

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету Інформаційних
технологій**

Ігор БОЛБОТ

(підпис)

«__»_____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри Комп'ютерних систем,
мереж та кібербезпеки**

Дмитро КАСАТКІН

(підпис)

«__»_____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

На тему: «Розробка системи та комп'ютерної мережі дистанційного керування
транспортною логістикою»

Спеціальність F7 «Комп'ютерна інженерія»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»

Гарант освітньої програми канд. фіз.-мат. наук, доцент	 (підпис)	<u>Євгеній НІКІТЕНКО</u>
Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи канд. пед. наук, доцент	 (підпис)	<u>Дмитро КАСАТКІН</u>
Виконав	 (підпис)	<u>Іван ДАШКО</u>

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки

канд. пед. наук, доцент Дмитро КАСАТКІН

« ____ » _____ 20 ____ р.

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ**

Дашку Івану Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна інженерія»

Тема кваліфікаційної бакалаврської роботи

«Розробка системи та комп'ютерної мережі дистанційного керування транспортною логістикою»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «10» 12 2025 р. № 3072 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру «2» 06 2026 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Перелік графічного матеріалу (за необхідності).

Дата видачі завдання “ 10 ” 12 2025 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи канд. пед. наук, доцент	 (підпис)	<u>Дмитро КАСАТКІН</u>
Завдання взяв до виконання	 (підпис)	<u>Іван ДАШКО</u>

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз вимог до периметру комп'ютерної мережі	10.03.2026 р.	Виконано
2	Проектування периметру комп'ютерної мережі	15.03.2026	Виконано
3	Моделювання периметру комп'ютерної мережі	20.04.2026	Виконано
4	Тестування розробленої периметру комп'ютерної мережі	07.05.2026	Виконано
5	Оформлення пояснювальної записки	24.05.2026	Виконано

Студент _____ / Іван ДАШКО /
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник проекту (роботи) _____ / Дмитро КАСАТКІН /
(підпис) (ініціали та прізвище)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ	9
1.1. Еволюція етапів впровадження інформаційних технологій у транспорті в умовах цифровізації	9
1.2. Огляд передових зарубіжних проєктів та технологій мережі дистанційного керування транспортною логістикою і управління транспортними процесами	13
1.3. Значення інтелектуальних інформаційних технологій у становленні цифрової логістики	19
1.4. Методика створення інформаційних моделей для управління транспортно-логістичними послугами	23
2 ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЮ ЛОГІСТИКОЮ НА ПРИКЛАДІ ТОВ «LOGIST»	33
2.1 Аналіз призначення мережі для логістичної компанії	33
2.2 Нові можливості від впровадження ІТ в логістику	37
2.3 Безпроводні рішення в роботі логістики	38
2.4 Тренди інновацій в логістиці	41
2.5 Фізичне планування та розроблення топології мережі ТОВ «LOGIST»	43
2.6 Логічна схема мережі ТОВ «LOGIST»	46
2.7 Забезпечення обладнання для комп'ютерної мережі ТОВ «LOGIST»	47
2.8 Розробка моделі для тестування роботи мережі ТОВ «LOGIST»	51
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИКОЮ ТРАНСПОРТНОЇ КОМПАНІЇ	57
3.1 Опис предметної області	57
3.2 Архітектура системи	58
3.3 Функціональні вимоги системи	59
3.4 Проєктування інформаційної системи	61
3.5 Програмна реалізація застосунку	72
3.6 Розробка інтерфейсу інформаційної системи	79
ВИСНОВКИ	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	87

РЕФЕРАТ

Актуальність дослідження зумовлена стрімким розвитком інформаційних технологій та необхідністю їх широкого впровадження у сферу транспортно-експедиторської діяльності. У сучасних умовах ефективне функціонування транспортних компаній є неможливим без використання автоматизованих інформаційних систем, які забезпечують оперативний обмін даними, координацію логістичних процесів та підтримку прийняття управлінських рішень. Сучасний ринок транспортних послуг потребує швидкої обробки інформації, оптимізації маршрутів перевезень, контролю виконання логістичних операцій і забезпечення належного рівня транспортного сервісу. Саме тому розробка інтелектуальних комп'ютерних систем управління транспортною логістикою є актуальним напрямком наукових досліджень і практичного застосування.

Метою роботи є дослідження особливостей функціонування транспортних підприємств, аналіз сучасних інформаційних технологій у сфері транспортної логістики та розробка рекомендацій щодо впровадження програмних засобів для автоматизації процесів управління транспортною компанією. Особливу увагу приділено дослідженню існуючих програмних рішень, призначених для автоматизації інформаційних потоків і логістичних процесів у транспортній галузі.

У процесі виконання роботи проведено аналіз сучасних методів і технологій створення складних інформаційних систем, а також здійснено порівняльну характеристику існуючих підходів до автоматизації транспортно-експедиторської діяльності. За результатами проведених досліджень розроблено інтелектуальну інформаційну систему управління транспортною компанією, побудовану з використанням сучасних підходів до проєктування програмного забезпечення та комп'ютерних мереж. Розроблений програмний комплекс має гнучку архітектуру та може бути адаптований до потреб різних транспортних підприємств з метою підвищення ефективності їх діяльності.

Основними завданнями дослідження були: аналіз принципів і методів організації транспортно-експедиторської діяльності в Україні та за кордоном; підвищення надійності та безпеки транспортних послуг шляхом мінімізації впливу людського фактору під час виконання логістичних операцій; удосконалення методів організації та управління транспортними процесами у сфері транспортної логістики. Об'єктом дослідження є комп'ютерні системи дистанційного контролю та управління транспортними процесами, а також технологічні процеси транспортно-експедиторської діяльності, пов'язані з організацією перевезень і наданням транспортно-експедиторських послуг.

ВСТУП

Сучасний розвиток і подальша модернізація економіки, а також нові підходи у взаємовідносинах між транспортними компаніями та вантажовласниками в Україні безпосередньо залежать від розробки та впровадження інноваційних систем управління. У нинішніх умовах час виконання, якість послуг, безпека транспортування і витрати стають ключовими чинниками, які визначають ефективність управління транспортно-логістичними системами.

Зростаюча цифровізація економіки і розвиток транспортних технологій вимагають нових підходів до обслуговування клієнтів і надання якісних послуг у сфері вантажоперевезень. Це неможливо без комплексної оптимізації транспортних і логістичних витрат. Головною конкурентною перевагою транспортно-експедиторських компаній є гармонійне поєднання сучасних бізнес-моделей із новими методами управління та організаційними підходами, що дозволяють підвищити ефективність логістичної діяльності.

Однак аналіз нинішньої системи державного регулювання та науково-практичних розробок у сфері вантажного експедирування виявив низку проблем, що стримують розвиток галузі. В умовах швидких змін на ринку транспортних послуг і зростаючих вимог з боку замовників постає необхідність оптимізації управління транспортно-експедиторською діяльністю. Це потребує впровадження сучасних інтелектуальних інформаційних технологій, що включають комп'ютерне моделювання логістичних ланцюгів, інформаційно-концептуальні підходи, а також віртуалізацію транспортних ресурсів.

Інтелектуальні системи управління дозволяють не лише автоматизувати процеси планування і моніторингу, але й значно підвищити ефективність використання транспортних ресурсів. Використання віртуалізації дає можливість створювати інтерактивні моделі для аналізу, прогнозування та оптимізації логістичних операцій. Це, у свою чергу, сприяє скороченню витрат і підвищенню якості сервісу, забезпечуючи компаніям конкурентоспроможність на ринку.

У майбутньому розвиток галузі залежатиме від здатності транспортних компаній адаптуватися до нових вимог ринку, які визначатимуться технологічними інноваціями, зокрема штучним інтелектом, великими даними, автоматизацією процесів та цифровою трансформацією. Впровадження таких технологій дозволить не лише підвищити ефективність операцій, але й забезпечити безперебійність ланцюгів постачання, що є ключовим фактором для успішної діяльності у глобальній економіці.

Таким чином, сучасні інтелектуальні системи, інформаційні технології та оптимізація логістичних витрат є не лише умовою підвищення якості послуг, але й необхідністю для подальшого розвитку транспортної індустрії в

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ

1.1. Еволюція етапів впровадження інформаційних технологій у транспорті в умовах цифровізації

Попит на транспортні послуги продовжує зростати. На думку експертів, у майбутньому вимоги до транспортної системи країни, а також окремих регіонів, лише збільшуватимуться. Незважаючи на це, в управлінні транспортними системами існує низка глобальних системних проблем, шляхи вирішення яких досі не запропоновані. Збереження поточної ситуації може призвести до уповільнення темпів зростання економіки, послаблення конкурентоспроможності на світових експортно-імпортних ринках, а також до відставання у розвитку окремих виробничих секторів, зокрема транспорту.

Таким чином, завдання транспортного забезпечення із збільшенням вантажопотоку та швидкості виконання логістичних операцій і функцій при вантажоперевезеннях, а також оптимізація ефективності роботи транспортно-логістичних компаній і експедиторів набувають високого пріоритету і стратегічного значення для розвитку країни.

Логістична функція - це сукупність операцій і дій, спрямованих на трансформацію матеріального потоку. Основні логістичні функції включають [1, 2]:

1. Інтегруюча функція - призначена для формування процесу руху вантажу в межах єдиної транспортної системи.

2. Організуюча функція - забезпечує взаємодію та координацію дій і операцій усіх учасників логістичного процесу.

3. Управлінська функція - спрямована на підтримку умов і дотримання параметрів транспортно-логістичної системи в установлених межах.

Функції транспортно-логістичної системи охоплюють [1, 2]:

- інтеграцію різних функцій та економічних відносин з потребами пасажирських і вантажних перевезень;
- координацію процесів управління поставками та доставкою вантажів;
- кооперацію та інтеграцію управління переміщенням товарів і вантажопотоків через використання складів різних транспортних компаній і підприємств із різних галузей;
- розвиток і вдосконалення функцій управління, а також раціональний розподіл завдань між усіма учасниками транспортної галузі;
- організацію програмно-визначених транспортних систем, що передбачає поділ процесів передачі та управління даними, централізацію управління процесами через уніфіковане програмне забезпечення, віртуалізацію фізичної мережі та транспортних ресурсів.

Виділяють три основні групи функцій для управління логістикою [1, 2]:

1. Планування процесу та координація роботи учасників транспортно-логістичного процесу.
2. Коригування робочого процесу під час виконання замовлення.
3. Контроль і управління переміщенням матеріальних та інформаційних потоків.

У процесі виконання функцій з планування та координації роботи формуються плани і графіки руху матеріальних та інформаційних потоків, здійснюється інтеграція з локальними планами окремих підрозділів. Розробляються глобальні цілі управління, визначаються критерії оцінки ефективності досягнення цілей, а також координуються всі види роботи підрозділів компанії для реалізації запланованих завдань і графіків.

При регулюванні процесу відбувається контроль руху матеріальних потоків з можливістю оперативного втручання у разі порушень встановлених планів і графіків. Це передбачає узгодження дій усіх підрозділів і відділів, відповідальних за рух матеріальних і пов'язаних з ними потоків, а також розробку планів дій для усунення можливих відхилень.

Для реалізації функцій управління і контролю необхідно оцінювати ступінь забезпеченості підприємства матеріально-технічними ресурсами

(МТР), аналізувати параметри ефективності їх використання, витрати, пов'язані з рухом товарів, та розробляти рішення для підвищення ефективності логістики та управління транспортом.

До досягнень науково-технічного прогресу в галузі інформатики та цифрових технологій, які сприяють реалізації методології логістичного менеджменту, належать:

1. Цифровізація процесів управління логістикою, а саме:

- впровадження цифрових і комп'ютерних елементів керування у процеси управління;
- розробка програмного забезпечення та інформаційних систем, що дозволяють автоматично виконувати функції планування, прогнозування та ухвалення управлінських рішень.

2. Розробка технологій і засобів для передачі інформації та даних, зокрема:

- створення нових стандартів передачі даних;
- розробка сучасного обладнання та програмного забезпечення для прийому і передачі цифрової інформації.

Ці досягнення дають змогу контролювати всі етапи руху товарів, комплектуючих виробів і сировини, що дозволяє чітко визначати проблемні ділянки, які знижують ефективність існуючих схем управління вантажопотоками. У свою чергу, ці результати забезпечили необхідну інформацію та вимоги для розробки нових, більш ефективних способів організації та управління рухом транспортних потоків. Багато проблем було вирішено на шляху впровадження інтелектуальних транспортних систем (ІТС) у Україні.

Для правильного розуміння основ цифровізації транспортних процесів необхідно чітко усвідомлювати властивості та параметри управління інтелектуальними транспортними системами (ІТС). Проблеми у розумінні функціонування та управління ІТС часто виникають через різницю у постановці завдань автоматизації, визначенні ролі цифровізації та інтелектуалізації в управлінні транспортними системами. Варто також відзначити, що через

активний розвиток сфери досліджень у створенні ІТС наразі допущено ще не всі можливі помилки, тому кількість успішних прикладів впровадження таких систем є обмеженою.

Інтелектуальні транспортні системи формуються на стику інформаційних технологій та транспортної галузі. Вони включають моделювання транспортних потоків, інформаційні системи та системи управління дорожнім рухом. Глибоке розуміння сутності ІТС визначає ключові цілі їх розробки та впровадження, зокрема:

- забезпечення вищого рівня інформативності та безпеки дорожнього руху;
- створення і підтримка принципово нового рівня цифрової та інтелектуальної взаємодії всіх учасників дорожнього руху.

Аналізуючи світовий досвід впровадження ІТС у країнах Сходу, таких як Японія та Китай, а також на Заході, де працюють американські фахівці, можна помітити, що при розробці рішень значна увага приділяється продуманій функціональній структурі систем та контролю виконання вимог у цій сфері. У той час на вітчизняному ринку дослідники та розробники у галузі транспорту та інтелектуальних систем працюють здебільшого з об'єктно-орієнтованим підходом, що акцентує увагу на методах забезпечення працездатності систем.

Однією з глобальних проблем при проектуванні інтелектуальних інформаційних систем є перевага об'єктів та інфраструктури над сервісами і функціональними можливостями. Для досягнення цілей ІТС, таких як підвищення безпеки, покращення інформативності та наявність транспортного забезпечення, а також синхронізація взаємодії різних видів транспорту, необхідно провести функціональну декомпозицію. Це дозволить перейти до реалізації цілей у вигляді конкретних функціональних особливостей ІТС.

Щоб визначити сутність і завдання ІТС, варто поставити таке запитання:

чи здатна інфраструктура та встановлене обладнання забезпечити досягнення цілей, поставлених перед ІТС? Тобто, чи можна підвищити безпеку руху,

надати більше інформації та покращити міжтранспортну взаємодію? Для відповіді на це питання недостатньо лише знань про параметри та характеристики обладнання і серверів. Необхідно розуміти функціональні особливості системи, на основі яких можна оцінити функціональність ІТС та її перспективи в поєднанні з останніми науково-технічними досягненнями в суміжних та транспортних галузях.

Завдання вибору функціональних частин ІТС залежить від коректності визначення кінцевих цілей, які система повинна реалізувати. Переходити до технічного рівня та оснащення інфраструктури ІТС варто лише після вибору загальної методології і концепції для вирішення необхідної кількості функціональних завдань.

1.2. Огляд передових зарубіжних проєктів та технологій мережі дистанційного керування транспортною логістикою і управління транспортними процесами

1.2.1. Транспортно-експедиторські послуги компанії Amazon.com, та інноваційний транспортний сервіс «Amazon Prime»

Аналізуючи досвід зарубіжних компаній та наукові розробки, не можна не звернути увагу на лідера США в галузі e-commerce - компанію Amazon, яка вважається найбільшою у світі за товарообігом серед тих, хто продає товари і послуги через Інтернет, і є одним із перших онлайн-сервісів, орієнтованих на продаж товарів широкого вжитку. Основний акцент керівництво компанії робить на забезпеченні високотехнологічної та швидкої доставки придбаних товарів, тим самим реалізуючи свою унікальну конкурентну перевагу [3, 4].

Amazon намагається мінімізувати час доставки, використовуючи різні методи: швидкісні автомобілі, співпрацю з іншими транспортними компаніями, а також вантажівки з 3D-принтерами на борту, які виїжджають на локальні замовлення та друкують необхідні запчастини і деталі. На складах Amazon по всьому світу працює понад 100 000 робітників, які, хоч і не повністю автономні, контролюються людьми. Завдяки цьому компанія наймає більше

працівників, одночасно збільшуючи частку автоматизації. Роботи зменшують навантаження на персонал і допомагають економити простір на складах, оскільки їхня робота не вимагає додаткового вільного місця для підходу до полиць.

Нещодавно Amazon представила новий складський центр восьмого покоління, де використовуються роботи Kiva та інші ефективні механічні інновації. Наразі десять складів Amazon у США працюють за новими стандартами. Фулфілмент-центри восьмого покоління оснащені [3, 4]:

- роботами Kiva (понад 15 000 одиниць, що працюють на складах Amazon у США);
- роботизованою рукою Robo-Stow - однією з найбільших у світі, яка переміщує великі обсяги товарів для виконання замовлень клієнтів;
- новою візуальною системою (New Vision Systems), яка дозволяє вивантажувати і приймати вантажі всього за 30 хвилин, замість кількох годин;
- сучасною графічно орієнтованою комп'ютерною системою, яку співробітники використовують під час виконання замовлень.

Роботизована система нового логістичного центру Amazon дає змогу розвантажити вантажівку всього за 30 хвилин без втручання людини, тоді як звичайні вантажники витратили б на це кілька годин.

Amazon вже довгий час впроваджує інноваційні технології у свій бізнес. Зокрема, компанія розробила систему повітряної експрес-доставки на базі дронів, і сьогодні така експрес-доставка вже стала реальністю.

Amazon робить значну ставку на дрони, вважаючи, що повітряна доставка вантажів є найшвидшим та найефективнішим способом транспортування з пункту А в пункт Б. Для того щоб мати можливість використовувати дрони як кур'єрів, компанія лобіює прийняття низки законів у США та інших країнах, які дозволяють застосування повітряного міні-транспорту для доставки. Крім того, Amazon розробляє нові моделі дронів та елементи необхідної інфраструктури.

У рамках програми Amazon Prime Air компанія почала використовувати невеликі дрони для доставки невеликих замовлень клієнтам у Великій Британії

[5]. Сервіс Prime доступний у США та Великій Британії за ціною \$99 на рік і дозволяє замовляти необмежену кількість товарів на сайті Amazon з безкоштовною доставкою протягом двох днів. Окрім цього, компанія надає можливість отримати замовлення у день покупки або на наступний день для жителів понад 8 тисяч міст.

У логістиці існує поняття «остання миля», яке позначає останній етап доставки товару безпосередньо до клієнта. «Остання миля» є найдорожчою складовою логістичного процесу з економічної точки зору, оскільки вантаж зазвичай потрапляє у проміжні точки великими партіями. У межах програми Prime Air товари вагою до 2,3 кг доставляються клієнтам за допомогою дронів протягом 30 хвилин після замовлення. Технологічна еволюція цього процесу представлена на рисунку 1.1.

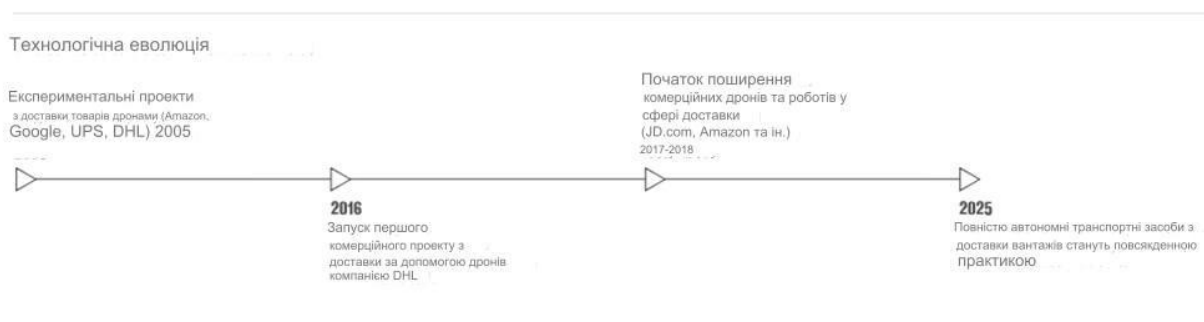


Рисунок 1.1 – Етапи розвитку інноваційних технологій доставки товарів споживачам

Що стосується самого способу доставки дроном, то це не обов'язково «кур'єр до дверей» - місце доставки може змінюватися, наприклад, якщо одержувач посилки перебуває в русі. Дрони отримують інформацію про місце доставки, орієнтуючись на дані, отримані зі смартфона замовника.

Загалом існує чотири варіанти доставки: «Принеси мені», «Додому», «На роботу» та «На мій човен». Однак проблемою, що залишається невирішеною, є питання безпеки у великих містах та заборона використання дронів у них. Це пов'язано з ризиком падіння пристрою, а також з можливістю використання дронів у злочинних цілях.

Завдяки злагодженому функціонуванню системи Amazon, компанія,

покращуючи якість основних характеристик транспорту і транспортно-пасажирських потоків, щодня виконує понад 3 мільйони замовлень, що було б неможливо без впровадження сучасних роботизованих технологій.

1.2.2. Глобальна логістична система Alibaba Group

Для будь-якого інтернет-магазину сьогодні найслабшим місцем є доставка, і чим швидшим та якіснішим буде сервіс, тим більше клієнтів залучатиме таке торгове підприємство. Розвиток логістики є найважливішою складовою глобальної електронної комерції. Поряд із закупівлею товарів та маркетингом, логістика є однією з базових складових діяльності будь-якого інтернет-магазину. Найбільшими маркетплейсами на сьогодні є група китайських компаній електронної комерції, зокрема Alibaba Group Holding Ltd та її торгові онлайн-платформи Taobao і AliExpress, штаб-квартири яких розташовані в китайському місті Ханчжоу (провінція Чжецзян) [6, 7].

Тривалий час логістика базувалася на консолідації вантажів у Європі. Проте, незважаючи на територіальну віддаленість від центрів Європи та Америки, де відбувається більшість онлайн-покупок та замовлень, компанія успішно лідирує на ринку електронної комерції завдяки ідеально налагодженій системі транспортної логістики.

Фактично, AliExpress - це не просто торговий посередник чи інтернет-магазин (оскільки компанія не виробляє товарів і не веде їх інвентаризацію), а скоріше транспортно-логістична компанія. Вона не володіє товарами, що продаються на її майданчиках, а є лише віртуальною торговою платформою, яка організовує взаємодію між продавцем і покупцем та всі супутні процеси, включаючи фінансові, інформаційні й транспортні. При цьому частка і важливість організованих компанією транспортних і логістичних процесів є її основними конкурентними перевагами, що забезпечують AliExpress глобальну перевагу над конкурентами і дозволяють постачати товари клієнтам по всьому світу. Завдяки створенню глобальної логістичної системи та управлінню нею як єдиною транспортною системою, AliExpress може здійснювати доставку в будь-який регіон за заздалегідь підписаними договорами, що значно економить час і гроші, а також відкриває нові

можливості для користувачів [6, 7].

Схема роботи та експедирування транспортно-логістичної системи AliExpress виглядає наступним чином: компанія укладає великі договори на поставку та доставку вантажів по ключових магістральних маршрутах із провідними транспортно-логістичними компаніями та операторами, такими як FedEx, DHL, EMS, UPS, TNT тощо, а також з місцевими гравцями і кур'єрськими компаніями, такими як Нова Пошта, які інтегрують у свої логістичні ланцюжки товари, що надходять регулярно через основні канали. Завдяки великим обсягам товарів, що доставляються, і організації всього ланцюга поставок, компанії не потрібно регулювати кожне замовлення окремо. Натомість замовлення можна об'єднувати в блоки і з постійною регулярністю доставляти у заданих напрямках, не чекаючи заповнення контейнера чи вантажного причепа.

Ця схема також дозволяє компанії бути максимально незалежною від конкретного перевізника та ефективно управляти доставкою, не володіючи ні вантажем (до моменту передачі його отримувачу він належить відправнику), ні транспортом, що його перевозить. Адже система побудована на інфраструктурі та потужностях інших транспортних операторів.

На сьогодні ця схема роботи широко поширена у світі і має великий успіх у сфері телекомунікацій та зв'язку, де створюються віртуальні транспортні оператори. На базі великих мережевих власників створюється торговий посередник, який, оптимізуючи витрати, може купувати трафік і розподіляти його між своїми клієнтами на вигідніших умовах.

З розвитком електронної комерції зростають потреби та очікування клієнтів від логістики. Інноваційні компанії, такі як Amazon, а також нові гравці подібного типу зосереджуються на збільшенні швидкості доставки і прагнуть мати більший контроль над частинами ланцюга поставок або скорочувати кількість посередників, якщо це можливо.

Можна сказати, що аспект збільшення швидкості доставки не є новим у логістиці та транспортній галузі. Концепція бізнес-логістики 7R, ймовірно, залишатиметься актуальною ще тривалий час (див. рисунок 1.2) [8-10].

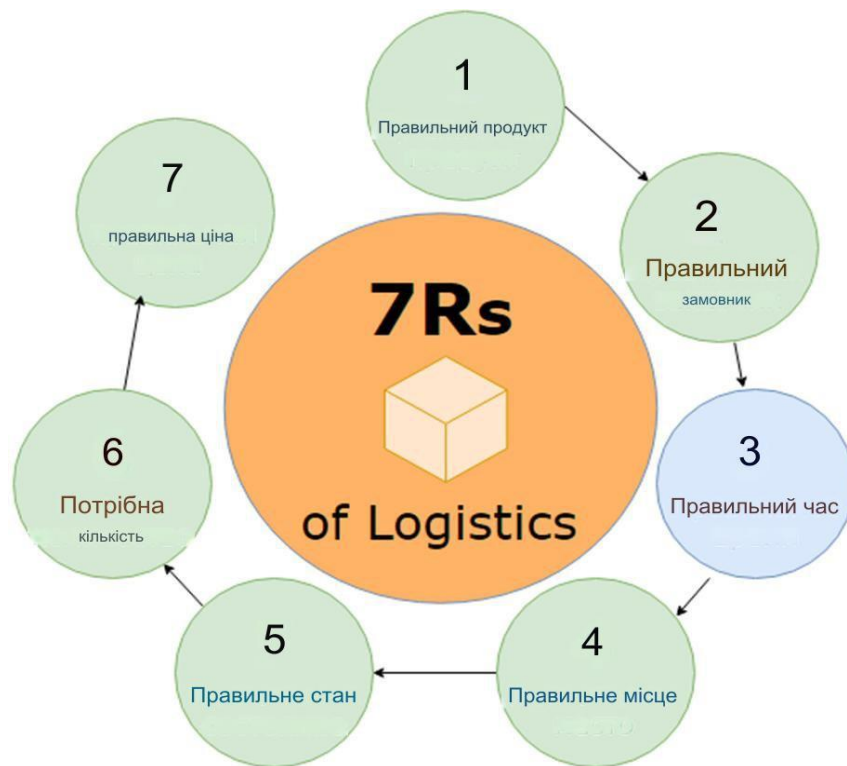


Рисунок 1.2 – Положення матеріально-технічного забезпечення бізнесу

Аналіз рисунка 1.2 показує, що в концепції бізнес-логістики 7R важливу роль відіграє точна інформація з датчиків (статус, місцезнаходження, швидкість, якість), а також дані, засновані на аналізі та оцифруванні інформації по всьому ланцюжку поставок.

Зважаючи на це, Lynx International, філія великої китайської компанії електронної комерції Alibaba Group, нещодавно оголосила про успішну інтеграцію технології блокчейн у міжнародні логістичні операції. За словами керівництва Lynx International, нова система блокчейн відстежує інформацію, пов'язану з імпортованими товарами. Дані, що зберігаються в блокчейні, включають відомості про виробника, спосіб транспортування, митницю, інспекцію та незалежний нагляд третьої сторони [6-9].

Після того як дані записані в блокчейн, їх можна переглянути чи проаналізувати, але змінити їх неможливо за жодних обставин. Незмінність даних є однією з ключових характеристик блокчейну, що забезпечує високу надійність інформації, завдяки чому технологія широко використовується у

криптовалюті. За допомогою блокчейну будь-яка компанія може скористатися перевагами системи, інформація в якій відрізняється підвищеною достовірністю.

Alibaba Group запустила логістичний проект "China Intelligent Highway", для якого Alibaba разом із кількома технологічними компаніями, включаючи Fosun Group, Fuchun Group, SF, Shen Tong, створили асоціацію під назвою Rookie Network Technology Co., Ltd.

Інтернет-гігант Alibaba Group Holding Ltd планує інвестувати 100 млрд юанів (\$15,2 млрд) протягом наступних п'яти років у розвиток інноваційних логістичних технологій. Ці інвестиції будуть спрямовані на збільшення досліджень і розробок у сфері логістики, розвиток розумного складування, інтелектуальної доставки та глобальної логістичної інфраструктури. Усі ці напрями створюють основу для побудови глобальної логістичної мережі майбутнього.

Розширюючи логістичні можливості системи та збільшуючи інвестиції в логістичний сектор, Alibaba реалізує нову стратегію інтеграції онлайн- та офлайн-торгівлі, створюючи єдину наскрізну систему для покупців.

Традиційний шлях товару передбачає три етапи: транспортування від постачальника, зберігання на складі та доставку клієнту. Вибір логістичної стратегії залежить від розміру магазину та типу товару. Маленькі магазини можуть виконувати всі етапи самостійно, тоді як великі магазини часто створюють власну складську систему або звертаються до логістичних операторів. Призначних обсягах зручніше передати складське обслуговування на аутсорсинг або фулфілмент - процес, за якого логістична компанія бере на себе відповідальність за доставку товарів, прийом платежів і обробку повернень [10-13].

1.3. Значення інтелектуальних інформаційних технологій у становленні цифрової логістики

1.3.1. Нові бізнес-моделі цифрового експедирування вантажів та онлайн-логістики

Ринкові відносини все більше переміщуються в інтернет. За прогнозами експертів, до 2025 року загальний обсяг електронної комерції в Україні може досягти 2,5 млрд. гривень. Основна проблема, з якою стикаються підприємці у сфері e-commerce, - це спосіб доставки товару покупцеві: створити власний логістичний відділ чи передати функцію аутсорсинговій транспортній компанії? Традиційний спосіб, який ще 2-3 роки тому був основним для малого бізнесу, полягав у придбанні кількох автомобілів, наймі водіїв і самостійній доставці вантажів. Однак, на думку експертів, цей підхід є найбільш витратним через приховані витрати: підприємці, які володіють власним автопарком, змушені покривати витрати на паливно-мастильні матеріали, зарплату водіїв, ремонт і обслуговування транспорту.

Розвиток електронної комерції стимулює зростання транспортно-логістичної галузі, оскільки більшість товарів, придбаних онлайн, потребують комплексної доставки. Разом з розвитком цифрової комерції з'являються нові форми співпраці та організації транспортно-логістичної діяльності, що впроваджують концепцію цифрової трансформації транспортного комплексу.

Термін «цифровий транспорт» охоплює інтеграцію сучасних інтелектуальних і телекомунікаційних технологій для забезпечення взаємодії між клієнтами, транспортними службами, інформаційними системами управління транспортною інфраструктурою. Він передбачає створення наскрізних транспортних технологій на основі цифрового управління та організації транспортних процесів. Інфраструктурна складова цифрового транспорту стане основою для розвитку єдиного інформаційного середовища, що поєднує різні види транспорту, їх транспортні системи з учасниками та клієнтами ринку. Тому проект «цифровий транспорт» є одним із найбільш важливих і перспективних галузевих проектів.

Наразі більшість великих транспортно-логістичних компаній і операторів пропонують повний спектр послуг, що повністю задовольняє потреби малих і середніх бізнесів. Водночас активно розвиваються інформаційні системи компаній з доступом до послуг через API, що дозволяє

миттєво отримати інформацію про вартість доставки та розмістити її на вебсайті клієнта. Впроваджуються онлайн-трекери для віддаленого відстеження вантажу на маршруті.

Окрім технологічної складової транспортних послуг, варто пам'ятати, що доставка - це передусім фізична послуга з переміщення вантажів. Для ефективного виконання цієї послуги компанії потрібне максимальне географічне охоплення, оскільки не кожен регіональний оператор здатен доставити вантаж за доступною ціною за межі власної логістичної мережі.

У світі зростає попит на доставку як на комплексну послугу з додатковими можливостями, а не просто транспортування вантажу з точки А до точки Б [14-16]. Тому обсяги аутсорсингу на ринку вантажоперевезень і вимоги до якості транспортних послуг лише збільшуватимуться (рис. 1.4).

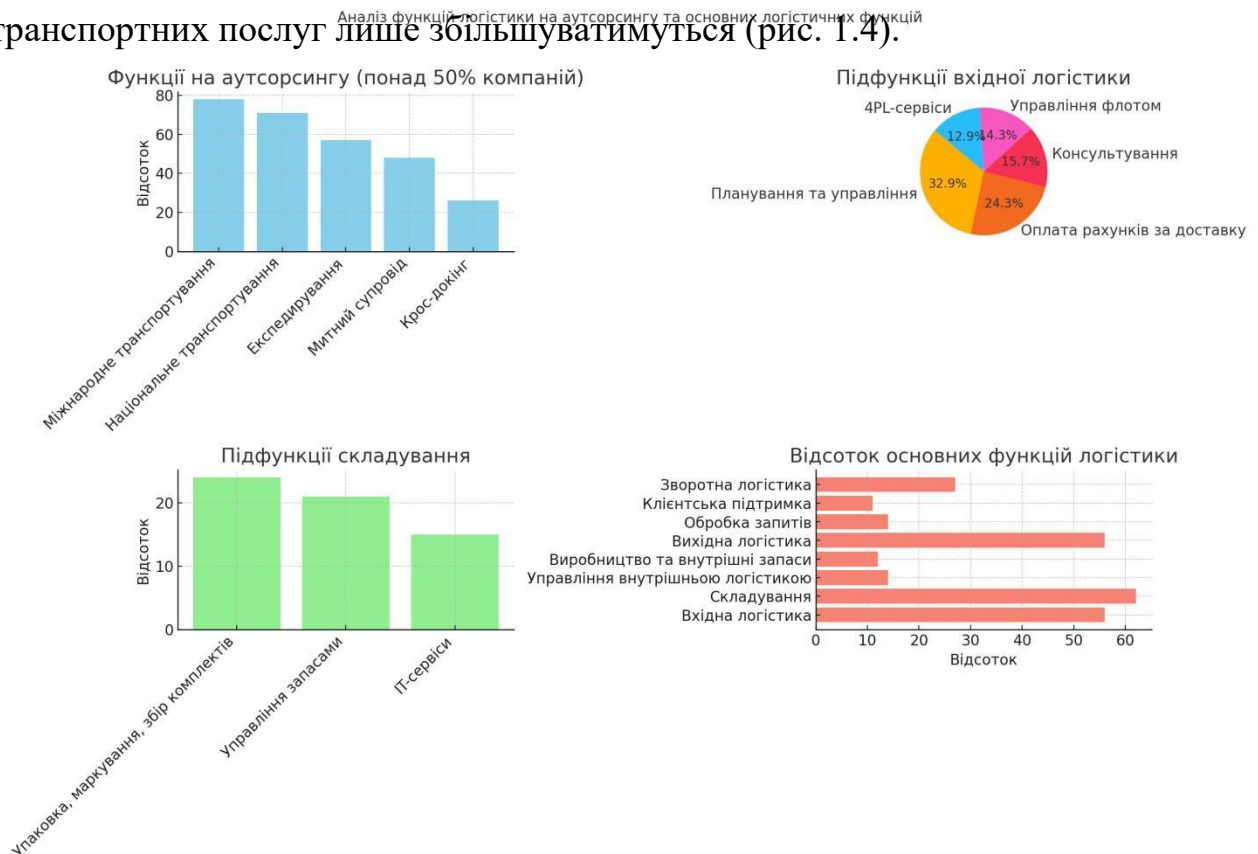


Рисунок 1.4 – Відсоток аутсорсингу за елементами логістики у світі

Для більшості представників малого і середнього бізнесу набагато простіше, швидше і, головне, економічно вигідніше залучати зовнішні транспортно-експедиторські компанії, оскільки в цьому випадку немає

непередбачених і додаткових витрат, а оплачуються лише фактично виконані поїздки з додатковими опціями для клієнтів.

Щоб розвивати свій бізнес, необхідно швидко реагувати на зміни на транспортному ринку та адаптуватися до них. Управління транспортними потоками з метою оптимізації витрат на переміщення матеріальних потоків і товарів до споживача потребує певної реорганізації структури управління, а також визначення нових пріоритетів і цілей. Багато рішень, пов'язаних з управлінням транспортними та матеріальними потоками, стосуються сфери віртуальної та цифрової логістики.

Цифрова логістика в епоху глобалізації – це не лише відстеження матеріальних та інформаційних потоків на основі структури транспортного підприємства. Це інтегрована інформаційна система зі складною структурою елементів управління для відстеження та керування в режимі реального часу, а також моделювання і віртуалізація можливих комбінацій транспортно-логістичних ресурсів і засобів на основі інтелектуальних і цифрових технологій. Цифрова логістика дозволяє керувати логістичними процесами в режимі реального часу з оптимальним розподілом транспортних ресурсів і раціональним використанням наявних можливостей. Крім того, вона дає можливість ефективно доповнити поняття віртуальної або цифрової економіки, інтернет-бізнесу і сфери електронної комерції [10-16].

Аналіз розвитку інтелектуальних інформаційних технологій у сфері організації та управління процесами у транспортно-експедиторській діяльності підтвердив відсутність інтелектуальних моделей і механізмів планування транспорту та логістики, транспортних, експедиторських і посередницьких функцій та операцій у транспортно-експедиторських послугах.

Для вирішення проблем сучасної логістики необхідні нові бізнес-моделі цифрової експедиції, в яких людський фактор зводиться до контролю, а всі інші функції виконуються автоматично. Після створення та впровадження такої бізнес-моделі цифрової експедиції вона зможе поєднувати класичні функції «офлайн» експедиції з сучасними «онлайн» технологіями.

Нові бізнес-моделі, засновані на цифрових технологіях та орієнтовані на створення рішень і послуг з доданою вартістю, сприяють цифровій трансформації транспортної галузі, що призводить до повної цифровізації процесів і методів надання послуг. Основне завдання сучасної логістичної бізнес-моделі полягає не в довготривалих транспортуваннях, а у доставці вантажу в найкоротші терміни з мінімальними витратами і ризиками.

Цифрове управління ланцюгами поставок - це модель нового покоління, яка поєднує автоматизацію з високоякісними логістичними послугами. Можна стверджувати, що у найближчі роки цифровий ланцюг поставок стане домінуючою бізнес-моделлю, яка не тільки сприятиме підвищенню функціональності бізнесу, але й забезпечить передбачуваність тенденцій у ланцюгу поставок.

Технології та бізнес-моделі у логістиці регулюють час. Хоча неможливо прискорити сам час пересилання, значний попит у ланцюгу поставок залежить не тільки від швидкості та гнучкості, але й від здатності відстежувати відправлення. Використовуючи смартфони чи планшети, споживачі можуть відстежувати відправлення на кожному етапі, доки воно не досягне кінцевого пункту призначення. Ця послуга є дуже корисною для споживачів, надаючи їм точну інформацію про час доставки товарів. У XX столітті онлайн-платежів практично не існувало, а сьогодні електронна комерція є рушійною силою продажів [12-15].

Цифрові продажі здійснюються щодня за допомогою електронних платежів через сенсорні кнопки. Цифрова електронна комерція надає компаніям можливості для зростання. Незважаючи на те, що ця сфера все ще розвивається, вдосконалені екосистеми даних є однією з головних переваг для галузі. Від відстеження відправлень до високошвидкісних продажів і доставок, технологія постійно трансформує логістичні потоки, повністю оптимізуючи їх.

1.4. Методика створення інформаційних моделей для управління транспортно-логістичними послугами

Важливою метою розвитку вантажоперевезень є вдосконалення організації експедирування вантажів - діяльності, спрямованої на захист

вантажу від будь-якого фізичного впливу, окрім планових заходів, і забезпечення його збереження протягом усього маршруту.

Досягнення цієї мети передбачає кілька етапів, оскільки експедирування вантажів включає не лише доставку «від дверей до дверей», але й увесь комплекс послуг, пов'язаних із організацією транспортування. Експедитор, або організатор вантажоперевезень, забезпечує задоволення максимальних потреб клієнта і надає такий спектр послуг:

- Підбір спеціального транспортного обладнання відповідно до особливостей доставки. Враховуються габарити виробу, його характеристики, терміновість та інші фактори.

- Складання оптимального маршруту. Логістичні послуги компанії ретельно опрацьовують маршрут, що дозволяє скоротити час доставки без збільшення її вартості.

- Оформлення документів. Базова послуга експедирування, яка включає підготовку всіх декларацій, митних актів, врегулювання питань із податковою службою та вирішення інших питань для забезпечення законності вантажоперевезення.

Таким чином, експедирування вантажів дозволяє перекласти всю відповідальність за транспортування на транспортно-експедиторську компанію, яка діє за бізнес-моделлю аутсорсингу. Це, у свою чергу, дозволяє знизити витрати компанії та зосередити ресурси на виробничих процесах.

У процесі розвитку ринкової економіки та переходу до принципів цифрової економіки стає очевидною важливість підвищення ефективності та якості транспортних процесів і систем. Для реалізації цих завдань необхідні нові цифрові методи організації та управління транспортно-логістичною діяльністю. Внаслідок цього з'явився новий напрямок - «цифрова транспортна логістика».

Транспортна логістика поділяється на внутрішню (переміщення вантажу всередині компанії або між її філіями) та зовнішню (наприклад, доставка

товару від виробника до споживача). Основні види транспортування [17-19]:

- Унімодальні - здійснюються одним видом транспорту.
- Мультимодальні - включають кілька видів транспорту, але з одним відповідальним організатором. Офіційним перевізником є один вид транспорту, інші мають статус клієнтів.
- Інтермодальні - доставка кількома видами транспорту, коли один оператор організовує весь процес переміщення від першої точки до отримувача, і відповідальність розподіляється між усіма перевізниками з єдиними тарифами.
- Змішані - використовуються два види транспорту; перший вид доставляє до місця завантаження на другий вид транспорту (без проміжних пунктів і зберігання).
- Комбіновані - на відміну від змішаних, у ланцюгу використовують більше двох видів транспортних засобів.

У більшості випадків мультимодальна схема доставки є єдиним можливим варіантом при відправці вантажів в іншу країну, а також для досягнення оптимального співвідношення ціни, якості та часу. Зазвичай використовуються такі схеми: комбінація залізничного, морського і автомобільного транспорту для перевезення великовагових вантажів; взаємодія автотранспорту та авіації для швидкої доставки; використання автотранспорту для міжміських перевезень. Під час виконання транспортно-експедиторських послуг підрядник, як правило, використовує мультимодальну схему доставки.

Наукові дослідження діяльності транспортно-експедиторських компаній показали, що використання різних видів транспорту однією компанією є проблематичним через складність швидкої заміни транспортного засобу або оператора у разі виникнення проблем із виконанням договору. Щоб уникнути цієї проблеми в майбутньому, пропонується використовувати комплексний підхід до організації транспортного процесу, заснований на інтелектуальних

транспортних системах, які об'єднують транспортні, логістичні та експедиторські компанії.

Наразі процес транспортної логістики організований за одним із двох підходів [16-19]:

1. Логістичний підхід.
2. Традиційний підхід.

При традиційному підході відсутній мультимодальний оператор, який керує всім процесом переміщення вантажу. Учасники взаємодіють послідовно, а інформаційні та фінансові потоки передаються виключно між сусідніми ланками ланцюга. Єдиних тарифів у такому ланцюжку не існує.

У логістичному підході всі процеси управляються єдиним транспортним оператором, завдяки чому схема комунікації трансформується в послідовно-централізовану. У цьому випадку діють загальні тарифи на перевезення.

Основною метою транспортної логістики є організація своєчасного транспортування вантажу з мінімальними витратами. Для досягнення цієї мети необхідно виконати такі завдання [4, 8, 16, 17]:

1. Проаналізувати точки доставки.
2. Проаналізувати характеристики вантажу.
3. Вибрати відповідний транспортний засіб.
4. Обрати перевізника та, за потреби, інших логістичних партнерів.
5. Побудувати оптимальний маршрут.
6. Контролювати вантаж під час транспортування.
7. Забезпечити технологічну єдність транспортного і складського процесу.
8. Оптимізувати параметри (збільшити швидкість транспортування, зменшити витрати палива).
9. Здійснювати перевезення відповідно до договору та вимог клієнта.
10. Оплатити послуги і завершити замовлення або змінити його статус. Для

виконання та оптимізації всіх завдань у сфері транспортного забезпечення та транспортно-експедиторських послуг важливо швидко обробляти великі обсяги інформації, що надходить з різних джерел і ділянок логістичних ланцюгів. Загальне уявлення про процес реалізується за допомогою інформаційних моделей транспортно-логістичних процесів.

Інформаційне моделювання призначене для вивчення процесів збору, зберігання, обробки та передачі інформації у транспортній системі. Основна мета інформаційної моделі полягає у створенні послідовної інтерпретації даних і взаємодій між ними, необхідних для інтеграції, спільного використання та збереження цілісності даних.

Методи побудови інформаційних моделей включають графічні, мережеві, матричні, графічно-аналітичні, ймовірнісні та імітаційні.

Процес побудови та розробки інформаційної моделі зазвичай включає такі етапи [2, 5, 9, 11]:

1. Постановка завдань системи та визначення послідовності їх вирішення.
2. Виявлення джерел інформації, вибір методів розв'язання завдань, оцінка часу, необхідного для вирішення, а також рівня деталізації і точності моделювання.
3. Опис типів об'єктів управління, визначення їх кількості та параметрів.
4. Складання списку особливостей управління об'єктами.
5. Сортування і групування об'єктів та їх характеристик за пріоритетом важливості, виявлення критичних об'єктів і важливих особливостей, контроль яких є першочерговим.
6. Вибір мови, методів, системи кодування та налаштування об'єктів управління, їхніх властивостей, станів і параметрів.
7. Розробка загальної архітектури інформаційних моделей.
8. Визначення списку команд для операторів, які будуть виконуватися в

процесі роботи і після отримання результатів.

9. Створення макета моделі для моделювання можливих ситуацій, перевірка ефективності інформаційних моделей і систем кодування (оцінюються за часом, точністю і витратами операторів).

10. Оцінка змін за результатами експериментів з інформаційними моделями та системами кодування, з подальшою перевіркою ефективності кожної нової комбінації на макеті.

11. Оцінка професійної підготовки оператора за зразком і порівняння результатів із заданими умовами.

12. Підготовка інструкцій для роботи операторів у розробленій системі управління.

Основні етапи побудови інформаційної моделі управління транспортно-логістичними послугами при організації експедирування вантажів:

1. Визначення задачі, точності та мети дослідження. Завдання формулюється і описується зрозумілою мовою. За своєю суттю завдання поділяються на дві основні групи:

- Перша група: визначення характеру змін в об'єкті при певному впливі на нього. Наприклад, для завдань експедирування вантажів досліджують наслідки зміни маршруту або додавання до маршруту ще одного проміжного пункту.

- Друга група: визначення типу впливу на об'єкт таким чином, щоб його параметри відповідали заданим умовам оптимізації процесу управління або організації транспортно-логістичного обслуговування, зокрема для зменшення кількості порожніх рейсів і збільшення завантаженості та швидкості виконання замовлень.

2. Аналіз досліджуваного об'єкта. За результатами аналізу виділяються його складові елементи і визначаються зв'язки між ними. Для транспортно-логістичних послуг на цьому етапі виявляють окремі елементи логістичного

процесу і деталі його здійснення з метою узагальнення та ідентифікації можливих точок впливу.

3. Розробка і побудова інформаційної моделі об'єкта. Побудова моделі пов'язана з поставленою метою моделювання. Для кожного об'єкта, що володіє різними властивостями, вже на етапі розробки моделі виділяються найважливіші властивості, які впливають на досягнення мети. Спочатку визначається мета інформаційного моделювання у сфері управління транспортно-логістичними послугами, а потім виділяються ключові атрибути, які мають найбільший вплив на результат.

На даному етапі для побудови гіпотез і визначення ключових атрибутів можна використовувати метод автоматичної генерації гіпотез, зокрема метод DSM, який є засобом інтелектуального аналізу даних. Метод DSM дозволяє формалізувати процедуру правдоподібного (абдуктивного, індуктивного) та дедуктивного умовиводу. Він базується на синтезі трьох когнітивних процедур: аналогії, абдукції та індукції. Для використання методу DSM потрібні такі сутності: об'єкти з певної предметної області, властивості, які описують ці об'єкти, і причини цих властивостей.

Приклад: Метод DSM можна застосувати для інтелектуального аналізу інформації в управлінні транспортно-логістичними операціями та функціями [20]. Наприклад, об'єктом дослідження може бути процес доставки вантажу, який має властивості, як-от довжина маршруту. Однією з причин затримки може бути кількість замовлень або кількість локацій, які необхідно відвідати.

Вхідними параметрами для методу DSM є сукупність досліджуваних об'єктів, інформація про їх параметри, властивості та відносини між властивостями і об'єктами.

Крок методу DSM у базовому вигляді представлений таким чином:

- О – масив об'єктів,
- Р – сукупність властивостей об'єкта,
- С – перелік причин для Р,

- V – сукупність отриманих оцінок, де $V = \{-1, 0, +1, \tau\}$.

Для використання методу DSM першим кроком є застосування правил першого та другого роду, після чого необхідно перевірити умову каузальної повноти. Правила першого роду включають процедуру індукції, а правила другого роду – процедуру аналогії. Ці процедури застосовуються послідовно, доки не виникнуть нові гіпотези.

Для формування гіпотез можливих причин необхідно ввести функцію $H: C \times P \rightarrow V$.

(1.1)

Функція визначається таким чином:

- $H(c, p) = +1$ - якщо C є причиною властивості P (позначається як позитивна гіпотеза);

- $H(c, p) = -1$ - якщо C є причиною відсутності властивості P (негативна гіпотеза);

- $H(c, p) = 0$ - якщо є приклади як наявності, так і відсутності, що вказують на те, що C є одночасно причиною наявності та відсутності властивості P ;

- $H(c, p) = \tau$ - якщо значення не визначено.

Результат виконання функції H для кожної гіпотези (C, P) визначається на основі правил правдоподібного умовиводу, які називаються правилами правдоподібного висновку (PIR1). Нехай P - властивість об'єкта, тоді:

- Вираз (F, C, P) позначає умову, за якої C належить до групи позитивних гіпотез.

- Вираз (F, C, P) позначає умову, за якої C належить до групи негативних гіпотез.

- Вираз (F, c, p) позначає умову, за якої C є нейтральною або запропонованою умовою.

Приклад: Метод DSM можна використати для відповіді на таке питання: якими властивостями повинен володіти транспорт, і який вид транспорту є оптимальним для організації вантажоперевезень з мінімальними витратами і найшвидшим способом для клієнта [20].

Таким чином, автоматизація на етапі формулювання гіпотез щодо раціональної організації ланцюга поставок і складу його учасників може бути прискорена завдяки використанню інтелектуальних методів аналізу даних і автоматичної генерації логістичних гіпотез.

Виходячи з вищенаведеного алгоритму, методики та використання запропонованих методів, можна розглянути схему побудови інформаційних моделей управління транспортно-логістичними операціями та функціями з використанням інтелектуальних інформаційних технологій (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Технологічна схема транспортування вантажу

Запропонована схема може бути використана як метод дослідження логістичних функцій, а також в якості наочного представлення структури організації і моделі побудови процесів і систем експедирування вантажів [19-22].

2 ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ЛОКАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЮ ЛОГІСТИКОЮ НА ПРИКЛАДІ ТОВ «LOGIST»

2.1 Аналіз призначення мережі для логістичної компанії

Для досягнення мети трансформації та модернізації традиційної логістичної галузі необхідно поглибити застосування технологій. Інтернет речей, хмарні обчислення, великі дані, штучний інтелект і блок-ланцюжок у логістичній галузі, можуть підвищити рівень інформатизації та інтелекту сучасної логістики [1-5].

Завдяки потужності сучасних технологій, особливо технологій комп'ютерних мереж, сучасна логістика інтегрує наявні логістичні ресурси суспільства та реалізує швидкий недорогий перехід товарів від виробництва до споживання. Водночас це також оптимальний процес конфігурації логістичних ресурсів у часі та просторі. Побудова взаємопов'язаної сучасної логістичної мережі є потребою розвитку логістики, а також ефективним способом підвищення конкурентоспроможності логістичної галузі. Це може прискорити інтеграцію ресурсів та капіталу. Ефективна логістична мережа має важливе значення для підвищення якості та ефективності розвитку логістики. Трансформація та модернізація традиційної логістичної галузі неминучі, і побудова сучасної системи логістичної мережі потребує подальшого сприяння.

На даний момент не існує чіткого визначення сучасних логістичних мереж та сучасних логістичних мережевих систем. Національний стандарт “логістичної термінології” Китаю визначає “логістичну мережу” як “сукупність взаємопов'язаних організацій та засобів у процесі логістики”. Сюй Цзе та інші вважають, що логістична мережа – це загальний термін, утворений органічним поєднанням мережі організації логістики, мережі логістичної інфраструктури та логістичної інформаційної мережі [2]. Лі Сінь вказав, що міська логістична мережа є формою системної структури, утвореної взаємозв'язком і взаємодією вузлів на різних рівнях [3]. Згідно з дослідженнями вчених системи логістичної мережі, можна визначити систему логістичної

мережі як сукупність мережі логістичної інфраструктури, логістичної інформаційної мережі та мережі організації логістики. Логістична мережева система являє собою органічну єдність основних елементів (підприємства, клієнтів), елементів об'єкта (зв'язків, послуг, товарів) і сполучних елементів (об'єктів, інформаційних даних, ліній, технологій) логістичної мережі. Стосовно інфраструктури (логістичні вузли, логістичне обладнання, логістичні засоби) як плацдарм, інформаційна мережа (Інтернет, великі дані та інші технології Інтернет + інформаційні мережі) як загальна підтримка, рівень даних та інформізації логістичної діяльності можна покращити, а елементи можна скоординувати для досягнення логістичної діяльності. Таким чином утворюється прозора та спільна логістична мережева система між різними організаціями, різними платформами та різними регіонами.

Логістична мережева система виробничої логістики являє собою комплексну систему. Це інтегрована логістична мережева система з точковим ланцюгом і її компоненти поділяються на основні елементи, елементи об'єкта та елементи зв'язку. Основними елементами є виробництво сировини постачальників, виробників і замовників, елементами об'єкта є вироблена продукція, пов'язаний логістичний бізнес і послуги, а сполучними елементами є засоби, обладнання, інформаційна платформа, мережеві комунікаційні технології та інформаційні технології.

Система виробничої логістики являє собою сукупність п'яти бізнес-мереж: закупівель, складування, виробництва, транспортування та інформації. Інформаційна мережа є головною сполучною системою основних систем. Інформація кожної системи повинна не тільки циркулювати між системами, а й передаватися на логістичну інформаційну платформу, яка з'єднує всю систему логістики. Інтелектуальна система зберігання збирає та отримує інформацію, надану джерелами про транспортне обладнання, інформацію про етикетку матеріалу та платформу даних. Використовується система керування складом WMS та система управління хмарним складом для покращення управління інформацією про склад підприємства. Виробнича система базується на даних, отриманих від обладнання сховища, електронної

етикетки матеріалу, спеціального обладнання для читання та запису. Вона може реалізувати планування виробництва та управління графіком роботи, що може підвищити точність доставки та зменшити трудомісткість і робоче навантаження. Транспортна система може реалізувати інтелектуальний розподіл відповідно до інформації, наданої інформацією платформи, дороги та отриманої від себе. У той же час, весь процес моніторингу та відстеження здійснюється за допомогою GPS, транспортних мереж та технології блок-ланцюга для завершення транспортної діяльності. Вся система реалізує взаємозв'язок п'яти систем, а елементи всієї ланки тісно пов'язані для реалізації цифрового виробництва. Водночас необхідно посилити прозорість інформаційної побудови та сприяти взаємозв'язку інформації між різними суб'єктами, різними логістичними вузлами та різними регіонами.

Основні елементи системи логістичної мережі холодного ланцюга включають головний орган попиту, суб'єкт постачання, уряд та інші регулюючі відділи. Гостьовими елементами є продукти холодного ланцюга, послуги та супутні послуги. А елементи зв'язку включають базові засоби, засоби передових технологій, логістичну інформаційну платформу, платформу моніторингу та нагляду, логістичну технологію холодного ланцюга та організацію логістики холодного ланцюга [6].

Система взаємозв'язку логістики холодного ланцюга, як правило, контролюється та контролюється платформою технологічного моніторингу, яка в основному складається з систем моніторингу та раннього попередження, інформаційних систем, систем складування, систем транспортування та розподілу і систем відстеження безпеки з повним спектром послуг. Системи взаємопов'язані і доповнюють одна одну. Ці системи працюють разом, щоб забезпечити якість продукції та забезпечити логістичні послуги холодного ланцюга.

Система моніторингу та раннього попередження має бути тісно пов'язана з центром моніторингу. Через зворотний зв'язок із датчиками, RFID, GPS, ГІС та іншими додатками весь процес логістики слід контролювати та завчасно

попереджати. Після виявлення будь-якої ненормальної інформації персонал може прийняти захист відповідно до попереджувальної інформації. Інформаційна система є системою зв'язку всіх основних систем. Весь процес моніторингу та контролю залежить від інформаційної системи.

Технологія кодування RFID, технологія штрихового кодування, обладнання для моніторингу, мережеве обладнання автомобіля та інші технології моніторингу та зондування IOT можуть надати інформацію для всього процесу. Центр моніторингу може отримувати та аналізувати дані в режимі реального часу, а також використовувати логістичну інформаційну платформу для миттєвого обміну.

Складська система повинна аналізувати інформацію про продукт, визначати температуру зберігання, вологість, місце розташування та здійснювати збір бізнес-даних, таких як складування, вибір, інвентаризація продукції та вихід. Співробітники можуть використовувати розумні сховища та інтелектуальні термінали, систему WMS та систему управління хмарним складом, здійснювати інтелектуальне зберігання продуктів та забезпечувати базу для планування транспортування та розподілу. Транспортна система повинна раціонально спланувати відправку транспортного засобу, комплектацію транспортного засобу та маршрут доставки транспортного засобу. У процесі транспортування обладнання IOT, таке як датчики, ГІС, GPS та мережеві технології автомобіля, повинно використовуватися для моніторингу всього процесу транспортування та своєчасної зворотної інформації до інформаційної системи та системи моніторингу та раннього попередження, щоб забезпечити належну доставку.

Весь процес системи відстеження безпеки в основному використовує технологію блоків, щоб зробити дані процесу складування, транспортування, розподілу та моніторингу відкритими та прозорими. Будь-хто може дізнатися інформацію про продукт з місця походження, зберігання та транспортування в будь-який час і в будь-якому місці, що вигідно для пов'язування всього процесу та підвищення рівня задоволеності клієнтів.

Попит споживачів на продукцію холодного ланцюга зростає з кожним днем. У центрі уваги стало те, як завершити процес холодного ланцюга та забезпечити якість продукції. Однак нинішня побудова системи логістичної мережі холодного ланцюга все ще стикається з багатьма проблемами. Необхідно посилити інформаційний обмін між різними суб'єктами постачання, різними галузями холодного ланцюга та різними регіонами, прискорити будівництво масштабних логістичних вузлів холодного ланцюга та створити промисловий альянс холодного ланцюга. Уряд повинен запровадити єдині стандарти для стандартизації, спеціалізації та уніфікації логістичних послуг холодного ланцюга.

2.2 Нові можливості від впровадження ІТ в логістику

Інформаційні технології (ІТ) дали багатьом секторам новий поштовх, допомагаючи їм відповідати викликам часу. Багато галузей почали опиратись на технології. ІТ в логістиці починає і продовжуватиме здійснювати кілька операційних трансформацій, що є кроком до цифрової логістики [7-12].

До основних переваг, що можна віднести після впровадження ІТ технологій можна віднести:

- використання даних. Комп'ютерні інформаційні системи використовуються для збору інформації, її обробки та підвищення ефективності і результативності процесу управління;
- збільшення ефективності. ІТ допомогли отримати інформацію та використати її для координації різних етапів доставки та управління ланцюгом поставок, що робить процес набагато ефективнішим. Паперова інформаційна система, яка працює набагато повільніше та неефективна, замінюється ІТ у логістиці;
- дані про складські приміщення. Складські приміщення збирають дані про кожен предмет, який вони зберігають. Ці дані можуть бути використані

компаніями для вивчення поведінки споживачів і сезонних коливань, а також для покращення майбутнього обслуговування;

- сканування та штрих-кодування. Ця система допомагає організації отримувати інформацію про кожен предмет, який переміщується щодня, і допомагає в управлінні запасами;

- відстеження та контроль. За допомогою ІТ в логістиці можна відстежувати кожен позицію, яка доставлена по всьому світу. Через це проблеми з доставкою або відправкою можуть бути виявлені в корені, а обслуговування може бути більш ефективним.

Додатковими факторами покращення логістики від впровадження ІТ можна назвати:

- комунікація стає більш впорядкованою, тим самим спрощуючи функції управління;

- збої можна легко розпізнати, а рішення можна придумати та втілити в життя;

- ІТ посилює контроль клієнта над процесом доставки, тим самим підвищуючи задоволеність клієнтів;

- дані, зібрані ІТ, можна аналізувати, щоб покращити обслуговування, а також передбачити тенденції та коливання

Більшість ІТ рішень в своїй основі мають надійні комп'ютерні мережі. Забезпечення ефективних каналів передавання даних, захист інформації, моніторинг мережевих функцій повинні здійснюватись для успішного ведення бізнесу.

2.3 Безпроводні рішення в роботі логістики

З бумом електронної комерції глобальний логістичний ринок стає все складнішим. Це спонукає галузь до автоматизації операцій та цифрової трансформації, щоб задовольнити потреби клієнтів. Глобальний корпоративний бізнес у сфері логістики першої, другої та третьої сторони, має унікальну можливість розгорнути приватні бездротові мережі для безперебійного підключення всередині приміщень і на вулиці з низькою затримкою, використовуючи всі доступні активи спектру. Це допоможе з

автоматизованими системами зберігання та пошуку, промисловими датчиками IoT, автоматизацією роботизованих процесів, промисловою інспекцією дронів та автономним обладнанням або транспортними засобами [13-20].

Nokia розгорнула понад 140 приватних бездротових мереж для корпоративних клієнтів по всьому світу, включаючи глобальні логістичні компанії. Приватні бездротові мережі використовують спектр 4G або 5G для забезпечення високонадійного широкосмугового бездротового підключення, необхідного промисловим клієнтам. Оскільки індустрія логістики розвивається до масових додатків PoT і низьких затримок, їй знадобиться промисловий 4G/5G. Nokia є лідером у наданні цих рішень підключення нового покоління для промисловості.

Nokia Bell Labs розробила бачення трансформації Industry 4.0, яку вона називає “Майбутнє X для галузей”. Цей далекоглядний підхід до приватних мереж для промисловості розроблений, щоб задовольнити потреби традиційних галузей логістики та ланцюга поставок, з метою оптимізації руху товарів у всьому світі за допомогою нових методів і процедур. Бізнес-платформи електронної комерції, які постачають товари B2B або B2C, порушили традиційний ринковий потік продуктів і гонка за захоплення глобальних роздрібних і споживчих ринків триває повноцінно. На доставку того, що зайняло дні чи тижні, зараз потрібно менше двадцяти чотирьох годин. Нові учасники ринку мають явну перевагу, оскільки вони можуть вибрати новітні технології та географічне розташування, щоб забезпечити швидку доставку продукції клієнту. Nokia має бачення та інфраструктуру, необхідні для розкриття потенціалу Industry 4.0 для індустрії логістики, забезпечуючи безпечні приватні мережі для цифрової трансформації та ефективності роботи.

На відміну від промислового приватного бездротового рішення Nokia, існуюча дротова або Wi-Fi інфраструктура не зможе задовольнити потреби логістичної галузі. Наприклад, для більш ефективного використання доступного простору логістичні підприємства часто використовують програмну аналітику та моделі даних (просторові та векторні) для переміщення

обладнання та матеріалів усередині об'єкта. Дротові мережі роблять це дорогим і повільним. Завдяки приватній бездротовій мережі машини більше не потрібно прив'язувати до певної посади або бізнес-конфігурації. Це забезпечує набагато більшу спритність і адаптивність.

Однак традиційні бездротові мережі, такі як Wi-Fi, не забезпечують необхідне широке та глибоке покриття як всередині, так і зовні об'єкта. Промислове бездротове рішення Nokia не тільки відповідає цим потребам, але й має менше точок доступу та з більшим проникненням (силою сигналу) до пристроїв. У міру переходу логістичних компаній до технології промисловості 4.0 вимоги до стабільності та передбачуваності зростають.

Приватний бездротовий зв'язок наступного покоління від Nokia відповідає найвимогливішим вимогам щодо низької затримки мережі, найбільшої кількості підключених пристроїв і мобільності пристроїв (передавання точки доступу). Усім цим критеріям продуктивності Wi-Fi важко задовольнити критично важливі для автоматизації операцій та масштабування мережі, щоб відповідати вимогам бізнесу.

Настав час для логістичної галузі почати розгортати приватні бездротові мережі 4G і 5G. Відкривається новий спектр для внутрішніх і зовнішніх бездротових мереж, які можуть використовуватися приватними підприємствами. Враховуючи очікувану кількість промислових і комерційних пристроїв, глобальні регулятори відкривають ресурси спектру, на які кожен може подати заявку та використовувати. Екосистема пристроїв продовжує розвиватися швидкими темпами, щоб скористатися перевагами цих нових опцій спектру. Якщо логістичний оператор має вимоги використовувати ці доступні активи спектру для задоволення своїх бізнес-потреб, Nokia може розробити базову мережу з кількома операторами (Multi-Operator Core Network (MOCN)) з іншим ідентифікатором загальнодоступної наземної мобільної мережі (Public Land Mobile Network (PLMN)) для приватної бездротової та комерційної мережі.

Щоб постійно розвивати свою логістичну роботу та використовувати цифрову й автоматизовану парадигму Industry 4.0, потрібен партнер, який може

надавати безпечні та надійні приватні бездротові рішення та має наскрізні можливості, необхідні для ідеальної мережі.

В Україні активно впроваджено технологію 4G та ведуться активні розмови про розбудову і перехід до технології 5G. Компанії, що займаються логістикою можуть отримати суттєвий ефект від впровадження цих нових послуг і тому, створення існуючих мереж повинно враховувати можливість інтеграції цих функцій в їх архітектуру.

2.4 Тренди інновацій в логістиці

Експерти Gartner припускають, що фінансовий вплив пандемії буде коливатися від 2 до 4,5 трлн доларів у глобальному масштабі. У той час як за оцінками до пандемії зростання ринку логістичної галузі в 2023 році склало б 19 мільярдів доларів, зараз прогнозується, що до 2027 року воно досягне 12,9 мільярдів доларів, реєструючи CAGR 6,5% з 2020 по 2027 рік.

На рисунку 1.1 показано ріст ринку логістики.

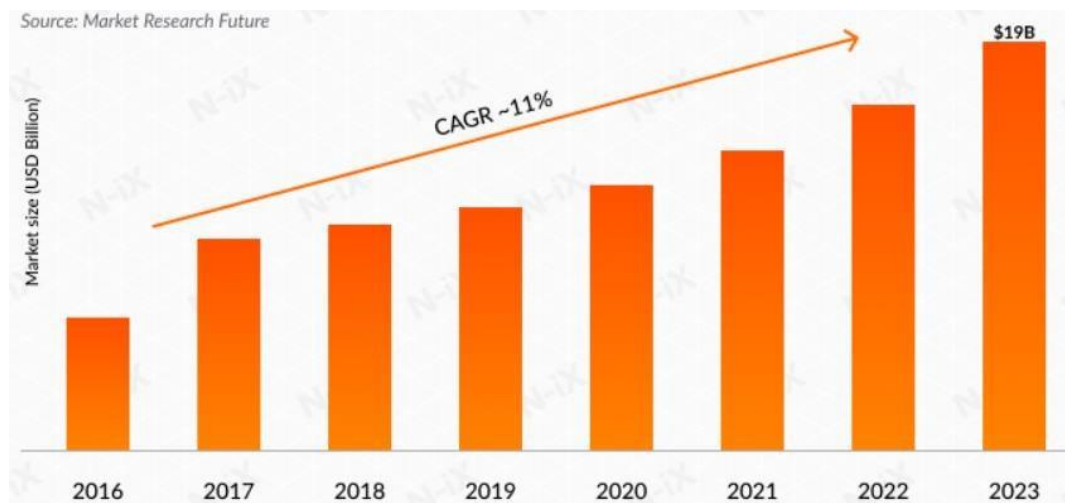


Рисунок 2.1 – Динаміка росту логістичної галузі

Logistics Trend Radar показує, що інновації в логістиці будуть корелювати з соціальними та бізнесовими тенденціями, а також з технологічними досягненнями. Логістичні компанії планують максимально автоматизуватись, зробити свої процеси більш гнучкими та підвищити стійкість своїх операцій [21-27].

Глобальна пандемія змусила компанії використовувати автоматизацію. Гіперавтоматизація – це комбінація різних технологій, які спрямовані на підвищення ефективності логістики. Його головна мета – створити плавний перехід між різними сферами: продажі, постачальники, планування, закупівлі та розподіл, а також зменшити людську участь.

На рисунку 1.2 показано кореляцію технологічних трендів в логістиці.



Рисунок 2.2 – Кореляція технологічних трендів

Розглянемо приклад когнітивної автоматизації. Це комбінація кількох технологій, напр. AI + OCR (оптичне розпізнавання символів) + RPA (роботизована автоматизація процесів). Поєднання AI та OCR дозволяє обробляти неструктуровані замовлення на продаж. Потім цю модель додається до RPA, і можна обробляти інформацію та замовляти, знаходити предмети та транспортувати їх – і це все без участі людини.

Еластична логістика дозволяє компаніям збільшувати або зменшувати

операції ланцюга поставок залежно від ринкового попиту. Вона спеціально розроблена, щоб витримувати періоди коливань і керувати операціями з більшою ефективністю. Деякі з найпоширеніших проблем, з якими вирішується ця тенденція – це недостатнє використання транспортних засобів, складські обмеження та надмірні запаси. Деякі з переваг еластичної логістики включають [28-30]:

- оптимізовані маршрути та підвищена ефективність транспортування;
- зменшення ризиків надмірного виробництва та запасів;
- покращений контроль над волатильністю цін;
- підвищена ефективність на різних контрольних точках ланцюга поставок;
- покращене обслуговування клієнтів.

Еластична логістика багато в чому покладається на прогнозу аналітику даних, алгоритми машинного навчання та штучний інтелект.

Як галузь, яка була однією з найбільш стійких до змін, логістика має багато чого наздогнати. Згідно з останніми дослідженнями, до п'ятірки найбільш перспективних технологій, які сприяють інноваціям у логістиці, входять IoT, AI, робототехніка, автоматизація складів і блокчейн.

2.5 Фізичне планування та розроблення топології мережі ТОВ «LOGIST»

Для створення повноцінної мережі компанії ТОВ «LOGIST» необхідно розуміти види діяльності, які виконують працівники при роботі з мережею. Оскільки, в даній компанії існує багато взаємопов'язаних відділів, потрібно знати їх фізичне розміщення та функціональне призначення, щоб ефективно керувати мережею для задоволення їх роботи з забезпеченням захищеності даних.

На рисунку 2.3 показано послідовність операцій, що можуть відбуватись з вантажами.

Важливість даної схеми для розробки мережі в тому, що можна визначити

відділи задіяні в обробці логістичних операцій і на основі цього сформулювати вимоги до забезпечення працездатності і конфіденційності мережі. Відділ опрацювання замовлення відповідальний за прийняття, супровід та кінцеве завершення логістичного супроводу вантажу. Він найближчий до клієнта і займається безпосереднім спілкуванням з усіх питань. Брокери відповідають за митні операції пов'язані з міжнародними перевезеннями. Склад формує документацію збереження вантажу у випадку очікування операцій транспортування або відвантаження клієнту.



Рисунок 2.3 – Операції з вантажем

На рисунку 2.3 показано план будівлі ТОВ «LOGIST» на основі якого потрібно розробити фізичне планування.



Рисунок 2.2 – План будівлі ТОВ «LOGIST»

В загальному будівля має чотири логічні ділянки де розміщуються різні відділи. Кожен відділ має приймальне відділення для очікування клієнтів. Проведено зонування приміщень для опису їх функціонального призначення. Зона 1 та 10 є місцями очікування клієнтів, які забезпечені бездротовим доступом до мережі з гостьовими правами. У кожному з відділів є зони відпочинку де працівники та відвідувачі можуть попити каву чи перекусити принесеними з собою наїдками. Відпочинкові зони позначені номерами 3, 9 та 12. У цих приміщеннях також діє WiFi технологія доступу до мережі. Забезпечено зали для проведення презентацій та нарад з номерами 36 площею 66,45 м² для 11 чоловік, №16 площею 66,57 м² для 11 чоловік, №47 площею 99,14 м² для 16 чоловік. Дані приміщення мають бездротове з'єднання. Дирекція та адміністративні відділи розміщені в правому крилі корпусу і будуть мати проводові точки підключення персональних комп'ютерів і також з можливістю бездротового з'єднання.

При прокладанні кабелів вирішено в кожне приміщення заводити не менше одного додаткового проводу для забезпечення резервного підключення на випадок поломки основного і з можливістю відновлення

з'єднання якомога швидко. Кількість мережевих розеток буде визначена використовуючи наявну площу приміщення з розрахунку 6 м² на одного працівника і розміщені таким чином, що буде можливість легкого перепланування встановлення робочих місць. За результатами фізичного планування мережі ТОВ «LOGIST» можна провести розрахунок необхідних адрес для усіх користувачів.

2.6 Логічна схема мережі ТОВ «LOGIST»

Розрахунок схеми для ТОВ «LOGIST» починається з забезпечення усіх наявних та потенційних пристроїв доступними адресами. В цілях безпеки буде використано метод приховування реальної мережі від зовнішнього світу через використання приватних адрес та в подальшому з їх підміною для виходу в Інтернет через використання технології Network Address Translation (NAT). Вирішено використати мережу 172.18.0.0 з стандартною маскою для початкового поділу. Загальна кількість адрес для забезпечення порашована і становить 2034. Усі відділи будуть мати окремі підмережі, що дасть змогу розділити доступ між ними і забезпечити ефективне управління даними. Результат розрахунку показано в таблиці 2.1.

№ VLAN	Назва VLAN	Адреса підмережі	Діапазон комп'ютерних адрес
100	Директор	172.18.18.0/24	172.18.18.1-172.18.18.254
200	Юристи	172.18.19.0/24	172.18.19.1-172.18.19.254
300	Бухгалтерія	172.18.20.0/24	172.18.20.1-172.18.20.254
400	Працівники	172.18.21.0/24	172.18.21.1-172.18.21.254
500	Менеджери	172.18.22.0/24	172.18.22.1-172.18.22.254
600	Відділ кадрів	172.18.23.0/24	172.18.23.1-172.18.23.254
700	Адміністратори	172.18.24.0/24	172.18.24.1-172.18.24.254
800	Wi-Fi	172.18.25.0/24	172.18.25.1-172.18.25.254
	Інтернет	172.18.17.4/30	172.18.17.5-172.18.17.6

Кожен відділ отримує 254 адреси для своїх пристроїв і окремо буде також кількість для користувачів WiFi. Окремі підрозділи винесені в різні віртуальні мережі Virtual Local Area Network (VLAN), що унеможливило випадкові обміни даними між ними без використання маршрутизатора чи комутатора третього рівня. З'єднання до Інтернет організовано типу точка-точка і має окремих дві адреси. Використання технології NAT буде вимагати окремого маршрутизатора.²⁵

2.7 Забезпечення обладнання для комп'ютерної мережі ТОВ «LOGIST»

Для облаштування мережі ТОВ «LOGIST» потрібно використати комутатори, маршрутизатор, бездротові точки доступу.

Комутатор локальної мережі ТОВ «LOGIST» буде забезпечувати необхідні місця підключення для дротових користувачів, комутувати потоки даних у межах віртуальних мереж та на основі транк порту надавати шлях для обміну даними між VLAN. Основні вимоги до цього обладнання будуть полягати у забезпеченні необхідної кількості портів для існуючих підключень, під'єднання точок доступу, а також з можливістю розширення мережі з додаванням додаткових комутаторів. Висока швидкість обробки кадрів даних та пропускна здатність внутрішньої шини також мають бути взяті до уваги. Операційна система повинна підтримувати можливість тонкого налаштування, а також моніторинг діяльності мережі.

Маршрутизатор буде відігравати одну з ключових ролей у цій мережі. Окрім стандартних функцій маршрутизації даних необхідно забезпечити підтримку протоколу 802.1Q щоб можна було керувати обміном даними між різними віртуальними мережами через використання віртуальних під'єднань. Для створення ефекту маскування адресної схеми необхідна підтримка протоколу NAT з впровадженням його часткового випадку Port Address Translation (PAT). Такий варіант налаштування уможливить використання обмеженого діапазону публічних IP адрес для з'єднання великої кількості користувачів до мережі Інтернет. Налаштування списків контролю

доступу дасть змогу гнучко керувати правилами доступу користувачів згідно розробленої політики безпеки організації та забезпечити захист конфіденційних даних. Бездротові точки доступу будуть виконувати функції точок входу в мережу для WiFi клієнтів та працівників. Важливо використати новітні стандарти бездротового доступу для забезпечення високої пропускної здатності. Підтримка сучасних методів захисту безпроводної передачі мають бути реалізовані в мережі для забезпечення шифрування надсилання та отримання інформації. У таблиці 2.2 проведемо вибір комутатора.

Таблиця 2.2 – Вибір Cisco Catalyst 2960-X

Маркування моделі	Кількість та тип портів	Можливість живлення через порт
Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L комутатор	48 мультишвидкісних порта Ethernet з підтримкою 10 на 100 на 1000Мбіт з збільшенням На 2 GBIC • SFP+	PoE 740 Вт
Cisco Catalyst 2960X-48LPD-L комутатор	48 мультишвидкісних порта Ethernet з підтримкою 10 на 100 на 1000Мбіт з збільшенням На 2 GBIC • SFP+	PoE 370 Вт
Cisco Catalyst 2960X-48TD-L комутатор	48 мультишвидкісних порта Ethernet з підтримкою 10 на 100 на 1000Мбіт з збільшенням На 2 GBIC • SFP+	Без підтримки PoE
Cisco Catalyst 2960X-48FPS-L комутатор	48 мультишвидкісних порта Ethernet з підтримкою 10 на 100 на 1000Мбіт з збільшенням На 4 GBIC • SFP	PoE 740 Вт
Cisco Catalyst 2960X-48LPS-L комутатор	48 мультишвидкісних порта Ethernet з підтримкою 10 на 100 на 1000Мбіт з збільшенням На 4 GBIC • SFP	PoE 370 Вт
Cisco Catalyst 2960X-48TS-L комутатор	48 мультишвидкісних порта Ethernet з підтримкою 10 на 100 на 1000Мбіт з збільшенням На 4 GBIC • SFP	Без підтримки PoE

Вибір замовника проекту базувався на обладнанні компанії Cisco, тому серед моделей будемо обирати в межах одного виробника. Модель 2960 є цікавою тим, що з жовтня 2022 року її знімають з виробництва і тому на даний час її ціна є досить конкурентоспроможною. Враховуючи, що термін підтримки буде до 2027 року немає ніяких проблем з обслуговуванням чи оновленням даних пристроїв. Параметр SFP+ вказує на те, що можна доставити порти з пропускною здатністю 10 Гбіт/с.

Обрані комутатори мають змогу об'єднуватись у стек, що робить набір з таких пристроїв одним великим комутатором з єдиним управлінням. Це дуже зручно у випадку майбутнього розширення мережі, оскільки кожен окремий комутатор може працювати не так злагоджено як стиковані пристрої. Для нашого проекту буде використано модель Cisco Catalyst 2960X-48FPD-L комутатор, як найбільш збалансований та передовий з точки зору забезпечення наших вимог до продуктивності мережі.

Вибір маршрутизатора буде мати в своїй основі моделі серії 2900. Для порівняння даних продуктів використаємо таблицю 2.3

Маркування моделі	Кількість та тип портів	Додаткові параметри
CISCO2951/K9	3 Гігабіт Езернет	4 EHWIC WAN порта, пам'ять 256MB CF, пам'ять 512MB DRAM,
CISCO2921/K9	3 Гігабіт Езернет	4 EHWIC WAN порта, пам'ять 256MB CF, пам'ять 512MB DRAM,
CISCO2911/K9	3 Гігабіт Езернет	4 EHWIC WAN порта, пам'ять 256MB CF, пам'ять 512MB DRAM,

Оскільки на даний момент для забезпечення роботи мережі потрібно тільки два порти, пропонуємо вибрати модель CISCO2901/K9, що дасть змогу

один порт використати для VLAN транк комутації, а інший для виходу в Інтернет.

У якості точок доступу вирішено використати спеціально сконструйовані для високих навантажень та з покращеною надійністю функціонування модель Cisco Catalyst® IW6300 Heavy Duty.

Вона забезпечує:

- оптимізацію продуктивності й обороту за допомогою вбудованої технології визначення місцезнаходження;
- підключення мобільних працівників з доступом до даних і даними датчиків IoT.
- підвищену безпеку підприємства та працівників за допомогою технології розташування та датчиків.
- підключення датчиків для прогнозного обслуговування та аналізу продуктивності.
- підвищену продуктивність за допомогою віддаленого експерта та допомоги доповненої реальності.

Такий набір обладнання дасть змогу ефективно реалізувати необхідні налаштування для забезпечення надійної роботи мережі ТОВ «LOGIST» як для проводових клієнтів, так і для користувачів бездротового доступу. В цілях економії вирішено не використовувати найновішу версію WiFi, оскільки ще не так багато користувацьких пристроїв мають мережеві карти відповідного стандарту.

2.8 Розробка моделі для тестування роботи мережі ТОВ «LOGIST»

Для перевірки розробленого проекту мережі зручно використати середовище моделювання, що дасть змогу на етапі прийняття рішень знайти та виправити неточності чи помилки розрахунків.

На рисунку 2.3 показано спрощену модель роботи мережі для ТОВ «LOGIST».

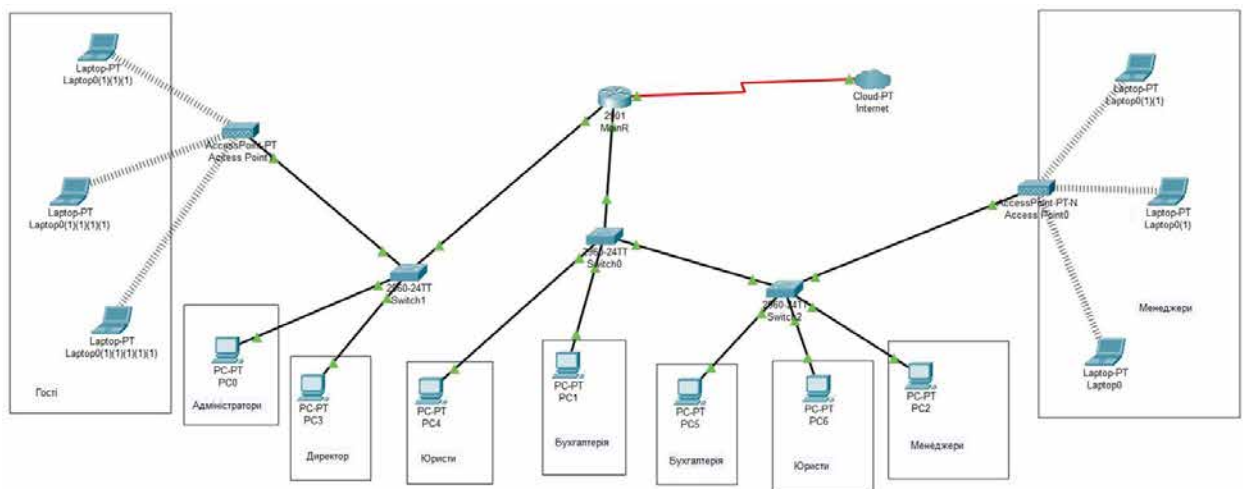


Рисунок 2.5 – Модель локальної комп’ютерної мережі ТОВ «LOGIST»

Спрощення моделі здійснено для уникнення ускладнення наочності роботи мережі, але без втрати інформативності у тестуванні основних рішень. Як видно з поданого матеріалу, мережа поділена на відділи, що можуть бути в різних кімнатах, але через використання віртуальних мереж отримувати однакові набори ресурсів ніби вони в одній мережі.

Частина користувачів використовує проводове підключення до мережі, в той час як існує інша, що може працювати в різних локаціях корпусу фірми не будучи прив’язаною до постійного місця. Це створює комфортні умови для роботи з клієнтами у нарадчих кімнатах чи в індивідуальних кабінетах для ексклюзивних замовлень.

На рисунку 2.6 показано перевірку налаштування комутатора згідно проекрованої логічної топології.

Physical	Config	CLI	Attributes
----------	--------	-----	------------

IOS Command Line Interface										
100	Director		active							
200	Legal		active							
300	Financial		active							
400	Workers		active							
500	Manager		active							
600	HR		active							
700	Administrator		active							
800	WiFi		active							
1002	fddi-default		active							
1003	token-ring-default		active							
1004	fddinet-default		active							
1005	trnet-default		active							
VLAN	Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Transl	Trans2
1	enet	100001	1500	-	-	-	-	-	0	0
100	enet	100100	1500	-	-	-	-	-	0	0
200	enet	100200	1500	-	-	-	-	-	0	0
300	enet	100300	1500	-	-	-	-	-	0	0
400	enet	100400	1500	-	-	-	-	-	0	0
500	enet	100500	1500	-	-	-	-	-	0	0
600	enet	100600	1500	-	-	-	-	-	0	0
700	enet	100700	1500	-	-	-	-	-	0	0
800	enet	100800	1500	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	1500	-	-	-	-	-	0	0
1003	tr	101003	1500	-	-	-	-	-	0	0
1004	fdnet	101004	1500	-	-	-	ieee	-	0	0
1005	enet	101005	1500	-	-	-	ieee	-	0	0

Рисунок 2.6 – Активні віртуальні мережі на комутаторі

Створені активні віртуальні мережі дадуть змогу в подальшому призначити користувачів на відповідних портах комутатора в свої цільові групи для спільної роботи.

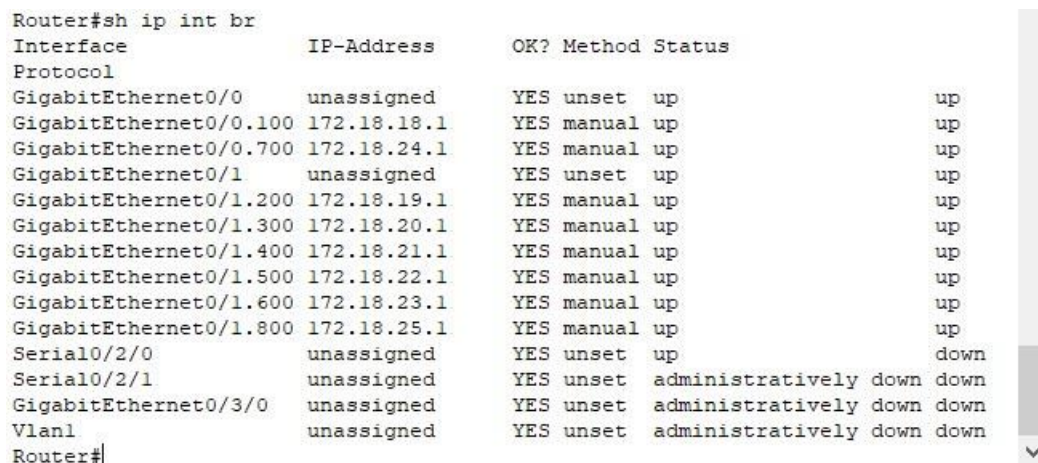
На рисунку 2.7 показано конфігурацію маршрутизації між віртуальними мережами для дирекції та адміністраторів. Вирішено для них виділи окремий канал, щоб надати іншим користувачам більше пропускної здатності. Також цей канал будуть використовувати гостьові користувачі WiFi.

Router#sh ip int br					
Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	
Protocol					
GigabitEthernet0/0	unassigned	YES	unset	up	up
GigabitEthernet0/0.100	172.18.18.1	YES	manual	up	up
GigabitEthernet0/0.700	172.18.24.1	YES	manual	up	up
GigabitEthernet0/1	unassigned	YES	unset	up	up
Serial0/2/0	unassigned	YES	unset	up	down
Serial0/2/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
GigabitEthernet0/3/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Vlan1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Router#					

Рисунок 2.7 – Перевірка налаштування для директора та адміністраторів

На фізичному інтерфейсі GigabitEthernet 0/0 створено два віртуальних під інтерфейси, що обслуговують відповідні віртуальні мережі директора та адміністраторів з номерами 100 та 700.

На рисунку 2.8 подано до налаштування для решти підмереж.

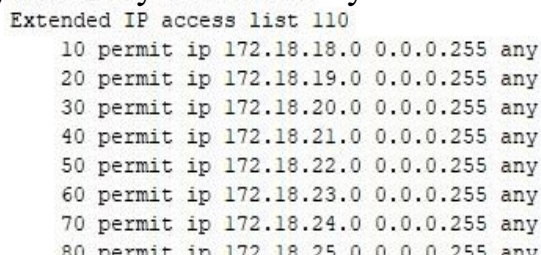


Interface	IP-Address	OK?	Method	Status
GigabitEthernet0/0	unassigned	YES	unset	up
GigabitEthernet0/0.100	172.18.18.1	YES	manual	up
GigabitEthernet0/0.700	172.18.24.1	YES	manual	up
GigabitEthernet0/1	unassigned	YES	unset	up
GigabitEthernet0/1.200	172.18.19.1	YES	manual	up
GigabitEthernet0/1.300	172.18.20.1	YES	manual	up
GigabitEthernet0/1.400	172.18.21.1	YES	manual	up
GigabitEthernet0/1.500	172.18.22.1	YES	manual	up
GigabitEthernet0/1.600	172.18.23.1	YES	manual	up
GigabitEthernet0/1.800	172.18.25.1	YES	manual	up
Serial0/2/0	unassigned	YES	unset	up
Serial0/2/1	unassigned	YES	unset	administratively down
GigabitEthernet0/3/0	unassigned	YES	unset	administratively down
Vlan1	unassigned	YES	unset	administratively down

Рисунок 2.8 – Перевірка працездатності під інтерфейсів для решти користувачів

На фізичному інтерфейсі GigabitEthernet 0/1 створено віртуальні з номерами 200, 300, 400, 500, 600, 800, що відповідає іншим підрозділам організації. Ці під інтерфейси будуть слугувати шлюзами для міжмережевого обміну даними.

Для забезпечення виходу в мережу Інтернет налаштовано NAT трансляцію. При цьому створено список контролю доступу №110, що пропускає для трансляції тільки наші мережі. На рисунку 2.9 показано перевірку налаштування списку.



```

Extended IP access list 110
 10 permit ip 172.18.18.0 0.0.0.255 any
 20 permit ip 172.18.19.0 0.0.0.255 any
 30 permit ip 172.18.20.0 0.0.0.255 any
 40 permit ip 172.18.21.0 0.0.0.255 any
 50 permit ip 172.18.22.0 0.0.0.255 any
 60 permit ip 172.18.23.0 0.0.0.255 any
 70 permit ip 172.18.24.0 0.0.0.255 any
 80 permit ip 172.18.25.0 0.0.0.255 any

```

Рисунок 2.9 – Список контролю доступу для NAT

При такому налаштуванні буде можливість відправляти дані до будь кої адреси в просторі глобальної мережі.

На рисунку 2.10 показано результат перевірки параметрів самої трансляції.

```
ip nat inside source list 110 interface Serial0/2/0 overload
ip classless
```

Рисунок 2.8 – Перевірка NAT

Оскільки для виходу в Інтернет у мережі тільки один шлях, то вирішено використати трансляцію через інтерфейс з використанням РАТ, що дасть змогу усім користувачам працювати в Інтернеті.

На рисунку 2.11 наведено перевірка налаштувань параметрів безпеки для бездротової точки доступу.

The screenshot shows the WinBox configuration window for 'Port 1'. The left sidebar has tabs for 'Physical', 'Config', and 'Attributes', with 'Config' selected. Under 'Config', there are sections for 'GLOBAL' and 'INTERFACE'. The 'INTERFACE' section is expanded, showing 'Port 0' and 'Port 1'. 'Port 1' is selected. The main area shows the configuration for 'Port 1'. At the top, 'Port Status' is checked and set to 'On'. Below that, 'SSID' is set to 'Logist'. '2.4 GHz Channel' is set to '6' and '5 GHz Channel' is set to '112'. 'Coverage Range (meters)' is set to '250,00'. The 'Authentication' section has four radio buttons: 'Disabled', 'WEP', 'WPA-PSK', and 'WPA2-PSK'. 'WPA2-PSK' is selected. To the right of these are fields for 'WEP Key', 'PSK Pass Phrase' (set to '12345678'), 'User ID', and 'Password'. At the bottom, 'Encryption Type' is set to 'AES'.

Рисунок 2.11 – Параметри безпеки AP

Як видно з поданого матеріалу, налаштовано ім'я мережі Logist з використанням двох стандартів з'єднання. Для 2.4 ГГц буде використано 6 канал, а для 5 ГГц – 112. Орієнтована площа охоплення даного пристрою буде 250 метрів, що при використанні двох таких точок. дасть достатню зону

перекриття з забезпеченням прийнятної сили сигналу. Встановлено параметри безпеки у вигляді персонального ключа з протоколом шифрування AES. В цілях демонстрації показано пароль 12345678, який має бути замінений на реальний у робочій мережі.

Налаштування персональних комп'ютерів, ноутбуків і носимих пристроїв мають бути виконані згідно проведених розрахунків та здійснених налаштувань.

За результатами моделювання перевірено ефективність роботи мережі.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИКОЮ ТРАНСПОРТНОЇ КОМПАНІЇ

3.1 Опис предметної області

В умовах жорсткої конкуренції на ринку транспортно-логістичних послуг, компанії змушені постійно вдосконалювати свою роботу. Це особливо актуально з огляду на розгалужену транспортну систему країни, яка робить планування маршрутів перевезень складним завданням.

Для забезпечення високого рівня сервісу, оперативності та якості доставки логістичній компанії необхідно автоматизувати всі процеси. Саме тому виникає потреба у спеціалізованій інформаційній системі (ІС), яка допоможе оптимізувати всі ланки логістичного ланцюжка. Наразі існує безліч програм для транспортних компаній, але не всі з них здатні забезпечити необхідну функціональність.

Логістична компанія отримує велику кількість заявок від постійних клієнтів та разових замовників. З постійними клієнтами також ведуться довгострокові проекти. Для ефективного управління всіма цими процесами необхідна інформаційна система, яка:

- Дозволить менеджеру зручно працювати з великою кількістю інформації.
- Забезпечить ефективне управління процесами вантажоперевезень.

Процес управління вантажоперевезеннями включає:

- Обробку заявок клієнтів.
- Планування маршрутів.
- Планування роботи водіїв та автотранспорту.
- Планування консолідації вантажів (об'єднання вантажів).

Складання звітів.

Всі ці процеси повинні бути автоматизовані за допомогою ІС, яка може бути розбита на модулі:

- Управління вантажоперевезеннями: планування рейсів, планування роботи водіїв та автотранспорту, контроль доставки.
- Звітність: аналіз ефективності роботи компанії з усіх боків, складання звітів різних видів.

Впровадження спеціалізованої ІС дозволить транспортній компанії: підвищити ефективність роботи, знизити витрати, покращити якість послуг, збільшити конкурентоспроможність на ринку.

3.2 Архітектура системи

Інформаційна система ведення діяльності транспортної компанії представлена в даній роботі, підрозділяється на дві частини:

- серверна база даних;
- клієнт – підсистема, яка безпосередньо відповідає за ведення діяльності транспортної компанії, що дозволяє документувати дані про співробітників та їх посади, парк автомобілів та їх маршрути, контрагентів, договорів, точок маршруту.

Діаграма розгортання (див. Рис. 3.1) наочно демонструє фізичне розташування компонентів інформаційної системи транспортної компанії:

- Сервер: розташований на окремому комп'ютері, який слугує центральним сховищем даних для всієї системи.
- Клієнтські машини: встановлені на робочих станціях користувачів, що дозволяють їм отримувати доступ до даних та керувати функціоналом системи.
- Локальна обчислювальна мережа (ЛОМ): з'єднує сервер та клієнтські машини, забезпечуючи їм можливість обмінюватися даними.

Завдяки ЛОМ:

- Користувачі можуть отримувати доступ до актуальної інформації з сервера.
- Зміни, внесені користувачами на своїх клієнтських машинах, синхронізуються з сервером.
- Система працює злагоджено та ефективно.

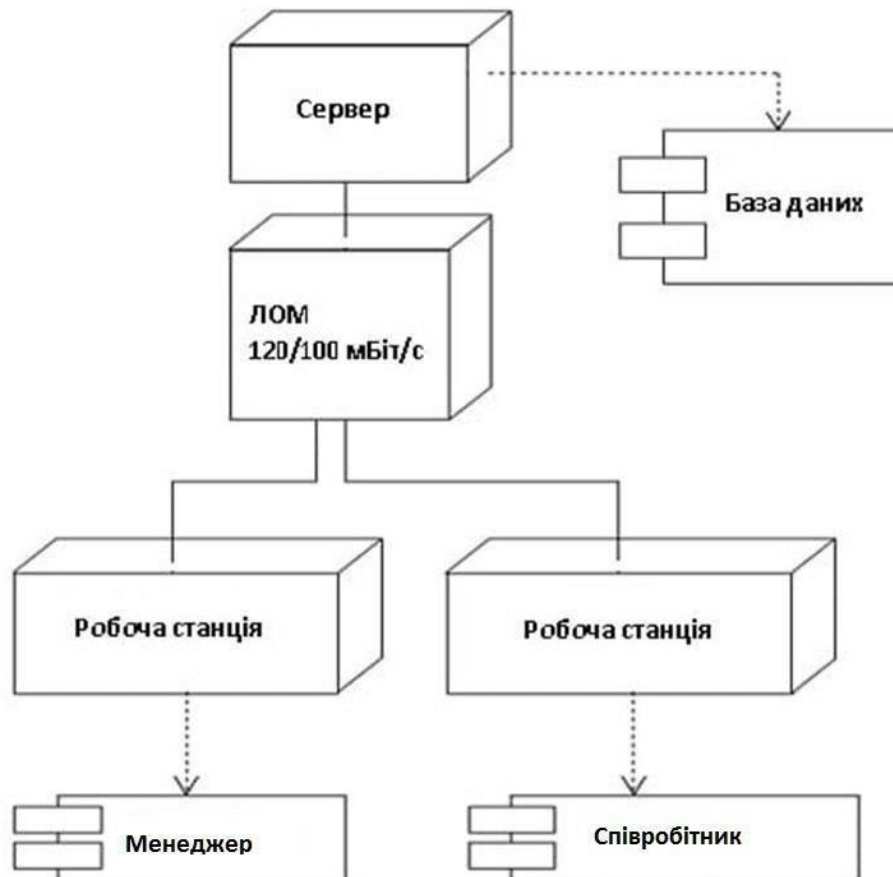


Рисунок 3.1 — Діаграма розгортання системи

3.3 Функціональні вимоги системи

Згідно з архітектурою, система поділяється на дві частини:

- Серверна частина, яка зберігає всі дані та забезпечує доступ до них.
- Клієнтська частина, що надає користувацькому інтерфейс для роботи з системою.

Можна виділити наступні функціональні вимоги до бази даних транспортної компанії:

1. Авторизація та доступ до системи:

- Користувачі (співробітники) повинні мати можливість створювати облікові записи з унікальними логінами та паролями.
- Система повинна мати різні рівні доступу для різних груп користувачів

(наприклад, адміністратори, диспетчери, водії).

- Користувачі повинні мати можливість змінювати свої паролі та відновлювати їх у разі втрати.

2. Управління співробітниками:

- Система повинна дозволяти додавати, редагувати та видаляти інформацію про співробітників (ПІБ, ПІН, дата народження, стать).
- Система повинна зберігати історію посад, які займав кожен співробітник (дата призначення, дата звільнення, назва посади).

3. Управління автопарком:

- Система повинна дозволяти додавати, редагувати та видаляти інформацію про транспортні засоби (марка, модель, рік випуску, тип, номерний знак).
- Система повинна зберігати інформацію про поточний стан транспортних засобів (на ходу, в ремонті, на ТО).

4. Планування маршрутів:

- Система повинна дозволяти диспетчерам створювати та редагувати маршрути перевезень, включаючи: ID автотранспортного засобу; ID водія; дату та час початку та закінчення рейсу; список адрес (пунктів навантаження/розвантаження) з порядковим номером.

5. Управління контрагентами:

- Система повинна дозволяти додавати, редагувати та видаляти інформацію про контрагентів (назва, ПІН, додатковий статус).

6. Управління адресами:

- Система повинна дозволяти додавати, редагувати та видаляти інформацію про адреси (графство, місто, вулиця, номер будинку, номер квартири).

7. Система повинна дозволяти створювати та редагувати договори перевезень, включаючи: ID контрагента-відправника; ID контрагента-отримувача; ID адреси

отримання; ID адреси доставки; суму договору; вагу, висоту, ширину та глибину вантажу.

8. Система повинна дозволяти диспетчерам відстежувати статус рейсів у режимі реального часу (на ходу, очікування завантаження/розвантаження, закінчено).

Система повинна генерувати звіти про виконані рейси, включаючи: дату та час рейсу; маршрут; вантаж; водія; витрачений час.

9. Система повинна генерувати різні звіти за запитом, наприклад: звіти про виконані рейси; звіти про завантаженість автопарку; звіти про роботу водіїв.

3.4 Проєктування інформаційної системи

На етапі проєктування системи було проведено структурно-функціональне моделювання. Це дозволило детально проаналізувати всі бізнес-процеси, які буде підтримувати система, та визначити можливості для покращення роботи [10].

Головною метою проєктування є створення ефективної інформаційної системи, яка буде відповідати всім поставленим вимогам, враховуючи наявні обмеження та технологічні можливості [12].

Для визначення основних функціональних можливостей системи були створені діаграми варіантів використання для різних типів користувачів (акторів). Ці діаграми наочно демонструють дії, які може виконувати кожен користувач в системі [14]. Наведемо приклади Use Case для деяких функціональних вимог.

Функціонал доступу до даних: Система має дозволяти авторизованим як співробітники компанії користувачам отримувати потрібні дані про замовлення, вантажі, клієнтів та маршрути за запитом за умови їх наявності у базі даних (див. Рис. 3.2)

Елемент	Деталі
ID	0001
Назва <u>Use Case</u>	Доступ до даних
Ініціатор	Співробітник компанії
Учасники	Співробітник компанії, система
Передумови	Співробітник компанії авторизований у системі.
Основний потік подій	1. Співробітник компанії отримує за запитом всі дані про замовлення 2. Співробітник компанії отримує за запитом всі дані про вантажі 3. Співробітник компанії отримує за запитом всі дані про клієнтів 4. Співробітник компанії отримує за запитом всі дані про маршрути
Альтернативні потоки (опціонально)	1a. Співробітник компанії не отримує за запитом всі дані про замовлення, якщо такого замовлення не існує 2a. Співробітник компанії не отримує за запитом всі дані про вантажі, якщо таких вантажів не існує 3a. Співробітник компанії не отримує за запитом всі дані про клієнтів, якщо таких клієнтів не існує 4a. Співробітник компанії не отримує за запитом всі дані про маршрути, якщо таких маршрутів не існує
<u>Постумови</u>	Співробітник отримав потрібну інформацію
Винятки (опціонально)	1. Помилки з'єднання з сервером під час виконання запиту 2. Намагання отримати інформацію про неіснуючі замовлення, вантажі, клієнтів та маршрути

Приклад коду для побудови Use Case «Функціонал доступу до даних» для Plant UML наведено в лістингу 1.

Лістинг 1 Код для побудови Use Case «Функціонал доступу до даних» для Plant UML

```
@startuml
left to right direction
actor "Співробітник компанії" as user
rectangle "Система" {
    usecase "Логін в систему" as UC1
    usecase "Доступ до бази даних" as UC2

    usecase "Отримає дані про вантаж" as UC3
    usecase "Отримає дані про клієнта" as UC4
}
```

```

usecase "Отримає дані про маршрут" as UC5
usecase "Отримає дані про замовлення" as UC6

usecase "Перегляд повідомлення про\n відсутність таких
даних" as UC7
}

user --> UC1 : Відкриває додаток\n і логіниться
user --> UC2 : Переходить до 'Дані'

user --> UC3 : Запитує дані про вантаж user
--> UC4 : Запитує дані про клієнта user -->
UC5 : Запитує дані про маршрут user --> UC6
: Запитує дані про замовлення

user -[#red]> UC7 : Намагається отримати\n неіснуючі дані
UC3 .[#green]> UC7 : Виняток
UC4 .[#green]> UC7 : Виняток
@enduml

```

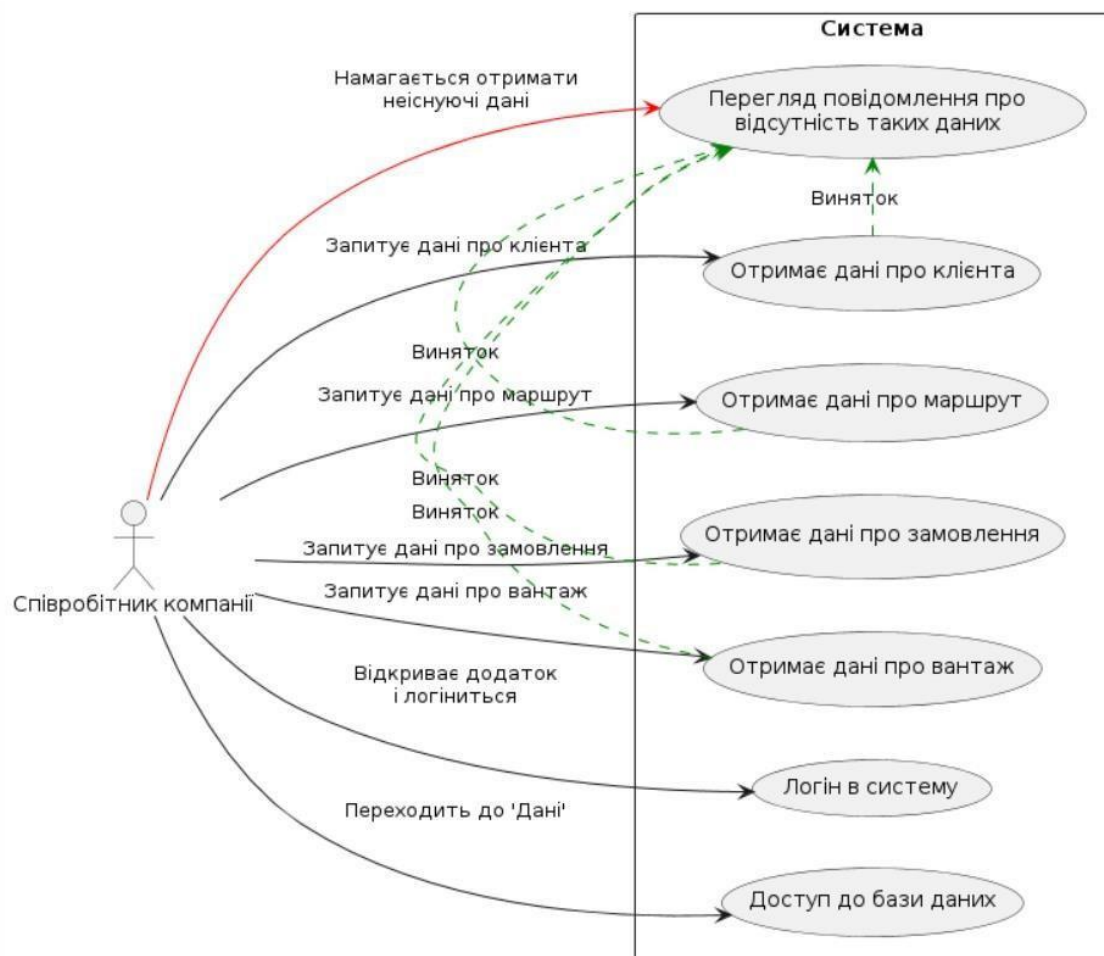


Рисунок 3.2 — Use Case Функціонал доступу до даних

Функціонал автоматизації процесів: Система має дозволяти авторизованим як співробітники компанії користувачам введення даних, генерування звітів та планування маршрутів, відповідно до їх прав за посадою (див. Рис. 3.3).

Елемент	Деталі
ID	0002
Назва <u>Use Case</u>	Автоматизація процесів
Ініціатор	Співробітник компанії
Учасники	Співробітник компанії, система
Передумови	Співробітник компанії авторизований у системі.
Основний потік подій	1. Співробітник компанії може вводити дані 2. Співробітник компанії може генерувати звіти 3. Співробітник компанії може планувати маршрути
Альтернативні потоки (опціонально)	1,2,3а. Співробітник компанії не може виконати дію якщо його посада не передбачає таких прав
<u>Постумови</u>	Співробітник виконав дію, чим зекономив свій час
Винятки (опціонально)	1. Помилки з'єднання з сервером під час виконання запиту 2. Намагання виконати дію що не передбачена посадою

Рисунок 3.3 - Функціонал автоматизації

Приклад коду для побудови Use Case «Функціонал автоматизації процесів» для Plant UML наведено в лістингу 2.

Лістинг 2 Код для побудови Use Case «Функціонал автоматизації процесів» для Plant UML

@startuml

left to right direction

actor "Співробітник компанії" as user
rectangle "Система" {

 usecase "Логін в систему" as UC1

 usecase "Вводить дані" as UC2

```

usecase "Генерує звіт" as UC3
usecase "Планує маршрут" as UC4

usecase "Перегляд повідомлення про\nвідсутність
прав на такі дії" as UC5
}

user --> UC1 : Відкриває додаток\nі логіниться як
співробітник

user --> UC2 : Переходить до 'ввести дані'
user --> UC3 : Переходить до 'генерувати звіт'

user --> UC4 : Переходить до 'запланувати маршрут'
user -[#red]> UC5 : Намагається виконати\nнедозволену
дію

UC2 .[#green]> UC5 : Виняток
UC3 .[#green]> UC5 : Виняток
UC4 .[#green]> UC5 : Виняток
@enduml

```

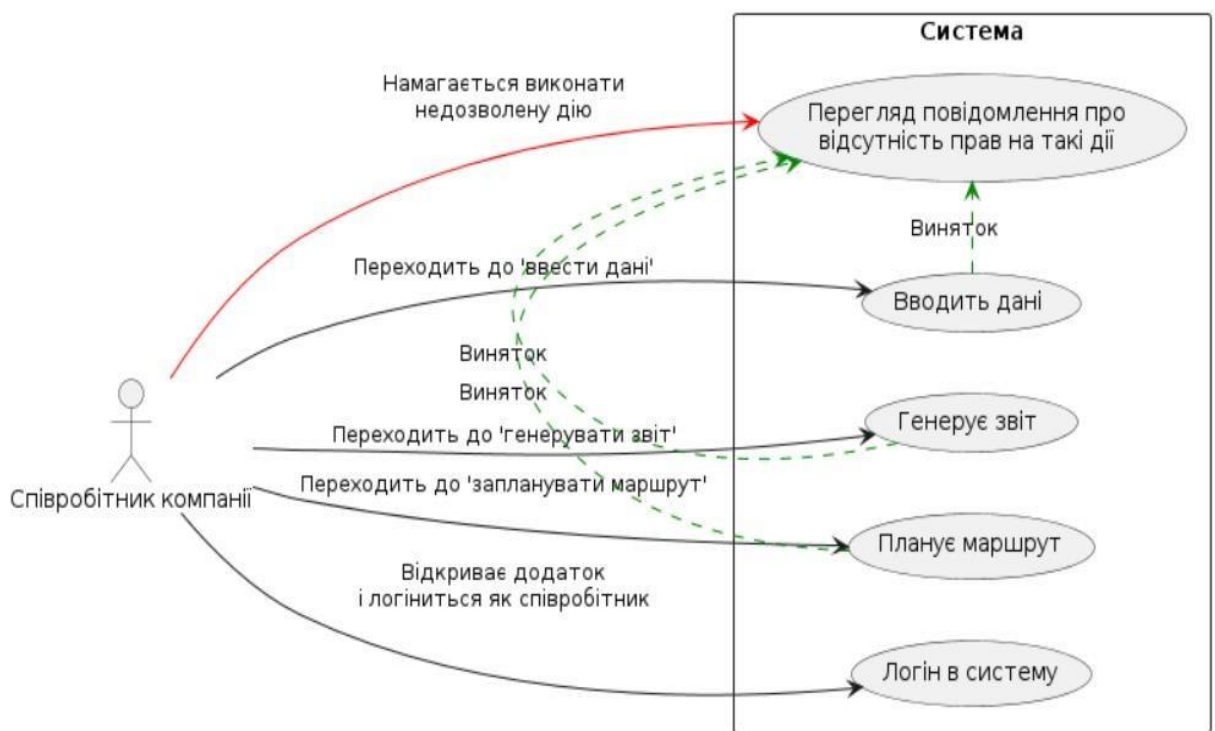


Рисунок 3.5 — Use Case Функціонал автоматизації процесів

Під час проектування бази даних використовувалася модель «сутність-зв'язок» (Entity-Relationship Diagram, ERD). Ця модель дозволяє візуально зобразити зв'язки між різними об'єктами (сутностями), які зберігаються в базі даних.

Виокремлення сутностей, їх характеристик (атрибутів) та опис зв'язків між ними дає чітке уявлення про логічну структуру бази даних [11].

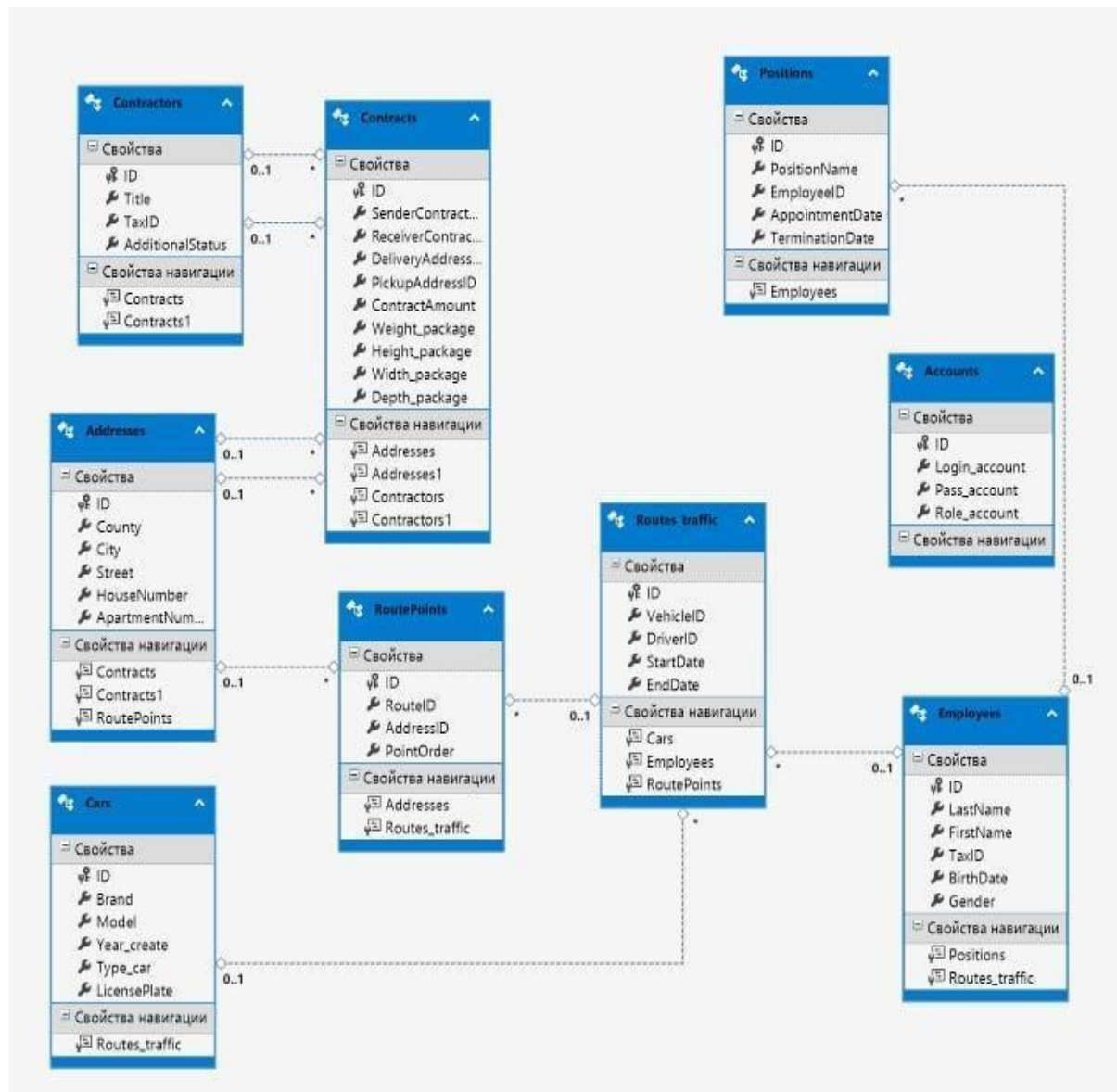


Рисунок 3.6 — ER-діаграма бази даних

Для опису моделі предметної області дипломної роботи наведено ER-діаграму бази даних транспортної компанії (див. Рис.15), яка візуально представляє зв'язки між різними об'єктами (сутностями) в базі даних, а також структуру таблиць реляційної бази даних, яка містять детальну інформацію про кожну сутність, включаючи її атрибути та зв'язки з іншими сутностями.

На рисунку 3.7 зображені зв'язки між виділеними сутностями. Ця діаграма допомагає чітко зрозуміти, як різні об'єкти в базі даних пов'язані між собою.

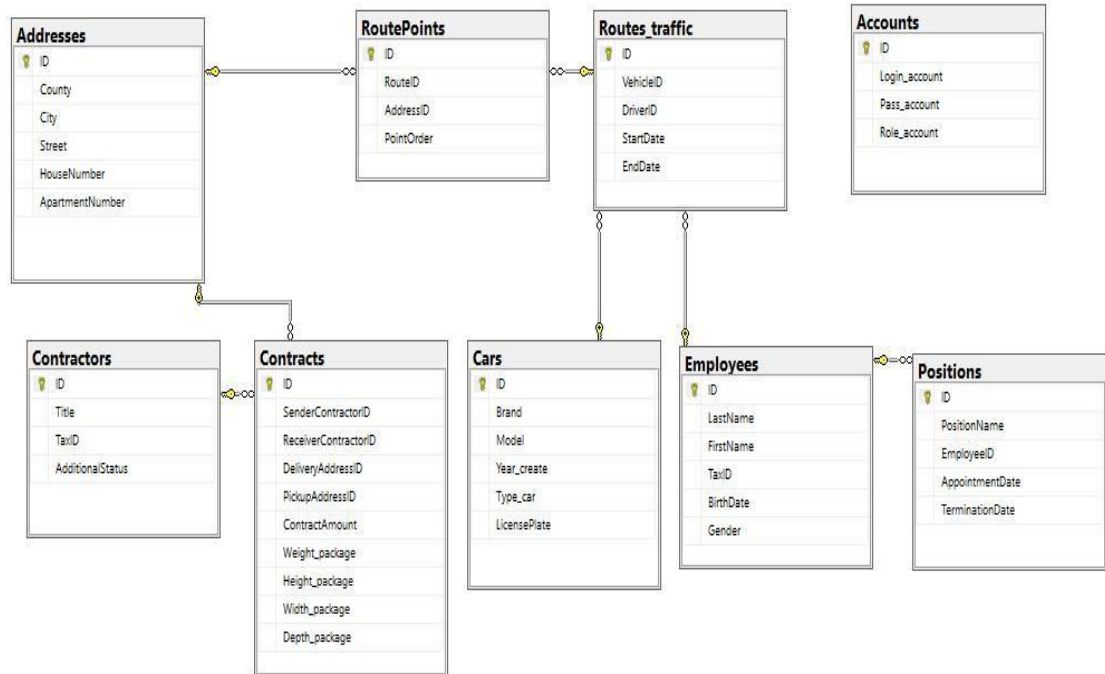


Рисунок 3.7 — Схема бази даних

База даних транспортної компанії складається з 9 таблиць (див. Рис. 3.7). Кожна таблиця відповідає певній сутності. Для кожної сутності в базі даних є первинний ключ. Це поле, яке однозначно ідентифікує кожен запис у таблиці. Використання первинних ключів забезпечує унікальність записів у базі даних та полегшує зв'язування таблиць між собою.

Сутність «Співробітники» містить інформацію про співробітників, що працюють в компанії, відображена в базі даних відповідною таблицею, містить атрибути, зазначені в таблиці 3.1.

Сутність «Посади» містить інформацію про посади співробітників, які працюють в компанії, відображена в базі даних відповідною таблицею, містить атрибути, зазначені в таблиці 3.2.

Таблиця 1 — Атрибути сутності «Employees»

Назва	Тип	Зв'язок	Опис
Id	int	-	Первинний ключ
LastName	nvarchar(50)	-	Прізвище
FirstName	nvarchar(50)	-	Ім'я
TaxID	nvarchar(20)	-	Ідентифікатор податку
BirthDate	date	-	Дата народження
Gender	nvarchar(10)	-	Стать

Таблиця 2 — Атрибути сутності «Positions»

Назва	Тип	Зв'язок	Опис
Id	int	-	Первинний ключ
PositionName	nvarchar (100)	-	Назва посади
EmployeeID	int	Employees	ID_співробітника
AppointmentDate	date		Дані призначення
TerminationDate	date		Дані звільнення

Сутність «Автомобілі» призначена для зберігання інформації про парк автомобілів, відображена в базі даних відповідною таблицею, містить атрибути, зазначені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 — Атрибути сутності «Cars»

Назва	Тип	Зв'язок	Опис
Id	int	-	Первинний ключ
Brand	nvarchar (50)	-	Марка
Model	nvarchar (50)	-	Модель
Year_create	int	-	Рік випуску
Type_car	nvarchar (50)	-	Тип
LicensePlate	nvarchar (20)	-	Державний номер

Сутність «Маршрути» містить інформацію про рейси водіїв, відображена в базі даних відповідною таблицею, містить атрибути, зазначені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 — Атрибути сутності «Routes_traffic»

Назва	Тип	Зв'язок	Опис
Id	int	-	Первинний ключ
VehicleID	int	Cars	ID авто
DriverID	int	Employees	ID водія
StartDate	datetime	-	Дата початку рейсу
EndDate	datetime	-	Дата закінчення рейсу

Сутність «Підрядники» містить інформацію про підрядників компанії, відображена в базі даних відповідною таблицею, містить атрибути, зазначені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 — Атрибути сутності «Contractors»

Назва	Тип	Зв'язок	Опис
Id	int	-	Первинний ключ
Title	nvarchar (100)	-	Назва
TaxID	nvarchar (20)	-	Державний ідентифікатор
AdditionalStatus	nvarchar (100)	-	Додатковий статус

Сутність «Адреси» містить інформацію про адреси маршрутів, відображена в базі даних відповідною таблицею, містить атрибути, зазначені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 — Атрибути сутності «Addresses»

Назва	Тип	Зв'язок	Опис
Id	int	-	Первинний ключ
County	nvarchar (100)	-	Графство
City	nvarchar (100)	-	Місто
Street	nvarchar (100)	-	Вулиця
HouseNumber	nvarchar (20)	-	Будинок
ApartmentNumber	nvarchar (20)	-	Квартира

Сутність «Договори» містить інформацію про договори між підрядниками замовниками та підрядниками отримувачами в якому вказуються

адреси, сума договору та габарити вантажу (див. Табл.3.7).

Таблиця 3.7 — Атрибути сутності «Contracts»

Назва	Тип	Зв'язок	Опис
Id	int	-	Первинний ключ
SenderCo	Назва	Тип	Зв'язок
ReceiverCo	Id	int	-
DeliveryAddress	RouteID	int	Routes_traffic
PickupAddress	AddressID	int	Addresses
ContractAmount	PointOrder	int	-
Weight_package	decimal(18, 2)	-	Вага
Height_package	decimal(18, 2)	-	Висота
Width_package	decimal(18, 2)	-	Ширина
Depth_package	decimal(18, 2)	-	Глибина

Таблиця 3.8

—
Атрибути
сутності

«RoutePoints»

3.5 Програмна реалізація застосунку

Кожній таблиці в базі даних присвоюється свій власний номер за допомогою enum TablesTypeEnum. Потім, за допомогою кортежу Tuple їй присвоюється і назва всередині програми. Таким чином, можна через номер таблиці отримати її назву, приклад для виведення на заголовок вікна наведено у лістингу 3.

Лістинг 3 Виведення на заголовок вікна назви таблиці через номер

```
public enum TablesTypeEnum {
    Addresses= 1, Cars
    = 2, Contractors =
    3, Contracts = 4,
    Employees = 5,
    Positions = 6,
    RoutePoints = 7,
    Routes_traffic = 8,
    Accounts = 9
}
public class TablesTypes {
    public static Tuple<int, string> Addresses { get; } =
    new Tuple<int, string>(1, "Addresses");
    public static Tuple<int, string> Cars { get; } = new
```

```
Tuple<int, string>(2, "Cars");
    public static Tuple<int, string> Contractors { get; } =
new Tuple<int, string>(3, "Contractors");
    public static Tuple<int, string> Contracts { get; } =
new Tuple<int, string>(4, "Contracts");
    public static Tuple<int, string> Employees { get; } =
new Tuple<int, string>(5, "Employees");
    public static Tuple<int, string> Positions { get; } =
new Tuple<int, string>(6, "Positions");
    public static Tuple<int, string> RoutePoints { get; } =
new Tuple<int, string>(7, "RoutePoints");
    public static Tuple<int, string> Routes_traffic { get; }
= new Tuple<int, string>(8, "Routes_traffic");
    public static Tuple<int, string> Accounts { get; } =
new Tuple<int, string>(9, "Accounts");
```

```

public static string GetTableName(int number)
{
    switch ((TablesTypeEnum)number)
    {
        case TablesTypeEnum.Addresses:
            return TablesTypes.Addresses.Item2;
        case TablesTypeEnum.Cars:
            return TablesTypes.Cars.Item2;
        case TablesTypeEnum.Contractors:
            return TablesTypes.Contractors.Item2;
        case TablesTypeEnum.Contracts:
            return TablesTypes.Contracts.Item2;
        case TablesTypeEnum.Employees:
            return TablesTypes.Employees.Item2;
        case TablesTypeEnum.Positions:
            return TablesTypes.Positions.Item2;
        case TablesTypeEnum.RoutePoints:
            return TablesTypes.RoutePoints.Item2;
        case TablesTypeEnum.Routes_traffic:
            return TablesTypes.Routes_traffic.Item2;
        case TablesTypeEnum.Accounts:
            return TablesTypes.Accounts.Item2;
        default:
            return TablesTypes.Employees.Item2;
    }
}

```

Коли ми натискаємо кнопку видалення, нас перекидає у цей метод. Він аналізує, який тут номер таблиці, знаходить відповідний запис і видаляє його. Реалізація наведена у лістингу 4.

Лістинг 4 Видалення відповідного запису

```

public bool DeleteRows(int tableNumber, List<int>
recordsIds)
{
    try
    {
        switch ((TablesTypeEnum)tableNumber)
        {
            case TablesTypeEnum.Addresses:
                foreach (var record in recordsIds)
                {
                    entities.Addresses.Remove(entities.Addresses.Find(record));
                }
                entities.SaveChanges();
                return true;
            case TablesTypeEnum.Cars:
                foreach (var record in recordsIds)
                {
                    entities.Cars.Remove(entities.Cars.Find(record));

```

```

    }
    entities.SaveChanges();
    return true;

```

Користувач може отримати всіх робітників із бази даних, конкретного робітника за id, додавати робітників, оновлювати робітників. Реалізація наведена у лістингу 5.

Лістинг 5 Отримати даних про робітників із бази даних

```

public BindingSource GetEmployees()
{
    BindingSource bs = new BindingSource();
    var query = from obj in entities.Employees
                select new
                {
                    Id = obj.ID,
                    LastName = obj.LastName,
                    FirstName = obj.FirstName,
                    TaxID = obj.TaxID,
                    BirthDate = obj.BirthDate,
                    Gender = obj.Gender
                };
    bs.DataSource = query.ToList();
    return bs;
}

public Employees GetEmployees(int id)
{
    return entities.Employees.Find(id);
}

public bool AddEmployees(Employees AW)
{
    try
    {
        entities.Employees.Add(AW);
        entities.SaveChanges(); return true;
    }
    catch (Exception e)
    {
        MessageBox.Show("Помилка зв'язаності таблиць.",
e.Message); return false;
    }
}

public bool UpdateEmployees(Employees {
    try {
        var record = entities.Employees.SingleOrDefault(rec
AW)
=> rec.ID == AW.ID);
        if (record != null)

```

```

        {
            record.LastName = AW.LastName;
            record.FirstName = AW.FirstName;
            record.TaxID = AW.TaxID;
            record.BirthDate = AW.BirthDate;
            record.Gender = AW.Gender;
            entities.SaveChanges();
            return true;
        }
        else
            return false;
    }
    catch (Exception e)
    {
        MessageBox.Show("Помилка зв'язаності таблиць.",
e.Message); return false;
    }
}

```

Копіювання властивостей із бази даних для того, щоб вивести їх на форму для оновлення (операція Update). Реалізація наведена у лістингу 6.

Лістинг 6 Копіювання властивостей із бази даних

```

private void CopyEntity(Employees newValue)
{
    employees.ID = newValue.ID;
    employees.LastName = newValue.LastName;
    employees.FirstName = newValue.FirstName;
    employees.TaxID = newValue.TaxID;58

    employees.BirthDate = newValue.BirthDate;
    employees.Gender = newValue.Gender;
}

```

Здійснюється перевірка перед додаванням нового робітника у базу даних. Якщо є порожні поля, то додавання не відбувається. Реалізація наведена у лістингу 7.

Лістинг 7 Перевірка перед додаванням нового робітника

```

try
{
    if (textBoxSurname.Text.Length == 0 ||
textBoxName.Text.Length == 0 ||
        textBoxTax.Text.Length == 0 ||
textBoxSex.Text.Length == 0)
    {
        MessageBox.Show("Поля не можуть бути
порожніми!");
        return;
    }
    else
    {
        employees.LastName =

```

```

textBoxSurname.Text.ToString();
        employees.FirstName =
textBoxName.Text.ToString();
        employees.TaxID = textBoxTax.Text.ToString();
        employees.BirthDate =
dateTimePicker_birthDate.Value;
        employees.Gender = textBoxSex.Text.ToString();
        DialogResult = DialogResult.OK;
    }
}
catch (Exception ex)
{
    MessageBox.Show(ex.Message, "Змінення",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
}
}

```

При подвійному натисканні на рядку таблиці відкривається вікно зміни даних. Якщо внесені зміни задовольняють перевірку, то інформація вноситься в базу даних. Реалізація наведена у лістингу 8.

Лістинг 8 Внесення інформації в базу даних через рядки таблиці

```

private void dataGridView1_CellDoubleClick(object sender,
DataGridViewCellEventArgs e)
{
    if (dataGridView1.SelectedRows.Count > 0)
    {
        switch ((TablesTypeEnum)CargoDB.currentTable)
        {
            case TablesTypeEnum.Addresses:
                Addresses addresses =
CargoDB.GetAddresses(Convert.ToInt32(dataGridView1.Selected
Rows[0].Cells[0].Value));
                if (addresses != null)
                {
                    using (FormAddresses form = new
FormAddresses(addresses))
                    {
                        DialogResult dialogResult =
form.ShowDialog();
                        if (dialogResult == DialogResult.OK)
                        {

```

```

        (dialogResult ==
        if
        (!CargoDB.UpdateAddresses (form.addresses))

                                MessageBox.Show ("Змінення
обраних даних неможливе", "Змінення", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error);

                                else
LoadTables (CargoDB.currentTable);

                                }

                                }

                                }

                                break;

```

При натисканні на кнопку додавання відкривається відповідна форма додавання для обраної таблиці. Після перевірки, у разі задоволення вимогам, відбувається додавання у базу даних. Реалізація наведена у лістингу 9.

Лістинг 9 Додавання у базу даних через форму

```

private void buttonAdd_Click(object sender, EventArgs e)
{
    switch ((TablesTypeEnum) CargoDB.currentTable)
    {
        case TablesTypeEnum.Addresses:
            using (FormAddresses form = new
FormAddresses()) {
                DialogResult dialogResult =
form.ShowDialog();
                if (dialogResult == DialogResult.OK)
                {
                    if
(!CargoDB.AddAddresses (form.addresses))

                                MessageBox.Show ("Додавання введених
даних неможливе", "Додавання", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error);

                                else

                                LoadTables (CargoDB.currentTable);

                                } }

                                break;

```

3.6 Розробка інтерфейсу інформаційної системи

Клієнтська програма розроблена з урахуванням усіх функціональних вимог, що були визначені на попередньому етапі.

Для доступу до ресурсів системи користувачі повинні пройти аутентифікацію та авторизацію (див. Рис. 3.17).



Рисунок 3.17 — Вікно аутентифікації

Після верифікації особистості користувачеві стає доступним вікно інформаційної системи транспортної компанії. (див. Рис. 3.18).



Рисунок 3.18 — Вікно інформаційної системи транспортної компанії

Користувач може самостійно обирати, які таблиці будуть доступні для перегляду в поточному вікні, залежно від його рівня доступу. Щоб додати новий запис до обраної таблиці, слід скористатися кнопкою «Додати запис до

таблиці» (див. Рис. 3.19).

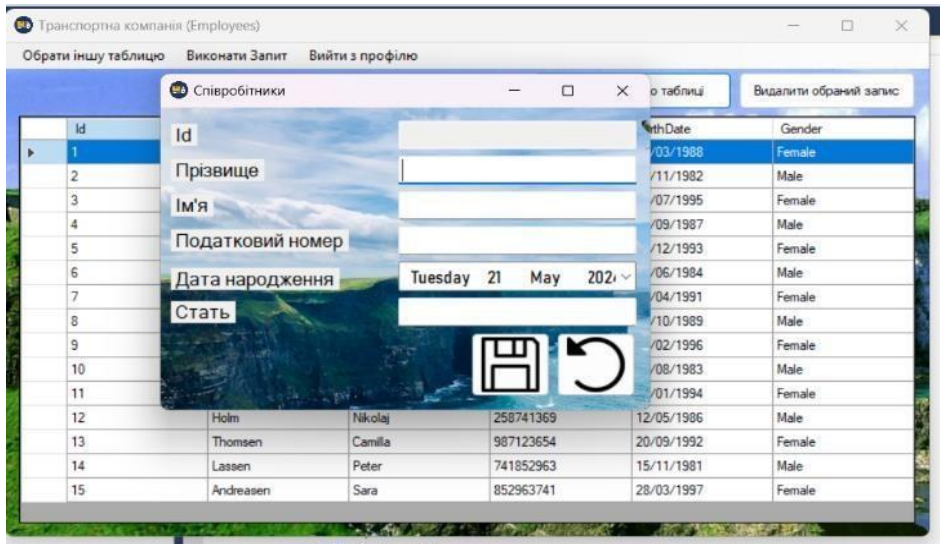


Рисунок 3.19 — Додавання запису

Календарний інтерфейс робить вибір дат зручним та інтуїтивно зрозумілим (див. Рис. 3.20).

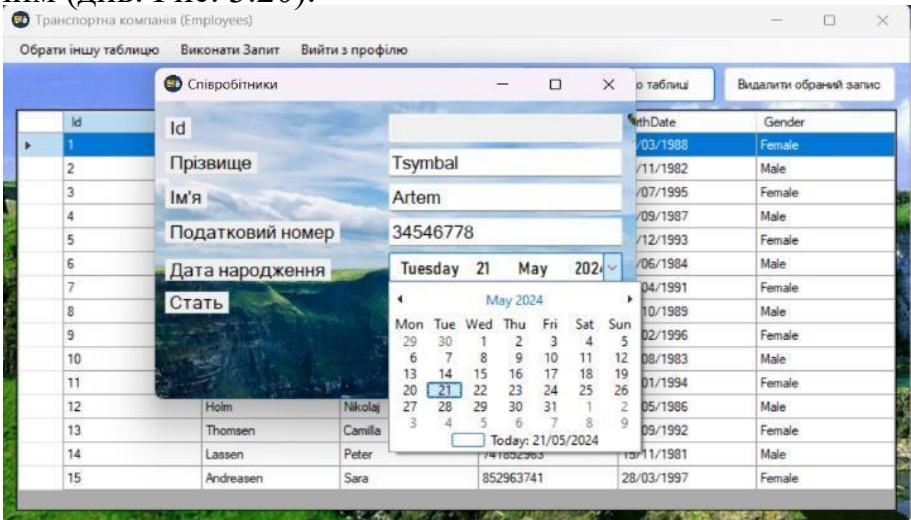


Рисунок 3.20 — Інтерфейс календаря

Додавання запису неможливе без заповнення всіх обов'язкових полів. У такому випадку з'явиться нагадування про необхідність заповнити всі поля (див. Рис.3.21).

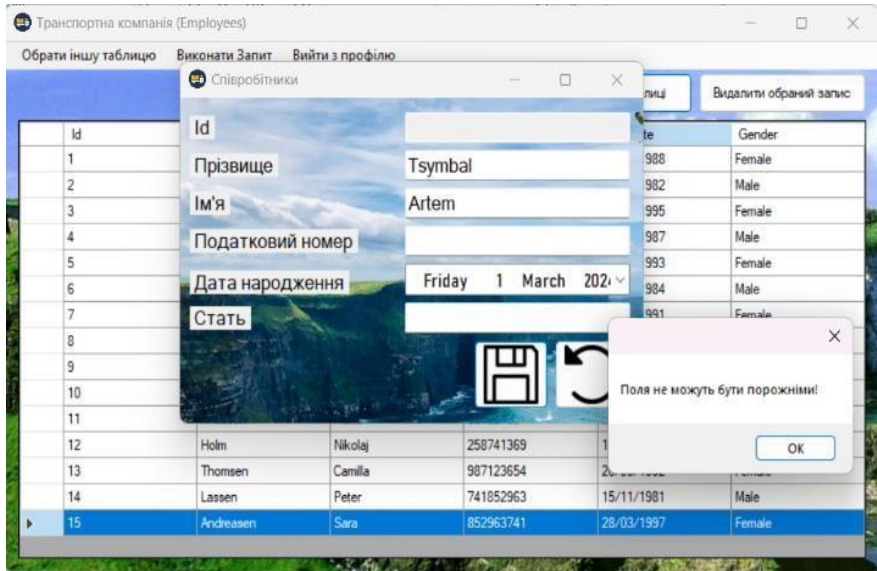


Рисунок 3.21 — Повідомлення про помилку

Після успішного заповнення всіх необхідних полів інформація про нового співробітника буде додана до відповідної таблиці (див. Рис.3.22).



Рисунок 3.22 — Додавання нового співробітника до відповідної таблиці

Система надає можливість видалення співробітників. Перед остаточним видаленням програма запропонує вам підтвердити свою дію (див. Рис. 3.23).

Користувачський інтерфейс дозволяє обирати інші таблиці для роботи з даними (див. Рис. 3.24).

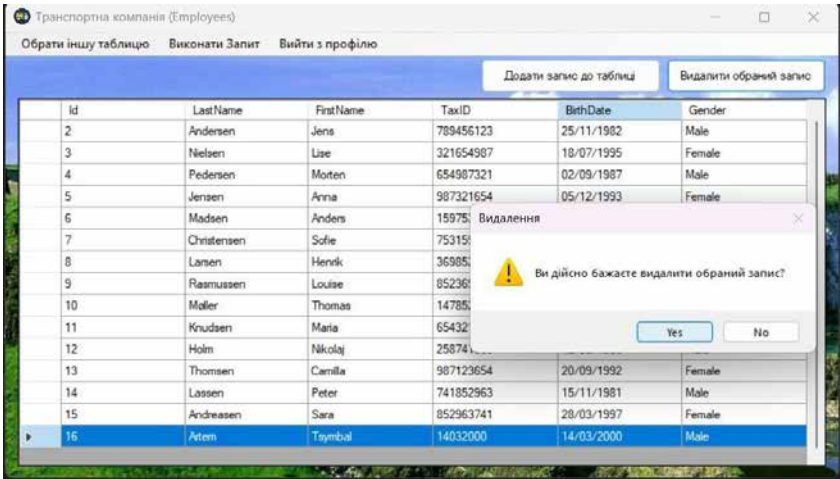


Рисунок 3.23 — Підтвердження дій про видалення запису

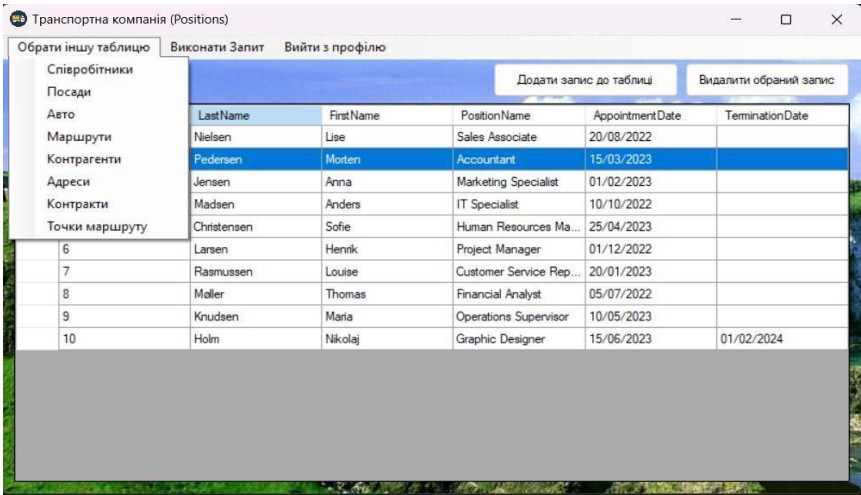


Рисунок 3.24 — Вікно вибору таблиць

Система надає можливість здійснювати пошук інформації в таблицях (див. Рис. 25-27).

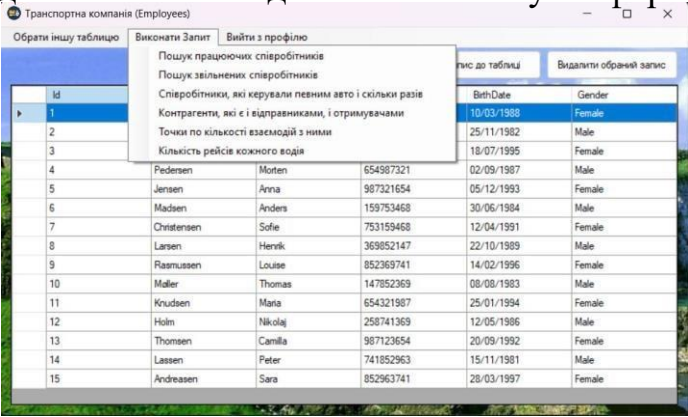


Рисунок 3.25 — Пошук інформації в таблицях

Транспортна компанія (Пошук працюючих співробітників)

Обрати іншу таблицю Виконати Запит Вийти з профілю

ID	LastName	FirstName	TaxID	BirthDate	Gender
3	Nielsen	Lise	321654987	18/07/1995	Female
4	Pedersen	Morten	654987321	02/09/1987	Male
5	Jensen	Anna	987321654	05/12/1993	Female
6	Madsen	Anders	159753468	30/06/1984	Male
7	Christensen	Sofie	753159468	12/04/1991	Female
8	Larsen	Henrik	369852147	22/10/1989	Male
9	Rasmussen	Louise	852369741	14/02/1996	Female
10	Møller	Thomas	147852369	08/08/1983	Male
11	Knudsen	Maria	654321987	25/01/1994	Female

Рисунок 3.26 — Результат запиту «Пошук працюючих співробітників»

Транспортна компанія (Точки по кількості взаємодії з ними)

Обрати іншу таблицю Виконати Запит Вийти з профілю

ID	County	City	Street	HouseNumber	ApartmentNumber	TotalInteractions
1	Trondheim	Trondheim	Kongens gate	5	10	6
2	Stavanger	Stavanger	Kongsgata	8	22	6
3	Tromsø	Tromsø	Strandgata	15	7	5
4	Drammen	Drammen	Grønland	25	3A	5
5	Kristiansand	Kristiansand	Skippergata	20	3A	5
6	Sandnes	Sandnes	Langgata	14	5	4
7	Ålesund	Ålesund	Nedre Strandgate	7	3A	3
8	Skien	Skien	Sannergata	30	3A	3
9	Bodø	Bodø	Storgata	18	3A	3

Рисунок 3.27 — Результат запиту «Точки по кількості взаємодії з ними»

Вхід до системи за логіном та паролем менеджера надає йому обмежений доступ до функціональності (див. Рис. 28)

Створити аутент...

Логін

manager

Пароль

Вхід Закрити

Транспортна компанія (Employees)

Маршрути
Контрагенти
Адреси
Контракти
Точки маршруту

Додати запис до таблиці Видалити обраний запис

LastName	FirstName	TaxID	BirthDate	Gender
Pedersen	Maria	456123789	10/03/1988	Female
Andersen	Jens	789456123	25/11/1982	Male
Nielsen	Lise	321654987	18/07/1995	Female
Pedersen	Morten	654987321	02/09/1987	Male
Jensen	Anna	987321654	05/12/1993	Female
Madsen	Anders	159753468	30/06/1984	Male
Christensen	Sofie	753159468	12/04/1991	Female
Larsen	Henrik	369852147	22/10/1989	Male
Rasmussen	Louise	852369741	14/02/1996	Female
Møller	Thomas	147852369	08/08/1983	Male
Knudsen	Maria	654321987	25/01/1994	Female
Holm	Nikolaj	258741369	12/05/1986	Male
Thomsen	Camilla	987123654	20/09/1992	Female
Larsen	Peter	741852963	15/11/1981	Male
Andreasen	Sara	852963741	28/03/1997	Female
Adams	Tyomil	14032000	14/03/2000	Male

Рисунок 28 — Доступ до функціональності для менеджера

ВИСНОВКИ

1. У результаті виконання кваліфікаційної роботи на тему «Розробка системи та комп'ютерної мережі дистанційного керування транспортною логістикою» було здійснено комплексне дослідження сучасних підходів до побудови інтелектуальних інформаційних систем управління логістичними процесами транспортних компаній. Проведено аналіз наукових праць, програмних рішень та існуючих аналогів у сфері автоматизації транспортної логістики, що дозволило визначити їх функціональні можливості, переваги, недоліки та актуальні проблеми практичного застосування.
2. На основі проведеного аналізу було обґрунтовано доцільність створення власної системи дистанційного керування транспортною логістикою, орієнтованої на забезпечення ефективного управління транспортними процесами, підвищення оперативності прийняття рішень та оптимізацію роботи транспортної компанії. Визначено основні функціональні та технічні вимоги до системи, що враховують специфіку предметної області та потреби потенційних користувачів.
3. У межах роботи сформовано технічне завдання, спроектовано архітектуру системи та структуру комп'ютерної мережі, що забезпечує взаємодію між програмними модулями, базою даних і користувацькими клієнтами. Розроблена архітектура враховує принципи масштабованості, надійності та можливості подальшого розширення функціоналу системи.
4. Також було розроблено структуру бази даних для централізованого зберігання, обробки та управління інформацією, пов'язаною з логістичними процесами транспортної компанії. Реалізовано десктопний програмний застосунок, який забезпечує дистанційну взаємодію користувачів із системою та надає можливість виконання основних операцій управління транспортною логістикою.
5. Отримані результати підтверджують практичну доцільність та ефективність запропонованого рішення. Розроблена система може бути використана як основа для подальшого розвитку інформаційної інфраструктури

транспортних підприємств. Перспективними напрямками вдосконалення є створення веборієнтованої платформи, впровадження інтелектуальних алгоритмів планування маршрутів, а також розширення функціоналу інформаційної підтримки водіїв, диспетчерів та експедиторів..

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головіна О. Сучасні технології в управлінні транспортною логістикою. International Science Journal of Management, Economics & Finance. Vol. 2, No. 3, 2023, pp. 35-42.
2. Особливості автомобільних вантажних перевезень у Європі : веб-сайт. URL: <https://www.cargosupport.com.ua/ua/osoblivosti-avtomobilnih-vantazhnih-perevezen-u-evropi/> (дата звернення: 10.03.2026).
3. Демченко Є. Б., Дорош А. С., Сковрон І. Я. Сучасні інформаційні системи на ринку вантажних перевезень України. Транспортні системи та технології перевезень. Дніпро, 2022. Вип. 23. С. 79–88.
4. Розробка інформаційної системи для транспортної компанії : електронний ресурс. URL: <https://trans-atlas.com.ua/ua/article/259> (дата звернення: 07.03.2024).
5. Jon P. Smith. Entity Framework Core in Action : Packt, 2018. 520 с.
6. EntityFrameworkCore documentation : веб-сайт. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/ef/> (дата звернення: 07.03.2026).
7. Відомості про проекти і рішення на мові C# : електронний ресурс. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/get-started/tutorial-projectssolutions?view=vs-2019> (дата звернення: 10.03.2026).
8. Paul DuBois. MySQL Cookbook. 3rd edition. O'Reilly, 2014. 837 р.
9. 9. MySQL Workbench : веб-сайт. URL: <https://www.mysql.com/products/workbench> (дата звернення: 10.03.2023).
10. Метод функціонального моделювання : веб-сайт. URL: http://ni.biz.ua/3/3_20/3_20501_metod-funktsionalnogo-modelirovaniya-SADT-IDEF.html (дата звернення: 10.03.2023).
11. Мулеса О. Ю. Інформаційні системи та реляційні бази даних : Ужгород, 2018. 118 с.
12. Top 10 Programming Languages for Desktop Apps In 2021. Decipherzone : веб-

сайт. URL: <https://www.decipherzone.com/blog-detail/top-programming-languages-for-desktop-apps-in-2021> (дата звернення: 07.04.2026).

13. Карпенко М. Ю., Манакова Н. О., Гавриленко І. О. Технології створення програмних продуктів та інформаційних систем : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 93 с.
14. Сокальчук, Ю. (2023). Оптимізація транспортно-логістичних процесів (Doctoral dissertation, Національний авіаційний університет).
15. Farronato, C., Fradkin, A., & MacKay, A. (2023, May). Self-preferencing at Amazon: evidence from search rankings. In AEA Papers and Proceedings (Vol. 113, pp. 239-243). 2014 Broadway, Suite 305, Nashville, TN 37203: American Economic Association.
16. Schwieterman, J. P., & Craig, C. (2023). Primed for growth: Amazon Air's freighter fleet, flight activity, and payload capacity compared to FedEx and UPS. Research in Transportation Economics, 101, 101337.
17. Сукайло, Д. В. (2024). Особливості діяльності віртуальних компаній у міжнародному бізнесі (Doctoral dissertation, Національний авіаційний університет).
18. Li, Z., & Zheng, H. (2023). The Value Chain Construction of Cross-Border E-Commerce Platform "AliExpress". In Innovation of Digital Economy: cases from China (pp. 407-421). Singapore: Springer Nature Singapore.
19. Резнік, Н. П., Руденко, С. В., & Пилипчук, К. М. (2022). Основні характеристики поняття логістики і системи управління ланцюгами постачань. Innovation and Sustainability. № 3: 95–102.
20. Natalia Rozhko, Oleg Tson, Uliana Plekan, Anatolii Matviishyn, Bogdan Gevko. The use of network intralogistics and fulfillment for functioning of transport and warehouse complexes / Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. 2023. Col.7(38), Part II, p. 257-264.
- 21.10. Цьонь О.П., Плекан У.М. Транспортно-експедиторська діяльність в Україні. Перспективи відбудови. Матеріали XV Міжнародної науково-

- практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 24-26 жовтня 2022 р.
22. Rozhko N, Plekan U., Tson O., Matviishyn A. Digitalization of truck companies: current challenges and development prospects // Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. – 2022. – Col.6(37). – pp. 208-214.
23. Н. Я. Рожко, О.Л. Ляшук, У.М. Плекан, О.П. Цьонь, Б.Р. Гевко, Т.Д. Навроцька, О.П. Антонюк. Вплив середовища на кон'юнктуру ринку автомобільних перевезень України», ВМТ, 2022, вип. 16, вип. 2, с. 101–109.
24. Плекан, У. М.; Цьонь, О. П.; Гевко, Б. Р.; Антонюк, О. П. Аналіз логістичних витрат підприємства. ВМТ 2023, 17, 114-120.
25. СЕНИК, Ю. (2023). Вибір підходу для побудови управління логістичним ланцюгом «третьою стороною»(third-party logistics (3PL)). Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences, 322(5), 367-373.
26. Плекан, У. М. ., Ляшук, О. Л., Рожко, Н. Я., Цьонь, О. П., & Буренніков, Ю. Ю. (2023). Методика дослідження та прогнозування виробничого потенціалу автотранспортного підприємства. Вісник машинобудування та транспорту, 18(2), 148–154. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-148-154>.
27. Plekan U., Lyashuk O., Aulin V., Tson O., Matviishyn A. Logistics Strategy of the Motor Transport Enterprise. Organizational Aspects of Creation. Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences. – 2022. – Col.6(37), p II. – pp. 75-82.
28. Чупайленко, О. А., Білокур, М. В., Поліщук, Р. В., & Колесник, Ю. О. (2022). Логістика функціонування мультимодальних перевезень. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал.–К.: НТУ.
29. У. Плекан, О. Цьонь. Внутрішній контроль логістичних процесів автотранспортного підприємства. Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем. НУВГП 26-27 квітня 2023. – с. 101-102.

30. Гриньків А. В., Аулін В. В., Ляшук О. Л., Цьонь О. П. Логістичний аутсорсинг на українському ринку. Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції Крамаровські читання» 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2024. С. 472-474.
31. First, M. B., Yousif, L. H., Clarke, D. E., Wang, P. S., Gogtay, N., & Appelbaum, P. S. (2022). DSM-5-TR: Overview of what's new and what's changed. *World Psychiatry*, 21(2), 218.
32. Аулін В.В., Ляшук О.Л., Гриньків А.В., Цьонь О.П., Гудь В.З., Головатий А.О., Тищенко С.Ю., Сергійчук А.А.. Формування логістичної інформаційної системи ефективного управління транспортними і виробничими підприємствами. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2024. Вип. 9(40), ч.ІІ, с. 204-218.
33. У.М. Плекан, О.П. Цьонь, О.О. Окунський. Оцінка потенціалу автотранспортного підприємства графоаналітичним методом /Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2023. – С. 270.
34. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів за освітньо-професійною програмою "Транспортні технології (автомобільний транспорт)" другого рівня вищої освіти спеціальності 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті) денної та заочної форми навчання / уклад.: О.П. Цьонь, У.М. Плекан, Ю.Я. Вовк, В.О. Дзюра, Н.Я. Рожко, М.В. Бабій, А.Й. Матвійшин, І.М. Кучвара; під заг. редакцією У.М. Плекан. М-во освіти і науки Укр., Тернопільський нац. техн. ун-т. ім. І. Пулюя – Тернопіль: ТНТУ, 2021. – 52 с.

35. Richardson, A., & Malmberg, H. (2001). Wilson logistics-A strategy for the business unit logistics, guiding Wilson towards becoming a third party logistics provider. rapport nr.: Masters Thesis, (2000).
36. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «Безпека в надзвичайних ситуаціях» / В.С. Стручок – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.
37. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.
38. Natalia Rozhko, Dmytro Mironov Liubomyr Slobodian, Anatolii Matviishyn, Maria Babii. Main aspects of third party logistics activities in modern transport realities // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 8(39), ч. II. С. 101-108
39. Sakhno, V., Poliakov, V., Lyashuk, O., Murovanyi, I., Stelmashchuk, V., Onyschuk, V., Tson, O., Rozhko, N. To the comparative evaluation of three-unit lorry convoys of the different component systems by maneuverability. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 121, 189-201. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.121.12>
40. Інформація про NAT [електронний ресурс] – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/NAT> (дата зверення: 18.06.2023).
- 41.. Воробієнко П., Нікітюк Л., Резниченко П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі. Саміт-книга, 2010. 640 с
42. Жураковський Б. Ю., Зенів І.О. Комп'ютерні мережі: навчальний посібник. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 336 с.
43. Коробейнікова Т. І., Захарченко С. М. Комп'ютерні мережі. Львівська політехніка, 2022. 228 с
44. Кулаков Ю.О., Луцький Г.М. Комп'ютерні мережі. Київ: "Юніор", 2015. 397 с

- 45.Рамський Ю., Олексюк В., Балик А. Адміністрування комп'ютерних мереж та систем. Богдан НК, 2010. 196 с
- 46.Олещенко Л.М. Організація комп'ютерних мереж: конспект лекцій. Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2018. 225 с.
- 47.Олексюк В., Балик Н., Балик А. Організація комп'ютерної локальної мережі. Тернопіль: Підручники та посібники, 2006. 80 с.
- 48.Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д., В.В. Пасічник. Комп'ютерні мережі: навчальний посібник. Львів: «Магнолія 2006», 2013. 256