

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДБОРУ ТА ЗАВАНТАЖЕННЯ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ»

Виконав: здобувач вищої освіти
4 курсу, групи КН-2022-1
спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Дмитро ЛАТИШЕВ



Керівник:

к. т. н., доцент Микола КАРПЕНКО



Рецензент:

к. т. н., доцент Юрій ПАХОМОВ



м. Харків – 2026 рік

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

(повне найменування закладу вищої освіти)

Навчально-науковий Інститут енергетичної, інформаційної

та транспортної інфраструктури

Кафедра Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КНтаІТ



Марина НОВОЖИЛОВА

« 23 » червня 2026 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Латишеву Дмитру Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інформаційна система підбору та завантаження транспортних засобів

керівник роботи доцент кафедри КНтаІТ, к.т.н. Карпенко М. Ю.

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

затвержені наказом закладу вищої освіти від «22» травня 2026 р. № 440-03

2. Термін подання роботи здобувачем вищої освіти роботи 15.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Рекомендації щодо розробки додатку, індивідуальне завдання на розробку

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

дослідження існуючих інструментів розробки додатку для підтримки

завдань щодо завантаження транспорту при організації вантажоперевезень

завдань; проєктування та програмна реалізація модуля для вирішення

завдань щодо завантаження транспорту при організації вантажоперевезень;





тестування розробленого модуля.

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

Презентація – 18 аркушів, діаграми UML (IDEF0), що супроводжують етап

проєктування, копії екранів інтерфейсу, копії звітів.

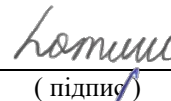
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ I	М. Ю. Карпенко, доц. каф. КНтаІТ 	25.05.2026	31.05.2026
Розділ II	М. Ю. Карпенко, доц. каф. КНтаІТ 	01.06.2026	07.06.2026
Розділ III	М. Ю. Карпенко, доц. каф. КНтаІТ 	08.06.2026	14.06.2026
Розділ IV	В. В. Малишева, доц. каф. ОПБЖД 	15.06.2026	18.06.2026

7. Дата видачі завдання 11.05.2026 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

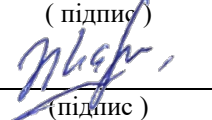
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір теми кваліфікаційної роботи	25.05.2026	
2	Затвердження тем, наукових керівників, завдань та календарного плану підготовки дипломної роботи	26.05.2026	
3	Написання I розділу	31.05.2026	
4	Написання II розділу	07.06.2026	
5	Написання III розділу	14.06.2026	
6	Написання IV розділу	18.06.2026	
7	Подання кваліфікаційної роботи керівнику	19.06.2026	
8	Робота по усуненню зауважень керівника, уточнення і доповнення практичного матеріалу, оформлення додатків до роботи	22.06.2026	
9	Подання доопрацьованого варіанту роботи керівнику	23.06.2026	
10	Захист матеріалів кваліфікаційної роботи на засіданні кафедри	23.06.2026	
11	Офіційний захист матеріалів кваліфікаційної роботи на засіданні Державної екзаменаційної комісії	25.06.2026	

Здобувач вищої освіти


(підпис)Д. А. Латишев

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)М. Ю. Карпенко

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить: с. 71, рисунків 13, таблиць 17, джерел 15.

Тема кваліфікаційної роботи: «Інформаційна система підбору та завантаження транспортних засобів».

Метою кваліфікаційної роботи є розробка програмного модуля для автоматизації процесу підбору транспортних засобів та оптимізації їх завантаження при організації вантажних перевезень.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є процес організації вантажних перевезень у логістичних системах.

Предметом кваліфікаційної роботи є методи та алгоритми підбору транспортних засобів і оптимізації їх завантаження.

У процесі виконання роботи було розроблено систему підбору та завантаження транспортних засобів при організації вантажних перевезень. Впровадження системи дозволяє підвищити ефективність використання транспортних ресурсів, зменшити витрати на перевезення та покращити якість логістичних процесів.

Ключові слова: ЛОГІСТИКА, ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, АЛГОРИТМ, UML-ДІАГРАМА, ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ.

ABSTRACT

The explanatory note to the qualification work contains: 71 pages, 13 figures, 17 tables, 15 sources.

The topic of the qualification work: “Information system for vehicle selection and loading”.

The purpose of the qualification work is to develop a software module for automating the process of selecting vehicles and optimizing their loading in freight transportation.

The object of the qualification work is the process of organizing freight transportation in logistics systems.

The subject of the qualification work is methods and algorithms for selecting vehicles and optimizing their loading.

In the course of the work, a system for selecting and loading vehicles in freight transportation management was developed. The implementation of the system makes it possible to increase the efficiency of transport resource utilization, reduce transportation costs, and improve the quality of logistics processes.

Keywords: LOGISTICS, FREIGHT TRANSPORTATION, VEHICLE, LOADING OPTIMIZATION, INFORMATION SYSTEM, ALGORITHM, UML DIAGRAM, SOFTWARE MODULE.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БД – база даних;

ІС – інформаційна система;

ПЗ – програмне забезпечення;

СУБД – система управління базою даних;

ТЗ – транспортний засіб;

ГВ – габарити вантажу;

ВП – вантажопідйомність;

ТТН – товарно-транспортна накладна;

ЛС – логістична система;

ДП – діаграма прецедентів;

UML – мова моделювання систем;

ER-діаграма – діаграма «сутність–зв’язок»;

IDEFO – методологія функціонального моделювання бізнес-процесів;

CASE – засоби автоматизованого проєктування програмних систем;

API – інтерфейс прикладного програмування;

SQL – мова структурованих запитів;

GUI – графічний інтерфейс користувача;

TMS – система управління транспортними перевезеннями.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	11
1.1 Аналіз діяльності та опис предметного середовища	11
1.1.1 Характеристика підприємства та його діяльності	11
1.1.2 Постановка задачі	13
1.1.3 Опис предметної області	14
1.3 Аналіз предметної області методом експертних оцінок	21
1.3 Огляд наявних аналогів.....	26
Висновки до розділу	28
РОЗДІЛ 2 ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	29
2.1. Глосарій	29
2.2 Аналіз предметної області	30
2.3. Специфікація функціональних та нефункціональних вимог	32
2.4 Вхідні та вихідні дані	34
2.5 Проектування системи	35
2.5.1 Вибір CASE-засобів для проектування системи	35
2.5.2 Концептуальна модель системи	37
2.5.3 Проектування бази даних	40
2.6 Математичне та алгоритмічне забезпечення	45
2.6.1 Постановка задачі завантаження транспортного засобу	46
2.6.2 Алгоритм розв'язання задачі завантаження транспортного засобу	46
Висновки до розділу	49
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	51
3.1 Засоби розробки та розгортання програмного продукту	51
3.2 Вимоги до технічного та програмного забезпечення.....	53
3.3 Опис програмної реалізації.....	55
Висновки до розділу	58
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	59
4.1 Організаційно-правові основи забезпечення безпеки праці	59

	8
4.2 Характеристика об'єкта та виявлення потенційних небезпек	60
4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування та розробка заходів щодо їх попередження	64
Висновки до розділу	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	69
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70

ВСТУП

У сучасних умовах логістика відіграє провідну роль у забезпеченні ефективної діяльності підприємств та організації раціонального руху товаропотоків. До основних завдань логістики належать планування, організація, управління та контроль матеріальних, інформаційних і фінансових потоків з метою мінімізації витрат, підвищення продуктивності та забезпечення високого рівня обслуговування споживачів. Особливо важливого значення логістика набуває у сфері транспортних перевезень, де оптимізація процесів сприяє підвищенню ефективності роботи підприємств і зміцненню їх конкурентних позицій.

Для України значення логістики є надзвичайно вагомим, особливо в умовах воєнного стану. Руйнування та обмеження традиційних транспортних маршрутів, необхідність оперативного реагування на зміни зовнішнього середовища, а також забезпечення безперебійного постачання товарів і ресурсів, зокрема гуманітарного та військового призначення, суттєво ускладнюють логістичні процеси. За таких умов особливої актуальності набувають питання підвищення ефективності використання транспортних засобів, скорочення логістичних витрат і максимальної оптимізації перевезень, що є важливими передумовами стабільного функціонування економіки та забезпечення потреб держави.

Ефективне використання транспорту є одним із ключових факторів успішної організації вантажних перевезень [1, 2]. Однією з основних задач підвищення ефективності є оптимальне завантаження транспортних засобів, що дозволяє зменшити кількість рейсів, скоротити витрати на паливо, підвищити продуктивність і знизити негативний вплив на довкілля. Неefективне завантаження призводить до перевитрат ресурсів і зниження конкурентоспроможності підприємств.

Метою бакалаврської роботи є розробка модуля підбору та завантаження транспортних засобів при організації вантажних перевезень,

який забезпечує оптимізацію процесу вибору транспорту та раціональне розміщення вантажів.

Об'єктом дослідження є процес організації вантажних перевезень у логістичних системах.

Предметом дослідження є методи та алгоритми підбору транспортних засобів і оптимізації їх завантаження.

Основні завдання роботи:

- аналіз сучасних підходів до організації вантажних перевезень;
- дослідження методів підбору транспортних засобів;
- аналіз існуючих підходів до оптимізації завантаження;
- розробка алгоритму підбору транспорту та його завантаження;
- реалізація програмного модуля;
- оцінка ефективності запропонованого рішення.

Розроблений модуль може бути впроваджений у діяльність логістичних компаній, транспортних підприємств, складських комплексів, а також у інформаційні системи управління перевезеннями. Його використання сприятиме підвищенню ефективності логістичних процесів, зниженню витрат та покращенню якості обслуговування.

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Аналіз діяльності та опис предметного середовища

1.1.1 Характеристика підприємства та його діяльності

У межах даної роботи розглядається діяльність транспортно-логістичного підприємства ТОВ «ТрансЛогістик Сервіс», яке використовується як база для апробації розроблюваного програмного модуля. Підприємство функціонує у сфері організації вантажних перевезень і виконує комплекс логістичних операцій, пов'язаних із плануванням, координацією та контролем доставки вантажів. Його структура та процеси є типовими для сучасних транспортних компаній, що дозволяє розглядати його як репрезентативний приклад предметної області.

Організаційна структура підприємства включає низку взаємопов'язаних підрозділів, які забезпечують повний цикл організації перевезень. Відділ логістики виконує стратегічні та тактичні функції планування: аналізує заявки клієнтів, формує оптимальні маршрути, здійснює підбір транспортних засобів відповідно до характеристик вантажу, враховує обмеження щодо часу доставки, вартості та ресурсів. Працівники цього підрозділу також займаються оптимізацією логістичних схем, аналізом ефективності перевезень і пошуком шляхів зниження витрат.

Особливе місце в структурі підприємства займає диспетчерська служба, яка виконує функції оперативного управління перевезеннями. Диспетчери працюють у режимі реального часу та забезпечують координацію руху транспортних засобів, контроль виконання рейсів, взаємодію з водіями, а також оперативне реагування на зміни умов перевезення (затримки, зміни маршрутів, позаштатні ситуації). Саме диспетчер приймає рішення щодо розподілу замовлень між транспортними засобами, визначає послідовність завантаження, контролює використання автопарку та фактичне виконання

планів перевезень. Таким чином, диспетчерська служба є ключовою ланкою, від якої значною мірою залежить ефективність роботи підприємства.

Транспортний відділ відповідає за технічну експлуатацію автопарку: організовує технічне обслуговування, проводить ремонти, контролює технічний стан транспортних засобів і їх готовність до виконання рейсів. Крім того, цей підрозділ веде облік використання транспорту, витрат пального та інших експлуатаційних показників [2, 3].

Складський підрозділ забезпечує виконання операцій із вантажами, включаючи їх приймання, розміщення, зберігання, сортування, комплектування та підготовку до відправлення. Працівники складу взаємодіють із логістами та диспетчерами для узгодження часу відвантаження та формування партій вантажу відповідно до транспортних завдань.

ІТ-відділ забезпечує підтримку інформаційної інфраструктури підприємства, включаючи обслуговування комп'ютерної техніки, локальних мереж і програмного забезпечення. Підприємство оснащене сучасними комп'ютерами, що використовуються в роботі логістів, диспетчерів, адміністративного персоналу та інших працівників. Це створює технічну базу для впровадження нових програмних рішень і автоматизації бізнес-процесів.

Важливим фактором є також те, що керівництво підприємства та персонал демонструють готовність до впровадження нових технологій і вдосконалення існуючих процесів. Працівники мають достатній рівень кваліфікації та відкриті до використання сучасних інформаційних систем, що є важливою передумовою успішної апробації та подальшого впровадження розробленого програмного модуля.

У процесі своєї діяльності підприємство вирішує широкий спектр логістичних задач, серед яких планування перевезень, формування маршрутів, підбір транспортних засобів, управління автопарком, контроль виконання замовлень, облік вантажів і супровідної документації, а також взаємодія з клієнтами. Проте значна частина задач, пов'язаних із прийняттям рішень,

особливо на оперативному рівні, виконується з недостатнім рівнем автоматизації.

Однією з ключових проблем є недостатньо ефективне використання транспортних засобів. Зокрема, задача оптимального завантаження транспорту залишається недостатньо автоматизованою. У більшості випадків рішення щодо завантаження приймаються диспетчером на основі досвіду, без використання спеціалізованих алгоритмів оптимізації. Це призводить до неповного використання вантажопідйомності, збільшення кількості рейсів і зростання витрат на перевезення.

Таким чином, виникає необхідність у розробці програмного модуля, який дозволить автоматизувати процес підбору транспортних засобів та їх завантаження, підвищити ефективність роботи диспетчера та забезпечити раціональне використання ресурсів підприємства.

З огляду на це, задача є актуальною та має практичну цінність. Для її реалізації необхідно провести детальний аналіз предметної області, дослідити існуючі підходи до вирішення задач підбору транспорту та завантаження, виконати аналіз аналогів програмних рішень, сформулювати вимоги до системи, розробити відповідні алгоритми та реалізувати програмний модуль із подальшою його апробацією на базі підприємства.

1.1.2 Постановка задачі

У результаті проведеного аналізу предметної області встановлено, що на підприємствах транспортно-логістичної галузі існує проблема недостатньої автоматизації процесів підбору транспортних засобів і їх ефективного завантаження. Зокрема, ці задачі часто виконуються диспетчером вручну, що знижує ефективність використання ресурсів і підвищує витрати.

Метою даного дослідження є розробка програмного модуля, який дозволить автоматизувати процес підбору транспортних засобів і оптимізації їх завантаження при організації вантажних перевезень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі [1-5]:

- виконати декомпозицію предметної області з метою виділення основних сутностей, процесів та зв'язків між ними;
- провести аналіз особливостей організації вантажних перевезень та ролі диспетчера у прийнятті рішень;
- дослідити існуючі методи та підходи до підбору транспортних засобів;
- виконати огляд наявних аналогів програмних рішень у сфері логістики та оптимізації завантаження транспорту;
- визначити функціональні та нефункціональні вимоги до розроблюваного модуля;
- розробити математичну або алгоритмічну модель задачі підбору та завантаження транспортних засобів;
- спроектувати структуру програмного модуля;
- реалізувати програмний модуль підбору та завантаження транспортних засобів;
- провести тестування та перевірку коректності роботи розробленої системи;
- здійснити апробацію програмного модуля на базі підприємства ТОВ «ТрансЛогістик Сервіс»;
- оцінити ефективність впровадження розробленого рішення.

Розв'язання зазначених задач дозволить підвищити ефективність процесу організації вантажних перевезень, зменшити витрати та забезпечити більш раціональне використання транспортних засобів.

1.1.3 Опис предметної області

Аналіз предметної області є важливим етапом розробки інформаційної системи, оскільки дозволяє сформулювати цілісне уявлення про процеси, що підлягають автоматизації, визначити їх структуру, взаємозв'язки та основні проблемні аспекти. У контексті даної роботи це особливо актуально, оскільки задача підбору та завантаження транспортних засобів є складною,

багатофакторною і безпосередньо впливає на ефективність логістичних процесів.

Основною метою аналізу предметного середовища є виявлення ключових бізнес-процесів, що супроводжують організацію вантажних перевезень, визначення їх складових етапів, вхідних і вихідних даних, обмежень та керуючих впливів [1-5]. Це дозволяє не лише формалізувати задачу, а й підготувати основу для подальшої розробки алгоритмів та програмного забезпечення.

Для досягнення цієї мети доцільно використовувати методи декомпозиції, які дозволяють розбити складний процес на сукупність простіших підпроцесів. Такий підхід дає змогу детально дослідити кожен етап логістичної діяльності, визначити вузькі місця та сформулювати вимоги до їх автоматизації [1-5]. Як показано в аналізованому прикладі, декомпозиція дозволяє виділити окремі операції, такі як формування вантажу, підбір транспорту, його завантаження та оптимізація маршруту, що є критично важливими для підвищення ефективності системи .

Для формалізованого опису предметної області у даній роботі пропонується використовувати функціональне моделювання за стандартом IDEF0 [6-8]. Даний підхід є широко застосовуваним у задачах аналізу та проєктування інформаційних систем, оскільки дозволяє наочно представити структуру процесів у вигляді взаємопов'язаних функцій.

Використання IDEF0 має ряд переваг:

- дозволяє представити систему у вигляді ієрархії функцій із можливістю їх поетапної декомпозиції;
- забезпечує чітке розмежування вхідних даних, вихідних результатів, механізмів виконання та керуючих впливів;
- сприяє виявленню взаємозв'язків між процесами та ресурсами;
- забезпечує наочність і зрозумілість моделей як для розробників, так і для фахівців предметної області.

Застосування IDEF0 є обґрунтованим також тим, що дана нотація добре підходить для опису логістичних процесів, які мають складну структуру та включають велику кількість взаємодіючих елементів [6-8]. Вона дозволяє відобразити процес організації перевезень як сукупність функцій, серед яких окреме місце займає підбір та завантаження транспортних засобів.

Крім того, моделі, побудовані за допомогою IDEF0, є зручною основою для подальшої розробки специфікацій програмного забезпечення. Вони дозволяють чітко визначити функціональні вимоги до системи, структуру даних і логіку обробки інформації, що значно спрощує етап проєктування та реалізації програмного модуля.

Таким чином, використання методів декомпозиції предметної області та нотації IDEF0 дозволяє системно підійти до аналізу задачі, формалізувати процеси організації вантажних перевезень і створити обґрунтовану основу для розробки ефективного програмного рішення.

Для аналізу предметної області будемо використовувати Ramus Education.

Контекстна діаграма IDEF0 (рівень A0) процесу транспортного обслуговування наведена на рисунку. 1.1.

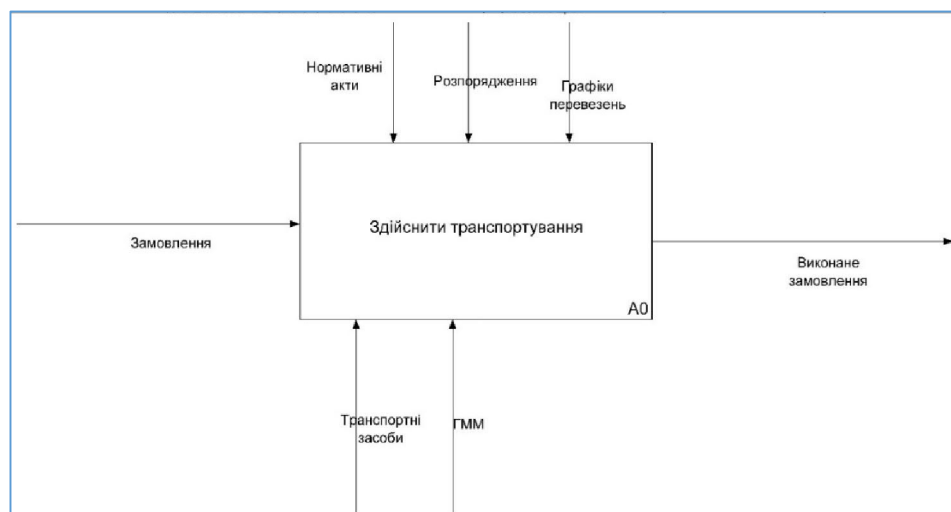


Рисунок 1.1 – Контекстна діаграма бізнес-процесу транспортного обслуговування

У центрі діаграми знаходиться функціональний блок «Здійснити транспортування», який є основним процесом, що розглядається. Саме в межах цього процесу відбувається перетворення вхідних ресурсів та інформації у кінцевий результат.

Вхідним потоком процесу є «Замовлення», які ініціюють перевезення. Це можуть бути заявки клієнтів на доставку вантажів, що містять інформацію про обсяг, характеристики вантажу, пункт відправлення та призначення.

До керуючих впливів відносяться:

- нормативні акти, – регламентують діяльність у сфері перевезень;
- розпорядження, –внутрішні управлінські рішення підприємства;
- графіки перевезень, – визначають часові рамки виконання доставки.

Механізмами процесу є:

- транспортні засоби, – безпосередньо використовуються для перевезення вантажів;
- ГММ (паливно-мастильні матеріали), – необхідні для функціонування транспорту.

Виходом процесу є «Виконане замовлення», що є результатом роботи системи. Це означає, що вантаж доставлений відповідно до заданих умов.

Контекстна діаграма є відправною точкою для подальшої декомпозиції процесу на більш детальні підпроцеси, зокрема такі, як підбір транспортного засобу та його завантаження, які є ключовими в рамках даної роботи.

Результат декомпозиції [6-8] контекстної діаграми наведено на рисунку 1.2. Процес організовано у вигляді трьох основних функціональних блоків:

«Сформувані перелік вантажів» (A41). Даний підпроцес є початковим етапом обробки замовлення. На вхід до нього надходять замовлення, а також інформація та керуючі впливи від диспетчера. У результаті виконання формується перелік вантажів, який містить структуровану інформацію про вантажі, що підлягають перевезенню (тип, обсяг, характеристики тощо).

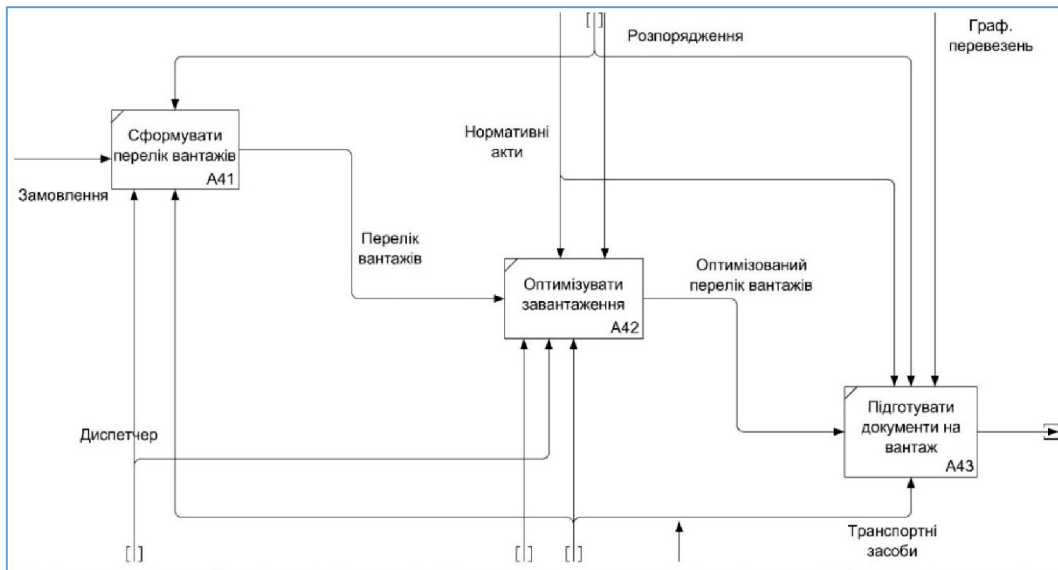


Рисунок 1.2 – Декомпозиція контекстної діаграми

- «Оптимізувати завантаження» (A42). Цей блок є ключовим у межах досліджуваної задачі. Він отримує на вхід сформований перелік вантажів і виконує їх обробку з метою ефективного розподілу у ТЗ. На процес впливають нормативні акти, а також управлінські впливи (розпорядження). У якості механізмів можуть виступати ресурси підприємства та участь диспетчера. Результатом є оптимізований перелік вантажів, тобто варіант розміщення вантажів, який забезпечує більш ефективне використання транспорту.
- «Підготувати документи на вантаж» (A43). Завершальний підпроцес, який базується на результатах оптимізації. Він отримує оптимізований перелік вантажів, а також керуючі впливи у вигляді графіків перевезень і розпоряджень. Додатково використовуються транспортні засоби (ТЗ) як ресурс. У результаті формуються необхідні супровідні документи для виконання перевезення.

Між підпроцесами існує послідовний зв'язок: сформований перелік вантажів передається на етап оптимізації, після чого оптимізований результат використовується для підготовки документації.

Окремо слід відзначити роль диспетчера, який присутній на декількох етапах і здійснює координацію процесу, приймає рішення та впливає на формування і обробку даних. Це підкреслює, що значна частина процесів має елемент ручного управління.

Побудована діаграма відображає деталізовану структуру процесу транспортування та дозволяє виділити критично важливий підпроцес – оптимізацію завантаження, який є центральним у межах даної роботи та підлягає автоматизації.

Виходячи зі складу процесів, що представлені на діаграмі, доцільно провести ще один етап декомпозиції. Результат декомпозиції третього рівня наведено на рисунку 1.3.

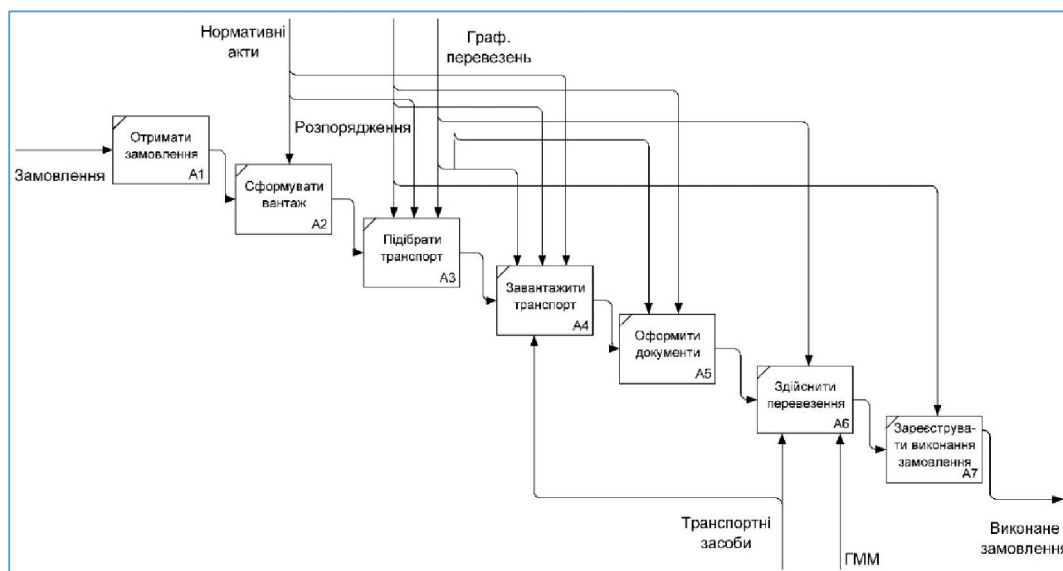


Рисунок 1.3 – Декомпозиція бізнес-процесу «Завантажити транспорт»

Процес організації вантажних перевезень складається з ряду взаємопов'язаних функціональних блоків, а саме:

- «Отримати замовлення» (A1). Початковий етап, на якому система приймає замовлення від клієнта. У результаті формується вхідна інформація для подальшої обробки.

- «Сформуванати вантаж» (A2). На цьому етапі здійснюється обробка замовлення: визначаються характеристики вантажу, виконується його комплектація та підготовка до перевезення. Процес регулюється нормативними актами та внутрішніми розпорядженнями.
- «Підібрати транспорт» (A3). Відбувається вибір відповідного транспортного засобу з урахуванням параметрів вантажу, умов перевезення та доступних ресурсів. На процес впливають також графіки перевезень і управлінські обмеження.
- «Завантажити транспорт» (A4). Один із ключових етапів, у межах якого виконується розміщення вантажу в транспортному засобі. Тут важливим є забезпечення раціонального використання вантажного простору та дотримання обмежень. У процесі використовуються транспортні засоби як основний ресурс.
- «Оформити документи» (A5). Після формування завантаження здійснюється підготовка супровідної документації для перевезення.
- «Здійснити перевезення» (A6). Основний операційний етап, на якому відбувається фактичне транспортування вантажу. Для цього використовуються транспортні засоби та ГММ (паливно-мастильні матеріали). Процес регулюється графіками перевезень та нормативними документами.
- «Зареєструвати виконання замовлення» (A7). Це завершальний етап, на якому фіксується факт виконання перевезення та формується результат – виконане замовлення.

Усі етапи пов'язані між собою послідовними інформаційними потоками: результат кожного попереднього процесу є вхідними даними для наступного. Крім того, на більшість процесів впливають керуючі фактори – нормативні акти, розпорядження та графіки перевезень, що забезпечує відповідність виконання встановленим правилам і обмеженням.

Отриманий рівень деталізації дозволяє перейти до подальшого проєктування.

1.3 Аналіз предметної області методом експертних оцінок

Важливим етапом проєктування є визначення важливості окремих функцій, які потрібні для проведення логістичних операцій. Для вирішення цього питання ми застосуємо метод експертних оцінок. Ці методи застосовуються у випадках, коли відсутні точні математичні моделі або статистичні дані, а рішення необхідно приймати на основі досвіду та знань фахівців. Такі методи широко використовуються при аналізі складних систем, прогнозуванні та прийнятті управлінських рішень.

Найбільш популярним серед них є метод Дельфі, який передбачає багатократне анонімне опитування експертів з подальшою обробкою результатів і досягненням узгодженості їхніх думок.

У даній роботі за допомогою методу Дельфі буде проаналізовано важливість окремих функцій на етапі проведення логістичних операцій з метою виявлення найбільш критичних із них. Збір даних планується здійснювати за допомогою Google-форм, а для обробки результатів буде застосовано стандартну бібліотеку.

В опитуванні брали участь 18 експертів, саме опитування мало 5 етапів, після чого було досягнуто потрібний рівень узгодженості. Послідовність етапів опитування наведено на рисунках 1.4-1.9

На рисунку 1.4. представлено початкову таблицю оцінювання, у якій експерти виставляли бали (за десятибальною шкалою) для кожної функціональної можливості системи. Цей етап є базовим, оскільки саме тут формується первинна вибірка експертних оцінок, що використовується для подальшого аналізу. На рисунку 1.5 наведено результати статистичної обробки отриманих оцінок: середні значення, дисперсія, коефіцієнт варіації та довірчі інтервали. Ці показники дозволяють оцінити розкид думок експертів і визначити стабільність отриманих результатів.

Функції системи	Експ. 1	Експ. 2	Експ. 3	Експ. 4	Експ. 5	Експ. 6	Експ. 7	Експ. 8	Експ. 9	Експ. 10	Експ. 11	Експ. 12	Експ. 13	Експ. 14	Експ. 15	Експ. 16	Експ. 17	Експ. 18
Оперативність підготовки супр документів	50	20	10	15	7	10	20	10	25	10	15	10	25	30	15	25	20	15
Ефективність завантаження ТЗ	10	10	30	15	30	30	30	30	25	40	15	20	25	20	15	10	20	15
Оптимальне планування маршрутів	10	40	0	10	30	20	10	10	10	10	20	30	25	50	15	10	10	20
Контролінг обслуговування замовлень	10	10	20	20	30	20	10	10	15	10	10	20	25	0	40	20	35	10
Ефективність внутрішніх комунікацій	10	10	30	20	3	10	10	10	15	20	20	10	0	0	15	35	15	20
Ефективність комунікацій з клієнтами	10	10	10	20	0	10	20	30	10	10	20	10	0	0	0	0	0	20
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Рисунок 1.4 – Оцінювання рейтингів функціональних можливостей системи автоматизації диспетчерського підрозділу

Статистичні характеристики даних опитування													
Функції системи	Сяр. значення	Средньозважене	Дисперсія	Коеф. варіації	Інтервал довіри							Розбіг	Рейтинг впливу
					Мін оцінка	Макс. оцінка	Квартил	Нижня межа	Верхня межа	Розбіг	Рейтинг		
Оперативність підготовки супр документів	18,4	18,7	105,9	0,6	7,0	50,0	10,8	17,8	39,3	21,5	3		
Ефективність завантаження ТЗ	21,7	23,4	92,4	0,4	10,0	30,0	5,0	15,0	25,0	10,0	1		
Оптимальне планування маршрутів	18,3	15,7	169,6	0,7	0,0	40,0	10,0	10,0	30,0	20,0	2		
Контролінг обслуговування замовлень	17,5	15,8	55,4	0,4	10,0	30,0	5,0	15,0	25,0	10,0	4		
Ефективність внутрішніх комунікацій	14,1	12,8	69,0	0,6	3,0	30,0	6,8	9,8	23,3	13,5	6		
Ефективність комунікацій з клієнтами	10,0	14,0	83,9	0,9	0,0	30,0	7,5	7,5	22,5	15,0	5		

Рисунок 1.5 – Статистичні характеристики даних опитування

На рисунку 1.6 показано розрахунок коефіцієнта конкордації на першому етапі. Отримане значення свідчить про недостатню узгодженість думок експертів, що є типовим для початкового етапу застосування методу Дельфі.

Визначення коефіцієнту конкордації																			
Компоненти рейтингу	Матриця рангів																		
	Оперативність підготовки супр документів	6	5	2,5	2,5	3	2	4,5	2,5	5,5	2,5	2,5	2	4,5	5	3,5	5	4,5	2,5
Ефективність завантаження ТЗ	3	2,5	5,5	2,5	5	6	6	5,5	5,5	6	2,5	4,5	4,5	4	3,5	2,5	4,5	2,5	169
Оптимальне планування маршрутів	3	6	1	1	5	4,5	2	2,5	1,5	2,5	5	6	4,5	6	3,5	2,5	2	5	0,25
Контролінг обслуговування замовлень	3	2,5	4	5	5	4,5	2	2,5	3,5	2,5	1	4,5	4,5	2	6	4	6	1	0,25
Ефективність внутрішніх комунікацій	3	2,5	5,5	5	2	2	2	2,5	3,5	5	5	2	1,5	2	3,5	6	3	5	4
Ефективність комунікацій з клієнтами	3	2,5	2,5	5	1	2	4,5	5,5	1,5	2,5	5	2	1,5	2	1	1	1	5	210
Кількість експертів	18 (n)																390		
Кількість об'єктів	6 (n)																Коефіцієнт конкордації: 0,07		

Рисунок 1.6 – Розрахунок коефіцієнту конкордації на першому етапі

На рисунку 1.7 відображено оновлені результати після повторного опитування, де експерти скоригували свої оцінки з урахуванням попередніх результатів, що є особливістю методу Дельфі. На рисунку 1.8 наведено результат розрахунку коефіцієнту узгодженості, яких збільшився до 0,83.

Етап 2		10	8	9	7	8	9	9,5	10	9	9	10	9	10	8	7	8	8	8
Індик. самооцінка (0-10)		8,694																	
Средньогрупова самооцінка		8,694																	
Функції системи		1-Миколаїв	2-Полтава	3-Одеса	4-Київ	5-Київ	6-Київ	7-Київ	8-Київ	Експерт-1	Експерт-2	Експерт-3	Експерт-4	Експерт-5	Експерт-6	Експерт-7	Експерт-8	Експерт-9	Експерт-10
Оперативність підготовки супр. документів		13	12	12	13	13	16	16	16	15	15	15	17	9	9	17	14	16	15
Ефективність завантаження ТЗ		40	38	38	38	45	42	39	38	36	36	42	40	40	41	38	36	35	42
Оптимальне планування маршрутів		14	15	17	18	15	15	16	17	19	15	14	16	16	17	18	15	16	19
Контролінг обслуговування замовлень		12	12	11	11	11	14	15	15	13	15	15	15	15	16	15	15	16	13
Ефективність внутрішніх комунікацій		10	9	11	7	7	7	8	9	7	8	6	6	7	5	6	7	8	5
Ефективність комунікацій з клієнтами		11	14	11	13	9	6	6	5	10	11	8	6	13	12	6	13	9	6
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Рисунок 1.7 – Результат другого етапу роботи методу Дельфі

Визначення коефіцієнту конкордації		Матриця рангів																			
Функції системи																					
Оперативність підготовки супр. документів		4	2,5		4	3,5	4	5	4,5	4	4	4	4,5	5	2	2	4	3	4	4	25
Ефективність завантаження ТЗ		6	6		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2025
Оптимальне планування маршрутів		5	5		5	5	5	4	4,5	5	5	4	3	4	5	5	5	4,5	4	5	400
Контролінг обслуговування замовлень		3	2,5		2	2	3	3	3	3	3	4	4,5	3	4	4	3	4,5	4	3	20,3
Ефективність внутрішніх комунікацій		1	1		2	1	1	2	2	2	1	1	1	1,5	1	1	1,5	1	1	1	1600
Ефективність комунікацій з клієнтами		2	4		2	3,5	2	1	1	1	2	2	2	1,5	3	3	1,5	2	2	2	650
Кількість експертів		18 (m)																			
Кількість об'єктів		6 (n)																			
																				4721	
																				Коефіцієнт конкордації: 0,83	

Рисунок 1.8 – Оцінка коефіцієнту конкордації на другому етапі

На рисунку 1.9 представлено фінальний рейтинг функціональних можливостей системи. Значення коефіцієнта конкордації 0,964 дозволяє вважати результати достовірними.

Функції системи	Сер. значення	Средньова значення	Дисперсія	Коеф. варіації	Інтервал довіри				Робіт	Рейтинг впливу	
					Мін оцінка	Макс оцінка	Квартиль	Нижня межа			Верхня межа
Оперативність підготовки супр. документів	13,7	13,6	0,6	0,1	13,0	15,0	0,5	13,5	14,5	1,00	3
Ефективність завантаження ТЗ	39,7	39,9	0,4	0,0	39,0	41,0	0,5	39,5	40,5	1,00	1
Оптимальне планування маршрутів	15,8	16,0	1,4	0,1	14,0	17,0	0,8	14,8	16,3	1,50	2
Контролінг обслуговування замовлень	13,4	13,1	1,4	0,1	12,0	15,0	0,8	12,8	14,3	1,50	4
Ефективність внутрішніх комунікацій	7,7	8,1	1,0	0,1	7,0	10,0	0,8	7,8	9,3	1,50	6
Ефективність комунікацій з клієнтами	9,8	9,9	0,7	0,1	9,0	11,0	0,5	9,5	10,5	1,00	5

Рисунок 1.9 – Рейтинг впливу функціональних складових інформаційної системи на прибуток підприємства

У результаті застосування методу Дельфі було визначено найбільш важливі функціональні можливості інформаційної системи. Багатоетапне опитування дозволило досягти високого рівня узгодженості думок експертів, що підтверджується значенням коефіцієнта конкордації.

Отримані результати показали, що найбільш критичними є функції, пов'язані з ефективністю завантаження транспортних засобів, оптимальним плануванням маршрутів та оперативною підготовкою документів. Тому фокусування роботи на ефективному завантаженні транспортних засобів (на діаграмі це процес А4) є доцільним та актуальним.

Саме цей процес є об'єктом подальшої деталізації та автоматизації в межах даної роботи. Узагальнений алгоритм завантаження ТЗ наведено на рисунку 1.10.

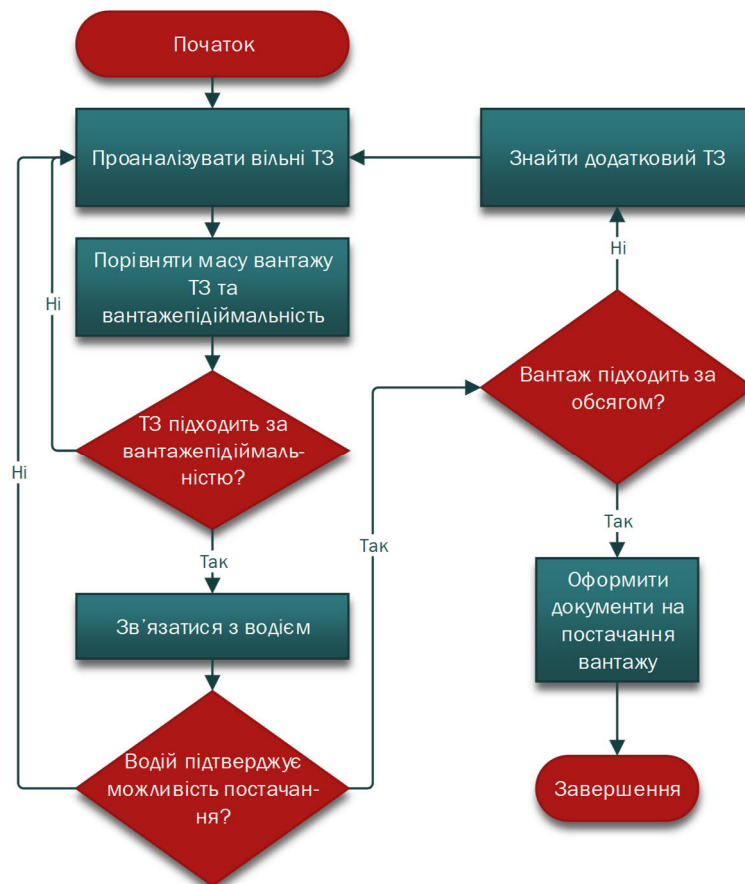


Рисунок 1.10 – Узагальнений алгоритм завантаження транспортного засобу

На початковому етапі («Початок») ініціюється процес обробки замовлення. Далі виконується аналіз наявних (вільних) транспортних засобів, які можуть бути використані для перевезення.

Наступним кроком є порівняння маси вантажу із вантажопідйомністю транспортного засобу. Це ключова перевірка, яка визначає можливість використання конкретного транспорту.

Після цього виконується перевірка:

- «ТЗ підходить за вантажопідйомністю?». якщо так – процес переходить до етапу взаємодії з водієм; якщо ні – виконується пошук альтернативного транспортного засобу («Знайти додатковий ТЗ для постачання вантажу»).

У випадку, якщо транспортний засіб підходить, здійснюється зв'язок із водієм для підтвердження можливості виконання рейсу. Далі перевіряється умова:

- «Водій підтверджує можливість постачання?» якщо так – процес продовжується; якщо ні – необхідно повернутись до пошуку іншого транспортного засобу.

Після цього додатково перевіряється ще один важливий параметр:

- «За обсягом вантаж підходить?». якщо так – виконується оформлення документів; якщо ні – також виконується пошук іншого транспортного засобу.

На завершальному етапі здійснюється оформлення документів на постачання вантажу, після чого процес переходить у стан «Завершення».

Представлений алгоритм відображає логіку прийняття рішень при підборі транспортного засобу та організації його завантаження. Його основною перевагою є:

- поетапна перевірка ключових обмежень (маса, об'єм);
- врахування людського фактору (підтвердження водієм);
- можливість обробки альтернативних варіантів (пошук іншого ТЗ).

Наведений алгоритм є базовим і придатний для опису поточного процесу завантаження транспортних засобів.

1.3 Огляд наявних аналогів

Перед початком проектування системи необхідно провести ґрунтовний аналіз ринку програмного забезпечення України, де представлена значна кількість продуктів для організації транспортного обслуговування. Серед найбільш розповсюджених систем можна виділити: proLOG, TransTrade, ANTOR LogisticsMaster™, Софт+експедиція, Qguar TMS та інші.

Система «proLOG». Цей продукт є одним із лідерів сегменту автоматизації логістичних процесів. Система підтримує повний життєвий цикл управління перевезеннями – від первинної реєстрації замовлення до моніторингу його виконання та формування супровідної документації. Має вбудовані алгоритми для локальної оптимізації окремих етапів.

Переваги: Потужність, комплексність та висока автоматизація бізнес-процесів.

Недоліки: Система орієнтована на великі логістичні вузли. Для малих та середніх торговельних підприємств, де транспорт не є профільним активом, вона виявляється надмірно складною.

Вартість та впровадження: Ціна базового пакету коливається від 100 000 до 30 000 грн. Проте складність інтерфейсу вимагає тривалого навчання персоналу.

Програмний продукт «TransTrade». Система розроблена переважно для спеціалізованих автотранспортних підприємств. Вона орієнтована на гнучке налаштування функціоналу під конкретні потреби перевізника.

Переваги: Зручний користувацький інтерфейс, висока здатність до масштабування та гнучкість конфігурації.

Недоліки: При спробі впровадження на торговельних підприємствах спостерігається надлишок специфічного функціоналу, який залишається незадіяним.

Вартість та впровадження: Хоча базова версія коштує близько 65 500 грн, фінальна вартість після адаптації та навчання персоналу зростає у кілька разів.

«ANTOR LogisticsMaster™», – спеціалізована система, що фокусується на диспетчеризації та маршрутизації. Система вирішує завдання вибору оптимальних маршрутів, контролю завантаження транспортних засобів (ТЗ) та моніторингу стану замовлень у реальному часі.

Переваги: використання оптимізації. Система дозволяє мінімізувати пробіг, враховувати обмеження щодо вантажопідйомності, об'єму кузова та навіть часу на розвантаження.

Недоліки: висока складність математичних моделей потребує від персоналу спеціальної підготовки.

Вартість та впровадження: це одне з найдорожчих рішень на ринку – ціна базової версії складає приблизно 150 000 грн, а процес адаптації є тривалим та вартісним.

Система «Софт+експедиція», – інструмент для обліку та планування експедиторської діяльності. Система побудована за модульним принципом, що дозволяє вибирати необхідний функціонал для обліку та моніторингу.

Переваги: наявність потужних інструментів для оцінки ефективності перевезень та автоматизованого формування документів.

Недоліки: Високі витрати на індивідуальну адаптацію модулів під бізнес-процеси конкретного підприємства.

Вартість: Базова версія коштує близько 12 000 грн.

Аналіз ринку показав, що готові рішення мають низку суттєвих обмежень для середніх підприємств, а саме:

- Надлишковий функціонал: більшість систем розраховані на професійних перевізників, що ускладнює роботу звичайного персоналу.

- Фінансове навантаження: висока вартість придбання та ще більші витрати на адаптацію та навчання персоналу роблять впровадження економічно ризикованим.
- Часові витрати: адаптація готового продукту під унікальні потреби підприємства потребує значного часу.

Враховуючи викладене можна стверджувати, що розробка спеціалізованого модуля для оптимізації завантаження транспортних засобів, є актуальним завданням. Створення такого програмного продукту дозволить реалізувати необхідний функціонал, мінімізувати витрати на впровадження та забезпечити максимальну ефективність логістичних операцій підприємства.

Висновки до розділу

У першому розділі кваліфікаційної роботи було проведено комплексний аналіз діяльності підприємства у сфері вантажних перевезень, описано предметне середовище та специфіку логістичних процесів. Доведено, що ключову роль в управлінні відіграє диспетчерська служба, проте значна частина операцій із планування завантаження та вибору транспортних засобів наразі виконується вручну, що створює передумови для нераціонального використання ресурсів.

За допомогою функціонального моделювання було деталізовано бізнес-процеси транспортування, які потребують автоматизації для підвищення загальної ефективності логістичного ланцюга.

У розділі також проаналізовано ринок наявних програмних аналогів для автоматизації перевезень. Встановлено, що існуючі рішення характеризуються високою вартістю, надлишковим функціоналом та складністю в адаптації під потреби конкретного підприємства, що часто потребує додаткових витрат на навчання персоналу.

На основі проведеного дослідження обґрунтовано необхідність розробки модуля для оптимізації завантаження транспортних засобів.

РОЗДІЛ 2

ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1. Глосарій

Глосарій є фундаментальним елементом проєктної документації, оскільки він забезпечує єдине розуміння термінології між усіма учасниками розробки: замовниками, аналітиками, розробниками та кінцевими користувачами. Призначення та важливість глосарію:

- Усунення двозначності: Глосарій фіксує чіткі визначення для специфічних термінів предметної області (наприклад, «Вантажна одиниця» або «ТТН»), що запобігає різному тлумаченню понять різними спеціалістами.
- Формування єдиного інформаційного простору: Він допомагає новим учасникам проєкту швидше адаптуватися до специфіки логістичних процесів та технічних особливостей системи.
- Основа для проєктування: Чітко визначені терміни стають базою для назв об'єктів у базі даних, класів у програмному коді та елементів інтерфейсу, що забезпечує цілісність системи.
- Спрощення комунікації: Наявність погодженого переліку термінів мінімізує ризик помилок на етапі формування вимог, оскільки замовник і розробник починають «розмовляти однією мовою».
- Юридична та документальна точність: У логістиці багато термінів мають нормативне значення, тому їх фіксація в глосарії гарантує коректність формування вихідних документів, таких як товарно-транспортні накладні.

Таким чином, глосарій перетворює розрізнені професійні поняття на структурований стандарт, що є критично важливим для успішної реалізації та впровадження спеціалізованого програмного модуля. Глосарій нашого проєкту наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Глосарій проєкту

Термін	Опис терміну
1. Поняття проєкту та предметної області	
Транспортний засіб (ТЗ)	Технічний засіб (вантажний автомобіль), призначений для перевезення вантажів.
Вантажопідйомність	Максимально допустима маса вантажу, яку може перевезти ТЗ згідно з технічними характеристиками.
Об'єм кузова	Внутрішній простір вантажного відсіку ТЗ, що обмежує максимальний обсяг завантаження.
Вантажна одиниця	Окрема одиниця товару або сформоване палето-місце, що має визначені габарити, вагу та об'єм.
Замовлення	Запит від отримувача на доставку певної кількості вантажу за вказаною адресою.
Оптимізація завантаження	Процес математичного розрахунку ефективного розміщення вантажу в ТЗ для максимального використання його місткості.
Маршрут	Послідовність пунктів призначення, які має відвідати ТЗ для виконання замовлень.
Товарно-транспортна накладна (ТТН)	Основний первинний документ, що підтверджує факт перевезення та завантаження ТЗ.
Диспетчеризація	Оперативне керування процесами формування вантажів та розподілу транспортних ресурсів.
2. Технічні та системні поняття	
Вхідні дані	Інформація про параметри вантажів, характеристики доступних ТЗ та умови замовлень.
Вихідні дані	Сформована схема завантаження, маршрутний лист та пакет супровідної документації.
Користувач системи	Співробітник підприємства (диспетчер, водій або бухгалтер), який має права доступу до функціоналу системи.
Моніторинг виконання	Відстеження статусу замовлення на етапах від формування вантажу до моменту доставки.

Термінологія глосарію буде використовуватись у подальшому проєктуванні.

2.2 Аналіз предметної області

Для подальшого дослідження предметної області доцільно побудувати та вивчити діаграму варіантів використання [6-8]. Наявність такої діаграми дозволить чітко сформулювати специфікації та вимоги до майбутньої системи.

Діаграма прецедентів для нашого проєкту наведена на рисунку 2.1.

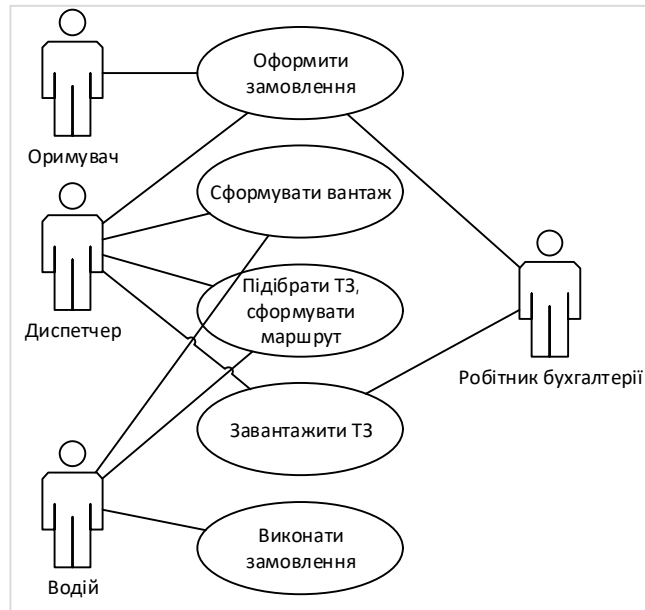


Рисунок 2.1 – Діаграма прецедентів

Для реалізації логістичного процесу виділено чотири ролі (актори):

- отримувач (клієнт): зовнішній актор, який виступає ініціатором процесу замовлення послуги.
- диспетчер: внутрішній користувач, відповідальний за координацію, планування та моніторинг виконання замовлень.
- водій: операційний виконавець, який бере участь у підготовці вантажу, плануванні та безпосередньому транспортуванні.
- робітник бухгалтерії: актор, що забезпечує документальний супровід та фінансовий контроль.

Діаграма відображає основні бізнес-процеси системи, а саме:

- оформити замовлення: початковий етап, що передбачає взаємодію отримувача, диспетчера та робітника бухгалтерії. це забезпечує синхронізацію клієнтського запиту з операційним відділом та фінансовою службою (перевірка оплати/кредитного ліміту).

- сформувати вантаж: внутрішній процес підготовки товарно-матеріальних цінностей на складі. взаємодія диспетчера та водія на цьому етапі гарантує коректність комплектації замовлення.
- підібрати тз, сформувати маршрут: етап логістичного планування, де диспетчер разом із водієм визначають оптимальний транспортний засіб та шлях прямування, враховуючи специфіку вантажу.
- завантажити ТЗ: прецедент, що фіксує момент передачі матеріальної відповідальності. участь робітника бухгалтерії дозволяє автоматизувати формування та підписання товарно-транспортних накладних (ТТН) безпосередньо під час відвантаження.
- виконати замовлення: завершальний етап, відповідальність за який покладається на водія. прецедент включає безпосередню доставку та звіт про виконання завдання в системі.

Побудована модель демонструє високий рівень інтеграції між відділами. Особливістю даної структури є висвітлення ролі диспетчерського підрозділу із залученням бухгалтерії до етапу завантаження транспортного засобу, що мінімізує ризики розбіжностей у документації.

Дана діаграма слугує основою для подальшого проєктування бази даних та розробки сценаріїв взаємодії користувачів із програмним інтерфейсом.

2.3. Специфікація функціональних та нефункціональних вимог

Важливим етапом проєкту є формулювання на основі діаграми варіантів використання переліку функціональних та нефункціональних вимог [6-8]. Перелік функціональних вимог наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Перелік функціональних вимог

Ідентифікатор вимоги	Назва вимоги (варіанта використання)	Пріоритет	Трудність
1	2	3	4
ФВ-01	Авторизація та розмежування прав доступу	Високий	Середня
ФВ-02	Реєстрація та верифікація замовлення	– " –	– " –

1	2	3	4
ФВ-03	Формування вантажу (алгоритм комплектації)	– " –	Висока
ФВ-04	Підбір ТЗ за параметрами вантажопідйомності	Середній	Середня
ФВ-05	Модуль розрахунку оптимального маршруту	Високий	Висока
ФВ-06	Візуалізація схеми завантаження кузова	Середній	– " –
ФВ-07	Автоматичне формування документів (ТТН)	Високий	Середня
ФВ-08	Фіксація статусу виконання замовлення	– " –	Низька
ФВ-09	Адміністрування довідників (ТЗ, Водії, Товари)	Середній	Середня
ФВ-10	Формування аналітичної звітності	Низький	– " –

Пояснення до таблиці:

- ФВ-01 та ФВ-02: Відповідають прецеденту «Оформити замовлення». в ньому задіяні три актори (Отримувач, Диспетчер, Бухгалтер), вимогу розділено на клієнтську та адміністративну частини.
- ФВ-03: Відповідає прецеденту «Сформувати вантаж». Трудність «Висока», оскільки процес потребує складних алгоритмів обліку габаритів та ваги товарів.
- ФВ-04 та ФВ-05: Розкривають прецедент «Підібрати ТЗ, сформувати маршрут». Оптимізація маршрутів вважається складною функцією.
- ФВ-07: Відповідає прецеденту «Завантажити ТЗ» у контексті документального супроводу бухгалтерією.
- ФВ-08: Пряма реалізація прецеденту «Виконати замовлення».

Перелік нефункціональних вимог до продукту наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Перелік нефункціональних вимог

Ідентифікатор	Назва вимоги	Атрибути		
		Пріоритет	Трудність	Виконавець
1	2	3	4	5
1. Інтерфейс				
НВ-01	Інтуїтивність графічного інтерфейсу для диспетчера	Високий	Низька	Дизайнер
НВ-02	Адаптивність інтерфейсу для мобільних пристроїв водіїв	– " –	Середня	Розробник

1	2	3	4	5
НВ-03	Швидкість відгуку системи при розрахунку маршрутів	Середній	Висока	Розробник
2. Надійність				
НВ-04	Стабільність роботи при пікових навантаженнях (багато замовлень)	Високий	Висока	Розробник
НВ-05	Автоматичне резервне копіювання бази даних замовлень	– " –	Середня	Адміністратор БД
НВ-06	Коректна обробка помилок при введенні неправильних габаритів вантажу	– " –	– " –	Розробник
3. Безпека				
НВ-07	Розмежування прав доступу (Диспетчер / Водій / Бухгалтер)	Високий	Середня	Спеціаліст з безпеки
НВ-08	Захист конфіденційних даних про клієнтів та вантажі	– " –	– " –	Спеціаліст з безпеки
НВ-09	Шифрування каналів зв'язку при передачі маршрутних листів	Середній	– " –	Спеціаліст з безпеки

2.4 Вхідні та вихідні дані

Вхідні дані.

Вхідна інформація формується на етапах реєстрації замовлення та підготовки до відвантаження. До її складу входять:

- Параметри замовлення: унікальний номер, дата формування, дані про отримувача та пункт призначення.
- Характеристики вантажу: перелік товарних позицій, їх кількість, маса кожної одиниці, габаритні розміри (довжина, ширина, висота) та специфічні умови транспортування (наприклад, крихкість).
- Параметри транспортних засобів: дані з довідників про наявний автопарк, вантажопідйомність, корисний об'єм кузова, внутрішні розміри вантажного відсіку та поточний технічний стан ТЗ.
- Логістичні обмеження: часові вікна доставки, пріоритетність замовлень, наявні дорожні обмеження на маршруті.

Вихідні дані.

Результатом роботи системи є набір структурованих даних, необхідних для операційного виконання доставки та звітності:

- Схема завантаження ТЗ: графічне або табличне представлення оптимального розміщення вантажних одиниць у кузові автомобіля з урахуванням раціонального використання простору та розподілу ваги по осях.
- Маршрутний лист: послідовність точок доставки, розрахований час прибуття та орієнтовна відстань.
- Супровідна документація: автоматично сформовані форми товарно-транспортних накладних (ТТН), акти приймання-передачі вантажу.
- Аналітичні звіти: показники ефективності використання транспортних ресурсів (коефіцієнт заповнення об'єму, питома вартість доставки одного замовлення).

Визначений перелік даних забезпечує інформаційну цілісність системи та дозволяє автоматизувати взаємодію між диспетчером, водієм та бухгалтерією, що було закладено в моделі прецедентів.

2.5 Проектування системи

Проектування системи оптимізації завантаження транспортних засобів є важливим етапом розробки, оскільки саме на цьому етапі визначається структура системи, її функціональні можливості, взаємодія компонентів та користувачів. Якісне проектування дозволяє зменшити кількість помилок під час реалізації, підвищити ефективність роботи системи та забезпечити її масштабованість у майбутньому.

2.5.1 Вибір CASE-засобів для проектування системи

Одним із ключових аспектів проектування є вибір відповідних засобів моделювання та візуалізації [1-5]. Використання сучасних інструментів

дозволяє створювати діаграми, що наочно відображають логіку роботи системи, взаємодію акторів і процесів, а також структуру даних.

У процесі вибору засобів проєктування було розглянуто наступні програмні продукти: Microsoft Visio, Ramus Educational, Draw.io, Casoo, Creately, Lucidchart, Gliffy. Кожен із цих інструментів має свої особливості та переваги.

Онлайн-сервіси, такі як Draw.io, Casoo, Creately, Lucidchart та Gliffy, забезпечують зручність доступу, можливість спільної роботи та швидке створення діаграм без необхідності встановлення програмного забезпечення. Проте вони мають певні обмеження, зокрема залежність від інтернет-з'єднання, обмежений функціонал у безкоштовних версіях, а також менші можливості для створення складних UML-діаграм відповідно до стандартів.

Особливу увагу було приділено таким інструментам, як Microsoft Visio та Ramus Educational, які є більш професійними засобами моделювання. Microsoft Visio є потужним програмним продуктом, що підтримує широкий спектр діаграм, включаючи UML, BPMN та інші стандарти. Він відрізняється зручним інтерфейсом, великою кількістю шаблонів і високою якістю візуалізації, що робить його ефективним інструментом для створення складних схем.

Ramus Educational, у свою чергу, є спеціалізованим інструментом для моделювання бізнес-процесів та інформаційних систем. Його основною перевагою є підтримка стандартів структурного аналізу, зокрема IDEF0, а також можливість формування документації на основі створених моделей. Це особливо важливо для навчальних та наукових робіт [6-8].

З урахуванням проведеного аналізу було обґрунтовано вибір Microsoft Visio та Ramus Educational як основних засобів проєктування. Вони забезпечують високу точність моделювання, відповідність стандартам, розширений функціонал та зручність у використанні, що є критично важливим для розробки системи оптимізації завантаження ТЗ.

Використання зазначених інструментів дозволяє забезпечити якісне проєктування системи, що є запорукою її ефективної реалізації та подальшого використання.

2.5.2 Концептуальна модель системи

Концептуальна модель системи є важливим етапом проєктування, оскільки вона відображає загальну логіку функціонування системи, взаємодію її основних компонентів та послідовність виконання процесів. Вона дозволяє сформулювати цілісне уявлення про систему ще до етапу реалізації, виявити ключові залежності, а також визначити основні функціональні можливості.

Основним призначенням концептуальної моделі є демонстрація:

- основних процесів системи;
- послідовності виконання операцій;
- умов переходу між станами;
- логіки прийняття рішень.

Для побудови концептуальної моделі [6-8] системи оптимізації завантаження транспортних засобів доцільно використовувати діаграму станів, яка дозволяє відобразити зміну станів системи в залежності від дій та умов. Така діаграма для нашого проєкту наведена на рисунку 2.2.

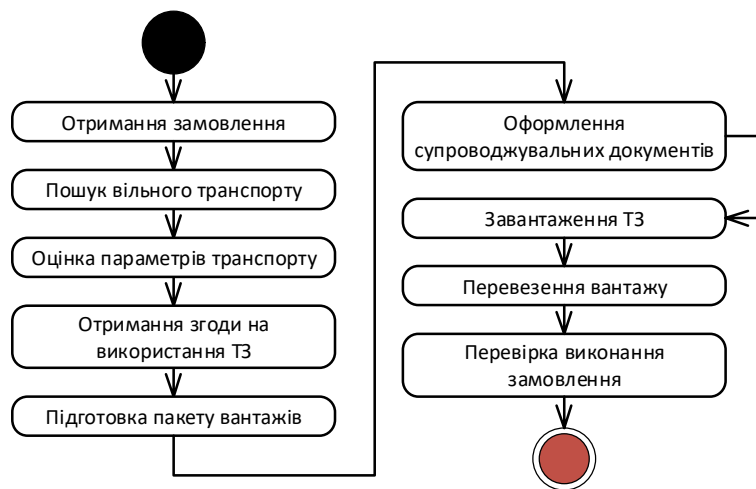


Рисунок 2.2 – Діаграма станів процесу обслуговування замовлення

Представлена діаграма станів описує процес обробки замовлення від моменту його відкриття до завершення виконання.

Початковим станом є «Замовлення відкрито», після чого відбувається ініціалізація підсистеми розподілу вантажу.

Наступним кроком є введення параметрів вантажу: вага, габарити, тип вантажу, тощо. Ці дані є основою для підбору ТЗ.

Далі здійснюється підбір ТЗ за параметрами вантажу, що передбачає аналіз доступних ресурсів та їх відповідність заданим умовам. Одним із ключових етапів є вирішення завдання завантаження ТЗ, де застосовуються алгоритми для визначення ефективного способу розміщення вантажу.

Після цього відбувається перевірка результату через логічну умову «Рішення є?». У разі позитивного результату система переходить до оформлення супроводжувальних документів і процес завершується станом «Замовлення виконано». Якщо ж рішення не знайдено, система переходить до пошуку альтернатив. Далі ці варіанти передаються диспетчеру, він приймає рішення, а процес повертається до етапу оформлення документів.

З урахуванням діаграми станів модифікуємо алгоритм підбору та завантаження ТЗ, який визначає послідовність дій на цьому етапі (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Алгоритм підбору та завантаження ТЗ

Алгоритм включає такі етапи:

- Ініціалізація системи.
- Введення параметрів вантажу.
- Підбір транспортного засобу.
- Розв’язання задачі оптимального завантаження.
- Перевірка наявності рішення.
- У разі необхідності — пошук альтернативних варіантів.
- Прийняття рішення.
- Оформлення супровідної документації.
- Ключовими елементами даного алгоритму є:
 - «вирішення завдання завантаження ТЗ»;
 - «пошук допустимих варіантів».
- Саме ці етапи безпосередньо впливають на ефективність транспортування, оскільки визначають, наскільки раціонально буде використано вантажний простір, чи буде мінімізовано кількість рейсів, а також чи будуть враховані всі обмеження.
- Етап вирішення задачі завантаження забезпечує оптимальне розміщення вантажу, тоді як пошук допустимих варіантів дозволяє знаходити альтернативні рішення у випадках, коли стандартні методи не дають результату.

На основі проведеного аналізу можна визначити ключовий функціонал системи, який є критично важливим для її ефективної роботи:

- введення та обробка параметрів вантажу;
- підбір відповідного транспортного засобу;
- оптимізація завантаження;
- генерація альтернативних варіантів;
- підтримка прийняття рішень диспетчером;

Наведена концептуальна модель системи дозволяє сформувати чітке уявлення про логіку її роботи та визначити основні функціональні можливості, що забезпечують ефективну організацію процесу перевезення вантажів.

2.5.3 Проектування бази даних

Проектування бази даних є одним із ключових етапів створення системи оптимізації завантаження ТЗ, оскільки саме база даних забезпечує зберігання, упорядкування, обробку та швидкий доступ до інформації, необхідної для функціонування системи. Від якості її проектування залежить цілісність даних, швидкодія системи, зручність подальшого супроводу та можливість масштабування програмного продукту [9-10].

2.5.3.1 Концептуальне інфологічне проектування

На етапі концептуально-інфологічного проектування визначаються основні сутності предметної області, їх атрибути та зв'язки між ними. Для системи оптимізації завантаження транспортних засобів такими сутностями є: «Клієнт», «Замовлення», «Вантажі», «Транспортні засоби», «Водії» та «Перевезення».

Сутність «Клієнт» використовується для зберігання інформації про замовників перевезень. Вона містить ідентифікатор клієнта, ПІБ, контактні дані та інші відомості, що можуть бути необхідними для оформлення і супроводу замовлення.

Сутність «Вантажі» описує характеристики вантажу, який підлягає перевезенню. До її складу входять назва вантажу, артикул, вартість, розміри, вага та інші параметри, важливі для подальшого підбору транспортного засобу та розв'язання задачі завантаження.

Сутність «Транспортні засоби» містить дані про доступні транспортні одиниці, які можуть бути використані для перевезення. У ній зберігаються відомості про модель, номер транспортного засобу, вантажопідйомність, об'єм кузова, витрати на використання та ідентифікатор водія.

Сутність «Водії» призначена для зберігання відомостей про осіб, які здійснюють перевезення. Вона включає ідентифікатор водія, ПІБ, паспортні дані, контактну інформацію та інші службові атрибути.

Сутність «Замовлення» є центральною в системі, оскільки об'єднує відомості про клієнта, вантаж, кількість одиниць вантажу, дату замовлення, дату виконання та пункт призначення.

Сутність «Перевезення» слугує для встановлення зв'язку між замовленням і транспортним засобом, який використовується для його виконання. Таким чином, вона фіксує факт призначення певного транспортного засобу на конкретне замовлення.

2.5.3.2 Проектування логічної моделі даних

На етапі логічного проектування концептуальна модель трансформується у набір таблиць реляційної бази даних. На підставі поданої структури виділено такі таблиці: «Клієнт», «Замовлення», «Вантажі», «Перевезення», «Транспортні засоби», «Водії» [9-10].

Логічна структура бази даних будується на використанні первинних і зовнішніх ключів. Первинні ключі забезпечують однозначну ідентифікацію записів, а зовнішні ключі — зв'язки між таблицями.

Опис логічної структури

Таблиця «Клієнт» має первинний ключ ID_клієнта. Один клієнт може мати одне або декілька замовлень, тому між таблицями «Клієнт» і «Замовлення» існує зв'язок типу один до багатьох.

Таблиця «Вантажі» має первинний ключ ID_вантажу. Один запис про вантаж може використовуватися в багатьох замовленнях, якщо система передбачає типізацію вантажів. Відповідно, між таблицями «Вантажі» і «Замовлення» також існує зв'язок один до багатьох.

Таблиця «Водії» має первинний ключ ID_водія. Один водій може бути закріплений за одним або кількома транспортними засобами залежно від прийнятої бізнес-логіки. У поданій схемі поле ID_водія розміщене у таблиці

«Транспортні засоби», тобто між таблицями «Водії» та «Транспортні засоби» встановлюється зв'язок через зовнішній ключ.

Таблиця «Транспортні засоби» має первинний ключ ID_ТЗ. Вона містить усі ключові характеристики транспорту, що використовуються під час підбору оптимального варіанта перевезення.

Таблиця «Замовлення» містить первинний ключ ID_замовлення, а також зовнішні ключі ID_клієнта і ID_вантажу, що пов'язують її відповідно з таблицями «Клієнт» і «Вантажі».

Таблиця «Перевезення» є зв'язувальною та включає зовнішні ключі ID_замовлення і ID_ТЗ. Вона використовується для фіксації того, який транспортний засіб призначено для виконання певного замовлення.

Така структура дозволяє гнучко організувати облік перевезень і розширювати систему в майбутньому.

2.5.3.3 Проектування фізичної моделі даних

Фізичне проектування передбачає визначення конкретних типів даних для полів таблиць, обмежень, індексів, ключів та інших технічних характеристик, необхідних для реалізації бази даних у СУБД [9-10].

Для зберігання ідентифікаторів доцільно використовувати цілочисельний тип INT. Для текстових полів, таких як ПІБ, назва, контакти, модель транспортного засобу або пункт призначення, доцільно використовувати тип VARCHAR із відповідною довжиною. Для дат використовується тип DATE, для вартості та ваги — DECIMAL, а для великих текстових описів може бути використаний тип TEXT. Структура бази даних для нашого проєкту наведена на рисунку 2.4. В таблицях 2.4 – 2.9 наведено перелік на призначення основних полів бази даних.

Таблиця 2.4 – Структура таблиці «Клієнт»

Поле	Тип даних	Опис
ID_клієнта	INT, PK	Унікальний ідентифікатор клієнта
ПІБ	VARCHAR(150)	Прізвище, ім'я та по батькові клієнта
Контакти	VARCHAR(255)	Телефон, електронна адреса або інші контактні дані
Примітка	TEXT	Додаткова інформація про клієнта

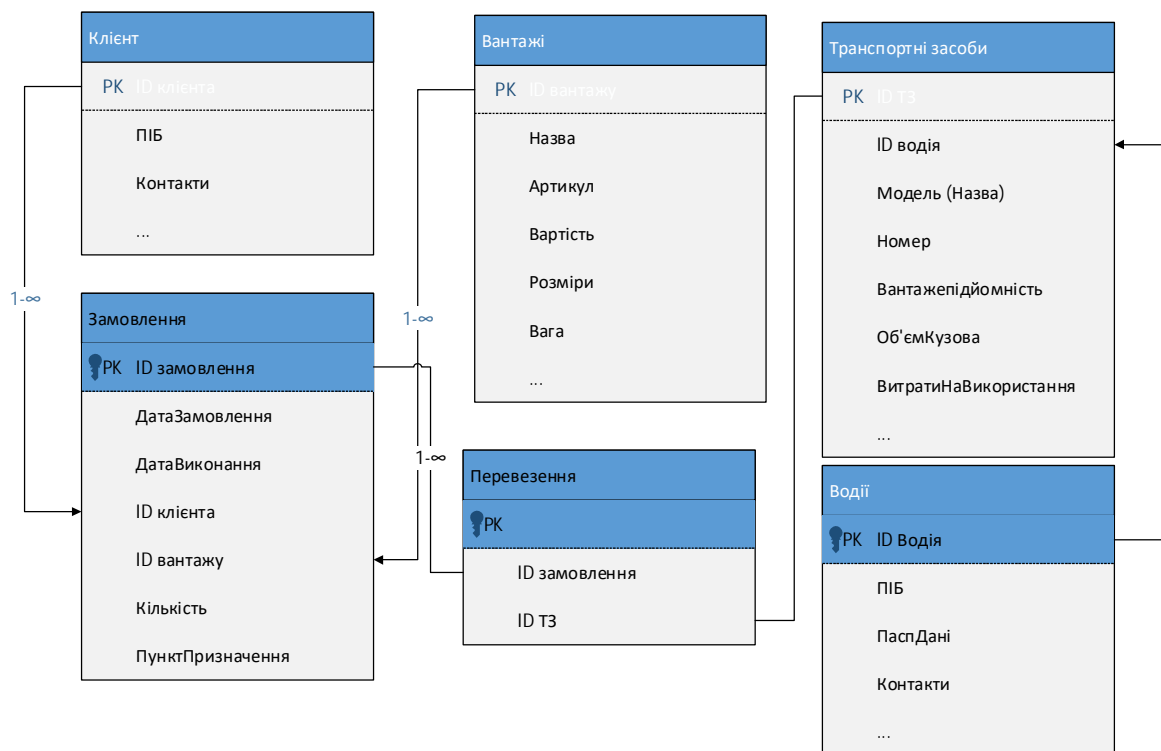


Рисунок 2.4 – Структура бази даних проєкту

Таблиця 2.5 – Структура таблиці «Вантажі»

Поле	Тип даних	Опис
ID_вантажу	INT, PK	Унікальний ідентифікатор вантажу
Назва	VARCHAR(150)	Назва вантажу
Артикул	VARCHAR(50)	Артикул або внутрішній код вантажу
Вартість	DECIMAL(12,2)	Вартість вантажу
Розміри	VARCHAR(100)	Габарити вантажу
Вага	DECIMAL(10,2)	Вага вантажу
Примітка	TEXT	Додаткові характеристики вантажу

Таблиця 2.6 – Структура таблиці «Водії»

Поле	Тип даних	Опис
ID_водія	INT, PK	Унікальний ідентифікатор водія
ПІБ	VARCHAR(150)	Прізвище, ім'я та по батькові водія
ПасДані	VARCHAR(100)	Паспортні або ідентифікаційні дані
Контакти	VARCHAR(255)	Контактні дані водія
Примітка	TEXT	Додаткова службова інформація

Таблиця 2.7 – Структура таблиці «Транспортні засоби»

Поле	Тип даних	Опис
ID_ТЗ	INT, PK	Унікальний ідентифікатор транспортного засобу
ID_водія	INT, FK	Посилання на водія
Модель	VARCHAR(100)	Назва або модель транспортного засобу
Номер	VARCHAR(20)	Державний номер транспортного засобу
Вантажепідйомність	DECIMAL(10,2)	Максимально допустима маса вантажу
Об'ємКузова	DECIMAL(10,2)	Корисний об'єм кузова
ВитратиНаВикористання	DECIMAL(10,2)	Орієнтовні витрати на використання транспортного засобу
Примітка	TEXT	Додаткові параметри транспортного засобу

Таблиця 2.8 – Структура таблиці «Замовлення»

Поле	Тип даних	Опис
ID_замовлення	INT, PK	Унікальний ідентифікатор замовлення
ДатаЗамовлення	DATE	Дата оформлення замовлення
ДатаВиконання	DATE	Запланована або фактична дата виконання
ID_клієнта	INT, FK	Посилання на клієнта
ID_вантажу	INT, FK	Посилання на вантаж
Кількість	INT	Кількість одиниць вантажу
ПунктПризначення	VARCHAR(255)	Адреса або населений пункт доставки

Таблиця 2.9 – Структура таблиці «Перевезення»

Поле	Тип даних	Опис
ID_перевезення	INT, PK	Унікальний ідентифікатор запису перевезення
ID_замовлення	INT, FK	Посилання на замовлення
ID_ТЗ	INT, FK	Посилання на транспортний засіб

Забезпечення цілісності даних

Для забезпечення коректності та узгодженості інформації в базі даних необхідно застосувати механізми цілісності даних.

Сутнісна цілісність забезпечується наявністю первинних ключів у кожній таблиці. Це унеможливорює дублювання записів та дозволяє однозначно ідентифікувати кожен об'єкт предметної області.

Посилальна цілісність забезпечується використанням зовнішніх ключів. Наприклад, у таблиці Замовлення значення ID_клієнта повинно відповідати існуючому запису в таблиці Клієнт, а значення ID_вантажу — запису в таблиці Вантажі. Аналогічно, у таблиці Перевезення поля ID_замовлення та ID_ТЗ повинні відповідати існуючим записам у пов'язаних таблицях.

Доменна цілісність досягається шляхом правильного вибору типів даних та встановлення обмежень. Наприклад, вага, вартість, об'єм кузова та вантажепідйомність повинні мати лише додатні значення; поле кількості не може бути меншим за одиницю; дата виконання не повинна передувати даті замовлення.

Крім того, доцільно застосувати:

- обмеження NOT NULL для обов'язкових полів;
- обмеження UNIQUE для номерів ТЗ або артикулів, якщо це вимагається логікою системи;
- індексування зовнішніх ключів для підвищення швидкодії запитів;
- правила ON UPDATE та ON DELETE для коректного оновлення та видалення пов'язаних записів.

Запропонована база даних охоплює облік клієнтів, вантажів, замовлень, водіїв, транспортних засобів і перевезень, що створює основу для реалізації функцій підбору транспорту, планування перевезень та оптимізації завантаження. Наведена структура може бути реалізована у середовищі довільної СУБД реляційного типу, в проєкті використовувалась MySQL.

2.6 Математичне та алгоритмічне забезпечення

У якості критерія ефективності використання ТЗ в роботі було використано оцінку рівня витрат:

$$S = k(m L P) - M, \quad (2.1)$$

де: M – умовно-постійні витрати;

m – кількість одиниць вантажу (в межах одного замовлення);

L – відстань перевезення;

P – вартість перевезення одиниці вантажу на кілометр;

k – коефіцієнт корисного завантаження ТЗ.

В подальшому за керуючий параметр далі буде використовуватись k .

2.6.1 Постановка задачі завантаження транспортного засобу

Виходячи з попередніх періодів, визначимо середні значення m , M , L , P та підставимо їх до виразу (2.1). Тоді розв'язання (2.1) відносно k дозволить визначити: мінімальний коефіцієнт завантаження K_{min} . та значення мінімального прибутку C_{min} . Спираючись на отримані обмеження, застосуємо для вирішення задачі оптимального завантаження алгоритм, що аналогічний вирішенню задачі «Про ранець» [10-13], яка виглядає так.

Є n вантажів вагою $w_j > 0$ та вартіст. $C_j > 0$, $j = 1, 2, \dots, n$. Також відома вантажопідйомність ТЗ W . Треба вибрати підібрати множину вантажів загальною вагою менше за W за умови максимальної загальної вартості перевезення. Математична постановка задачі виглядає так.

Позначимо x_j – кількість предметів j -го типу, що завантажуються, тоді потрібно знайти:

$$Z(n) = \sum_{j=1}^n C_j x_j \rightarrow \max \quad (2.2)$$

за умови:

$$\sum_{j=1}^n w_j x_j \leq W, \quad (2.3)$$

$$x_j \geq 0, \quad x_j - \text{цілі числа}. \quad (2.4)$$

2.6.2 Алгоритм розв'язання задачі завантаження транспортного засобу

Для розв'язання (2.2)-(2.4) добуло задіяно метод динамічного програмування [10]. Він складається з таких кроків.

1. Крок j : розв'язується питання щодо завантаження предметів j -го типу у кількості x_j одиниць (x_j – змінна, що підлягає управлінню);

2. Стан ТЗ, що завантажується предметами S_j на етапі j визначається через обмеження:

$$S_j = \sum_{j=1}^n w_j x_j \leq W, j = \overline{1, n}, \quad (2.5)$$

$$0 \leq S_j \leq W, \quad (2.6)$$

$$S_n = W. \quad (2.7)$$

3. Управління на етапі j : $z_j = C_j x_j$.

4. Варіанти рішення x_j етапу j представлені кількістю предметів типу j :

$$x_j = 0, 1, \dots, \frac{W}{W_j}. \quad (2.8)$$

Остаточне рішення знаходимо методом зворотного руху. Якщо $F_j(S_j)$ – значення цільової функції на етапі j , $j = 1, \dots, n$, то умова для зворотного руху виглядає так:

$$F_{n+1}(S_{n+1}) = 0, \quad (2.9)$$

$$F_j(S_j) = \max \{ C_j x_j - F_{j+1}(S_j - w_j x_j) \}, j = \overline{1, n}, \quad (2.10)$$

$$S_j = 0, 1, \dots, W, \quad (2.11)$$

$$S_j \geq w_j x_j. \quad (2.12)$$

В остаточному вигляді алгоритм завантаження транспортного засобу наведено на рисунку 2.5.

Процес починається зі стану «Замовлення відкрито», що означає ініціацію нового запиту на перевезення.

На першому етапі відбувається ініціалізація підсистеми розподілу вантажу, де система готує необхідні ресурси для виконання обчислень і подальшого аналізу.

Далі виконується введення параметрів вантажу, включаючи його габарити, вагу, кількість та інші характеристики. Ці дані є основою для наступних етапів алгоритму.



Рисунок 2.5 – Алгоритм підбору ТЗ та його та завантаження

Після цього здійснюється підбір транспортного засобу за введеними параметрами вантажу, де система аналізує доступні транспортні ресурси та визначає ті, що відповідають заданим обмеженням.

Наступним і найбільш важливим етапом є вирішення завдання завантаження транспортного засобу. На цьому етапі застосовуються алгоритми оптимізації, які визначають найбільш раціональне розміщення вантажу з урахуванням обмежень по вазі, об'єму та іншим параметрам.

Після цього виконується перевірка результату через умову «Рішення є?»:

- якщо рішення знайдено, система переходить до етапу оформлення супроводжувальних документів, після чого процес завершується станом «Замовлення виконано»;
- якщо рішення відсутнє, запускається альтернативна гілка алгоритму.

У випадку відсутності рішення система виконує пошук допустимих варіантів, де формуються альтернативні способи перевезення або варіанти комбінування ресурсів.

Далі ці варіанти передаються диспетчеру («Передача варіантів диспетчеру»), який здійснює аналіз ситуації та приймає рішення («Прийняття рішення»). Після цього процес повертається до завершальних етапів — оформлення документів та закриття замовлення.

Ключовими елементами алгоритму є:

- вирішення завдання завантаження транспортного засобу;
- пошук допустимих варіантів.

Саме ці етапи визначають ефективність роботи всієї системи.

Етап вирішення завдання завантаження є основним, оскільки він забезпечує оптимальне використання ресурсів, мінімізує порожній простір у транспортному засобі та дозволяє зменшити витрати на перевезення.

Етап пошуку допустимих варіантів є критично важливим у випадках, коли стандартний алгоритм не знаходить рішення. Він дозволяє системі бути гнучкою, враховувати додаткові фактори та пропонувати альтернативні варіанти, що значно підвищує надійність і практичну цінність системи.

Висновки до розділу

У другому розділі кваліфікаційної роботи було розроблено інформаційне та математичне забезпечення системи оптимізації завантаження транспортних засобів. Насамперед сформовано глосарій проєкту, який упорядковує основні терміни предметної області та створює єдину термінологічну основу для подальшого проєктування системи.

У межах аналізу предметної області побудовано діаграму прецедентів, що дала змогу визначити основних учасників системи, їх ролі та ключові бізнес-процеси. На цій основі сформульовано функціональні та нефункціональні вимоги до програмного продукту, а також визначено склад вхідних і вихідних даних, необхідних для реалізації логістичних процесів.

У розділі також виконано проєктування системи: обґрунтовано вибір CASE-засобів моделювання, побудовано концептуальну модель функціонування системи у вигляді діаграми станів та розроблено алгоритм підбору і завантаження транспортного засобу. Особливу увагу приділено етапам оптимізації завантаження та пошуку допустимих варіантів, оскільки саме вони визначають ефективність використання транспортних ресурсів.

Крім того, спроектовано базу даних системи на концептуальному, логічному та фізичному рівнях, визначено основні сутності, їх атрибути, зв'язки та обмеження цілісності. Це створило інформаційну основу для подальшої програмної реалізації.

Завершальним етапом стало формування математичного та алгоритмічного забезпечення системи. Було обрано критерій ефективності використання транспортних засобів, поставлено задачу транспортного обслуговування замовлень та запропоновано підхід до її розв'язання на основі методу динамічного програмування, аналогічного задачі про ранець. Отримані результати дозволяють перейти до програмної реалізації системи.

РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Засоби розробки та розгортання програмного продукту

Для реалізації модуля оптимізації завантаження транспортних засобів було обрано середовище Windows. Такий вибір є обґрунтованим, оскільки дана операційна система є однією з найпоширеніших платформ для розробки та експлуатації прикладного програмного забезпечення. Використання Windows забезпечує зручність розгортання програмного продукту, підтримку великої кількості інструментів розробки, сумісність із сучасними програмними засобами моделювання, проєктування та адміністрування баз даних. Крім того, більшість підприємств, що використовують логістичні та облікові системи, працюють саме в середовищі Windows, що робить обрану платформу доцільною для подальшого впровадження розробленого модуля.

Як засіб реалізації інформаційного забезпечення системи використовується MySQL [9-10]. Вибір цієї системи управління базами даних пояснюється її поширеністю, надійністю та підтримкою мови SQL. MySQL забезпечує ефективне зберігання, пошук, оновлення та обробку великих обсягів структурованих даних, що є особливо важливим для системи, яка працює з інформацією про замовлення, вантажі, транспортні засоби, водіїв та перевезення. Додатковою перевагою MySQL є відносна простота адміністрування, висока швидкодія, підтримка механізмів забезпечення цілісності даних та можливість подальшого масштабування системи. Саме тому використання MySQL є доцільним для реалізації бази даних модуля оптимізації завантаження транспортних засобів [9-10].

Основною мовою програмної реалізації обрано мову C. Її використання зумовлене високою швидкістю програм, можливістю ефективної роботи з пам'яттю, а також придатністю до реалізації алгоритмічно складних задач. Для модуля оптимізації завантаження це має особливе значення, оскільки система повинна виконувати обробку параметрів вантажів, підбір транспортних

засобів і розрахунки оптимальних варіантів завантаження з мінімальними витратами часу. Мова С дозволяє реалізувати обчислювальне ядро системи достатньо ефективно та забезпечує контроль над внутрішньою логікою роботи програми.

Для проєктування користувацького інтерфейсу використовувався інструмент Figma. Його застосування дало змогу попередньо розробити структуру екранів, визначити розташування основних елементів керування, продумати навігацію між формами та створити візуальну концепцію майбутнього програмного продукту. Використання Figma є важливим, оскільки дозволяє ще до етапу програмної реалізації оцінити зручність інтерфейсу, логіку взаємодії користувача із системою та внести необхідні зміни на стадії проєктування.

Реалізація інтерфейсу в середовищі Windows виконувалася засобами створення графічних віконних застосунків. Для цього використовувалися мова С та засоби Windows API, які забезпечують створення вікон, кнопок, полів введення, таблиць і діалогових форм. Такий підхід дозволяє побудувати прикладний інтерфейс, орієнтований на роботу диспетчера, бухгалтера чи іншого користувача системи. Отже, Figma застосовувалася на етапі проєктування інтерфейсу, а безпосередня програмна реалізація інтерфейсної частини здійснювалася мовою С із використанням стандартних засобів Windows.

Обраний набір засобів розробки (операційна система Windows, СУБД MySQL, мова програмування С, інструмент проєктування інтерфейсу Figma та засоби Windows API для реалізації графічного інтерфейсу) є достатньо обґрунтованим і відповідає завданням створення модуля оптимізації завантаження транспортних засобів. Таке поєднання забезпечує надійність, продуктивність, зручність використання та можливість подальшого розвитку програмного продукту.

3.2 Вимоги до технічного та програмного забезпечення

Для забезпечення стабільної та ефективної роботи модуля оптимізації завантаження транспортних засобів необхідно визначити вимоги до апаратного та програмного забезпечення, а також до мережевої інфраструктури.

Вимоги до технічного забезпечення

Для роботи системи можуть використовуватися персональні комп'ютери середнього рівня продуктивності. Мінімальні та рекомендовані характеристики наведено нижче:

Мінімальні вимоги:

- процесор: Intel Core i3- i7 або аналогічний;
- оперативна пам'ять: 12 ГБ;
- жорсткий диск: від 256 ГБ;
- відеоадаптер: інтегрований;
- монітор: з роздільною здатністю не менше 1366×768;
- мережевий адаптер: Ethernet або Wi-Fi.

Рекомендовані вимоги:

- процесор: Intel Core i5 або вище;
- оперативна пам'ять: 16 ГБ;
- накопичувач: SSD від 256 ГБ;
- відеоадаптер: інтегрований або дискретний;
- монітор: Full HD (1920×1080);
- наявність стабільного мережевого підключення.

Такі характеристики забезпечують достатню продуктивність для обробки даних, виконання алгоритмів оптимізації та роботи з базою даних.

Вимоги до програмного забезпечення

Основною платформою функціонування системи є операційна система Windows (версії 10 або вище).

До складу необхідного програмного забезпечення входять:

- система управління базами даних MySQL;
- драйвери доступу до бази даних (MySQL Connector);
- середовище виконання програм, розроблених мовою C;
- стандартні компоненти Windows для роботи графічного інтерфейсу.

Додатково можуть використовуватися:

- офісні пакети (наприклад, Microsoft Office або LibreOffice) для перегляду та формування звітів;
- PDF-переглядачі для роботи з документами (ТТН, звіти);
- веб-браузер (Google Chrome, Microsoft Edge) для доступу до допоміжних сервісів або документації.

Вимоги до мережі

Система може працювати як у локальному режимі, так і в межах локальної обчислювальної мережі підприємства.

Основні вимоги до мережі:

- наявність стабільного підключення до локальної мережі;
- швидкість передачі даних не менше 100 Мбіт/с для комфортної роботи;
- можливість доступу до сервера бази даних (у разі клієнт-серверної архітектури);
- підтримка протоколів TCP/IP;
- забезпечення базового рівня захисту (брандмауер, контроль доступу).

У випадку використання розподіленої системи або віддаленого доступу додатково може знадобитися підключення до Інтернету.

Інструменти розробника

Для створення програмного модуля використовуються такі інструменти розробки:

- компілятор мови C (наприклад, GCC або Microsoft Visual C++);
- інтегроване середовище розробки (Visual Studio, Code::Blocks або аналогічне);

- система управління базами даних MySQL та інструменти її адміністрування (MySQL Workbench);
- засоби проектування інтерфейсу (Figma);
- CASE-засоби моделювання (Microsoft Visio, Ramus Educational).

Використання зазначених інструментів дозволяє забезпечити повний цикл розробки програмного забезпечення: від проектування до реалізації та тестування.

3.3 Опис програмної реалізації

Інтерфейс системи оптимізації завантаження транспортних засобів побудована на принципах ергономічності та логічної послідовності дій. Взаємодія користувача з програмним модулем організована як послідовність вікон, що супроводжують процес від реєстрації замовлення до отримання обґрунтованого плану завантаження. Інтерфейс системи є зрозумілим та прозорим, що дозволяє мінімізувати час на адаптацію персоналу.

Головне вікно системи наведено на рисунку 3.1. Призначення вікна – управління логістичними операціями та швидкий доступ до основних модулів. На формі представлено інтерактивний список замовлень, де відображаються ключові параметри: номер замовлення, статус виконання, адреса постачання та терміни. На панелі управління розміщено п'ять функціональних елементів: «Створити замовлення», «Замовлення» (редагування), «Транспортні засоби» (робота з автопарком), «Клієнти» та «Довідка».

Вікно створення нового замовлення (рис. 3.2) відповідає за введення первинних даних до системи. Форма призначена для формування вхідного потоку даних для подальшої оптимізації завантаження транспортного засобу. В цьому вікні користувач може вибрати контрагента (або групу контрагентів) із довідника, вказати номер конкретного ТЗ, що призначається на рейс, сформувавши перелік вантажів для перевезення. Після перевірки даних ініціюється алгоритм підбору ТЗ та розрахунку завантаження.



Рисунок 3.1 – Головне вікно програми

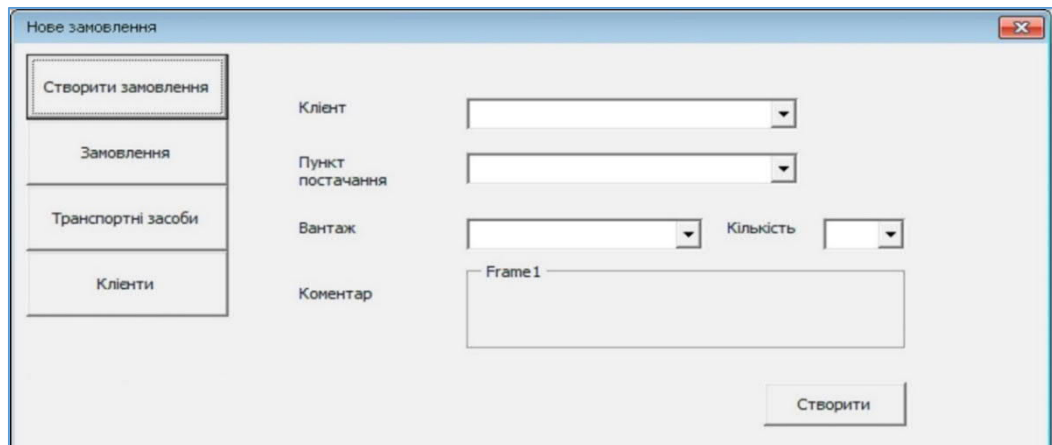


Рисунок 3.2 – Вікно створення нового замовлення

На рисунку 3.3 наведено вікно для формування параметрів оптимального варіанту завантаження. З функціональної точки зору – це ключове аналітичне вікно системи, де відображаються результати роботи модуля оптимізації. Воно призначене для відображення рішення, яке пропонує система та подальшій перевірці цього рішення диспетчером. У вікні представлено перелік вантажних одиниць та очікуваний коефіцієнт завантаження транспортного засобу. Запропоноване рішення формується за критерієм максимізації використання корисного об'єму кузова та дотриманні обмежень щодо вантажопідйомності. Отримавши запропоноване рішення, диспетчер може вносити власні корективи у план завантаження.

Головне меню: Замовлення

Створити замовлення

Замовлення

Транспортні засоби

Клієнти

Пошук рішення

Рекомендований варіант

№ Транспортного засобу	Код вантажу	Кількість одиниць вантажу
1210501	R0552	2
	M0701	12
	H0285	11
	H2055	34
	R4009	7
	K2880	92
Коефіцієнт завантаження		0,94

Рисунок 3.3 – Вікно оптимального плану завантаження

У випадку, коли система не знайшла оптимального рішення, користувачу буде видано вікно, що наведено на рисунку 3.4. В ньому представлена інформація про розбіжності між параметрами вантажу та ресурсами ТЗ. У вікні знаходиться повідомлення про помилку, воно означає, що коефіцієнт завантаження ТЗ нижчий за порогове значення (в тестовому варіанті системи прийнято 0,8) та найкращий на поточний момент варіант завантаження з урахуванням заданих параметрів. Диспетчер має можливість відкоригувати умови завантаження та знайти інше рішення.

Головне меню: Замовлення

Створити замовлення

Замовлення

Транспортні засоби

Клієнти

ВАРІАНТ ЗАВАНТАЖЕННЯ НЕ ЗНАЙДЕНО

№ Транспортного засобу	Код вантажу	Кільк. одиниць вантажу
1200113	R0501	2
	R3011	11
	L0432	61
	H1822	7
	H3129	92
Коефіцієнт завантаження		0,77

Прийняти

Створити і ручному режимі

Рисунок 3.4 – Діалогове вікно у випадку відсутності задовільного рішення

Використання в складі системи модуля для оптимізації завантаження транспортних засобів дозволяє: покращити використання корисного об'єму ТЗ, чітко дотриматись вагових обмежень, уникнути перевантаження ТЗ, зменшити витрати на транспортування, скоротити час на пошук оптимального рішення.

Висновки до розділу

У третьому розділі кваліфікаційної роботи було обґрунтовано склад засобів розробки, визначено технічні вимоги до функціонування системи та представлено опис програмної реалізації модуля оптимізації завантаження транспортних засобів.

В результаті проведеної роботи у третьому розділі було обрано платформу для реалізації, сформульовано вимоги до апаратного та програмного забезпечення, визначено мінімальні та рекомендовані характеристики технічних засобів, що необхідні для стабільної роботи системи, описано архітектуру користувацького інтерфейсу, проаналізовано функціональні можливості, зроблено висновок, що розроблений програмний продукт дозволяє суттєво підвищити ефективність використання корисного об'єму кузова ТЗ, забезпечити дотримання вагових обмежень та скоротити час на прийняття логістичних рішень, що впливає на зниження собівартості транспортування.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Організаційно-правові основи забезпечення безпеки праці

Організаційно-правові основи забезпечення безпеки праці – це система законів, правил, норм та організаційних заходів, які спрямовані на створення безпечних і комфортних умов праці для працівників. Основною метою є збереження життя, здоров'я та працездатності людини під час виконання трудових обов'язків.

В Україні питання охорони праці регулюється Конституцією України, Кодексом законів про працю України, Законом України «Про охорону праці», та іншими документами та стандартами. У цих документах визначаються права та обов'язки працівників і роботодавців, порядок організації безпечної роботи, відповідальність за порушення правил охорони праці.

Право працівника на безпечні умови праці є одним із основних трудових прав людини. Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці такі умови, які не будуть загрожувати життю чи здоров'ю працівника. Для цього проводяться інструктажі, навчання з техніки безпеки, перевірка обладнання, контроль стану робочих місць та організація медичних оглядів [14].

Організаційна складова охорони праці включає планування та проведення заходів із забезпечення безпеки праці. На підприємствах створюються служби охорони праці або призначаються відповідальні особи, які контролюють дотримання правил безпеки. Вони аналізують умови праці, виявляють небезпечні фактори та пропонують заходи для їх усунення або зменшення [14].

Для працівників обов'язковими є вступний, первинний, повторний та позаплановий інструктажі з охорони праці. Такі інструктажі допомагають ознайомити працівників із правилами безпечної роботи, порядком дій у разі аварійної ситуації та використанням засобів індивідуального захисту.

Особливу увагу приділяють оцінці професійних ризиків. На підприємстві визначаються можливі небезпечні та шкідливі фактори, наприклад: перевтома, шум, електрична небезпека, неправильна організація робочого місця або психологічне навантаження. Після цього розробляються заходи щодо зниження ризиків і покращення умов праці.

У розробці інформаційної системи підбору та завантаження транспортних засобів важливо враховувати вимоги охорони праці для диспетчерів транспортної компанії. Програмне забезпечення повинно бути зручним у використанні, мати зрозумілий інтерфейс, не створювати надмірного психологічного навантаження та допомагати працівникам швидко виконувати свої обов'язки без помилок. Автоматизація процесів дозволяє зменшити втому працівників, підвищити ефективність роботи та знизити ризик виникнення помилок під час планування перевезень.

Тобто, організаційно-правові основи забезпечення безпеки праці є важливою частиною діяльності будь-якого підприємства. Вони забезпечують захист працівників, створення безпечних умов праці та підвищення ефективності роботи організації.

4.2 Характеристика об'єкта та виявлення потенційних небезпек

Диспетчер транспортної компанії є працівником, який організовує та координує процес перевезення вантажів. Основним завданням диспетчера є контроль руху транспорту, планування маршрутів, підбір транспортних засобів відповідно до характеристик вантажу, а також забезпечення своєчасного виконання перевезень.

У сучасних умовах диспетчер переважно працює з комп'ютерними системами автоматизації логістики та перевезень. У рамках інформаційної системи підбору та завантаження транспортних засобів диспетчер виконує такі функції:

- внесення інформації про вантажі;
- аналіз характеристик вантажів (вага, об'єм, тип продукції);

- підбір відповідного транспортного засобу;
- формування оптимальних схем завантаження;
- контроль заповнення транспорту;
- координація роботи водіїв;
- обробка замовлень клієнтів;
- ведення електронної документації;
- контроль графіків доставки;
- оперативне реагування на зміни маршрутів або аварійні ситуації.

Використання інформаційної системи значно спрощує роботу диспетчера, однак збільшує навантаження, пов'язане з постійною роботою за комп'ютером та необхідністю швидкого прийняття рішень.

Робоче місце диспетчера зазвичай розташоване в офісі транспортної компанії та належить до категорії автоматизованих робочих місць.

До основного обладнання входять:

- персональний комп'ютер або ноутбук;
- один або декілька моніторів;
- клавіатура та комп'ютерна миша;
- телефонний зв'язок або IP-телефонія;
- принтер та інша офісна техніка;
- мережеве обладнання;
- офісний стіл та ергономічне крісло;
- система освітлення та вентиляції.

Основна частина робочого часу проходить у сидячому положенні перед екраном монітора. Робота диспетчера характеризується високою концентрацією уваги, необхідністю швидко аналізувати інформацію та постійно взаємодіяти з іншими працівниками й клієнтами.

Під час роботи диспетчер транспортної компанії може стикатися з різними небезпечними та шкідливими виробничими факторами [15].

1. Фізичні фактори:

– тривала робота за комп'ютером: диспетчер протягом більшої частини зміни працює за монітором. Це створює значне навантаження на зір та опорно-руховий апарат. Можливі наслідки: втома очей, погіршення зору, головний біль, біль у шиї та спині, порушення постави;

– недостатнє або неправильне освітлення: невідповідне освітлення робочого місця може викликати перенапруження очей та швидку втому;

– шум: у диспетчерських приміщеннях можуть бути телефонні дзвінки, розмови працівників, шум офісної техніки. Постійний шум негативно впливає на концентрацію уваги та нервову систему;

– електрична небезпека: робоче місце містить значну кількість електричного обладнання – комп'ютери, мережеві пристрої, принтери, джерела живлення. Пошкодження ізоляції або неправильна експлуатація обладнання можуть призвести до ураження електричним струмом.

2. Психофізіологічні фактори:

– високе нервово-емоційне навантаження: диспетчер відповідає за своєчасність перевезень та правильність логістичних рішень. Робота часто супроводжується дефіцитом часу, великою кількістю інформації, стресовими ситуаціями, конфліктами з клієнтами або водіями;

– монотонність роботи: постійне введення даних та контроль інформації можуть викликати втому та зниження концентрації;

– інтелектуальне навантаження: під час використання інформаційної системи диспетчер аналізує великі обсяги інформації та приймає рішення щодо оптимального завантаження транспорту.

3. Ергономічні фактори:

– неправильна організація робочого місця: невідповідна висота столу або крісла, неправильне розташування монітора та клавіатури можуть спричинити порушення кровообігу, біль у спині, перенапруження м'язів, захворювання суглобів;

– незручне програмне забезпечення: якщо інформаційна система має складний або перевантажений інтерфейс, це збільшує час роботи, підвищує рівень стресу, збільшує ймовірність помилок.

Інформаційна система підбору та завантаження транспортних засобів автоматизує частину роботи диспетчера та дозволяє швидше обробляти замовлення, оптимізувати використання транспорту, зменшити кількість помилок, скоротити час планування перевезень.

Проте тривале використання системи збільшує навантаження на зір, статичне навантаження, психоемоційну напругу та залежність від безперервної роботи комп'ютерної техніки.

Таблиця 4.1 – Зведена інформація про небезпеки на робочому місці диспетчера

№	Небезпечний або шкідливий фактор	Джерело виникнення	Можливі наслідки
1	Тривала робота за монітором	Комп'ютерна техніка	Втома очей, погіршення зору
2	Статичне навантаження	Тривале сидіння	Біль у спині, порушення постави
3	Психоемоційне напруження	Висока відповідальність та дефіцит часу	Стрес, нервові виснаження
4	Монотонність роботи	Постійне введення даних	Зниження уваги, перевтома
5	Недостатнє освітлення	Неправильна організація освітлення	Перенапруження очей
6	Шум у приміщенні	Телефонні розмови, офісна техніка	Втома, зниження концентрації
7	Електрична небезпека	Електрообладнання	Ураження електричним струмом
8	Незручне розташування обладнання	Неергономічне робоче місце	Болі у шії та руках
9	Великий обсяг інформації	Робота з інформаційною системою	Інтелектуальне перевантаження
10	Перевтома	Тривалий робочий день	Зниження працездатності

11	Високе навантаження на кисті рук	Постійна робота з клавіатурою та мишею	Біль у суглобах, синдром зап'ястка
12	Залежність від технічних засобів	Збої програмного забезпечення або мережі	Стрес, затримка роботи

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування та розробка заходів щодо їх попередження

Оцінка професійних ризиків є одним із найважливіших елементів системи охорони праці на підприємствах та в організаціях. Вона дозволяє своєчасно виявляти небезпечні та шкідливі фактори виробничого середовища, оцінювати рівень їх впливу на працівників та розробляти заходи для запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням.

Головною метою оцінки ризиків є створення безпечних і комфортних умов праці, збереження життя та здоров'я працівників, а також забезпечення стабільної та ефективної роботи підприємства [16].

У процесі трудової діяльності працівники можуть стикатися з різними небезпечними факторами: фізичними, хімічними, біологічними, психофізіологічними або ергономічними. Якщо ці фактори вчасно не виявити та не усунути, вони можуть призвести до травм, аварій, погіршення здоров'я працівників, зниження продуктивності праці та значних фінансових втрат для підприємства.

Оцінка ризиків дозволяє не лише визначити наявні небезпеки, але й встановити ймовірність виникнення небезпечної ситуації та можливу тяжкість її наслідків. Завдяки цьому підприємство може правильно визначити пріоритетність заходів безпеки та раціонально використовувати ресурси для покращення умов праці.

Процес оцінки ризиків зазвичай складається з кількох основних етапів [16]:

1. Виявлення небезпечних та шкідливих факторів.

На цьому етапі визначаються всі можливі джерела небезпеки на робочому місці. Наприклад, несправне обладнання, підвищений шум, недостатнє освітлення, перевтома працівників, психологічне навантаження, незручне робоче місце.

2. Аналіз ризиків.

Після виявлення небезпек оцінюється, наскільки часто може виникнути небезпечна ситуація, які можуть бути наслідки та скільки працівників можуть постраждати.

3. Визначення рівня ризику.

Для цього часто використовують матрицю оцінки ризиків, у якій враховується ймовірність виникнення небезпеки та тяжкість можливих наслідків.

Ризики можуть бути:

- низькими;
- середніми;
- високими;
- критичними.

4. Розробка заходів щодо зниження ризиків.

Після оцінки ризиків підприємство впроваджує заходи безпеки:

- модернізацію обладнання;
- покращення умов праці;
- встановлення систем захисту;
- проведення інструктажів;
- автоматизацію небезпечних процесів;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.

5. Контроль та повторна оцінка.

Оцінка ризиків не є одноразовою процедурою. Вона повинна регулярно переглядатися, особливо після змін у технологічному процесі, впровадження

нового обладнання, виникнення аварій чи нещасних випадків або змін умов праці.

Для диспетчера транспортної компанії, який працює з інформаційною системою підбору та завантаження транспортних засобів, оцінка ризиків дозволяє визначити небезпечні фактори робочого місця, оцінити навантаження на працівника, зменшити ризик помилок під час роботи, забезпечити комфортні умови праці та підвищити ефективність роботи диспетчера.

У розділі виконано оцінку ризиків деяких із визначених небезпек для робочого місця диспетчера.

Таблиця 4.2 – Оцінювання ризику тривалої роботи за комп'ютером

Показник	Характеристика
Небезпека	Тривала робота за монітором
Можливі наслідки	Втома очей, погіршення зору, біль у спині
Категорія серйозності	III – гранична
Обґрунтування	Можливі короточасні захворювання та зниження працездатності
Рівень ймовірності	B – можлива
Обґрунтування	Робота за комп'ютером виконується щоденно протягом тривалого часу
Індекс ризику	3B
Рівень ризику	Неприпустимий (надмірний)

Заходи щодо зниження ризику:

- організація регламентованих перерв;
- використання ергономічного крісла;
- правильне розташування монітора;
- достатнє освітлення робочого місця;

- використання вправ для очей;
- дотримання санітарних норм роботи за ПК.

Очікуваний результат:

- зниження навантаження на зір;
- зменшення перевтоми;
- покращення умов праці диспетчера.

Таблиця 4.3 – Оцінювання ризику психоемоційного перенапруження

Показник	Характеристика
Небезпека	Тривала робота за монітором
Можливі наслідки	Втома очей, погіршення зору, біль у спині
Категорія серйозності	III – гранична
Обґрунтування	Можливі короточасні захворювання та зниження працездатності
Рівень ймовірності	B – можлива
Обґрунтування	Робота за комп'ютером виконується щоденно протягом тривалого часу
Індекс ризику	ЗВ
Рівень ризику	Неприпустимий (надмірний)

Заходи щодо зниження ризику:

- оптимізація інтерфейсу інформаційної системи;
- автоматизація рутинних процесів;
- рівномірний розподіл навантаження;
- дотримання режиму праці та відпочинку;
- створення комфортного психологічного клімату;
- зменшення кількості зайвих операцій у програмі.

Очікуваний результат:

- зниження рівня стресу;

- підвищення концентрації уваги;
- зменшення кількості помилок;
- покращення ефективності роботи диспетчера.

За результатами оцінювання встановлено, що обидва ризики потребують впровадження заходів щодо їх зниження. Основна увага повинна приділятися ергономічній організації робочого місця, оптимізації програмного забезпечення та зменшенню психоемоційного навантаження на диспетчера.

Висновки до розділу

Створення безпечних та комфортних умов праці є одним із найважливіших завдань будь-якого підприємства, оскільки від цього залежить здоров'я працівників, ефективність їхньої роботи та стабільність функціонування організації. Сучасні умови праці, особливо у сфері інформаційних технологій та логістики, пов'язані не лише з фізичними, але й із психофізіологічними навантаженнями, що потребує комплексного підходу до організації охорони праці.

У ході аналізу умов праці диспетчера транспортної компанії було встановлено, що основними небезпечними та шкідливими факторами є тривала робота за комп'ютером, статичне навантаження, нервово-емоційне перенапруження, монотонність роботи та значний обсяг інформації, який необхідно постійно обробляти.

Проведена оцінка ризиків показала, що окремі небезпеки мають неприпустимий рівень ризику та потребують впровадження відповідних заходів безпеки. Для зниження рівня ризиків необхідно забезпечити ергономічну організацію робочого місця, оптимальні параметри освітлення та мікроклімату, дотримання режиму праці та відпочинку, а також використання сучасного та зручного програмного забезпечення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було спроектовано систему для оптимального завантаження транспортних засобів при організації перевезень

У першому розділі роботи було виконано аналіз предметної області, зроблено попередню постановку завдання автоматизації завантаження транспорту, проведено дослідження ринку існуючих програмних рішень, обґрунтувало доцільність розробки.

У другому розділі здійснено проектування системи, побудовано діаграми варіантів використання, визначено ролі користувачів, сформульовано функціональні вимоги, розроблено структуру бази даних, зроблено математичну постановку задачі, розроблено алгоритм її реалізації.

У третьому розділі роботи було описано програмну реалізацію модуля, розроблено його інтерфейс, проведено апробацію модуля на реальних даних.

У четвертому розділі роботи розглянуто питання охорони праці, зокрема аспекти електробезпеки та пожежної безпеки при роботі з комп'ютерною технікою, розроблено заходи щодо мінімізації професійних ризиків.

Отримані результати можуть бути використані диспетчером транспортного підприємства для вирішення завдання оптимізації завантаження транспортних засобів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Николайчук Я. М. Проектування спеціалізованих комп'ютерних систем. Навч. посіб. / Я. М. Николайчук. – Львів: Лира-К, 2010. – 216 с.
2. Морозов А. О., Яковина В. С., Чалий С. Ф. Технології розроблення програмного забезпечення : навч. посіб. / А. О.Морозов, В. С.Яковина, С. Ф. Чалий Львів : Новий Світ – 2000, 2017. 432 с.
3. Авраменко В.С., Авраменко А.С. Проектування інформаційних систем: навчальний посібник / В.С. Авраменко, А.С. Авраменко. - Черкаси: Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, 2017. - 434 с.
4. Анісімов А.В. Інформаційні системи та бази даних: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. / Анісімов А.В., Кулябко П.П. – Київ. – 2017. – 110 с.
5. Боровик В. М. Автоматизоване робоче місце. Проектування інформаційних систем і баз даних. Навч.посіб. / В. М. Боровик, В. П. Гамаюн. – К.: Видавнича група ВНУ, 2010. – 321 с.
6. Створення діаграми варіантів використання [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dut.edu.ua/ua/news-1-626-7758-zastosuvannya-uml-v-diplomnih-robotah_kafedra-kompyuternih-nauk-ta-informaciynih-tehnologiy
7. IDEF0. Знайомство з нотацією та приклади використання. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.trinion.org/blog/idef0-znakomstvo-s-notaciey-i-primer-ispolzovaniya>
8. Методологія IDEF0 [Electronic resource]. Access mode: https://stud.com.ua/87184/ekonomika/metodologiya_idef0
9. Доценко С. І. Бази даних : навч. посіб. / С. І. Доценко, Харків : УкрДУЗТ, 2023. – 300 с.
10. Ярцев В. П. Організація баз даних та знань : навч. посіб. / В. П. Ярцев. – Київ : Державний університет телекомунікацій, 2018. 214 с.
11. Кучук Г. А., Мерлак В. І., Скульський В. Є. Тестування програмного забезпечення : навч. посіб. Харків : ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2019. 286 с.

12. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. – Київ : ДП УкрНДНЦ, 2015. – 28 с.
13. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання / Нац. стандарт України. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 18 с.
14. Бібліотека: законодавство України про охорону праці. – Режим доступу: <https://education.profitteh.kiev.ua/mod/page/view.php?id=66>.
15. ДСН «Гігієнічна класифікація праці». – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0472-14>.
16. Оцінка ризиків і контроль ризиків. Базовий рівень. – Режим доступу: <https://www.ilo.org/uk/media/108461/download>.