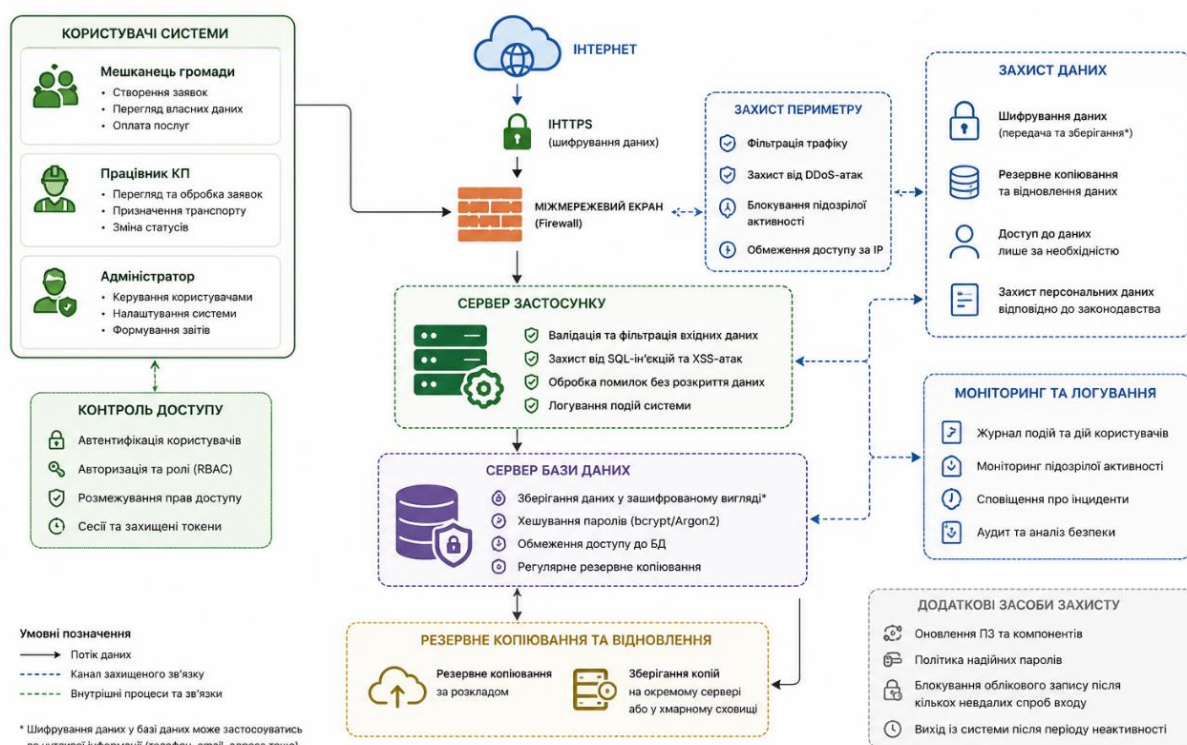


Рисунок 3.8 – Схема захисту інформаційно-комп'ютерної системи «Е-Комунтранс»

3.4 Тестування та налагодження інформаційно-комп'ютерної системи

Після завершення розробки системи «Е-Комунтранс» було проведено тестування та налагодження програмного забезпечення. Основною метою тестування є перевірка коректності роботи реалізованого функціоналу, виявлення можливих помилок та підтвердження відповідності системи визначеним функціональним вимогам.

Під час тестування використовувався метод функціонального тестування, який передбачає перевірку роботи окремих модулів системи шляхом виконання типових дій користувачів та аналізу отриманих результатів.

Особлива увага приділялася перевірці основних бізнес-процесів, пов'язаних зі створенням заявок на вивезення рослинних відходів, зміною їх статусів, проведенням електронних платежів та надсиланням повідомлень користувачам.

Одним із ключових етапів тестування стала перевірка механізму створення заявки. Для цього було виконано серію тестових сценаріїв із введенням коректних та некоректних даних. Результати тестування показали, що система успішно перевіряє правильність заповнення обов'язкових полів, зберігає інформацію в базі даних та присвоює заявці початковий статус. У випадку відсутності необхідних даних користувач отримує повідомлення про помилку та рекомендації щодо її усунення.

Наступним етапом стало тестування механізму зміни статусів заявок. Було перевірено можливість переходу заявки між станами «Нова», «Прийнята», «У роботі», «Виконана» та «Скасована». Результати підтвердили коректність роботи даного механізму та правильне відображення поточного статусу в особистому кабінеті користувача.

Для перевірки роботи системи електронних платежів було виконано тестові транзакції із використанням тестового платіжного середовища. Під час тестування контролювалася правильність передачі даних до платіжного сервісу, отримання результату транзакції та оновлення інформації про оплату в базі даних. Усі проведені операції були успішно оброблені системою.

Також було перевірено механізм надсилання повідомлень користувачам. Після створення заявки, зміни її статусу та підтвердження оплати система автоматично формувала відповідні повідомлення та відображала їх у розділі повідомлень користувача.

Отримані результати підтвердили коректну роботу даного функціоналу.

Під час проведення тестування було виявлено окремі недоліки інтерфейсу користувача та механізму обробки деяких виняткових ситуацій.

Після внесення відповідних змін було виконано повторне тестування, яке підтвердило усунення виявлених недоліків та стабільність роботи програмного забезпечення.

Результати проведеного тестування основних функцій системи наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати тестування основних функцій системи

№	Тестовий сценарій	Вхідні дані	Очікуваний результат	Отриманий результат	Статус
1	Реєстрація користувача	Коректні реєстраційні дані	Створення нового облікового запису	Обліковий запис створено	Успішно
2	Авторизація користувача	Коректний логін та пароль	Вхід до системи	Вхід виконано	Успішно
3	Створення заявки	Заповнені всі обов'язкові поля	Збереження заявки в базі даних	Заявку створено	Успішно
4	Створення заявки	Не вказано адресу	Відображення повідомлення про помилку	Повідомлення відображено	Успішно
5	Перегляд заявки	Існуюча заявка	Відображення інформації про заявку	Дані відображено	Успішно
6	Зміна статусу заявки	Статус «Нова» → «Прийнята»	Оновлення статусу заявки	Статус змінено	Успішно
7	Зміна статусу заявки	Статус «Прийнята» → «У роботі»	Оновлення статусу заявки	Статус змінено	Успішно
8	Зміна статусу заявки	Статус «У роботі» → «Виконана»	Оновлення статусу заявки	Статус змінено	Успішно
9	Онлайн-оплата	Коректні платіжні реквізити	Успішне проведення платежу	Оплату підтверджено	Успішно
10	Онлайн-оплата	Некоректні платіжні реквізити	Відображення повідомлення про помилку	Помилка відображена	Успішно
11	Надсилання повідомлення	Зміна статусу заявки	Автоматичне створення повідомлення	Повідомлення створено	Успішно
12	Перегляд повідомлень	Наявні повідомлення	Відображення списку повідомлень	Повідомлення відображено	Успішно
13	Робота адміністратора	Перегляд статистики	Відображення статистичних показників	Дані відображено	Успішно
14	Формування звіту	Запит на формування звіту	Генерація звіту	Звіт сформовано	Успішно

Проведене тестування підтвердило працездатність основних функціональних модулів системи «Е-Комунтранс». Усі перевірені сценарії завершилися успішно, що свідчить про коректність реалізованої логіки роботи програмного забезпечення та готовність системи до подальшого використання.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі було розглянуто практичні аспекти реалізації інформаційно-комп'ютерної системи «Е-Комунтранс», призначеної для цифровізації послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах. На основі сформованих вимог та розроблених моделей було реалізовано основні функціональні модулі системи, що забезпечують взаємодію між мешканцями громади, працівниками комунального підприємства та адміністраторами.

У процесі реалізації було розроблено користувацький інтерфейс системи, який включає головну сторінку, форму створення заявки, механізм відстеження статусу замовлення, модуль онлайн-оплати, інтерфейс працівника комунального підприємства та адміністративну панель. Реалізований функціонал забезпечує автоматизацію основних бізнес-процесів та підвищує зручність отримання комунальних послуг.

Було спроектовано структуру бази даних, визначено основні таблиці, первинні та зовнішні ключі, а також реалізовано взаємозв'язки між основними сутностями системи. Розроблена база даних забезпечує надійне та структуроване зберігання інформації про користувачів, заявки, платежі, транспортні засоби, повідомлення та статуси виконання замовлень.

Особливу увагу приділено питанням захисту інформації. Для забезпечення безпеки даних передбачено механізми автентифікації та авторизації користувачів, розмежування прав доступу, захист персональних даних, хешування паролів, використання захищених каналів передачі інформації та резервне копіювання бази даних. Запропоновані заходи дозволяють підвищити

рівень захищеності інформаційно-комп'ютерної системи та знизити ризики несанкціонованого доступу до даних.

Для перевірки працездатності програмного продукту було проведено функціональне тестування основних модулів системи. У ході тестування перевірено процеси реєстрації та авторизації користувачів, створення та обробки заявок, зміни статусів, виконання електронних платежів, надсилання повідомлень і формування звітів. Отримані результати підтвердили коректність роботи реалізованого функціоналу та відповідність системи встановленим вимогам.

Таким чином, у результаті виконання третього розділу було реалізовано основні компоненти системи «Е-Комунтранс», забезпечено їх захист та перевірено працездатність за допомогою тестування. Отримані результати свідчать про можливість практичного використання розробленої системи для автоматизації процесів надання послуг з вивезення рослинних відходів та підвищення ефективності взаємодії між громадянами та комунальними підприємствами.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було розроблено інформаційну систему «Е-Комунтранс», призначену для цифровізації послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах.

У ході дослідження проведено аналіз предметної області та сучасних підходів до цифровізації комунальних послуг. Встановлено, що традиційні способи взаємодії між мешканцями громади та комунальними підприємствами не забезпечують достатнього рівня оперативності, прозорості та зручності отримання послуг.

Проведено аналіз існуючих інформаційних систем і сервісів у сфері управління відходами, який показав відсутність спеціалізованих рішень, орієнтованих на автоматизацію процесів замовлення та контролю послуг з вивезення рослинних відходів у приміських населених пунктах. Це підтвердило актуальність розробки власної інформаційної системи для вирішення зазначеної проблеми.

У процесі виконання роботи було визначено функціональні та нефункціональні вимоги до програмного забезпечення, обрано засоби та технології реалізації системи, а також спроектовано її архітектуру та структуру бази даних. Для моделювання функціональності та структури програмного забезпечення побудовано UML-діаграми варіантів використання, діаграму класів, блок-схему алгоритму обробки заявки та ER-діаграму бази даних.

Практичним результатом роботи стала реалізація основних програмних модулів системи «Е-Комунтранс», які забезпечують реєстрацію та авторизацію користувачів, створення та обробку заявок на вивезення рослинних відходів, відстеження статусу виконання замовлень, надсилання повідомлень користувачам, здійснення електронної оплати послуг та формування статистичної інформації.

Окрему увагу приділено питанням захисту інформації. Для забезпечення безпеки даних реалізовано механізми автентифікації та авторизації користувачів,

розмежування прав доступу, захисту персональних даних та контролю доступу до інформаційних ресурсів системи [14, 15].

Для перевірки працездатності програмного продукту проведено тестування та налагодження основних функціональних модулів. Результати тестування підтвердили коректність роботи реалізованих механізмів створення та обробки заявок, зміни статусів, здійснення електронних платежів і надсилання повідомлень. Також було підготовлено документацію користувача, необхідну для впровадження та подальшої експлуатації системи.

Таким чином, поставлена мета кваліфікаційної роботи досягнута, а всі визначені завдання виконані. Розроблена система «Е-Комунтранс» може бути використана як інструмент автоматизації процесів надання комунальних послуг, сприяти підвищенню ефективності роботи комунальних підприємств, покращенню взаємодії з мешканцями громади та подальшій цифровізації сфери житлово-комунального господарства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Управління відходами в Україні. URL: <https://mepr.gov.ua> (дата звернення: 13.02.2026).
2. Верховна Рада України. Закон України «Про управління відходами» №2320-IX від 20.06.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20> (дата звернення: 14.02.2026).
3. Міністерство цифрової трансформації України. Цифрова трансформація громад. URL: <https://thedigital.gov.ua> (дата звернення: 16.02.2026).
4. Дія. Цифрова держава. URL: https://diia.gov.ua/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 23.02.2026).
5. Recycle Coach. URL: https://www.recyclecoach.com/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 03.03.2026).
6. Junker App. URL: https://junkerapp.it/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 13.03.2026).
7. Портал державних послуг Дія. URL: https://diia.gov.ua/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 23.03.2026).
8. Платформа електронної демократії E-DEM. URL: (дата звернення: 01.04.2026).
9. Bass L., Clements P., Kazman R. Software Architecture in Practice. 4th ed. Boston: Addison-Wesley Professional, 2022. 464 p.
10. Fowler M. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language. 4th ed. Boston: Addison-Wesley Professional, 2023. 208 p.
11. Larman C. Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design. 4th ed. Boston: Pearson Education, 2022. 736 p.

12. Tahaghoghi S., Williams H. Learning MySQL. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2021. 718 p.
13. Masse M. REST API Design Rulebook. Sebastopol: O'Reilly Media, 2021. 118 p.
14. Hoffman A. Web Application Security: Exploitation and Countermeasures for Modern Web Applications. Sebastopol: O'Reilly Media, 2024. 396 p.
15. Enoka S. Cybersecurity for Small Networks. Birmingham: Packt Publishing, 2023. 328 p.

ДОДАТКИ

Додаток А

Створення заявки на вивезення рослинних відходів

Лістинг А– Фрагмент програмного коду створення заявки на вивезення
рослинних відходів

```

<?php

$conn      =      new      mysqli("localhost",      "root",      "",
"ekomuntrans");

if ($_SERVER["REQUEST_METHOD"] == "POST") {

    $user_id = $_POST['user_id'];
    $address  = $_POST['address'];
    $waste_type = $_POST['waste_type'];
    $volume   = $_POST['volume'];
    $service_date = $_POST['service_date'];

    if (!empty($address)    &&    !empty($waste_type)    &&
!empty($service_date)) {

        $status_id = 1; // Нова заявка

        $sql = "INSERT INTO requests
                (user_id, address, waste_type, volume,
                 service_date, status_id, created_at)
                VALUES
                (?, ?, ?, ?, ?, ?, NOW())";

        $stmt = $conn->prepare($sql);

        $stmt->bind_param(
            "issdsi",
            $user_id,
            $address,

```

```
        $waste_type,  
        $volume,  
        $service_date,  
        $status_id  
    );  
  
    if ($stmt->execute()) {  
        echo "Заявку успішно створено.";  
    } else {  
        echo "Помилка створення заявки.";  
    }  
  
    $stmt->close();  
  
    } else {  
        echo "Заповніть усі обов'язкові поля.";  
    }  
}  
  
$conn->close();  
  
?>
```

кінець лістингу А