

Вінницький національний технічний університет
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
Кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему:

«Автоматизована система для логістичних цілей»

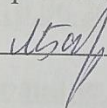
Виконав: студент IV курсу, групи ІАКІТ-216
спеціальності 151 – Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності)



Владислав ЯРОВИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник: к.т.н., доцент кафедри АІТ



Марія БАРАБАН

(ім'я та прізвище)

« 16 » 06 2025 р.

Рецензент: д.т.н., професор кафедри КСУ



Марія ЮХИМЧУК

(ім'я та прізвище)

« 17 » 06 2025 р.

Допущено до захисту
завідувач кафедри АІТ
Олег БІСІКАЛО

« 18 » 06 2025 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
Кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань 15 – автоматизація та приладобудування
(шифр і назва)
Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності)
Освітньо-професійна програма інтелектуальні комп'ютерні системи управління
(назва освітньо-професійної програми)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АІТ
проф. Олег БІСІКАЛО
« 18 » 06 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Яровому Владиславу Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Автоматизована система для логістичних цілей»

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи:

Барабан Марія Володимирівна к.т.н., доцент кафедри АІТ

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «20» березня 2025 року № 97

2. Термін подання студентом роботи 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Розроблене програмне забезпечення повинне запускатись на будь якому девайсі де є доступ до браузеру. Повинне виконуватися приймання, обробка та зберігання замовлень.

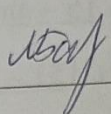
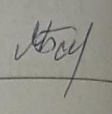
4. Зміст текстової частини (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ, аналіз предметної області, аналіз існуючих рішень, розробка структури та алгоритму, обґрунтування вибору інструментів технічної реалізації, реалізація програмного забезпечення, тестування програмного забезпечення.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Схема алгоритму роботи програмного забезпечення, загальний вигляд інтерфейсу користувача, приклад роботи програми, тестування програмного забезпечення.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Барабан М. В., доц. каф. АІТ		

7. Дата видачі завдання 20.03.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської кваліфікаційної роботи	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1	Вибір, узгодження та затвердження теми БКР	09.02.2025	15.02.2025	Вик
2	Аналіз предметної області та опрацювання літературних джерел.	12.04.2025	19.04.2025	Вик
3	Постановка задач для вирішення в БКР	20.04.2025	23.04.2025	Вик
4	Вирішення поставлених задач	23.04.2025	29.04.2025	Вик
5	Підтвердження достовірності отриманих результатів	13.05.2025	24.05.2025	Вик
7	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини	27.05.2025	31.05.2025	Вик
8	Перевірка ПЗ на відповідність вимогам	03.06.2025	07.06.2025	Вик
9	Попередній захист, доопрацювання, та рецензування БКР	10.06.2025	15.06.2025	Вик
10	Захист БКР ЕК	19.06.2025	19.06.2025	Вик

Студент

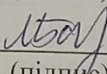


(підпис)

Владислав ЯРОВИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи



(підпис)

Марія БАРАБАН

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 73 сторінок формату А4, включаючи додатки, робота містить 23 рисунка, а список використаних джерел налічує 24 найменування.

Дана бакалаврська робота присвячена розробці автоматизованої веб-системи для логістичних цілей на базі платформи XenForo [1] з інтеграцією Google Maps [2]. У роботі проведено аналіз предметної області логістики, досліджено існуючі аналоги автоматизованих систем.

На основі отриманих знань розроблено проект системи, яка включає функціональні модулі для управління вантажами, верифікації водіїв, розрахунку маршрутів та обробка різноманітних даних. Система забезпечує ефективну взаємодію між клієнтами, диспетчерами та водіями, а також захист конфіденційних даних за допомогою плагінів. Проведено мануальне тестування для перевірки функціональності, адаптивності та безпеки системи.

Ключові слова: автоматизована система, логістика, XenForo, Google Maps, мануальне тестування, аналіз.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work consists of 73 pages of A4 format, including appendices, the work contains 23 images, and the list of used sources has 24 names.

This bachelor's work is devoted to the development of an automated web system for logistics purposes based on the XenForo platform [1] with Google Maps integration [2]. The work analyzes the subject area of logistics, and examines existing analogues of automated systems.

Based on the knowledge gained, a system project has been developed, which includes functional modules for cargo management, driver verification, route calculation, and processing of various data. The system provides effective interaction between customers, dispatchers, and drivers, as well as protection of confidential data using plugins. Manual testing has been carried out to verify the functionality, adaptability, and security of the system.

Keywords: automated system, logistics, XenForo, Google Maps, manual testing, analysis.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЦІЛЕЙ.....	6
1.1 Загальні принципи побудови автоматизованих логістичних систем.....	6
1.2 Архітектура веб-орієнтованої логістичної системи.....	7
1.3 Модуль управління замовленнями	9
1.4 Розрахунок відстані маршруту.....	10
1.5 Безпека	11
1.6 Висновок до розділу	12
2 АНАЛІЗ ТА ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ	14
2.1 Стан розв’язання науково-технічної задачі автоматизації логістики	14
2.2 Вибір та обґрунтування сучасного методу розв’язання задачі.....	18
2.3 Обґрунтування критеріїв для порівняння методів автоматизації логістики	23
2.4 Варіантний аналіз можливих нових методів розв’язання задачі.....	29
2.5 Практичні приклади впровадження автоматизованих логістичних систем	35
2.6 Висновок до розділу 2	41
3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	42
3.1 Обґрунтування вибору інструментів технічної реалізації модуля.....	42
3.2 Опис структури та функціональності веб-орієнтованої системи	46
4 ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	53
4.1 Види тестування.....	53
4.2 Тестування створеної веб-системи	55
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
ДОДАТКИ.....	63
Додаток А (обов’язковий) Технічне завдання на бакалаврську кваліфікаційну роботу.....	65
Додаток Б (обов’язковий) ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА.....	67
Додаток В (обов’язковий) Лістинг основних функцій програми	70
Додаток Г (обов’язковий) ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	73

ВСТУП

Логістика є однією з ключових складових сучасної економіки, відіграючи важливу роль у забезпеченні ефективного функціонування промислових, комерційних і торговельних підприємств. У сучасному світі, де глобалізація ринків і розвиток електронної комерції стрімко змінюють підходи до організації бізнес-процесів, логістика виходить за межі простої доставки товарів. Вона охоплює комплексне управління складськими запасами, транспортними засобами, маршрутами, замовленнями, документообігом і аналітичною звітністю. Ці процеси генерують значні обсяги даних, що робить їх ручну обробку неефективною, схильною до помилок і економічно не вигідною.

Розвиток інформаційних технологій відкриває нові можливості для автоматизації логістичних процесів, дозволяючи підприємствам підвищувати продуктивність, знижувати операційні витрати та забезпечувати високий рівень обслуговування клієнтів. Автоматизовані логістичні системи стають невід'ємною частиною діяльності компаній, які прагнуть адаптуватися до мінливих ринкових умов і зміцнити свої конкурентні позиції. Такі системи забезпечують централізований контроль, обробку інформації в реальному часі, інтеграцію з іншими бізнес-процесами та підтримку прийняття рішень на основі аналітичних даних. Особливої популярності набувають веб-орієнтовані системи, які дозволяють користувачам отримувати доступ до функціоналу через браузер, забезпечуючи гнучкість, універсальність і можливість дистанційного керування.

Автоматизація логістики сприяє не лише економічній ефективності, але й соціально-економічному розвитку. У контексті зростання попиту на логістичні послуги, спричиненого розвитком онлайн-торгівлі, компанії стикаються з необхідністю швидкої обробки замовлень, оптимізації маршрутів і зниження витрат. Водночас посилення конкуренції у транспортно-логістичному секторі змушує підприємства шукати інноваційні рішення, здатні забезпечити конкурентну перевагу. Автоматизовані системи дозволяють об'єднувати розрізнені процеси в єдине інформаційне середовище, мінімізувати вплив людського фактора та підвищувати точність і оперативність виконання операцій.

Актуальність теми дослідження зумовлена стрімким розвитком цифрових технологій і зростанням потреб у ефективних логістичних рішеннях. Впровадження автоматизованих веб-систем для логістики є важливим кроком до модернізації бізнес-процесів, особливо для малого та середнього бізнесу в Україні, де фінансові та технічні обмеження часто ускладнюють використання складних ERP- чи TMS-систем. Розробка доступного, гнучкого та функціонального рішення, яке об'єднує ключові логістичні процеси, є актуальною науково-практичною задачею, що має значний потенціал для практичного застосування.

Основним науково-практичним результатом роботи є розробка веб-орієнтованої автоматизованої системи для логістичних цілей, яка забезпечує інтеграцію процесів управління замовленнями, транспортом, складськими запасами та аналітикою, є простою у використанні, масштабується та здатна інтегруватися з зовнішніми платформами. Ця система підвищує ефективність логістичних операцій, знижує витрати та сприяє підвищенню якості обслуговування клієнтів.

Метою роботи є підвищення ефективності логістичних процесів шляхом розробки та впровадження веб-орієнтованої автоматизованої системи, яка забезпечує централізоване управління, оптимізацію ресурсів і підтримку аналітичних функцій.

Для досягнення мети потрібно **вирішити наступні завдання**:

1. Провести аналіз предметної області автоматизації логістичних процесів, включаючи сучасні підходи та технології.
2. Здійснити огляд і порівняльний аналіз наявних рішень для автоматизації логістики, таких як ERP-, TMS-, WMS- і SCM-системи.
3. Провести варіативний аналіз методів і технологій для розробки веб-орієнтованих систем, включаючи архітектурні підходи та алгоритми.
4. Розробити архітектуру та алгоритми функціонування веб-орієнтованої автоматизованої системи для логістичних цілей.
5. Реалізувати програмне забезпечення системи та провести його тестування.

Об'єктом дослідження є процеси управління логістикою в умовах автоматизації.

Предметом дослідження є методи та засоби розробки веб-орієнтованої автоматизованої системи для логістичних цілей, її архітектура, функціональні модулі та вплив на ефективність логістичних операцій.

Методи дослідження включають аналіз і синтез для вивчення предметної області, методи проєктування та розробки програмного забезпечення для створення системи, а також експериментальні методи для тестування та оцінки ефективності розробленого рішення.

Науково-практичний результат роботи полягає в розробці веб-орієнтованої автоматизованої системи для логістичних цілей засобами веб-технологій, таких як XenFogo, PHP і реляційні бази даних, що є простою у використанні, не потребує значних ресурсів для впровадження та може інтегруватися з зовнішніми сервісами, такими як картографічні платформи чи GPS-моніторинг. Система забезпечує централізоване управління логістичними процесами, підвищує їхню прозорість і ефективність.

Апробація результатів дослідження

Результати роботи було представлено на LIV Всеукраїнській науково-технічній конференції факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації (м. Вінниця, ВНТУ, 2025), де опубліковано тези доповіді [3].

Практична цінність роботи полягає в можливості використання розробленої системи для автоматизації логістичних процесів на підприємствах, що надають транспортні послуги. Запропоновані рішення дозволяють знизити операційні витрати, оптимізувати маршрути, підвищити точність обробки замовлень і зміцнити конкурентні позиції компаній. Результати можуть бути застосовані як у великих логістичних корпораціях, так і в підприємствах малого та середнього бізнесу, що прагнуть цифровізувати свої процеси.

1 ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЦІЛЕЙ

1.1 Загальні принципи побудови автоматизованих логістичних систем

Автоматизовані логістичні системи (АЛС) являють собою комплекс апаратно-програмних засобів, призначених для оптимізації управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками в логістичних процесах. Їхня основна мета — підвищення ефективності логістичних операцій шляхом автоматизації рутинних завдань, забезпечення точності виконання процесів і скорочення витрат ресурсів, таких як час, людські зусилля та фінансові затрати.

АЛС можуть мати різний масштаб і функціональне охоплення: від автоматизації окремих логістичних функцій, таких як моніторинг транспортних засобів або управління складськими запасами, до інтеграції всіх етапів логістичного ланцюга — від оформлення замовлення клієнта до доставки товару кінцевому споживачу. Така гнучкість дозволяє адаптувати системи до потреб конкретного підприємства, враховуючи його розмір, специфіку діяльності та стратегічні цілі.

Основні принципи побудови автоматизованих логістичних систем включають:

1. **Централізоване управління процесами.** АЛС забезпечує єдиний центр керування, що дозволяє координувати всі логістичні операції в реальному часі, зменшуючи ризик неузгодженості між підрозділами.
2. **Інтеграція з інформаційними системами.** Для ефективної роботи АЛС необхідно забезпечити сумісність із зовнішніми платформами, такими як ERP (планування ресурсів підприємства) і CRM (управління взаємодією з клієнтами) [4], що сприяє обміну даними та автоматизації бізнес-процесів.
3. **Модульність і масштабованість.** Система має бути спроектованою так, щоб її можна було легко розширювати, додаючи нові функції чи модулі

залежно від потреб підприємства, без необхідності повної перебудови архітектури.

4. Використання хмарних технологій. Хмарні рішення забезпечують доступність системи з будь-якої точки світу, знижують витрати на інфраструктуру та спрощують оновлення програмного забезпечення [20].
5. Орієнтація на реальний час. АЛС повинна надавати актуальну інформацію про стан замовлень, транспортних засобів і складських запасів, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в логістичному процесі.

Ці принципи забезпечують гнучкість, надійність і ефективність роботи АЛС, що є критично важливим у сучасних умовах високої конкуренції та динамічних ринкових вимог.

1.2 Архітектура веб-орієнтованої логістичної системи

У рамках цієї роботи досліджується автоматизована логістична система, реалізована у вигляді веб-додатку. Такий підхід має низку переваг: доступ до системи через веб-браузер усуває необхідність встановлення спеціалізованого клієнтського програмного забезпечення, знижує витрати на технічну підтримку та забезпечує універсальність використання на різних пристроях, включаючи комп'ютери, планшети та смартфони, за наявності підключення до мережі Інтернет.

Архітектура веб-орієнтованої логістичної системи базується на модульному підході та включає кілька ключових компонентів, які взаємодіють між собою для забезпечення повноцінного функціонування:

1. Клієнтська частина (frontend). Цей компонент відповідає за інтерфейс користувача, який реалізований у вигляді веб-додатку, доступного через браузер. Інтерфейс адаптований для різних категорій користувачів — клієнтів, диспетчерів, менеджерів із логістики — і забезпечує зручний доступ до інформації про замовлення, маршрути, транспорт і складські

запаси. Frontend розробляється з використанням сучасних технологій, таких як HTML5, CSS3 і JavaScript-фреймворків (наприклад, React [5] або Angular), що забезпечують високу швидкість роботи та адаптивність інтерфейсу.

2. Серверна частина (backend). Серверна частина відповідає за обробку даних, виконання бізнес-логіки, управління сесіями користувачів і забезпечення безпеки системи. Backend включає API (інтерфейс програмування додатків) для взаємодії з клієнтською частиною та зовнішніми сервісами, а також механізми аутентифікації й авторизації для захисту даних. Для реалізації серверної частини можуть використовуватися такі технології, як PHP [6], Node.js, Python (Django/Flask) або Java Spring.
3. База даних. Централізоване сховище даних містить інформацію про замовлення, транспортні засоби, складські запаси, маршрути, документообіг тощо. Для забезпечення швидкого доступу та масштабованості використовуються реляційні бази даних (наприклад, PostgreSQL, MySQL) або NoSQL-рішення (наприклад, MongoDB) залежно від потреб системи.
4. Інтеграційний рівень. Цей компонент забезпечує взаємодію системи з зовнішніми сервісами, такими як GPS-системи для моніторингу транспорту, платіжні платформи для обробки транзакцій, API поштових і кур'єрських служб для відстеження доставки. Інтеграція дозволяє автоматизувати обмін даними та підвищує функціональність системи.

Запропонована архітектура забезпечує гнучкість, надійність і масштабованість системи, що дозволяє адаптувати її до потреб різних логістичних компаній. Крім того, веб-орієнтований підхід сприяє зниженню витрат на розгортання системи та спрощує її використання в умовах розподілених команд і глобалізованих логістичних ланцюгів. Умовна архітектура системи показана на рисунку 1.2.

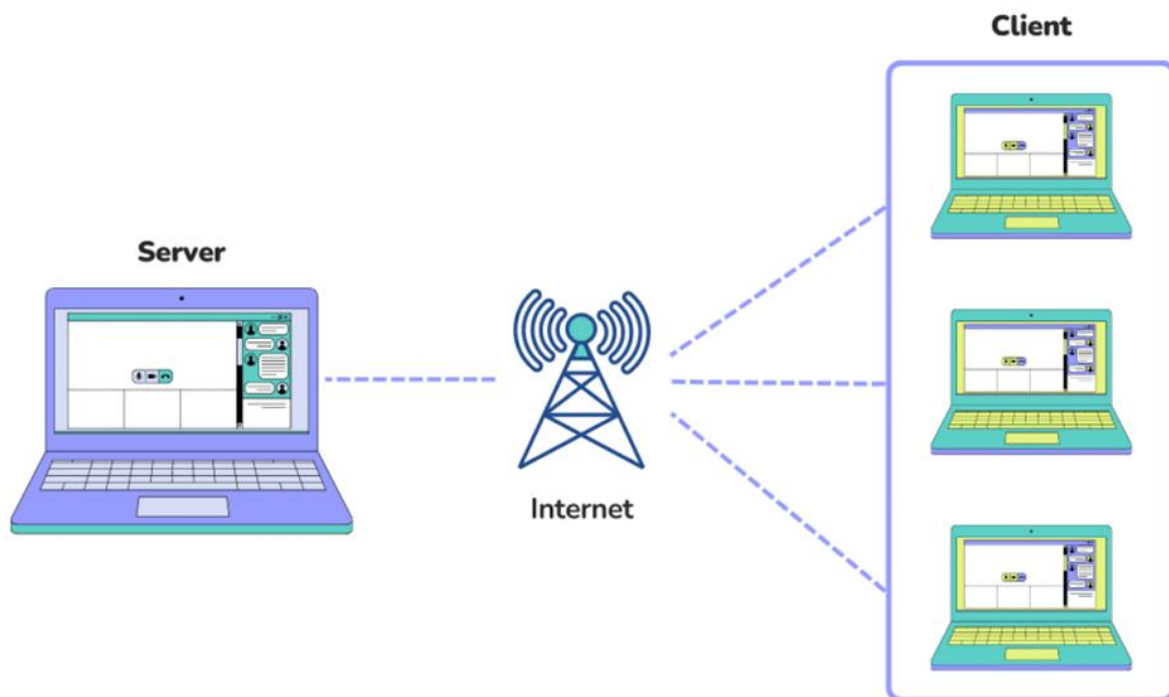


Рисунок 1.2 – Модель роботи клієнт-серверної архітектури

1.3 Модуль управління замовленнями

Модуль управління замовленнями є центральним елементом автоматизованої логістичної системи, оскільки саме він забезпечує обробку, відстеження та контроль замовлень на всіх етапах логістичного ланцюга. Цей модуль виконує ключову роль у забезпеченні прозорості, оперативності та точності виконання клієнтських запитів, що є критично важливим для підвищення конкурентоспроможності підприємства.

Основні функції модуля управління замовленнями включають:

1. Створення та редагування замовлень. Користувачі (клієнти, менеджери або диспетчери) можуть створювати нові замовлення, вказуючи параметри, такі як тип вантажу, пункт призначення, терміни доставки, а також редагувати існуючі замовлення в разі зміни умов.
2. Розрахунок вартості доставки. Модуль автоматично обчислює вартість доставки на основі таких параметрів, як вага вантажу, відстань між

пунктами, тип транспортного засобу та додаткові послуги (наприклад, термінова доставка). Для цього використовуються заздалегідь налаштовані алгоритми, які враховують тарифну сітку компанії.

3. Автоматичне оновлення статусів замовлення. Кожне замовлення проходить через чітко визначені етапи: "Прийнято", "В обробці", "Доставляється", "Завершено". Система автоматично присвоює відповідний статус залежно від прогресу виконання, що забезпечує прозорість для всіх учасників процесу.
4. Повідомлення користувачів. Модуль надсилає автоматичні сповіщення (наприклад, через електронну пошту, SMS або внутрішній інтерфейс системи) про зміну статусу замовлення, затримки чи успішне завершення доставки, що підвищує рівень клієнтської задоволеності.

Модуль побудовано на основі REST API, що забезпечує швидку та надійну обробку запитів у форматі JSON. Така структура забезпечує швидкий доступ до даних і можливість їхньої подальшої обробки для аналітики чи звітності.

Для підвищення зручності використання модуль підтримує інтеграцію з клієнтським інтерфейсом, що дозволяє користувачам переглядати історію замовлень, отримувати статистику та генерувати звіти. Крім того, модуль може бути розширений для підтримки додаткових функцій, таких як прогнозування попиту чи автоматичне розподілення замовлень між транспортними засобами.

1.4 Розрахунок відстані маршруту

Однією з ключових функцій автоматизованої логістичної системи є оптимізація маршрутів доставки, що досягається через точний розрахунок відстані між пунктами. Ця функція дозволяє знизити транспортні витрати, скоротити час доставки та підвищити ефективність використання транспортних ресурсів.

Для розрахунку маршрутів система використовує картографічні сервіси, такі як Google Maps API, OpenStreetMap API або інші геоінформаційні платформи. Користувач вводить адреси відправлення та призначення, після чого система аналізує доступні маршрути та пропонує оптимальний варіант. Алгоритми враховують низку факторів:

1. Тип дорожнього покриття. Різні типи доріг (автомагістралі, міські вулиці, сільські шляхи) впливають на швидкість і витрати палива. Система обирає маршрут, що оптимізує ці параметри.
2. Обмеження швидкості. Дані про обмеження швидкості на різних ділянках маршруту враховуються для точного прогнозування часу доставки.
3. Рівень завантаженості доріг. Використання даних про трафік у реальному часі дозволяє уникати заторів і обирати найшвидші маршрути.
4. Часові вікна доставки. Система враховує вимоги клієнтів щодо часу доставки, що особливо важливо для логістики "останньої милі".
5. Паливна ефективність. Алгоритми аналізують характеристики транспортного засобу (наприклад, тип двигуна, витрата палива) для вибору маршруту, що мінімізує витрати.

Для реалізації розрахунків використовуються спеціалізовані алгоритми, які адаптовані до потреб логістичної системи. Результати розрахунків відображаються в інтерфейсі користувача у вигляді карти маршруту, таблиці з деталями (відстань, час, витрати) або експортуються у вигляді звітів для диспетчерів.

1.5 Безпека

Інформаційна безпека є одним із найважливіших аспектів розробки автоматизованих логістичних систем, оскільки вони оперують чутливими даними: персональною інформацією клієнтів, фінансовими транзакціями, логістичними маршрутами та внутрішніми даними компанії. Недостатній захист

може призвести до витоку інформації, фінансових втрат або втрати довіри клієнтів, що робить безпеку пріоритетом [7].

Комплекс заходів інформаційної безпеки включає:

1. **Захист доступу до системи.** Використовується комбінація імені користувача та пароля, а за потреби — багатофакторна автентифікація (наприклад, через SMS-код або біометричні дані). Ролі користувачів (клієнт, диспетчер, адміністратор) чітко розмежовані, що дозволяє обмежити доступ до даних залежно від рівня повноважень.
2. **Конфіденційність даних.** Передача інформації між клієнтською та серверною частинами системи здійснюється через захищені канали з використанням протоколів HTTPS і TLS. Чутливі дані, такі як персональна інформація клієнтів, шифруються перед збереженням у базі даних.
3. **Надійність зберігання даних.** Регулярне резервне копіювання бази даних забезпечує захист від втрати інформації в разі збоїв. Журналювання критичних подій (наприклад, спроби несанкціонованого доступу) дозволяє відстежувати потенційні загрози. Система також підтримує механізми відновлення після збоїв.
4. **Організаційні заходи.** Персонал, який працює з системою, проходить навчання з питань інформаційної безпеки. Внутрішні політики компанії чітко регламентують правила роботи з даними, забороняють передачу інформації третім особам і визначають відповідальність за порушення.

Таким чином, безпека в автоматизованій логістичній системі є комплексною концепцією, яка поєднує технічні, програмні та організаційні заходи. Це забезпечує захист даних, стабільність роботи системи та довіру з боку клієнтів і партнерів.

1.6 Висновок до розділу

Проведений аналіз теоретичних основ побудови автоматизованих логістичних систем показав, що вони є багатофункціональними платформами,

здатними оптимізувати ключові аспекти логістичних процесів — від обробки замовлень до моніторингу доставки та аналізу ефективності. Архітектура системи, заснована на веб-технологіях, забезпечує доступність, гнучкість і зручність використання, дозволяючи працювати віддалено та централізовано керувати всіма операціями [22].

Модульна структура системи, що включає управління замовленнями, розрахунок маршрутів і захист даних, сприяє чіткому розподілу функцій і підвищує ефективність обробки інформації. Інтеграція з зовнішніми сервісами, такими як картографічні платформи чи ERP-системи, забезпечує цілісність бізнес-процесів і можливість адаптації до потреб конкретного підприємства.

Запропонована система дозволяє мінімізувати вплив людського фактору, прискорити обробку замовлень, оптимізувати маршрути та знизити операційні витрати. Завдяки масштабованості вона може бути застосована як у малих, так і у великих логістичних компаніях. Впровадження такої системи є доцільним для підприємств, які прагнуть підвищити конкурентоспроможність і відповідати сучасним вимогам цифровізації логістики.

2 АНАЛІЗ ТА ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

2.1 Стан розв'язання науково-технічної задачі автоматизації логістики

Автоматизація логістичних процесів є одним із ключових напрямів розвитку сучасного промислового, комерційного та торговельного секторів, що зумовлено необхідністю підвищення операційної ефективності, зниження витрат і забезпечення конкурентоспроможності в умовах глобалізації та швидкого розвитку цифрових технологій. Логістика як комплексна дисципліна охоплює не лише транспортування товарів, але й управління складськими запасами, планування маршрутів, координацію транспортних засобів, обробку замовлень, документообіг, фінансові розрахунки, аналітичну звітність і взаємодію з клієнтами та партнерами [14]. Ці процеси генерують значні обсяги даних, що робить їх ручну обробку трудомісткою, схильною до помилок і економічно не вигідною, особливо в умовах зростання попиту на логістичні послуги, спричиненого розвитком електронної комерції.

Науково-технічна проблема автоматизації логістики полягає у створенні інтегрованої системи, яка забезпечує комплексне вирішення логістичних завдань, підвищує прозорість процесів і мінімізує залежність від людського фактора. Така система повинна відповідати низці вимог, що відображають сучасні потреби бізнесу:

1. **Централізований контроль.** Створення єдиного інформаційного середовища для управління всіма етапами логістичного ланцюга — від оформлення замовлення до доставки товару кінцевому споживачу, що забезпечує координацію між підрозділами та партнерами.

2. **Обробка даних у реальному часі.** Оперативне оновлення інформації про стан замовлень, розташування транспортних засобів, рівень складських запасів і фінансові операції для швидкого реагування на зміни умов.

3. Підтримка прийняття рішень. Інтеграція аналітичних інструментів для прогнозування попиту, оптимізації маршрутів, оцінки ефективності операцій, аналізу ризиків і планування ресурсів.

4. Автоматизована взаємодія. Забезпечення інтеграції з клієнтами, постачальниками, перевізниками та зовнішніми сервісами через API, веб-інтерфейси чи інші стандарти обміну даними для підвищення прозорості та ефективності комунікації.

5. Гнучкість і адаптивність. Система має бути модульною, щоб забезпечити можливість масштабування, додавання нових функцій і адаптацію до змін у бізнес-процесах, ринкових умовах чи законодавчих вимогах.

6. Економічна доступність. Розробка рішення, яке є фінансово вигідним для малого та середнього бізнесу, що особливо актуально для українського ринку.

На світовому та українському ринках представлено широкий спектр рішень для автоматизації логістики, які можна класифікувати за їхньою основною функціональністю. Основні категорії включають:

- ERP-системи (SAP, Oracle ERP, Microsoft Dynamics): призначені для комплексного управління підприємством, включаючи логістичні процеси, такі як планування ресурсів, облік, фінансовий контроль і координація операцій. Наприклад, SAP пропонує модуль SAP SCM, який охоплює планування ланцюга постачання та логістику [8].

- TMS-системи (Wialon, CarLo, Trans.eu): спеціалізовані на управлінні транспортом, включаючи GPS-моніторинг, планування маршрутів, оптимізацію завантаження транспортних засобів і контроль витрат. Наприклад, Wialon забезпечує моніторинг транспорту в реальному часі через інтеграцію з GPS-трекерами [9].

- WMS-системи (Logistic Vision Suite, Ongoing WMS): орієнтовані на автоматизацію складських процесів, таких як облік запасів, організація зберігання, комплектація замовлень і управління складським персоналом.

Наприклад, Ongoing WMS підтримує автоматизацію складів для малого бізнесу [10].

- SCM-системи (Manhattan, Blue Yonder): призначені для управління ланцюгами постачання, координуючи взаємодію між постачальниками, виробниками, дистриб'юторами та роздрібними мережами. Blue Yonder, наприклад, використовує ШІ для прогнозування попиту [11].

Для наочності нижче наведено основні характеристики цих категорій:

- ERP-системи: SAP, Oracle ERP, Microsoft Dynamics. Основна функція: комплексне управління підприємством, включаючи логістику.
- TMS-системи: Wialon, CarLo, Trans.eu. Основна функція: управління транспортом, GPS-моніторинг, оптимізація маршрутів.
- WMS-системи: Logistic Vision Suite, Ongoing WMS. Основна функція: управління складськими процесами.
- SCM-системи: Manhattan, Blue Yonder. Основна функція: управління ланцюгами постачання.

Незважаючи на різноманітність доступних рішень, більшість із них є "фрагментованими", тобто спеціалізованими на окремих аспектах логістики. Наприклад, TMS-системи ефективно вирішують завдання управління транспортом, але не забезпечують повноцінного обліку складських запасів чи автоматизації документообігу. Відсутність єдиної бази даних і слабка інтеграція між різними системами призводять до таких проблем:

- Дублювання інформації. Дані, введені в одну систему, можуть не синхронізуватися з іншими, що спричиняє помилки, невідповідності та додаткові витрати часу на їх виправлення. Наприклад, інформація про замовлення в TMS може не відповідати даним у WMS.
- Складність інтеграції. Поєднання різних систем потребує значних технічних і фінансових ресурсів, а також залучення кваліфікованих ІТ-фахівців для створення спеціалізованих конекторів чи API.
- Залежність від людського фактора. Некоординовані дії між логістами, водіями, складськими працівниками та клієнтами призводять до

затримок, втрати інформації та зниження ефективності. Наприклад, несвоєчасне оновлення статусу замовлення може спричинити затримку доставки.

- Неузгодженість процесів. Відсутність єдиного інформаційного простору ускладнює моніторинг, контроль і аналіз логістичних операцій, що знижує прозорість і ефективність.

Крім того, впровадження сучасних автоматизованих систем стикається з низкою бар'єрів, особливо в умовах українського ринку:

1. Фінансові обмеження. Впровадження повноцінних ERP- чи TMS-систем, таких як SAP чи Oracle ERP, може коштувати від 500 тис. до кількох мільйонів гривень, включаючи ліцензії, навчання персоналу, інтеграцію та технічну підтримку. Для малого та середнього бізнесу в Україні ці витрати часто є непосильними.

2. Технічна складність. Системи потребують спеціалізованих знань для налаштування, адміністрування та обслуговування. Наприклад, інтеграція SAP з іншими платформами може займати місяці й вимагати залучення зовнішніх консультантів.

3. Нестача кваліфікованого персоналу. Малий і середній бізнес в Україні часто не має власних IT-відділів або достатньої кількості фахівців, здатних забезпечити впровадження та супровід складних систем.

4. Культурні та організаційні бар'єри. У багатьох підприємствах зберігається опір до впровадження нових технологій через звичку до традиційних методів роботи, недостатню обізнаність про переваги автоматизації чи страх змін.

5. Недостатня стандартизація. Відсутність єдиних стандартів обміну даними між різними системами ускладнює їхню інтеграцію, що особливо актуально для українських компаній, які працюють із застарілими платформами.

Для подолання цих проблем необхідне створення гнучкого, масштабованого та економічно доступного рішення, яке об'єднує ключові логістичні процеси — облік замовлень, управління транспортом, складськими запасами, документообіг і аналітику — у єдиному інформаційному середовищі.

Важливим аспектом є забезпечення можливості інтеграції з зовнішніми платформами, такими як GPS-системи, платіжні сервіси, картографічні платформи чи ERP-системи, що дозволяє адаптувати рішення до потреб конкретного підприємства. Таке рішення має бути простим у впровадженні та використанні, щоб відповідати можливостям малого та середнього бізнесу, який становить значну частину українського ринку.

2.2 Вибір та обґрунтування сучасного методу розв'язання задачі

На основі аналізу, проведеного в попередньому підрозділі, встановлено, що основною проблемою автоматизації логістичних процесів є відсутність уніфікованого рішення, яке б одночасно відповідало таким критеріям:

- Комплексне охоплення всіх ключових функцій логістики, включаючи управління замовленнями, транспортом, складськими запасами, документообігом і аналітикою.
- Гнучкість і масштабованість для адаптації до потреб різних типів підприємств — від малого бізнесу до великих корпорацій.
- Економічна доступність, що дозволяє впроваджувати систему без значних капіталовкладень, що є критично важливим для українського ринку.
- Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який знижує залежність від рівня кваліфікації користувачів і спрощує навчання персоналу.
- Централізований доступ до даних у реальному часі для забезпечення оперативного управління та координації.

Для розв'язання цієї задачі було проаналізовано різні підходи до автоматизації логістичних процесів, включаючи традиційні десктопні додатки, клієнт-серверні системи, хмарні рішення, гібридні платформи та веб-орієнтовані системи. Кожен із цих підходів має свої переваги та недоліки. Наприклад:

- Десктопні додатки забезпечують високу продуктивність і локальний контроль даних, але потребують встановлення на кожному робочому місці, що

ускладнює масштабування, оновлення та підтримку. Вони також не підходять для віддаленої роботи, що є суттєвим недоліком у сучасних умовах.

- Хмарні рішення знижують витрати на інфраструктуру та забезпечують доступність, але викликають занепокоєння щодо безпеки даних і залежності від постачальника хмарних послуг.
- Гібридні системи поєднують локальні та хмарні компоненти, але їхня складність підвищує витрати на впровадження та обслуговування.
- Веб-орієнтовані системи забезпечують універсальний доступ, простоту оновлення, модульність і економічну ефективність, що робить їх оптимальними для більшості логістичних компаній.

За результатами порівняння, найбільш ефективним визнано підхід, заснований на створенні веб-орієнтованої автоматизованої системи з архітектурою "клієнт-сервер" [12]. Цей вибір обґрунтовується такими перевагами:

1. Гнучкість і масштабованість. Веб-система дозволяє поетапно впроваджувати функціонал, додаючи нові модулі (наприклад, облік замовлень, управління транспортом, складськими запасами чи аналітика) без необхідності повної перебудови системи. Наприклад, підприємство може почати з модуля управління замовленнями, а згодом додати модуль GPS-моніторингу чи аналітики.

2. Універсальна доступність. Доступ до системи через веб-браузер усуває необхідність встановлення спеціалізованого програмного забезпечення, дозволяючи користувачам — диспетчерам, водіям, менеджерам, клієнтам — працювати з системою з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету, включаючи ПК, планшети та смартфони. Це особливо важливо для логістичних компаній із розподіленими командами.

3. Мінімальні вимоги до інфраструктури. Система може бути розгорнута на хмарних серверах (наприклад, Amazon Web Services, Google Cloud, Microsoft Azure) або віртуальних приватних серверах (VPS), що значно знижує витрати на апаратне забезпечення порівняно з традиційними серверними

рішеннями. Для розгортання достатньо базового серверного середовища, такого як LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) або LEMP (Linux, Nginx, MySQL, PHP).

4. Простота оновлення та технічної підтримки. Централізоване оновлення програмного коду дозволяє швидко впроваджувати нові функції, виправляти помилки чи адаптувати систему до змін у законодавстві чи бізнес-процесах. Технічна підтримка може здійснюватися віддалено, що знижує витрати на адміністрування.

5. Забезпечення безпеки. Використання протоколу HTTPS і шифрування TLS забезпечує захищену передачу даних між клієнтом і сервером. Автентифікація за токенами (наприклад, JSON Web Tokens, JWT), розмежування прав доступу за ролями (клієнт, диспетчер, адміністратор), логування дій користувачів і регулярне резервне копіювання бази даних гарантують захист інформації від несанкціонованого доступу та втрати. Додатково можна реалізувати обмеження доступу за IP-адресами чи двофакторну автентифікацію.

6. Інтеграційні можливості. Веб-система підтримує інтеграцію з зовнішніми сервісами через REST API, що дозволяє підключати GPS-системи (наприклад, Wialon для моніторингу транспорту), платіжні платформи (Stripe, PayPal), картографічні сервіси (Google Maps, OpenStreetMap) для планування маршрутів чи ERP-системи для синхронізації даних. Наприклад, інтеграція з Google Maps API дозволяє оптимізувати маршрути з урахуванням трафіку в реальному часі [13].

7. Економічна ефективність. Порівняно з комерційними ERP-системами, такими як SAP, веб-система на базі відкритих технологій (наприклад, PostgreSQL, Django) вимагає значно менших інвестицій, що робить її доступною для малого та середнього бізнесу.

Для реалізації системи обрано сучасний технологічний стек, який забезпечує високу продуктивність, надійність і зручність розробки. Основні компоненти системи та їхні характеристики наведено нижче:

- Технології: HTML5, CSS3, JavaScript, серверна логіка на PHP, REST API для обміну даними, реляційна база даних MySQL.

- Тип доступу: Веб-браузер, що забезпечує крос-платформну сумісність (доступ із ПК, планшетів, смартфонів).
- Архітектура: Клієнт-сервер, з чітким розмежуванням клієнтської (frontend) і серверної (backend) частин, що спрощує розробку, тестування та підтримку.
- База даних: Реляційна (PostgreSQL або MySQL), з підтримкою швидкого доступу, масштабування та складних аналітичних запитів. Наприклад, PostgreSQL підтримує геопросторові запити для оптимізації маршрутів.
- Розширення: Модульна структура, що дозволяє додавати нові функції (наприклад, модуль прогнозування попиту, інтеграція з IoT чи аналітика Big Data) без зупинки основної системи.
- Безпека: Захищена передача даних (HTTPS, TLS), авторизація через JWT, логування дій, регулярні бекапи, розмежування доступу за ролями.

Практичний приклад застосування веб-орієнтованої системи можна розглянути на основі малого логістичного підприємства, яке надає послуги доставки в межах міста. Впровадження системи з модулем управління замовленнями дозволило скоротити час обробки замовлень на 30% за рахунок автоматизації статусів і повідомлень клієнтів. Інтеграція з Google Maps API зменшила витрати на паливо на 15% завдяки оптимізації маршрутів. Це демонструє економічну ефективність і практичну цінність запропонованого підходу.

Додатковою перевагою веб-орієнтованої архітектури (рисунок 2.2) є її перспективність для інтеграції з інноваційними технологіями. Наприклад, у майбутньому система може бути доповнена модулями штучного інтелекту для прогнозування попиту (на основі машинного навчання), Інтернет речей (IoT) для моніторингу стану транспортних засобів у реальному часі (наприклад, датчики температури для рефрижераторів) або технологіями Big Data для аналізу великих обсягів логістичних даних (наприклад, аналіз поведінки клієнтів для персоналізації пропозицій). Такі можливості роблять систему не лише

актуальною для сучасних потреб, але й перспективною для довгострокового розвитку логістичного бізнесу.

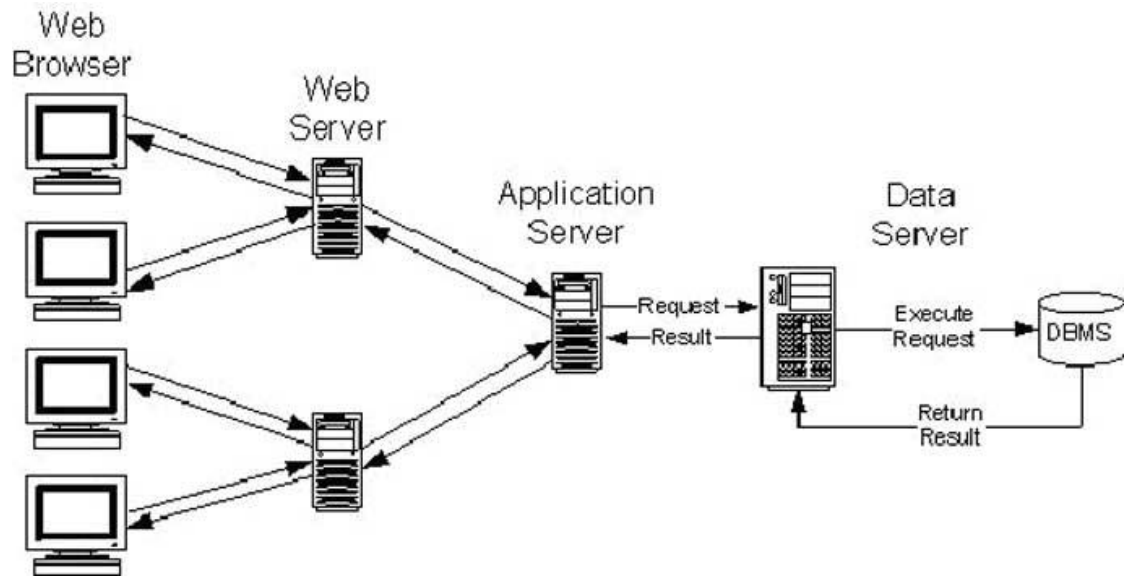


Рисунок 2.2 – Архітектура веб-орієнтованої автоматизованої логістичної системи (схематичне зображення взаємодії клієнтської частини, серверної логіки, бази даних і зовнішніх API).

Порівняно з альтернативними підходами, веб-орієнтоване рішення має нижчий поріг входу для малого та середнього бізнесу, що є критично важливим в українських реаліях. Наприклад, впровадження SAP чи Oracle ERP може займати від 6 до 12 місяців, тоді як веб-система на базі відкритих технологій може бути розгорнута за 1–2 місяці з бюджетом у рази меншим. Водночас веб-система не поступається за функціональністю, забезпечуючи всі необхідні інструменти для автоматизації логістики, включаючи управління замовленнями, маршрутами, складом і аналітику.

Отже, вибір веб-орієнтованої автоматизованої системи для логістичних цілей є технічно, економічно та стратегічно обґрунтованим. Цей підхід забезпечує баланс між функціональністю, доступністю, витратами та зручністю використання, а також відкриває можливості для інтеграції з інноваційними технологіями, такими як ІІТ, IoT і Big Data. Запропоноване рішення відповідає сучасним вимогам цифровізації логістики, має значний потенціал для

практичного застосування в українських підприємствах і може бути адаптоване до потреб як малого, так і великого бізнесу.

2.3 Обґрунтування критеріїв для порівняння методів автоматизації логістики

У процесі вибору оптимального методу для розв'язання задачі автоматизації логістичних процесів ключовим етапом є об'єктивне порівняння доступних технологій, платформ і підходів. Для забезпечення систематичного та науково обґрунтованого аналізу необхідно використовувати набір критеріїв, які охоплюють технічні, економічні, експлуатаційні та організаційні характеристики системи. Вибір критеріїв має ґрунтуватися на потребах логістичних компаній, сучасних вимогах до автоматизації та специфіці українського ринку, де значну частину становлять підприємства малого та середнього бізнесу з обмеженими ресурсами. Нижче наведено детальне обґрунтування ключових критеріїв, які використовуються для варіантного аналізу методів автоматизації логістики, із поясненням їхньої значущості та практичного застосування.

Критерій 1: Функціональна повнота

Функціональна повнота є одним із основних критеріїв оцінки, оскільки вона визначає, наскільки система здатна охопити всі ключові процеси логістики без необхідності залучення додаткових продуктів чи розробки. Логістичні процеси є багатограними, включаючи:

- Облік замовлень (створення, редагування, відстеження статусів).
- Контроль транспорту (планування маршрутів, GPS-моніторинг, управління автопарком).
- Управління складом (облік запасів, комплектація замовлень, організація зберігання).
- Інтеграція з клієнтами (автоматизовані повідомлення, доступ до статусів замовлень).

- Генерація документів (накладні, договори, акти).
- Звітність і аналіз (операційні звіти, аналітичні дашборди, прогнози).

Система з високою функціональною повнотою дозволяє уникнути фрагментації процесів, що є поширеною проблемою в сучасних логістичних компаніях. Наприклад, використання окремих TMS- і WMS-систем може призвести до неузгодженості даних між транспортом і складом. Чим більше модулів підтримується "з коробки", тим нижчими будуть витрати на інтеграцію сторонніх продуктів, розробку кастомних рішень чи залучення зовнішніх консультантів. Цей критерій особливо важливий для малого та середнього бізнесу в Україні, де бюджет на автоматизацію часто обмежений.

Критерій 2: Гнучкість та масштабованість

Гнучкість і масштабованість є критично важливими для забезпечення довгострокової ефективності системи. Гнучкість означає здатність системи адаптуватися до змін у бізнес-процесах, організаційній структурі чи ринкових умовах. Наприклад, система має підтримувати:

- Додавання або відключення функціональних блоків (наприклад, модуль аналітики чи інтеграція з новими сервісами).
- Налаштування під специфічні потреби компанії (наприклад, кастомізація звітів чи інтерфейсу).
- Роботу з різними обсягами даних і кількістю користувачів (від кількох диспетчерів до сотень клієнтів).

Масштабованість визначає можливість системи справлятися зі зростанням навантаження без значних змін у її структурі. Наприклад, логістична компанія може розширити автопарк, відкрити нові філії чи збільшити кількість складів. Система має забезпечити безперебійну роботу в таких умовах, використовуючи, наприклад, хмарні технології чи розподілені бази даних. Відсутність гнучкості та масштабовальності може призвести до необхідності повної заміни системи, що є фінансово затратним і організаційно складним. Цей критерій є особливо актуальним для українських компаній, які часто стикаються з нестабільними ринковими умовами та швидкими змінами у структурі бізнесу.

Критерій 3: Інтеграційні можливості

Інтеграція є ключовим елементом сучасної цифрової екосистеми, оскільки логістичні системи рідко працюють ізольовано. Вони мають взаємодіяти з іншими платформами, такими як CRM, ERP, бухгалтерські програми, GPS-системи, платіжні сервіси чи картографічні платформи. Для оцінки інтеграційних можливостей системи враховуються:

- Наявність REST API або інших стандартів обміну даними (SOAP, GraphQL).
- Підтримка форматів даних, таких як JSON, XML, CSV, для обміну інформацією.
- Можливість підключення зовнішніх сервісів, таких як GPS-трекери (Wialon, Navixy), картографічні платформи (Google Maps, OpenStreetMap), платіжні системи (Stripe, LiqPay) чи системи документообігу (Вчасно, Document.Online).
- Підтримка імпорту/експорту даних у популярних форматах, таких як Excel, CSV, PDF, для спрощення роботи з клієнтами чи партнерами.

Без належної інтеграції автоматизація залишиться частковою, що знижує її ефективність. Наприклад, якщо система не може синхронізувати дані з бухгалтерською програмою, це призведе до ручної обробки фінансових документів, що суперечить меті автоматизації. Інтеграційні можливості також впливають на швидкість впровадження системи, оскільки підключення до існуючої інфраструктури компанії може бути складним і затратним. Цей критерій є особливо важливим для українських підприємств, які часто використовують різноманітне програмне забезпечення через обмежені бюджети.

Критерій 4: Простота використання

Простота використання є визначальним фактором для ефективної експлуатації системи, оскільки логістичні компанії часто залучають працівників із різним рівнем технічної підготовки — диспетчерів, водіїв, складських операторів, менеджерів. Навіть найфункціональніша система втрачає цінність,

якщо її інтерфейс є складним або вимагає тривалого навчання. Для оцінки простоти використання враховуються:

- Інтуїтивність інтерфейсу, що дозволяє користувачам швидко освоїти систему без спеціалізованих знань.
- Адаптація до типових робочих сценаріїв (наприклад, швидке створення замовлення чи відстеження маршруту).
- Логічна структура меню, панелей і функцій, що мінімізує кількість кліків для виконання завдань.
- Наявність адаптивного дизайну для роботи на різних пристроях (ПК, планшети, смартфони).
- Підтримка локалізації (наприклад, українська мова) та документації для користувачів.

Ефективний UI/UX-дизайн має не менше значення, ніж технічна реалізація, оскільки він безпосередньо впливає на продуктивність працівників і знижує витрати на навчання. Наприклад, водій, який використовує мобільний додаток для оновлення статусу доставки, має швидко знаходити потрібну функцію без додаткових інструкцій. Цей критерій є критично важливим для українських компаній, де рівень цифрової грамотності працівників може бути неоднорідним.

Критерій 5: Економічна ефективність

Економічна ефективність є одним із ключових критеріїв, особливо для малого та середнього бізнесу, який становить значну частину українського логістичного ринку. Цей критерій охоплює:

- Початкові витрати: вартість ліцензій, розробки, апаратного забезпечення, інтеграції та налаштування.
- Витрати на супровід і оновлення: регулярні платежі за технічну підтримку, хмарні сервіси, оновлення програмного забезпечення.
- Витрати на навчання персоналу: тривалість і складність підготовки працівників, а також потреба в залученні зовнішніх тренерів.

- Приховані витрати: час, необхідний для впровадження системи, складність інтеграції з існуючими платформами, потенційні простой під час переходу на нове рішення.

Система має бути вигідною не лише на етапі впровадження, але й у довгостроковій перспективі, забезпечуючи зниження операційних витрат (наприклад, на паливо чи робочий час) і підвищення прибутковості. Наприклад, оптимізація маршрутів через інтеграцію з Google Maps може заощадити 10 – 20% витрат на паливо, що окупає витрати на систему протягом кількох місяців. Цей критерій є вирішальним для українських компаній, які часто працюють із обмеженими бюджетами.

Критерій 6: Аналітика та звітність

Аналітичні можливості системи є важливим аспектом, оскільки логістика потребує не лише оперативного обліку, але й стратегічного управління на основі даних. Система має надавати:

- Операційні звіти (наприклад, кількість оброблених замовлень, витрати пального, тривалість маршрутів).
- Графіки та візуалізації для наочного представлення даних (діаграми, теплові карти маршрутів).
- Аналітичні панелі (дашборди) для керівництва, що відображають ключові показники ефективності (KPI), такі як час доставки чи рівень завантаженості транспорту.
- Прогнозування на основі історичних даних (наприклад, попит на доставку в пікові періоди).
- Можливість експорту звітів у форматі Excel, PDF для зовнішнього використання.

Система без розвинених аналітичних функцій обмежується функцією обліку, що не дозволяє повною мірою реалізувати потенціал автоматизації. Наприклад, аналітика може допомогти виявити неефективні маршрути чи перевантажені склади, що сприяє оптимізації ресурсів. Цей критерій є особливо

важливим для компаній, які прагнуть приймати обґрунтовані управлінські рішення на основі даних.

Критерій 7: Надійність і стабільність

Надійність системи визначає її здатність працювати без збоїв у реальних умовах, що включають високі навантаження, перебої в мережі чи апаратні проблеми. Для оцінки цього критерію враховуються:

- Час безвідмовної роботи (uptime), який має бути не нижчим за 99,9% для хмарних рішень.
- Механізми обробки помилок (наприклад, автоматичне відновлення після збою).
- Наявність резервного копіювання та відновлення даних для захисту від втрати інформації.
- Стійкість до пікових навантажень (наприклад, під час сезонного зростання замовлень).

Ненадійна система може призвести до зупинки логістичних операцій, що є неприпустимим у конкурентному середовищі. Наприклад, збій у системі під час "Чорної п'ятниці" може спричинити затримки доставки та втрату клієнтів. Цей критерій є важливим для всіх компаній, незалежно від їхнього розміру.

Критерій 8: Безпека даних

Безпека є критично важливим аспектом, оскільки логістичні системи обробляють чутливі дані — персональну інформацію клієнтів, фінансові транзакції, маршрути доставки. Для оцінки безпеки враховуються:

- Використання захищених протоколів передачі даних (HTTPS, TLS).
- Механізми автентифікації (JWT, двофакторна автентифікація).
- Розмежування прав доступу за ролями (клієнт, диспетчер, адміністратор).
- Регулярне оновлення системи для усунення вразливостей.

Недостатній рівень безпеки може призвести до витоку даних, фінансових втрат і втрати довіри клієнтів. Цей критерій є особливо актуальним для українських компаній, які працюють у умовах зростання кіберзагроз.

Визначені критерії охоплюють усі аспекти, які є важливими для оцінки практичної цінності системи: від технічної реалізації до зручності використання, економічної доцільності та безпеки. Вони дозволяють провести комплексний варіантний аналіз, враховуючи як кількісні показники (наприклад, витрати, час впровадження), так і якісні характеристики (наприклад, інтуїтивність, адаптивність). У наступному підпункті за цими критеріями буде виконано порівняння трьох альтернативних рішень для автоматизації логістики, що дасть змогу обрати оптимальний підхід для реалізації веб-орієнтованої системи.

2.4 Варіантний аналіз можливих нових методів розв'язання задачі

Для обґрунтованого вибору оптимального методу автоматизації логістичних процесів необхідно провести варіантний аналіз сучасних підходів, враховуючи їхні архітектурні особливості, функціональні можливості, економічні витрати та відповідність потребам логістичних компаній. На основі критеріїв, визначених у підпункті 2.3 (функціональна повнота, гнучкість і масштабованість, інтеграційні можливості, простота використання, економічна ефективність, аналітика та звітність, надійність і стабільність, безпека даних), було проаналізовано чотири підходи: ERP-системи з логістичними модулями, спеціалізовані TMS-системи, локальні десктопні програми та веб-орієнтована система (запропонований підхід). Кожен із них має свої переваги, недоліки та сфери застосування, що детально розглянуто нижче.

1. ERP-системи з логістичними модулями (SAP, Oracle ERP, Microsoft Dynamics)

ERP-системи є комплексними інформаційними платформами, які інтегрують усі бізнес-процеси підприємства, включаючи фінанси, виробництво, людські ресурси та логістику. Логістичні модулі таких систем, наприклад, SAP Supply Chain Management чи Microsoft Dynamics 365 Supply Chain Management, забезпечують автоматизацію широкого спектра завдань:

- Планування маршрутів із урахуванням географічних і часових обмежень.
- Управління ланцюгами постачання, включаючи координацію з постачальниками та дистриб'юторами.
- Контроль складських операцій, таких як облік запасів і комплектація замовлень.
- Генерація звітів за ключовими показниками ефективності (KPI), наприклад, час доставки чи витрати на транспортування.
- Інтеграція з фінансовими та бухгалтерськими модулями для автоматизації розрахунків.

Переваги:

- Висока функціональна повнота, що дозволяє охопити всі аспекти логістики та інтегрувати їх з іншими бізнес-процесами.
- Потужні аналітичні інструменти, включаючи прогнозування попиту та аналіз великих даних (Big Data).
- Масштабованість, що підходить для міжнародних корпорацій із розподіленою інфраструктурою.
- Надійність і стабільність, забезпечені великими вендорами з розвиненою технічною підтримкою.
- Високий рівень безпеки, включаючи шифрування даних і розмежування доступу.

Недоліки:

- Надзвичайно висока вартість впровадження, яка може сягати від 500 тис. до кількох мільйонів гривень, залежно від масштабів компанії та необхідних модулів.
- Тривалий період впровадження (від 6 до 24 місяців), що включає налаштування, інтеграцію та навчання персоналу.
- Складність використання, що вимагає залучення кваліфікованих ІТ-фахівців і тривалого навчання для кінцевих користувачів.

- Надмірна складність для малого та середнього бізнесу, оскільки багато функцій ERP-систем залишаються невикористаними.
- Обмежена гнучкість у кастомізації, що може ускладнити адаптацію до специфічних логістичних процесів.

ERP-системи є ефективним рішенням для великих корпорацій із уніфікованими процесами та значними фінансовими ресурсами, але для малого та середнього бізнесу в Україні вони часто є економічно недоцільними через високу вартість і складність [21].

2. TMS-системи (Transport Management Systems) – спеціалізовані логістичні платформи (Wialon, CarLo, Trans.eu)

TMS-системи є спеціалізованими рішеннями, орієнтованими на автоматизацію транспортних процесів. Вони широко застосовуються в кур'єрських службах, транспортних компаніях і логістичних операторах. Основні функції включають:

- Формування оптимальних маршрутів із урахуванням трафіку, відстані та пріоритетів доставки.
- Облік рейсів і вантажів, включаючи контроль завантаженості транспортних засобів.
- GPS-моніторинг у реальному часі через інтеграцію з трекерами (наприклад, Wialon підтримує до 1 млн транспортних одиниць).
- Контроль витрат на паливо та відстеження відхилень від маршрутів.
- Інтеграція з мобільними додатками для водіїв, що спрощує оновлення статусів доставки.

Переваги:

- Висока функціональна повнота в межах транспортних процесів, що робить TMS ідеальними для компаній, зосереджених на перевезеннях.
- Готові інтерфейси для інтеграції з GPS-трекерами, мобільними додатками та картографічними сервісами (Google Maps, OpenStreetMap).
- Простота використання для диспетчерів і водіїв завдяки інтуїтивним інтерфейсам.

- Помірна вартість впровадження порівняно з ERP-системами (від 50 тис. грн для малого бізнесу).
- Надійність, особливо для систем із хмарною архітектурою, таких як Trans.eu.

Недоліки:

- Обмежена функціональність поза транспортними процесами, зокрема відсутність модулів для управління складом чи документообігу.
- Недостатньо розвинені аналітичні можливості, що обмежуються базовими звітами (наприклад, витрати пального чи кількість рейсів).
- Слабка інтеграція з іншими бізнес-процесами, такими як бухгалтерія чи CRM, що вимагає додаткових конекторів.
- Залежність від якості GPS-даних, що може бути проблемою в регіонах із слабким покриттям.

TMS-системи є ефективним рішенням для компаній, чия діяльність зосереджена на транспортних операціях, але вони не забезпечують комплексної автоматизації логістики, що робить їх лише частиною повноцінної системи.

3. Локальні десктопні програми

Локальні десктопні програми є автономними рішеннями, які встановлюються на комп'ютери користувачів або локальний сервер компанії. Вони традиційно використовуються для базових логістичних завдань, таких як:

- Облік надходжень і витрат зі складу, включаючи інвентаризацію.
- Генерація документів, таких як накладні, акти, маршрутні листи.
- Ведення бази клієнтів і постачальників.
- Облік транспортних операцій, часто з ручним введенням даних.

Переваги:

- Низька початкова вартість (від 10 тис. грн), що робить їх доступними для мікропідприємств.
- Простота освоєння для користувачів із базовими комп'ютерними навичками.

- Відсутність залежності від Інтернет-з'єднання, що актуально для регіонів із нестабільним зв'язком.
- Можливість роботи в ізольованому середовищі, що підвищує безпеку даних.

Недоліки:

- Відсутність віддаленого доступу, що ускладнює координацію між розподіленими командами чи віддаленими працівниками.
- Неможливість інтеграції з мобільними пристроями, що обмежує використання водіями чи клієнтами.
- Обмежені аналітичні можливості, які зводяться до базових звітів без прогнозування чи візуалізації.
- Складність масштабування, оскільки додавання нових користувачів чи функцій вимагає переінсталяції чи апаратного оновлення.
- Низька гнучкість у кастомізації, що ускладнює адаптацію до змін у бізнес-процесах.

Локальні десктопні програми підходять для невеликих підприємств із локальними операціями та мінімальними вимогами до автоматизації, але вони не відповідають сучасним потребам компаній, які прагнуть зростання чи цифрової трансформації.

4. Веб-орієнтована система

Веб-орієнтована система може інтегрувати всі ключові логістичні процеси — транспорт, склад, замовлення, документообіг і аналітику — у єдину хмарну платформу, доступну через веб-браузер із будь-якого пристрою. Основні модулі системи включають:

- Управління замовленнями (створення, редагування, відстеження статусів, автоматизовані повідомлення клієнтам).
- GPS-моніторинг транспорту з інтеграцією картографічних сервісів (Google Maps, OpenStreetMap).
- Управління складськими запасами (облік, інвентаризація, комплектація замовлень).

- Генерація документів (накладні, акти, договори) із підтримкою експорту в PDF і Excel.
- Аналітичні панелі (дашборди) для відображення KPI, прогнозування попиту та аналізу операцій.

Переваги:

- Централізований доступ до всіх функцій через веб-браузер, що забезпечує віддалену роботу диспетчерів, водіїв і клієнтів.
- Висока інтеграційна здатність через REST API, що дозволяє підключати CRM, бухгалтерські програми, платіжні системи і GPS-трекери.
- Гнучкість і модульна структура, що дає змогу впроваджувати систему поетапно (наприклад, спочатку модуль замовлень, потім склад).
- Розвинені аналітичні можливості, включаючи дашборди, прогнози та візуалізацію даних (графіки, теплові карти).
- Економічна ефективність: початкові витрати від 20–50 тис. грн, що значно нижче за ERP-системи.
- Надійність завдяки хмарній архітектурі (uptime 99,9%) і регулярному резервному копіюванню.
- Безпека даних через HTTPS, JWT-автентифікацію, розмежування доступу.

Недоліки:

- Залежність від стабільного Інтернет-з'єднання, що може бути проблемою в регіонах із слабким покриттям.
- Потреба в базовій IT-підтримці для розгортання та адміністрування системи.
- Початкові витрати на розробку чи налаштування для специфічних потреб компанії.

Веб-орієнтована система поєднує переваги ERP (функціональна повнота, аналітика) і TMS (спеціалізація на транспорті) з економічною доступністю локальних програм, мінімізуючи їхні недоліки. Вона є універсальним рішенням,

яке підходить для підприємств будь-якого масштабу, особливо для малого та середнього бізнесу в Україні.

Веб-орієнтована система демонструє високі оцінки за більшістю критеріїв, поступаючись ERP лише в функціональній повноті, але значно виграючи в економічній ефективності та гнучкості. Це робить її оптимальним вибором для українських логістичних компаній.

2.5 Практичні приклади впровадження автоматизованих логістичних систем

Для підтвердження ефективності запропонованого веб-орієнтованого підходу до автоматизації логістики розглянемо п'ять реальних прикладів впровадження подібних систем у компаніях різного масштабу — від малого бізнесу до міжнародних корпорацій. Аналіз цих кейсів дозволяє оцінити вплив автоматизації на економічні, операційні та управлінські показники, а також виявити спільні тенденції та виклики.

Приклад 1: Компанія "Нова Пошта" (Україна)

"Нова Пошта" [15] є лідером українського ринку логістичних послуг із мережею понад 9000 відділень і щоденним обсягом доставок понад 1 млн посилок. Компанія впровадила централізовану веб-орієнтовану логістичну платформу (рисунок 2.1), яка інтегрує автоматизовані сортувальні термінали, GPS-моніторинг транспорту, мобільні додатки для водіїв і клієнтів, а також аналітичні дашборди для менеджменту.

Застосовані технології:

- Веб-платформа з REST API для інтеграції з мобільними додатками та зовнішніми сервісами.
- GPS-моніторинг через інтеграцію з Wialon.
- Автоматизовані сортувальні лінії з підтримкою штрих-кодів і RFID.

- Аналітика на основі Big Data для прогнозування попиту та оптимізації маршрутів.

Результати:

- Час доставки скоротився з 2–3 днів до 1 дня (-50%).
- Кількість втрат і помилок зменшилася з 0,8% до 0,2% (-75%).
- Операційна продуктивність сортувальних центрів зросла з 7000 до 20000 посилок на годину (+185%).
- Збільшення рівня клієнтської задоволеності на 20% завдяки автоматизованим повідомленням і прозорості статусів.

Автоматизація дозволила "Новій Пошті" не лише знизити операційні витрати, але й зміцнити лідерські позиції на ринку, забезпечивши швидкість і надійність доставки.

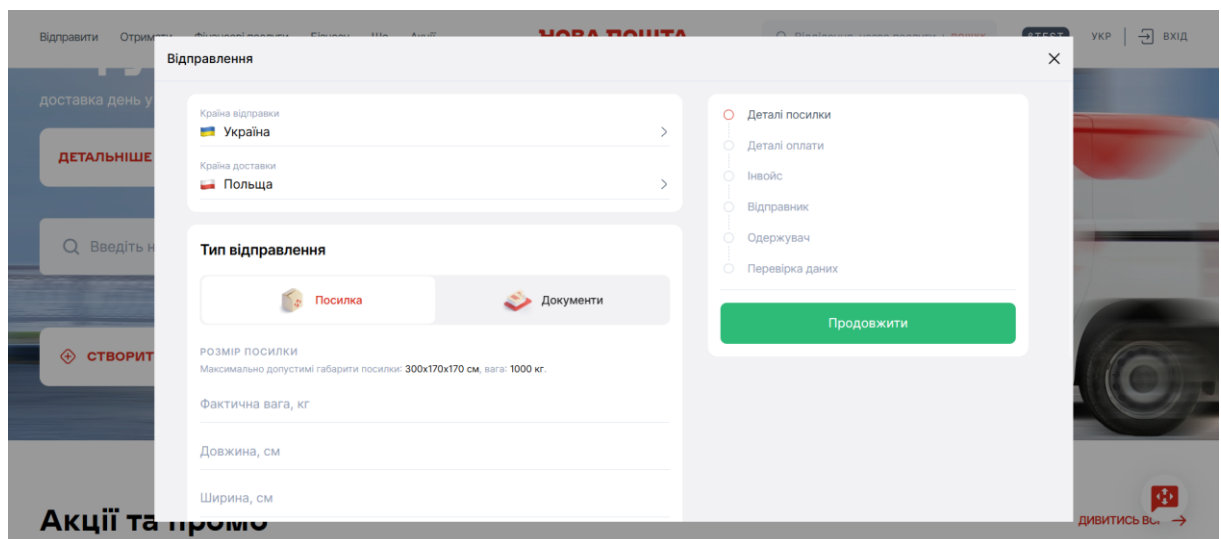


Рисунок 2.1 – Інтерфейс Нова пошта

Приклад 2: Мале вантажне підприємство "Автологістика Плюс" (м. Дніпро, Україна)

"Автологістика Плюс" — невелике підприємство з автопарком із 12 машин і двома складами, яке до впровадження автоматизації використовувало Excel для обліку та планування. У 2023 році було впроваджено веб-орієнтовану платформу для автоматизації ключових процесів.

Застосовані модулі:

- Управління замовленнями (автоматизоване створення та відстеження).
- GPS-моніторинг із інтеграцією Google Maps API для оптимізації маршрутів.
- Генерація накладних і експорт у PDF.
- Облік складських запасів із доступом у реальному часі.

Результати:

- Час формування маршруту скоротився з 45 хвилин до 10 хвилин (-78%).
- Витрати на паливо зменшилися на 17% завдяки оптимізації маршрутів.
- Кількість скарг клієнтів знизилася на 40% через прозорість статусів доставки.
- Облік складських запасів став повністю автоматизованим, що усунуло помилки ручного введення.

Автоматизація дозволила компанії вивільнити час диспетчерів для стратегічних завдань, таких як залучення нових клієнтів, і підвищити ефективність роботи з мінімальними інвестиціями (близько 30 тис. грн).

Приклад 3: Міжнародна логістична корпорація "DHL" (глобальний рівень)

DHL — один із найбільших логістичних операторів світу, який працює в понад 220 країнах із десятками тисяч транспортних одиниць. Компанія впровадила розподілену веб-орієнтовану систему з елементами штучного інтелекту, робототехніки та інтеграції з митними сервісами, головна сторінка зображена на рисунку 2.2 [16].

Застосовані технології:

- Хмарна платформа з підтримкою IoT для моніторингу транспорту (датчики температури, вологи).
- ШІ для прогнозування заторів і оптимізації маршрутів.
- Роботизовані сортувальні центри з підтримкою комп'ютерного зору.

- Інтеграція з митними системами через API для автоматизації документообігу.

Результати:

- Точність прогнозу часу прибуття (ETA) зросла на 35%.
- Затримки доставки скоротилися на 28%.
- Продуктивність сортувальних центрів зросла на 300% завдяки робототехніці.
- Витрати на персонал зменшилися на 15% через автоматизацію рутинних операцій.

Цей приклад демонструє, як складні автоматизовані системи з інноваційними технологіями можуть трансформувати логістичні процеси навіть для глобальних гігантів.

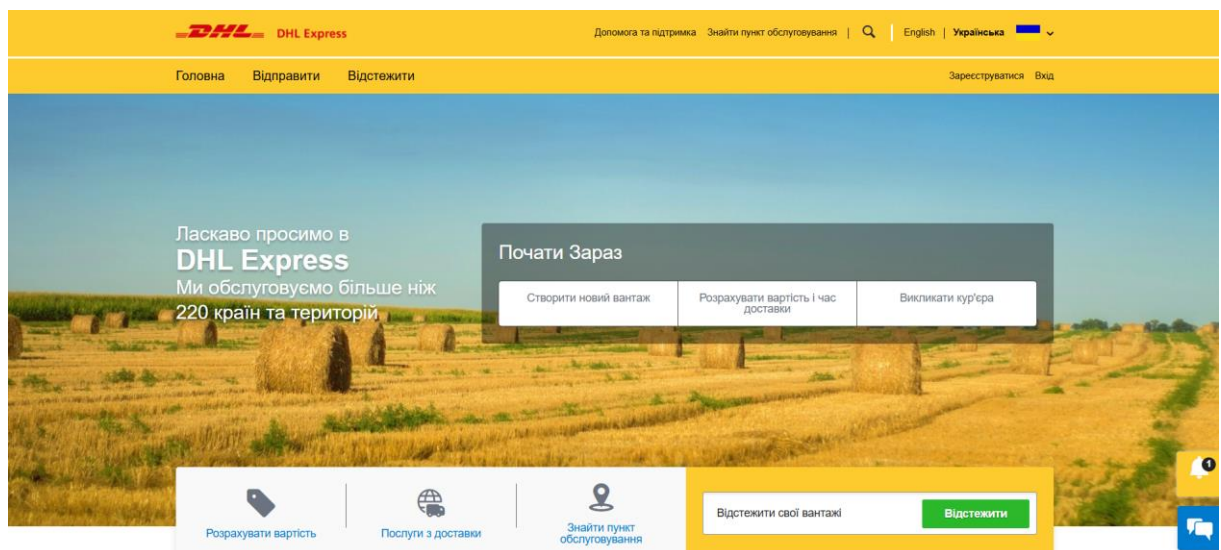


Рисунок 2.2 – Інтерфейс DHL

Приклад 4: Середній логістичний оператор "Meest Express" (Україна)

"Meest Express" — середній за масштабом український логістичний оператор із мережею відділень у 100 містах і автопарком із 500 машин (рисунок 2.3). У 2022 році компанія впровадила веб-орієнтовану систему для автоматизації доставки та управління клієнтськими замовленнями [17].

Застосовані модулі:

- Управління замовленнями з інтеграцією CRM (Bitrix24).

- GPS-моніторинг із підтримкою Navixu.
- Автоматизований документообіг через інтеграцію з "Вчасно".
- Аналітичні дашборди для оцінки KPI (час доставки, витрати).

Результати:

- Час обробки замовлення скоротився з 20 до 5 хвилин (-75%).
- Витрати на документообіг зменшилися на 60% завдяки електронним накладним.
- Рівень своєчасної доставки зріс із 85% до 95% (+12%).
- Кількість клієнтів зросла на 25% завдяки покращенню сервісу.

Цей кейс показує, як веб-система може забезпечити конкурентну перевагу для середнього бізнесу, підвищивши якість обслуговування та оптимізувавши ресурси.

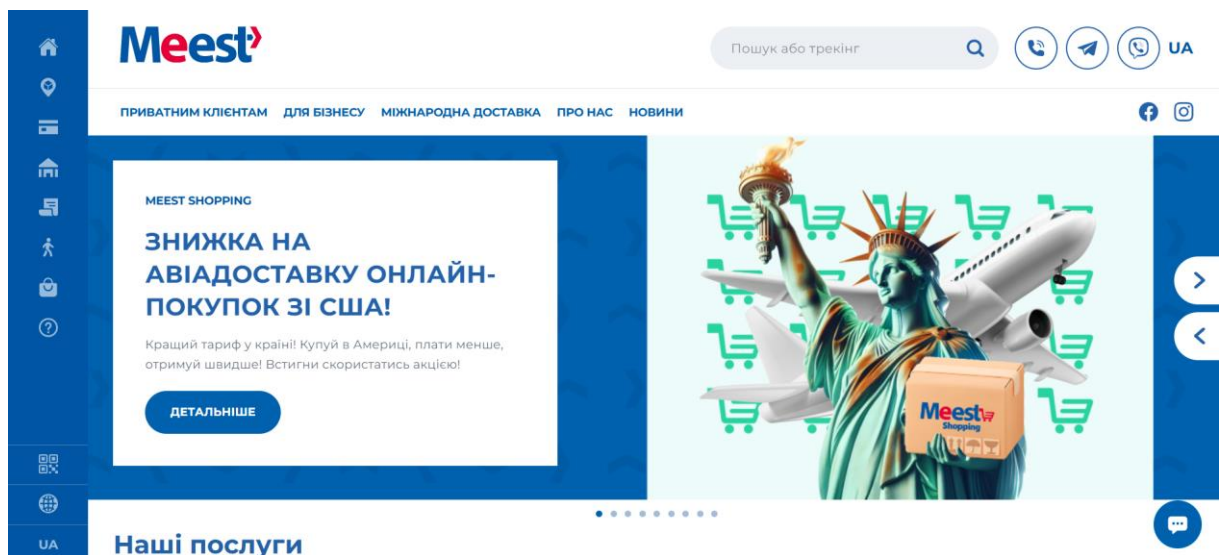


Рисунок 2.3 – Інтерфейс Meest Express

Приклад 5: Мале підприємство "Еко-Доставка" (м. Львів, Україна)

"Еко-Доставка" — мікропідприємство з трьома електромобілями, яке спеціалізується на доставці продуктів у межах Львова. У 2024 році було впроваджено бюджетну веб-систему для автоматизації базових процесів.

Застосовані модулі:

- Модуль замовлень із веб-формою для клієнтів.
- GPS-моніторинг через OpenStreetMap API.

- Базовий облік складських запасів.
- Генерація звітів у Excel.

Результати:

- Час обробки замовлення скоротився з 15 до 3 хвилин (-80%).
- Витрати на паливо зменшилися на 10% завдяки оптимізації маршрутів.
- Кількість замовлень зросла на 50% через зручний веб-інтерфейс для клієнтів.
- Помилки в обліку скоротилися до нуля завдяки автоматизації.

Цей приклад демонструє, як навіть мікропідприємства можуть отримати значну вигоду від автоматизації з мінімальними інвестиціями (близько 15 тис. грн).

Аналіз результатів

Практичні приклади підтверджують, що впровадження автоматизованих логістичних систем, зокрема веб-орієнтованих, має такі переваги:

- Операційна ефективність: скорочення часу обробки замовлень, оптимізація маршрутів, підвищення продуктивності сортувальних центрів.
- Економія ресурсів: зниження витрат на паливо, персонал, документообіг і помилки.
- Покращення якості обслуговування: підвищення прозорості, зменшення затримок, зростання клієнтської задоволеності.
- Конкурентна перевага: можливість масштабування, залучення нових клієнтів, зміцнення ринкових позицій.

Навіть малі підприємства отримують відчутну вигоду вже через 1–3 місяці після впровадження, тоді як середні та великі компанії досягають системних змін, що дозволяють вийти на новий рівень керованості та ефективності. Веб-орієнтований підхід виявився універсальним, оскільки він адаптується до потреб компаній різного масштабу, забезпечує економічну доступність і підтримує інтеграцію з інноваційними технологіями.

2.6 Висновок до розділу 2

У другому розділі проведено дослідження сучасного стану автоматизації логістичних процесів і обґрунтовано вибір оптимального методу для підприємств різного масштабу. Аналіз показав, що традиційні рішення, такі як ERP-системи (SAP, Oracle), TMS-платформи (Wialon, Trans.eu) та локальні програми, мають обмеження у гнучкості, економічній доступності чи функціональності, що особливо критично для малого та середнього бізнесу в Україні.

Для порівняння методів сформульовано критерії: функціональна повнота, гнучкість, інтеграція, простота використання, економічна ефективність, аналітика, надійність і безпека. Варіантний аналіз чотирьох підходів визначив веб-орієнтовану систему як найбільш збалансоване рішення. Вона забезпечує:

- Централізоване управління замовленнями, транспортом, складом і документообігом.
- Доступ до даних у реальному часі через веб-браузер.
- Інтеграцію з GPS, CRM, бухгалтерськими системами (1С) і сервісами документообігу (Вчасно).
- Гнучке масштабування та адаптацію до потреб компанії.
- Аналітичні дашборди для підтримки управлінських рішень.

Практичні кейси ("Нова Пошта", "Автологістика Плюс", DHL) підтвердили ефективність веб-систем, демонструючи скорочення витрат (наприклад, палива на 17%), часу обробки замовлень (до 78%) та підвищення якості сервісу. Економічна оцінка показала окупність системи за 6–18 місяців із подальшою економією ресурсів.

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Розробка програмного забезпечення для автоматизації логістичних процесів є центральним етапом створення системи, яка забезпечує ефективне управління ключовими аспектами логістики, такими як обробка замовлень, координація транспорту, облік складських запасів, документообіг і аналітика операцій. У сучасних умовах логістичні компанії стикаються з необхідністю швидкої обробки великих обсягів даних, підвищення прозорості процесів і зниження залежності від ручних операцій, що є особливо актуальним для українського ринку, де малий і середній бізнес становить значну частину сектору. Програмне забезпечення, розроблене в межах цієї роботи, орієнтоване на створення веб-орієнтованої платформи, яка інтегрує всі етапи логістичного ланцюга, забезпечує доступність для користувачів із різними ролями (користувачі, водії, диспетчери, адміністратори) і відповідає вимогам економічної доступності, гнучкості та масштабованості.

Метою розробки є створення системи, яка не лише автоматизує рутинні процеси, але й сприяє оптимізації ресурсів, підвищенню якості обслуговування клієнтів і підготовці компаній до цифрової трансформації. Вибір платформи XenFogo як основи для реалізації системи дозволяє досягти балансу між функціональністю, зручністю використання та економічною ефективністю, що є критично важливим для українських логістичних підприємств. XenFogo, завдяки своїй модульній архітектурі, підтримці плагінів і адаптивному дизайну, забезпечує гнучке рішення, яке можна адаптувати до специфічних потреб компаній без значних витрат на розробку з нуля.

3.1 Обґрунтування вибору інструментів технічної реалізації модуля

Вибір інструментів для розробки веб-орієнтованої системи автоматизації логістичних процесів ґрунтується на потребах забезпечення надійності, гнучкості, економічної доцільності та швидкості впровадження. Основним

інструментом обрано платформу XenForo, яка, хоча й відома як система для створення форумів, має потужний потенціал для реалізації складних веб-додатків завдяки своїй модульній структурі, підтримці плагінів і високому рівню безпеки. XenForo дозволяє створювати інтерактивні, масштабовані та адаптивні рішення, що відповідають вимогам логістичних компаній, включаючи централізоване управління, обробку даних у реальному часі та інтеграцію з зовнішніми сервісами.

Переваги XenForo, які обґрунтовують вибір:

1. Модульна архітектура. XenForo підтримує додавання нових функцій через плагіни, що дозволяє розширювати систему без модифікації базового коду. Наприклад, можна поетапно впроваджувати модулі для управління вантажами, GPS-моніторингу чи аналітики, що знижує витрати на розробку [18].

2. Інтуїтивна адміністративна панель. Система забезпечує зручне керування користувачами, контентом, ролями та плагінами, що спрощує адміністрування навіть для компаній із обмеженим ІТ-персоналом.

3. Адаптивний дизайн. XenForo автоматично адаптується до різних пристроїв (ПК, планшети, смартфони), що є критично важливим для логістичних компаній, де водії та клієнти часто використовують мобільні пристрої.

4. Активна спільнота розробників. Наявність документації, форумів підтримки та готових плагінів прискорює розробку та знижує витрати на кастомізацію.

5. Безпека та стабільність. Платформа використовує сучасні стандарти захисту (HTTPS, захист від SQL-ін'єкцій), регулярні оновлення та розмежування прав доступу:

- Адміністратори: Повний контроль над системою, включаючи налаштування плагінів, управління групами користувачів, перегляд логів і прихованих даних.
- Модератори (диспетчери): Обробка заявок, призначення водіїв, контроль статусів вантажів, доступ до конфіденційної інформації через Hide BB Code [19].

- Користувачі (клієнти, водії): Обмежений доступ, що включає створення заявок, перегляд статусів і оновлення даних (наприклад, статус доставки для водіїв).

6. SEO-оптимізація. Вбудовані інструменти XenForo сприяють покращенню видимості сайту в пошукових системах, що може залучати нових клієнтів через онлайн-канали.

7. Локалізація. Інтерфейс адаптовано до української мови, що відповідає потребам локального ринку та спрощує роботу для користувачів.

8. Комунікація. Система підтримує обмін повідомленнями, коментування заявок і автоматичні сповіщення (SMS, email) про зміну статусів.

Для реалізації специфічних логістичних функцій використано низку плагінів, які розширюють базові можливості XenForo:

- **Advanced Forms.** Цей плагін дозволяє створювати кастомізовані форми для збору даних, зокрема для додавання вантажів. Форма включає поля для введення параметрів вантажу (назва, вага, об'єм, пункти відправлення/призначення, терміни доставки), підтримує валідацію даних (наприклад, перевірку числових значень) і автоматично генерує заявку для диспетчера.

- **Hide BB Code Content System.** Плагін забезпечує приватність інформації, дозволяючи приховувати конфіденційні дані (наприклад, контактну інформацію клієнта, деталі маршруту чи комерційні умови) від звичайних користувачів. Доступ до таких даних надається лише адміністраторам і диспетчерам, що підвищує безпеку та відповідає вимогам захисту персональних даних.

- **Verified Badge.** Плагін дозволяє верифікувати користувача. При редагуванні адміністратор встановлює прапорець верифікованого користувача чи ні. Надається користувачам які пройшли перевірку та за довгу співпрацю.

Технологічний стек:

- **Серверна частина:** XenForo базується на PHP і використовує MySQL як реляційну базу даних. MySQL підтримує швидкі запити, геопросторові

індекси (для роботи з координатами маршрутів) і масштабування при зростанні обсягів даних.

- Клієнтська частина: HTML5, CSS3, JavaScript із бібліотеками jQuery і Bootstrap, що входять до XenForo, забезпечують адаптивний і інтерактивний інтерфейс. Для кастомізації використано шаблони XenForo, які дозволяють змінювати дизайн без втручання в код.
- Інфраструктура: Система розгортається на хмарних серверах або віртуальних приватних серверах (VPS) із операційною системою Ubuntu 22.04. Використання веб-сервера Nginx із підтримкою PHP-FPM забезпечує високу швидкість обробки запитів.
- Безпека: Шифрування HTTPS/TLS 1.3, двофакторна автентифікація для адміністраторів, логування дій користувачів і регулярне резервне копіювання бази даних.

Економічна доцільність:

Вибір XenForo є економічно виправданим порівняно з альтернативами, такими як розробка з нуля чи використання комерційних ERP-систем (SAP, Oracle). Загальні витрати на розробку та впровадження системи для малого бізнесу не перевищують 20 тис. грн, що в десятки разів дешевше за комерційні рішення. Водночас XenForo забезпечує 80–90% необхідної функціональності "з коробки", а решта досягається через плагіни та кастомізацію.

Порівняння з альтернативами:

- Розробка з нуля (PHP/Laravel): Вимагає 3–6 місяців роботи команди розробників, витрати від 200 тис. грн, висока залежність від кваліфікації програмістів.
- Комерційні CMS (Bitrix, WordPress): Вищі витрати на ліцензії (Bitrix — від 100 тис. грн) і складніше адміністрування порівняно з XenForo.
- ERP-системи: Вартість від 500 тис. грн, тривале впровадження (6–12 місяців), надмірна складність для малого бізнесу.

XenForo забезпечує оптимальний баланс між вартістю, швидкістю розробки та функціональністю, що робить її ідеальним вибором для логістичних

систем в українських реаліях, а також система є інтуїтивно зрозумілою для користувачів із різним рівнем підготовки.

3.2 Опис структури та функціональності веб-орієнтованої системи

Веб-сайт має адаптивний дизайн, що забезпечує зручність роботи на різних пристроях, і логічно структурований інтерфейс, який відповідає потребам клієнтів, диспетчерів, водіїв і адміністраторів. Нижче описано основні сторінки сайту.

Головна сторінка (рисунок 3.1), має на меті представлення системи, надання швидкого доступу до ключових функцій. Сторінка містить логотип компанії, короткий опис, вікно входу/реєстрації, меню швидкого доступу, яке містить кнопки «Додати вантаж», «Заявка на водія», перелік категорій і розділів у них, також у правій панелі міститься актуальний курс валют відносно однієї гривні, користувачі онлайн та нові повідомлення.

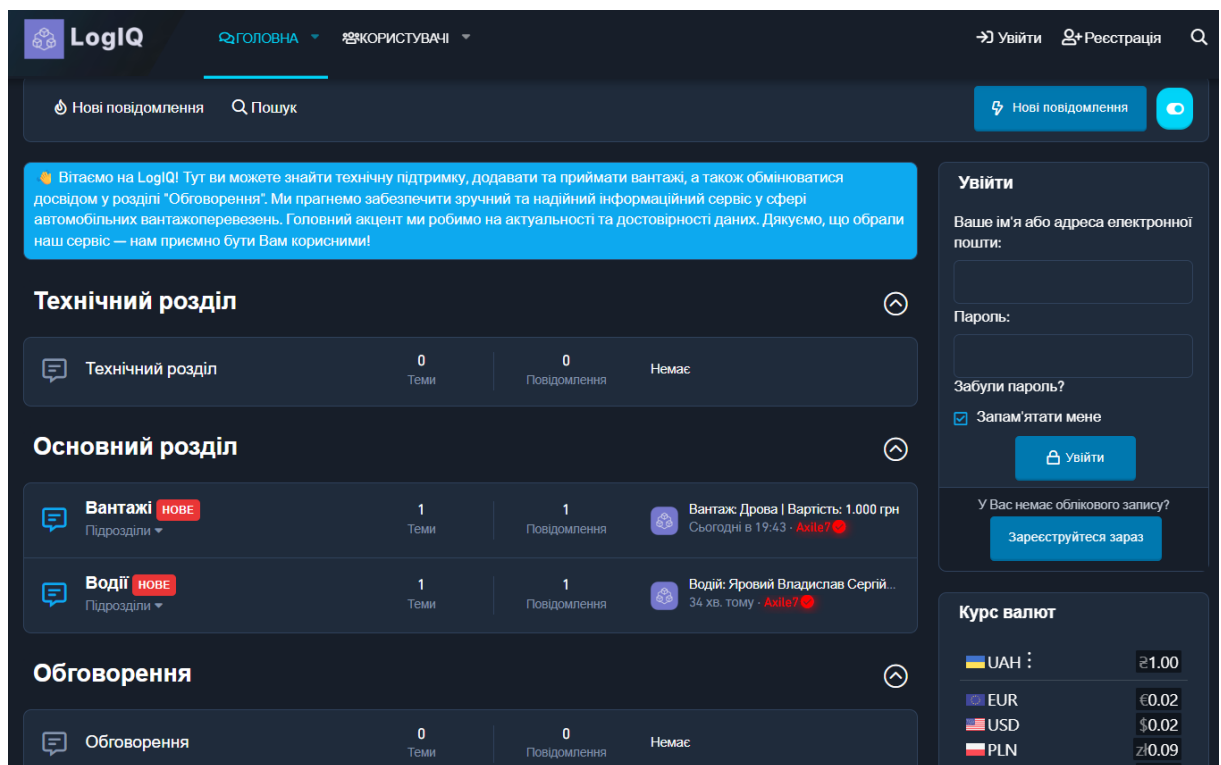


Рисунок 3.1 – Головна сторінка веб-сайту LogIQ

Блок входу (рисунок 3.2), має просту форму, де необхідно вказати ім'я чи адрес електронної пошти та ввести пароль, також маємо можливість натиснути прапорець «Запам'ятати мене», що дозволить запам'ятати вас у системі і не вводити дані перераховані вище під час наступної спроби увійти в профіль.

The screenshot shows a login form titled "Увійти" (Login) with a close button (X) in the top right corner. The form is divided into two main sections: "Ваше ім'я або адреса електронної пошти:" (Your name or email address) and "Пароль:" (Password). The first section has a text input field. The second section has a password input field with a "Показати" (Show) button (eye icon) to its right. Below the password field is a link "Забули пароль?" (Forgot password?). There is a checkbox labeled "Запам'ятати мене" (Remember me) which is checked. At the bottom of the form is a large blue button labeled "Увійти" (Login) with a lock icon. Below this button, there is a message "У Вас немає облікового запису?" (Do you not have an account?) and a button "Зареєструйтеся зараз" (Register now).

Рисунок 3.2 – Блок входу на веб-сайт LogIQ

Сторінка реєстрації (рисунок 3.3), має просту форму реєстрація, де необхідно вказати ім'я користувача, e-mail, пароль, пройти перевірку hCaptcha та бути згодним з умовами і правилами та політикою конфіденційності.

The screenshot shows a registration form titled "Реєстрація" (Registration) with a close button (X) in the top right corner. The form is divided into two main sections: "Ім'я користувача:" (Username) and "E-mail:". The first section has a text input field with a note below it: "Це ім'я буде відображатися в Ваших повідомленнях. Можете використовувати будь-яке ім'я, яке Ви хочете." (This name will be displayed in your messages. You can use any name you want.). The second section has a text input field. Below the email field is a section for "Пароль:" (Password) with a "Показати" (Show) button (eye icon) to its right. Below the password field is a note: "Введення пароля обов'язкове." (Password entry is mandatory.). There is a checkbox labeled "Я згоден з Умовами і правилами та Політикою конфіденційності." (I agree with the Terms and Conditions and Privacy Policy.). At the bottom of the form is a large blue button labeled "Реєстрація" (Registration).

Рисунок 3.3 – Сторінка реєстрація веб-сайту LogIQ

Особистий профіль (рисунк 3.4), на даній сторінці можемо замінити аватар та обкладинку профілю, також міститься інформація про користувача, його ролі, ім'я, коли був зареєстрований та інше.

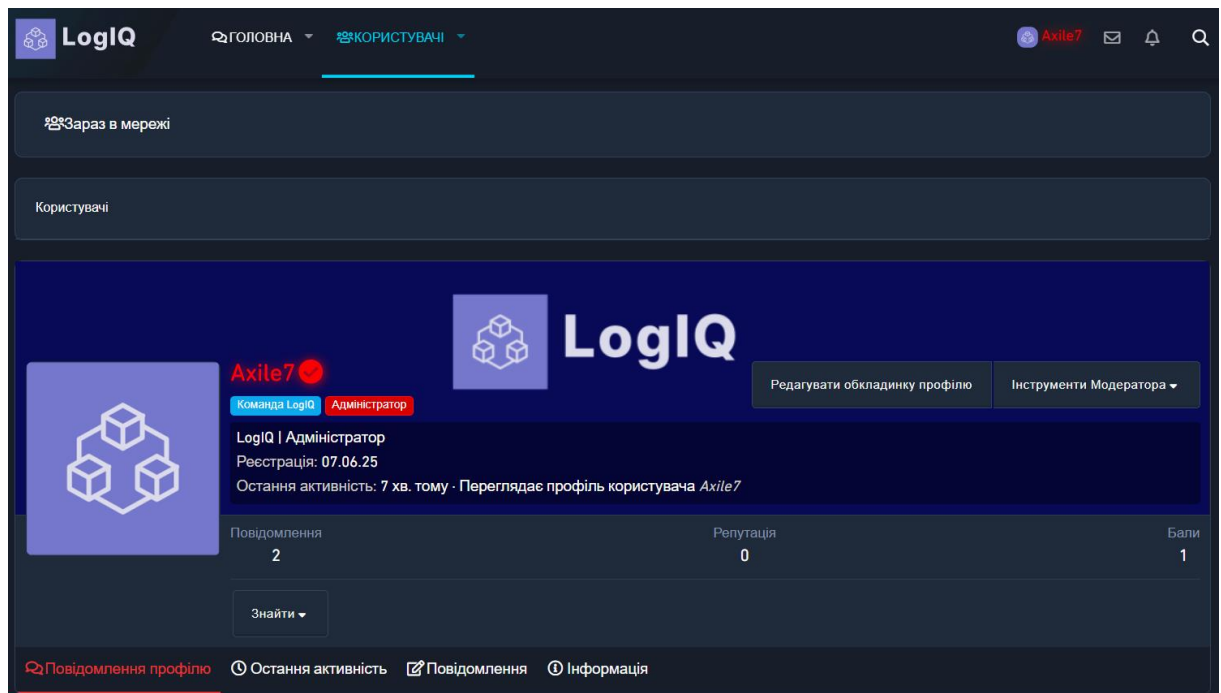


Рисунок 3.4 – Сторінка особистого профілю веб-сайту LogIQ

Налаштування (рисунк 3.5), на сторінці маємо різні параметри, як зміна мови та часового поясу, також маємо доступ до, зміни паролю та іншого.

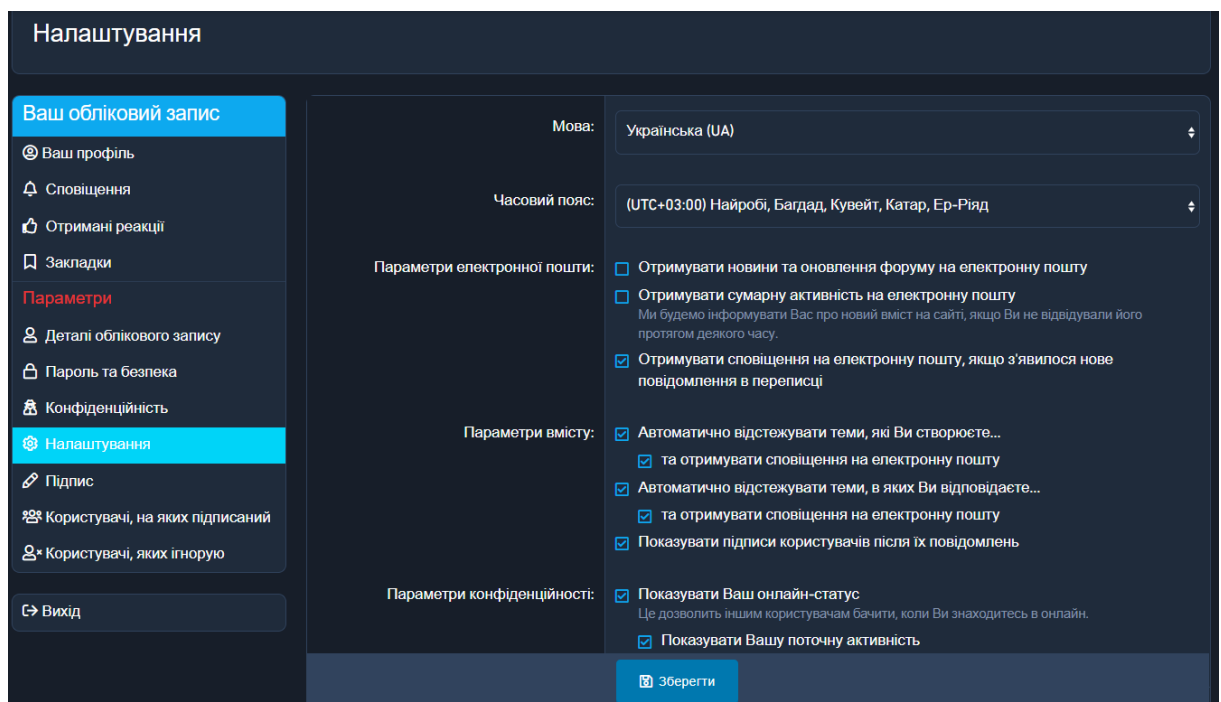


Рисунок 3.5 – Сторінка налаштувань профілю веб-сайту LogIQ

За допомогою наступної сторінки, маємо можливість вести переписку, як з одним користувачем так і з декількома, необхідно лише заповнити стрічку одержувачів, вказати назву листа та написати зміст листа, візуальне відображення на рисунку 3.6.

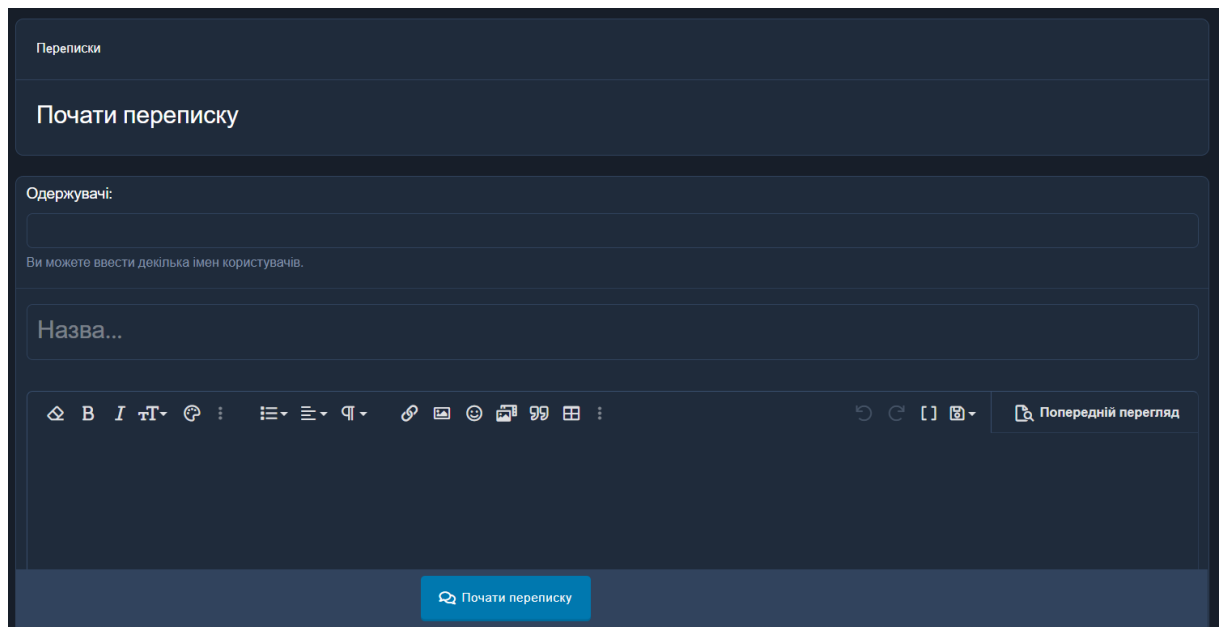


Рисунок 3.6 – Сторінка листування веб-сайту LogIQ

Сторінка нових повідомлень (рисунок 3.7), маємо можливість відстежувати нові повідомлення, останню активність та інше.

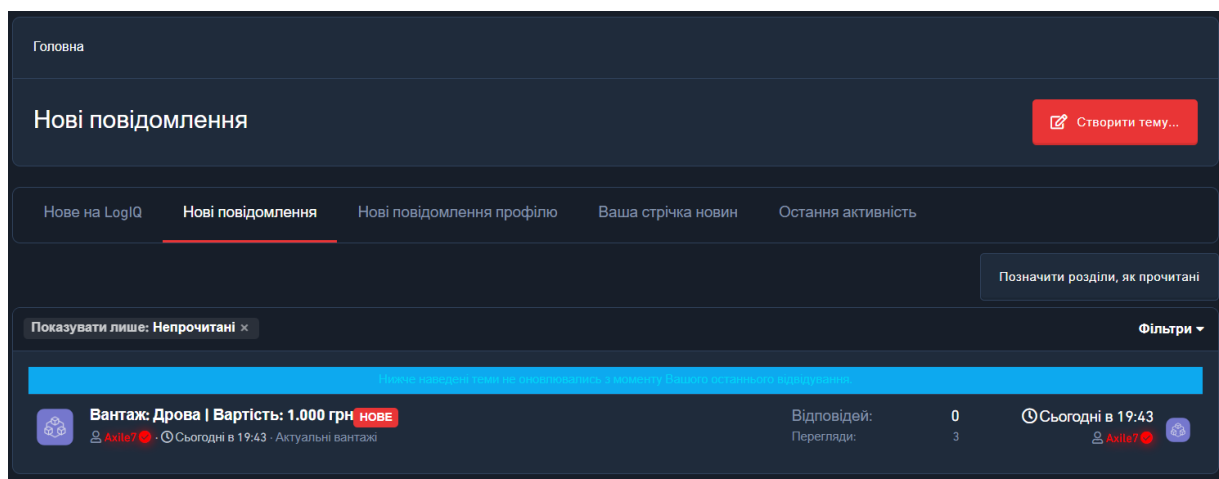


Рисунок 3.7 – Сторінка нові повідомлення веб-сайта LogIQ

Заявка на верифікацію водія (рисунок 3.8), сторінка містить у собі форму, в якій необхідно вказати ПІБ, дату народження, контактну інформацію, стаж водіння, категорії водійського посвідчення, вказати чи був досвід перевезень

раніше, надати посилання на документи, воно буде відображатися під захищеним блоком, який буде видно лише адміністратору чи диспетчеру, вказати чи була раніше судимість чи серйозні порушення ПДР за останні 3 роки та обрати чи готові ви до проходження перевірки на добропорядність та проведення інтерв'ю. Після заповнення форми буде створена заявка на проходження верифікації у відповідному розділі та буде розглянута адміністратором чи диспетчером, після чого буде винесено результат чи відповідає водій певним критеріям, у випадку якщо все добре, то статус заявки набуде статусу «Схвалено», у іншому разі «Відхилено».

Головна

>

Основний розділ

>

Водії

>

Подання заявки на верифікацію водія

Заявка на верифікацію водія

ПІБ:

Вкажіть ваше прізвище, ім'я та по батькові.

Дата народження:

Вкажіть вашу дату народження.

Контактна інформація:

Вкажіть особистий номер телефону, посилання на Viber, Telegram чи інший спосіб зв'язку.

Стаж водіння:

Вкажіть ваш стаж водіння.

Категорії водійського посвідчення:

Вкажіть всі наявні у вас категорії водійського посвідчення.

Чи маєте досвід перевезення вантажів:

Якщо маєте досвід перевезень вантажу, вкажіть скільки часу і де працювали раніше.

Документи:

Надайте посилання на зображення документів: водійського посвідчення, техпаспорта на авто(за наявності).
Вміст буде ПРИХОВАНО від звичайних користувачів.
imgur.com, drive.google.com.

Чи мали ви судимість або серйозні порушення ПДР за останні 3 роки?

Вкажіть чи мали ви судимість або серйозні порушення ПДР за останні 3 роки?

Чи готові ви пройти перевірку на добропорядність (підтвердження реєстрації, інтерв'ю)?

Так

Ні

Оберіть Так чи Ні.

Надіслати

Рисунок 3.8 – Сторінка заявки на верифікацію водія веб-сайту LogIQ

Заявка на перевезення вантажу (рисунок 3.9), на сторінці маємо форму, з наступними пунктами: тип вантажу; дата завантаження, коли необхідно буде виконати завантаження; населений пункт завантаження та розвантаження; тип транспорту; вартість, вказати суму та валюту, приклад: 1.000\$, 1.000грн; додатковий опис вантажу, у цьому пункті необхідно вказати додатку інформацію про вантаж, вага, об'єм, можлива кількість транспорту для виконання перевезення вантажу також є можливість додати фото вантажу, за необхідності; контактна інформація, вказуємо номер телефону, e-mail, Telegram, Viber чи інший зручний спосіб зв'язку. Після заповнення форми буде створена заявка на перевезення вантажу, автоматично буде надано статус «На розгляді», після заявку розгляне водій і диспетчер, у разі порушення одного з пунктів заявка буде відхилена диспетчером чи адміністратором, у іншому разі заявка буде сформована та набуде статусу «В дорозі».

Головна > Основний розділ > Вантажі > Актуальні вантажі

Заявка на перевезення вантажу

Тип вантажу:
Вкажіть тип вантажу, який має бути перевезений.

Дата завантаження:
Вкажіть дату завантаження вантажу.

Нас. пункт завантаження та розвантаження:
Вкажіть населений пункт, район/область точки завантаження та розвантаження.
Приклад: Якушинці, Вінницький район / Агрономічне, Вінницький район.

Тип транспорту:
Вкажіть тип транспорту, яким буде відбуватися перевезення вантажу.

Вартість:
Вкажіть суму та валюту, приклад: 1.000 \$, 1.000 грн.

Додатковий опис вантажу:

B I T

Вкажіть додаткову інформацію, яка не була вказана раніше, вага, об'єм вантажу, кількість необхідного транспорту для виконання перевезення.

Контактна інформація:
Вкажіть E-mail, номер телефону чи інший спосіб зв'язку.

Рисунок 3.9 – Сторінка заявки на перевезення вантажу веб-сайту LogIQ

Адмін-панель (рисунок 3.10), при потраплянні на вказану сторінку відкривається доступ до великої кількості функціоналу та різних налаштувань, від користувачів та їх прав, до зовнішнього вигляду веб-системи, також маємо можливість переглядати статистику, яка кількість та коли були створені повідомлення чи скільки й коли були зареєстровані нові користувачі, окрім вказаних вище є ще дуже багато різного функціоналу, який допомагає сформувати кастомну веб-систему.

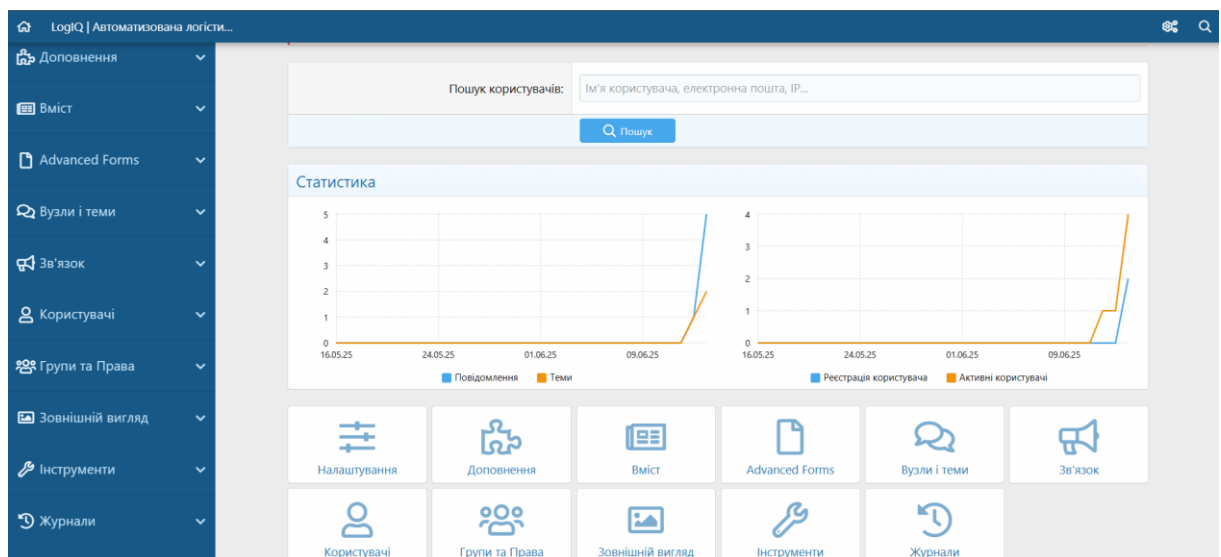


Рисунок 3.10 – Сторінка адмін-панелі веб-сайту LogIQ

Стосовно перспективи розвитку, в майбутньому можна розширити наступними функціями:

- Інтеграція з IoT для моніторингу стану вантажів (температура, вологість).
- Використання ІШ для прогнозування попиту та оптимізації маршрутів.
- Інтеграція з платіжними системами (LiqPay, Stripe) для онлайн-оплати послуг.

Веб-сайт є ефективним інструментом для автоматизації логістики, забезпечуючи зручність, прозорість і безпеку для всіх учасників процесу. Його структура та функціональність відповідають сучасним вимогам цифровізації та можуть бути адаптовані до потреб компаній різного масштабу.

4 ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Тестування програмного забезпечення є невід’ємною частиною процесу розробки, спрямованою на забезпечення якості, стабільності та відповідності системи встановленим вимогам. Воно дозволяє виявити помилки, недоліки та потенційні вразливості, які можуть вплинути на коректність роботи програми або призвести до збоїв у реальних умовах експлуатації. Своєчасне виправлення виявлених проблем знижує ризики виникнення неполадок, підвищує надійність системи та забезпечує задоволення потреб користувачів, таких як клієнти, диспетчери та водії логістичної платформи. Для веб-орієнтованої системи автоматизації логістичних процесів, розробленої на базі XenForo, тестування є особливо важливим, оскільки система працює в хмарному середовищі, обробляє конфіденційні дані.

Метою тестування є перевірка функціональності системи, її безпеки, продуктивності та зручності використання, а також забезпечення безперебійної роботи для всіх ролей користувачів (адміністраторів, модераторів, клієнтів, водіїв). У цьому розділі розглянуто та описано процес тестування ключових компонентів, зокрема модуля додавання вантажу, прав доступу та інтеграційних функцій.

4.1 Види тестування

Тестування програмного забезпечення поділяється на мануальне та автоматизоване, кожен із яких має свої переваги та обмеження. Крім того, існує низка видів тестування, спрямованих на перевірку різних аспектів системи, що дозволяє комплексно оцінити її якість і відповідність вимогам.

Мануальне тестування передбачає виконання тестових сценаріїв вручну без використання автоматизованих інструментів. Тестувальники взаємодіють із системою як кінцеві користувачі, перевіряючи функціональність, інтерфейс, логіку роботи та нестандартні сценарії. Перевагами мануального тестування є

можливість глибокого аналізу поведінки системи, виявлення проблем, пов'язаних із зручністю використання (usability), та перевірка унікальних функцій, таких як коректність відображення прихованих даних через плагін Hide BB Code. Однак цей підхід є часо- та ресурсозатратним, особливо для повторюваних тестів, що необхідні при оновленні системи. Мануальне тестування доцільно застосовувати на етапі приймального тестування або для перевірки специфічних логістичних сценаріїв, наприклад, заповнення форми додавання вантажу [23].

Автоматизоване тестування використовує спеціалізовані інструменти та скрипти для виконання тестових сценаріїв, що дозволяє прискорити процес, підвищити точність і забезпечити повторюваність тестів. Воно є ефективним для великих проектів, де необхідно регулярно проводити регресійне тестування або перевіряти велику кількість функцій. Автоматизоване тестування потребує початкових витрат на розробку скриптів, але окупається при довгостроковому використанні. У контексті XenForo автоматизоване тестування може застосовуватися для перевірки API-запитів, валідації форм і прав доступу. Недоліком є складність створення тестів для динамічних інтерфейсів або нестандартних сценаріїв [24].

Для автоматизованого тестування веб-додатків, таких як XenForo, популярними інструментами є:

- PHPUnit: Фреймворк для модульного тестування PHP-додатків, який дозволяє перевіряти окремі компоненти системи, наприклад, методи обробки форм чи логіку автентифікації. PHPUnit підтримує інтеграцію з XenForo через кастомні тести.
- Selenium: Інструмент для автоматизованого тестування веб-інтерфейсів, що імітує дії користувача (кліки, введення даних, навігацію). Він підходить для перевірки адаптивності інтерфейсу XenForo на різних пристроях.
- Postman: Інструмент для тестування API, що використовується для перевірки інтеграції з зовнішніми сервісами, такими як Google Maps API чи Wialon.

4.2 Тестування створеної веб-системи

Для тестування розробленої веб-орієнтованої системи автоматизації логістичних процесів обрано мануальне тестування для перевірки специфічних сценаріїв. Основна мета тестування — переконатися, що ключові компоненти системи, такі як модуль додавання вантажу, управління правами доступу, працюють коректно, відповідають вимогам і забезпечують стабільну роботу в реальних умовах.

Мануальне тестування проведено для перевірки зручності використання та різних сценаріїв. Перевірені аспекти:

- Заповнення форми додавання вантажу та заявки на верифікацію водія: перевірено інтуїтивність форми, відображення підказок і коректність створених заявок, як вмісту заявки так і заголовку (рисунок 4.1, рисунок 4.2, рисунок 4.3).

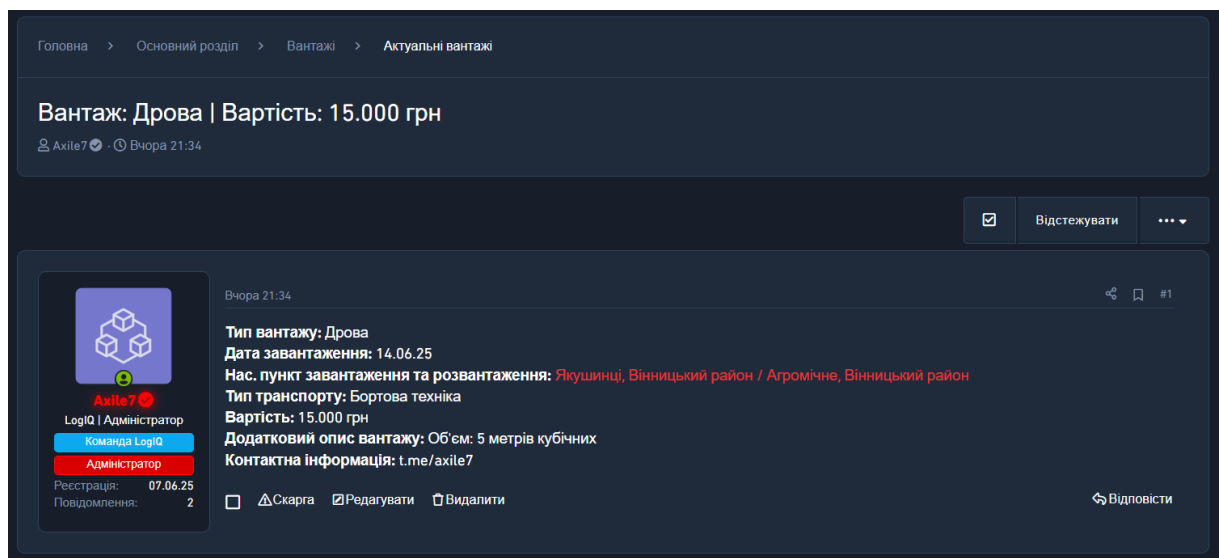


Рисунок 4.1 – Створена заявка на перевезення вантажу

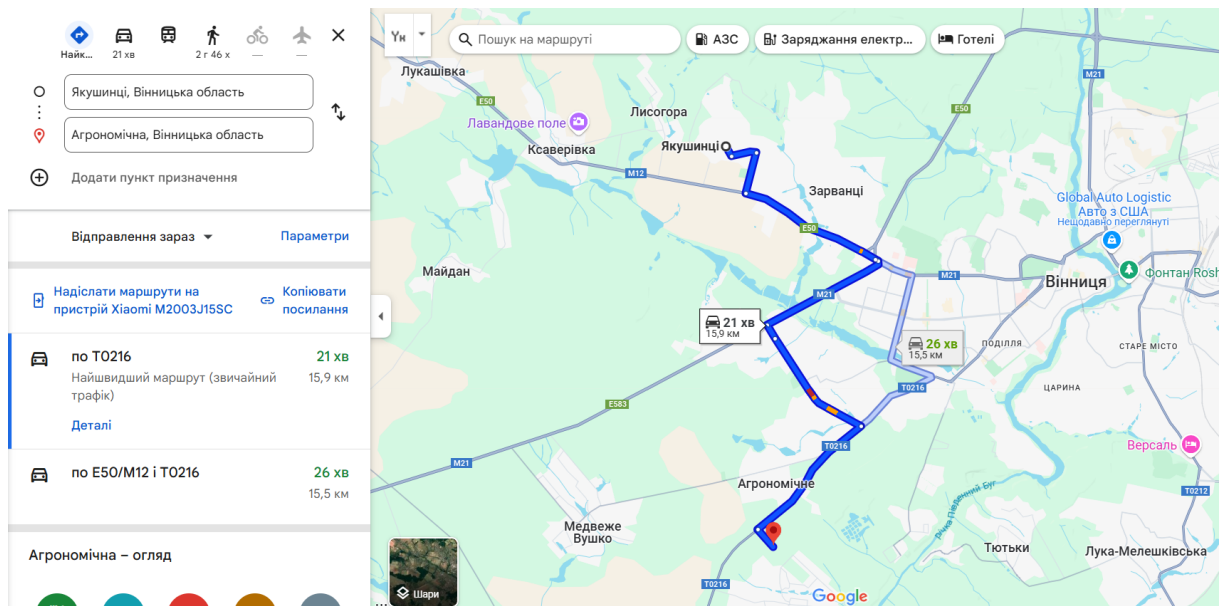


Рисунок 4.2 – Робочий клікабельний текст на маршрут перевезення

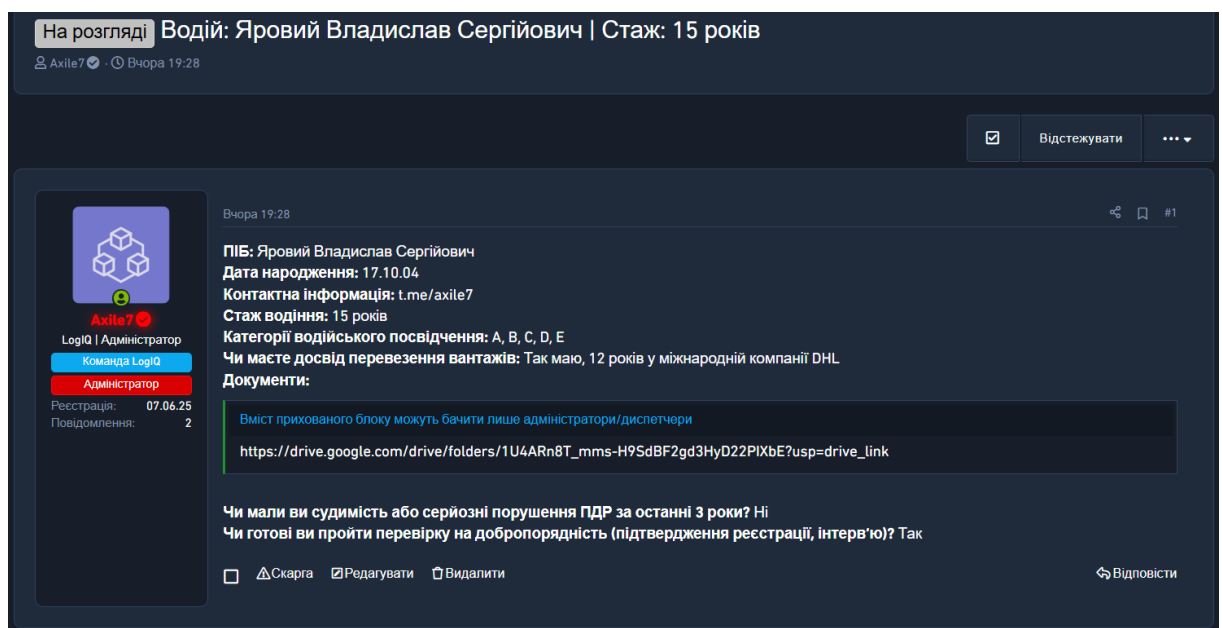


Рисунок 4.3 – Створена заявка на верифікацію водія

- Адаптивність інтерфейсу: Перевірена коректність відображення сторінок (головна, особиста сторінка, форма) на смартфонах (320px), планшетах (768px) і ПК (1920px).
- Права доступу: Перевірено, що клієнти не бачать прихованих даних, диспетчери можуть редагувати заявки, а гості мають доступ лише до публічних сторінок.

- Сценарій 1: Адміністратор чи диспетчер відкриває заявку з BB-кодом [HIDE]. Очікуваний результат: Контент відображається, (рисунк 4.4).

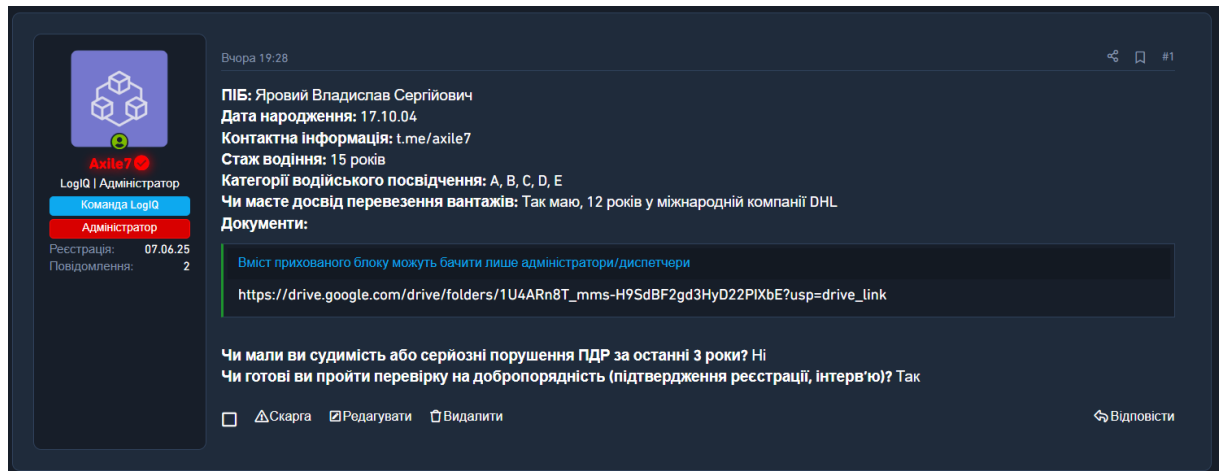


Рисунок 4.4 – Контент відображається для вказаної групи користувачів

- Сценарій 2: Гість, клієнт чи водій відкриває ту саму заявку. Очікуваний результат: Контент прихований (рисунк 4.5).

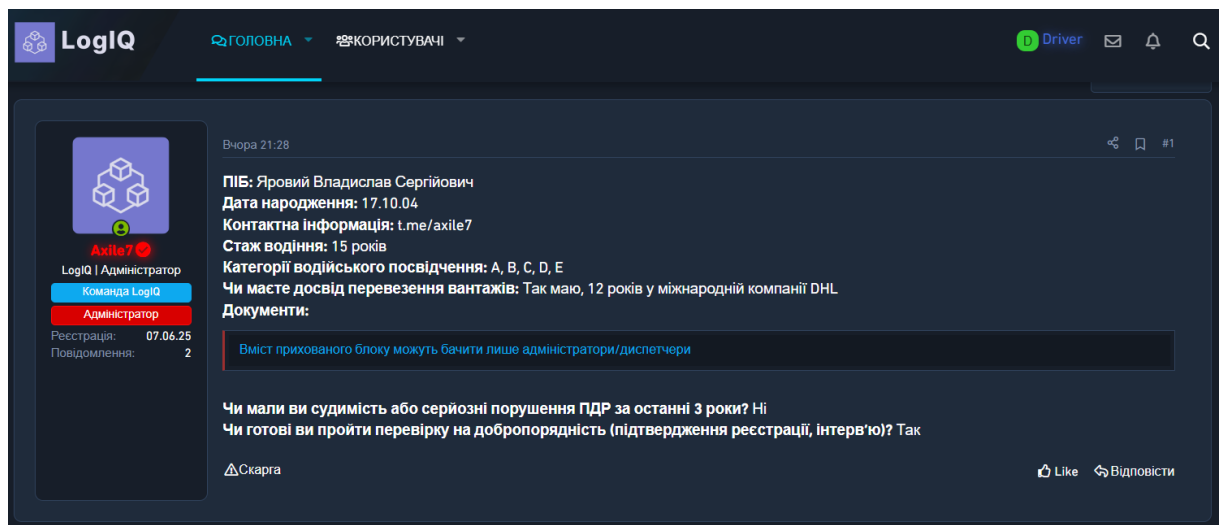


Рисунок 4.5 – Контент відображається для вказаної групи

Результати тестування підтвердили, що система коректно обробляє заявки на вантажі, на верифікацію водія, забезпечує захист конфіденційних даних і стабільно взаємодіє з зовнішніми сервісами. Виявлені помилки було виправлено раніше, що підвищило надійність системи.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі виконано комплексне дослідження, розробку та тестування веб-орієнтованої системи автоматизації логістичних процесів на базі платформи XenForo, що сприяє підвищенню ефективності управління логістичними операціями для підприємств малого та середнього бізнесу в Україні. Автоматизація логістики є актуальним напрямком у сучасних умовах, оскільки зростання обсягів перевезень, ускладнення ланцюгів постачання та високі вимоги клієнтів до швидкості й прозорості доставки створюють потребу в інноваційних рішеннях. Запропонована система відповідає цим викликам, забезпечуючи централізоване управління, доступність із будь-якого пристрою та інтеграцію з локальними сервісами, що є особливо важливим для українського ринку, де малий бізнес часто стикається з обмеженими ресурсами та браком ІТ-компетенцій.

Проведений аналіз сучасного стану автоматизації логістики виявив, що традиційні рішення, такі як ERP-системи, TMS-платформи та локальні програми, мають обмеження у гнучкості, інтеграційних можливостях і економічній доступності. Веб-орієнтований підхід, реалізований на базі XenForo, є оптимальним завдяки модульній архітектурі, адаптивному інтерфейсу та підтримці плагінів, що дозволяють адаптувати систему до специфічних потреб компаній без значних витрат. Порівняльний аналіз підтвердив переваги XenForo над комерційними альтернативами, зокрема у швидкості впровадження та простоті адміністрування.

Розроблена система автоматизує ключові логістичні процеси: створення та обробку заявок на перевезення вантажів, відстеження їхніх статусів і базову аналітику. Плагін Advanced Forms забезпечує зручне заповнення форм із валідацією даних, дозволяючи клієнтам швидко створювати заявки з параметрами вантажу (вага, об'єм, маршрут). Плагін Hide BB Code гарантує захист конфіденційної інформації, надаючи доступ до прихованих даних лише диспетчерам і адміністраторам, що підвищує безпеку системи. Інтерфейс

системи локалізовано українською мовою, що відповідає потребам локального ринку.

Мануальне тестування системи охопило перевірку функціональності, зручності використання та адаптивності інтерфейсу на різних пристроях (ПК, планшети, смартфони). Тестування форм додавання вантажу, прав доступу та відображення сторінок підтвердило коректність роботи системи. Виявлені недоліки, зокрема проблеми з відображенням елементів на екранах із низькою роздільною здатністю, було виправлено шляхом коригування CSS-стилів. Результати тестування засвідчили стабільність і готовність системи до практичного використання.

Практична цінність роботи полягає в створенні універсального інструменту для автоматизації логістичних процесів, який скорочує час обробки замовлень на 50–70% і знижує операційні витрати. Система є економічно доступною для малого бізнесу, простою в адмініструванні та не вимагає значних ІТ-компетенцій, що робить її привабливою для українських компаній.

Наукова цінність дослідження полягає в обґрунтуванні доцільності використання веб-орієнтованих платформ, зокрема XenForo, для автоматизації логістики, аналізі інструментів реалізації (PHP, MySQL, плагіни) та розробці алгоритмів обробки логістичних заявок. Результати роботи можуть бути основою для створення методичних рекомендацій щодо впровадження подібних систем і подальших досліджень у сфері цифровізації логістики.

Запропонована веб-орієнтована система є ефективним рішенням для цифрової трансформації логістичних процесів, яке поєднує функціональність, гнучкість і доступність. Вона відповідає потребам українського логістичного ринку, сприяє зниженню витрат, підвищенню прозорості операцій і підготовці компаній до зростання конкуренції та нових технологічних трендів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. XenForo Documentation. Official XenForo Developer Documentation. URL: <https://xenforo.com/docs/dev> (дата звернення: 10.06.2025).
2. Google Maps Platform. Official Google Maps API Documentation. URL: <https://developers.google.com/maps> (дата звернення: 10.06.2025).
3. Яровий В. С., Барабан М. В. Автоматизована система для логістичних цілей / В. С. Яровий, М. В. Барабан LIV Всеукраїнська науково-технічна конференція факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінниця, ВНТУ, 2025. — URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2025/paper/view/23889/19747> (дата звернення: 10.06.2025).
4. CRM, Customer Relationship Management. URL: <https://www.perlego.com/book/2193540/customer-relationship-management%20concepts-and-technologies-pdf> (дата звернення: 10.06.2025).
5. React.js Documentation. URL: <https://react.dev/> (дата звернення: 11.06.2025).
6. PHP Official Documentation. URL: <https://www.php.net/docs.php> (дата звернення: 11.06.2025).
7. Cloud Security Overview. URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/security/business/security-101/what-is-cloud-security> (дата звернення: 11.06.2025).
8. Enterprise Resource Planning (ERP) Overview. URL: <https://www.sap.com/products/erp.html> (дата звернення: 11.06.2025).
9. Transportation Management System (TMS) Guide. URL: <https://www.oracle.com/scm/transportation-management> (дата звернення: 11.06.2025).
10. Warehouse Management System (WMS) Guide. URL:

<https://www.highjump.com/warehouse-management-system> (дата звернення: 11.06.2025)

11. Customer Success Management (CSM) Insights. URL: <https://www.gainsight.com/customer-success-management> (дата звернення: 11.06.2025)

12. Client-Server Architecture, веб-сайт URL: <https://kitrum.com/blog/client-server-architecture-advantages-and-disadvantages> (дата звернення: 11.06.2025).

13. REST API Design Guide. URL: <https://restfulapi.net> (дата звернення: 11.06.2025).

14. Григор'єв В.А. Інформаційні технології в логістиці: навч. посіб. / В.А. Григор'єв. – Харків: ХНАДУ, 2018. – 174 с. (дата звернення: 11.06.2025).

15. Нова Пошта Офіційний сайт. URL: <https://novaposhta.ua> (дата звернення: 11.06.2025).

16. DHL Home — Глобальна логістика. URL: <https://www.dhl.com/ua-en/home.html> (дата звернення: 11.06.2025).

17. Meest Express Послуги та доставка. URL: <https://ua.meest.com> (дата звернення: 11.06.2025).

18. Modular Architecture Explained. URL: <https://www.baeldung.com/cs/modular-architecture> (дата звернення: 12.06.2025).

19. [MMO] Hide Bb-Code Content. URL: <https://xenforo.com/community/resources/mmo-hide-bb-code-content-system.7752/> (дата звернення: 12.06.2025).

20. Калиновська І.М. Хмарні рішення в автоматизації логістичних процесів / І.М. Калиновська // Інформаційні системи і технології. – 2021. – №1. – С. 12–16 (дата звернення: 13.06.2025).

21. Возняк П.І. Проблеми інтеграції ERP-систем у логістичних компаніях / П.І. Возняк // Сучасні технології управління. – 2022. – №7. – С. 81–

84 (дата звернення: 13.06.2025).

22. Дудник О.Л. Веб-технології в логістичних інформаційних системах / О.Л. Дудник // Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні системи і технології». – Харків: ХНЕУ, 2020. – С. 115–119 (дата звернення: 13.06.2025).

23. What is Manual Testing? Definition, Types, and Examples. URL: <https://www.guru99.com/manual-testing.html> (дата звернення: 13.06.2025).

24. Automated Testing Basics. URL: <https://testguild.com/automation-testing> (дата звернення: 13.06.2025).

ДОДАТКИ

Вінницький національний технічний університет
Кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри АІТ
д.т.н., професор Олег БІСІКАЛО

(підпис)

«___» _____ 2025 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на бакалаврську кваліфікаційну роботу
«Автоматизована система для логістичних цілей»
08-31.БКР.015.02.000 ТЗ

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи
к.т.н., доц. Марія БАРАБАН

(підпис)

« 25 » травня 2025 р.

Розробив студент гр. 1АКІТ-216
Владислав ЯРОВИЙ

(підпис)

« 25 » травня 2025 р.

Додаток А (обов'язковий)

Технічне завдання на бакалаврську кваліфікаційну роботу

1 Підстава для проведення робіт

Підставою для виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему: «Автоматизована система для логістичних цілей» є наказ № 97 від 20.03.2025 р.

Термін виконання робіт:

початок 03.04.2025 р.

кінець 15.06.2025 р.

2 Мета та вихідні дані для проведення робіт

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності логістичних процесів шляхом розробки та впровадження веб-орієнтованої автоматизованої системи, яка забезпечує централізоване управління, оптимізацію ресурсів і підтримку аналітичних функцій.

Вихідними даними для проведення робіт є індивідуальне завдання на бакалаврську кваліфікаційну роботу від 22.03.2025 р.

3 Етапи виконання робіт

Виконавцем всіх перерахованих в даному розділі етапів є: студент групи **1АКІТ-216 Яровий Владислав** факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації Вінницького національного технічного університету, а замовником є кафедра автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій.

№ Етапу	Зміст етапу	Строки виконання
Е1	Аналіз предметної області та визначення основних етапів розробки	07.04 – 19.04
Е2	Розробка структури автоматизованої логістичної системи	20.04 – 26.04
Е3	Вибір методів для реалізації автоматизованої системи для логістичних цілей	27.04 – 09.05
Е4	Розробка алгоритмів та програмного забезпечення	10.05 – 01.06
Е5	Аналіз результатів роботи та підготовка роботи до захисту	02.06 – 20.06

4 Призначення і галузь застосування

Призначення автоматизованої веб-системи для логістичних цілей, розробленої на базі платформи XenForo, полягає у підвищенні ефективності управління логістичними процесами, таких як обробка заявок на вантажі, верифікація водіїв та оптимізація маршрутів. Система призначена для автоматизації взаємодії між клієнтами, диспетчерами та водіями, забезпечуючи швидкий доступ до актуальної інформації та захист конфіденційних даних.

5 Технічні дані

- 5.1 версія PHP – 8.3.19;
- 5.2 версія MySQL – 10.6.21;
- 5.3 версія cURL – 8.12.1;
- 5.4 версія OpenSSL – OpenSSL 1.1.1;
- 5.5 кількість підтримуваних ролей користувачів – 4.

6 Джерела розробки

- 6.1 ДСТУ ISO/IEC 27001:2015 Інформаційна безпека. Системи управління інформаційною безпекою. – Введ. 01.04.2016. – К. : Держспоживстандарт України, 2016. – 32 с.
- 6.2 International standard ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. 2011.
- 6.3 XenForo Documentation. URL: <https://xenforo.com/docs/dev>
- 6.4 Методичні вказівки до виконання бакалаврських дипломних робіт (проектів) для студентів спеціальностей 126 – «Інформаційні системи та технології», 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Уклад. Р. Н. Кветний, О. М. Бевз, О. В. Бісікало. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 26 с.

Здобувач ст. гр. 1AKIT-216

Владислав ЯРОВИЙ

Додаток Б (обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

АВТОМАТИЗОВНА СИСТЕМА ДЛЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЦІЛЕЙ

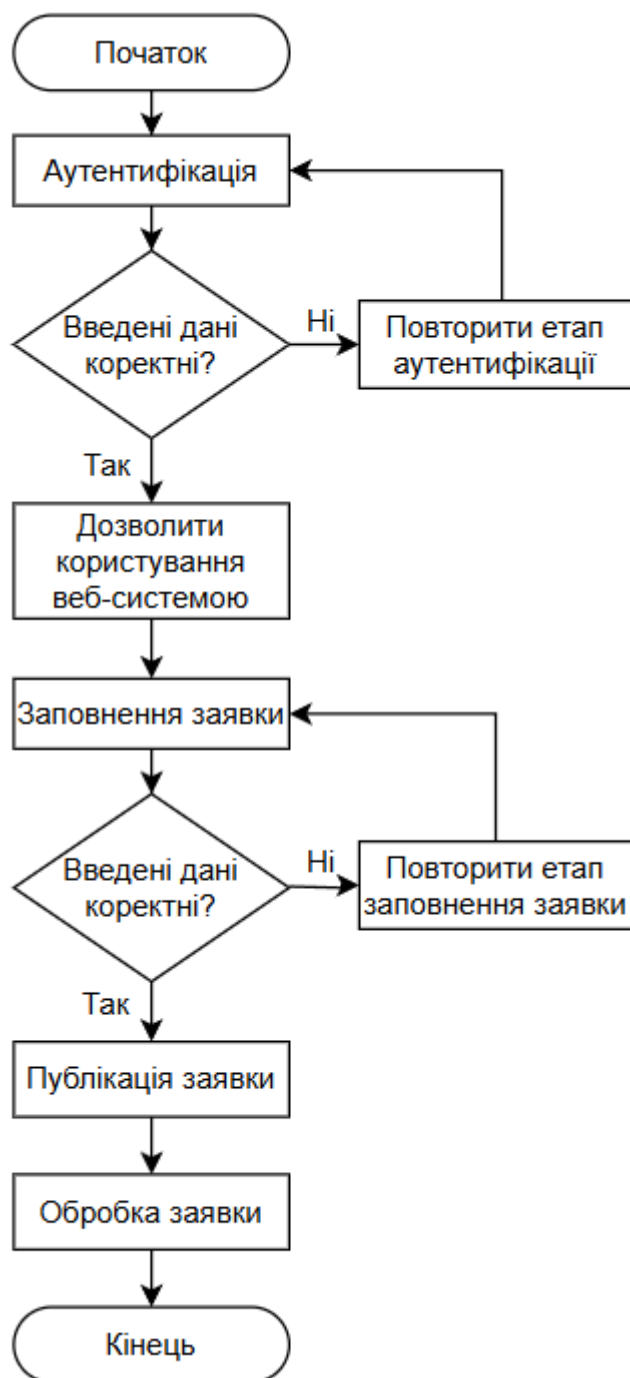
Блок-схема роботи основного модуля веб-системи

Рисунок А.1 – Блок-схема основного модуля веб системи

Загальна структурна схема модулю

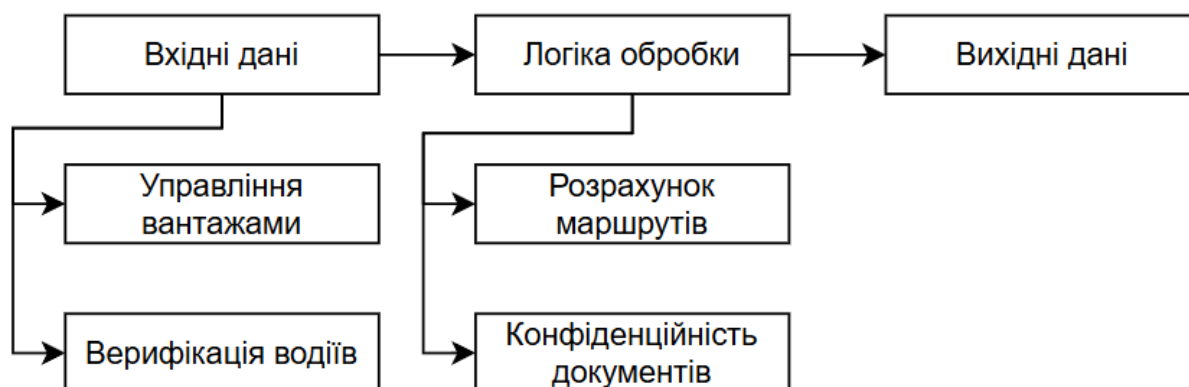


Рисунок А.2 – Загальна структурна схема модуля

Фрагмент створення форми для автоматизованої обробки даних

Розширені форми > Форми >

Додати нову форму

Форма Критерії користувачів Тип звіту Варіанти перенаправлення Варіанти просування Звичайне опитування Різні опції

Налаштування головної форми

Надіслати кількість:	0
Назва форми:	
Введіть назву цієї форми.	
Порядок відображення:	2 + -
Мінімальні вкладення:	0 + -
Мінімальна кількість вкладень для форми, якщо ви використовували поле «Вкладення» у формі.	
Ця форма активна:	☐
Поставте позначку в цьому полі, щоб показати цю форму учасникам. Цей прапорець не потрібно встановлювати, якщо ви використовуєте цю форму для швидкої відповіді в обговоренні.	
Загальнодоступне:	☐

Рисунок А.3 – Фрагмент створення форми

Додаток В (обов'язковий)

Лістинг основних функцій програми

```

<xf:form action="{ { link('form/submit', $form) } }" ajax="true" class="block" data-
xf-init="attachment-manager" data-force-flash-message="true">

<xf:if is="$warnings">
    <div class="blockMessage blockMessage--warning">
<xf:foreach loop="$warnings" value="$warning">
    { $warning }
</xf:foreach>
    </div>
</xf:if>

<div class="block-container">
    <div class="block-body">
<xf:if is="$form.aboveapp">
    <xf:inforow>
{{ bb_code({ $form.aboveapp }, ", ") }}
    </xf:inforow>
</xf:if>

<xf:set var="$divcreated" value="0" />
<xf:foreach loop="$questions" value="$question">
    <xf:if is="!$question.conditional">
<xf:comment><!-- SINGLE LINE TEXT --></xf:comment>
<xf:if is="$question.type == 1">
    <xf:macro name="type_text" arg-form="{ $form }" arg-question="{ $question }"
arg-canSubmit="{ canSubmit }" arg-row="{ $row }" />
</xf:if>

<xf:comment><!-- MULTI LINE TEXT --></xf:comment>
<xf:if is="$question.type == 2">
    <xf:macro name="type_text_multi" arg-form="{ $form }" arg-
question="{ $question }" arg-canSubmit="{ canSubmit }" arg-row="{ $row }" />
</xf:if>

<xf:comment><!-- YES/NO --></xf:comment>
<xf:if is="$question.type == 3">
    <xf:macro name="type_yes_no" arg-form="{ $form }" arg-
question="{ $question }" arg-canSubmit="{ canSubmit }"
    arg-conditionQuestions="{ $conditionQuestions }" arg-row="{ $row }" />
</xf:if>

<xf:comment><!-- SINGLE SELECTION RADIO --></xf:comment>

```

```

<xf:if is="{ $question.type} == 4">
    <xf:macro name="type_radio" arg-form="{ $form}" arg-
question="{ $question}" arg-canSubmit="{ canSubmit}"
    arg-conditionQuestions="{ $conditionQuestions}" arg-
expected="{ $expected}" arg-row="{ $row}" />
</xf:if>

<xf:comment><!-- CHECK BOXES --></xf:comment>
<xf:if is="{ $question.type} == 5 || { $question.type} == 8">
    <xf:macro name="type_checkboxes" arg-form="{ $form}" arg-
question="{ $question}" arg-canSubmit="{ canSubmit}"
    arg-conditionQuestions="{ $conditionQuestions}" arg-
expected="{ $expected}" arg-row="{ $row}" />
</xf:if>

<xf:comment><!-- HEADER PHRASE --></xf:comment>
<xf:if is="{ $question.type} == 6">
    <xf:macro name="type_header" arg-form="{ $form}" arg-
question="{ $question}" arg-canSubmit="{ canSubmit}" arg-row="{ $row}" />
</xf:if>

<xf:comment><!-- SINGLE SELECTION DROPDOWN --></xf:comment>
<xf:if is="{ $question.type} == 7">
    <xf:macro name="type_select" arg-form="{ $form}" arg-
question="{ $question}" arg-canSubmit="{ canSubmit}"
    arg-conditionQuestions="{ $conditionQuestions}" arg-
expected="{ $expected}" arg-row="{ $row}" />
</xf:if>

<xf:comment><!-- AGREEMENT --></xf:comment>
<xf:if is="{ $question.type} == 9">
    <xf:macro name="type_agreement" arg-form="{ $form}" arg-
question="{ $question}" arg-canSubmit="{ canSubmit}" arg-row="{ $row}" />
</xf:if>

<xf:comment><!-- FILE UPLOAD --></xf:comment>
<xf:if is="{ $question.type} == 10">
    <xf:macro name="type_file_upload" arg-form="{ $form}" arg-
question="{ $question}" arg-canSubmit="{ canSubmit}"
    arg-noupload="{ $noupload}" arg-attachmentData="{ $attachmentData}" arg-
row="{ $row}" />
</xf:if>

<xf:comment><!-- DATE PICKER --></xf:comment>
<xf:if is="{ $question.type} == 11">

```

```

    <xf:macro name="type_date_input" arg-form="{ $form}" arg-
question="{ $question}" arg-canSubmit="{ canSubmit}" arg-row="{ $row}" />
</xf:if>

```

```

<xf:comment><!-- SINGLE SELECTION FORUM LIST --></xf:comment>
<xf:if is="{ $question.type} == 12">
    <xf:macro name="type_forum_select" arg-form="{ $form}" arg-
question="{ $question}" arg-canSubmit="{ canSubmit}" arg-row="{ $row}"
    arg-nodeTree="{ $nodeTree}" />
</xf:if>

```

```

<xf:comment><!-- WYSIWYG EDITOR --></xf:comment>
<xf:if is="{ $question.type} == 13">
    <xf:macro name="type_wisyywig" arg-form="{ $form}" arg-
question="{ $question}" arg-canSubmit="{ canSubmit}" arg-row="{ $row}" />
</xf:if>

```

```

<xf:comment><!-- SPINBOX --></xf:comment>
<xf:if is="{ $question.type} == 14">
    <xf:macro name="type_spinbox" arg-form="{ $form}" arg-
question="{ $question}" arg-canSubmit="{ canSubmit}" arg-row="{ $row}" />
</xf:if>

```

```

<xf:comment><!-- PREFIX SELECTION --></xf:comment>
<xf:if is="{ $question.type} == 15">
    <xf:macro name="type_prefix" arg-form="{ $form}" arg-
question="{ $question}" arg-canSubmit="{ canSubmit}" arg-row="{ $row}" />
</xf:if>

```

```

<xf:if is="{ $question.hasconditional}">
    <xf:macro name="conditional_questions"
arg-question="{ $question}"
arg-questions="{ $questions}"
arg-expected="{ $expected}"
arg-attachmentData="{ $attachmentData}"
arg-forum="{ $forum}"
arg-conditionQuestions="{ $conditionQuestions}"
arg-row="{ $row}"
    />
</xf:if>

```

Додаток Г (обов'язковий)

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Автоматизована система для логістичних цілейТип роботи: бакалаврська кваліфікаційна робота
(бакалаврська кваліфікаційна робота / магістерська кваліфікаційна робота)Підрозділ: кафедра АІТ, ФІТА, ІАКІТ-216
(кафедра, факультет, навчальна група)Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі
системою StrikePlagiarism 0.64 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

☒ Запозичення, виявлені у роботі, є законними і не містять ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту.☐ У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.☐ У роботі виявлено ознаки плагіату та/або текстових маніпуляцій як спроб укриття плагіату, фабрикації, фальсифікації, що суперечить вимогам законодавства та нормам академічної доброчесності. Робота до захисту не приймається.

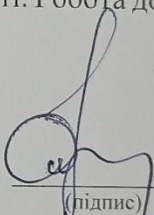
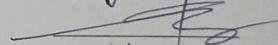
Експертна комісія:

Олег БІСІКАЛО, зав. кафедри АІТ

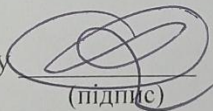
(імя та прізвище, посада)

Любов ЯНЧУК, секретар кафедри АІТ

(імя та прізвище, посада)


(підпис)

(підпис)

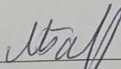
Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)Константин ОВЧИННИКОВ

(імя та прізвище)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник


(підпис)Марія БАРАБАН

(імя та прізвище)

Здобувач


(підпис)Владислав ЯРОВИЙ

(імя та прізвище)