

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Оптимізація управління транспортно-експедиторською діяльністю за
допомогою інтелектуальних інформаційних систем (комплексна тема)

Виконали: студенти 6 курсу, групи МНм-61

спеціальності 275 Транспортні технології

(на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

Бридун А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Каліновський І.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Плекан У.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Кобельник В.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет _____ інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра _____ автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)
«11» листопада 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня _____ магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(шифр і назва спеціальності)
студенту _____ Бридуну Анатолію Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Оптимізація управління транспортно-експедиторською діяльністю за допомогою інтелектуальних інформаційних систем (комплексна тема)

Керівник роботи _____ Цьонь Олег Петрович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» _____ листопада _____ 2024 року № 4/7-1081

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи схема мультимодальних перевезень вантажів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

- Еволюція етапів впровадження інформаційних технологій у транспорті в умовах цифровізації.
- Значення інтелектуальних інформаційних технологій у становленні цифрової логістики.
- Моделювання транспортно-експедиторських послуг при мультимодальних перевезеннях вантажів.
- Розробка методів управління та контролю вантажно-експедиторських операцій з використанням штучного інтелекту та нейронних мереж.
- Цифрова модель управління транспортно-експедиторськими Процесами.
- Аналіз потенційних ризиків у транспортно-експедиторській діяльності.
- Інтелектуальні системи моніторингу та забезпечення безпеки праці.

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

- Титульний лист.
- Реферат.
- Положення матеріально-технічного забезпечення бізнесу.
- Відсоток аутсорсингу за елементами логістики у світі.
- Класифікаційна схема логістичних функцій і операцій.
- Процес транспортування вантажу в транспортно-експедиторських службах.
- Схеми мультимодальних перевезень.
- Приклади мікросервісів у вигляді сервісів на маршруті.
- Схема транспортно-експедиторських послуг.
- Характеристика параметрів програмного забезпечення, що використовується транспортно-експедиторськими компаніями в своїй роботі.
- Модель багатошарової нейронної мережі.
- Схема класифікації послуг на транспорті.
- Схема цифрового управління експедиційною компанією.
- Фактори, що впливають на розвиток ТЕД.
- Схема взаємодії логістичної системи з транспортно-експедиторськими компаніями.
- Алгоритм процесу формування транспорту для доставки.
- Схема підсистеми управління заявками на перевезення.
- Підсистема управління вантажоперевезеннями.
- Фактори, що впливають на економічну ефективність використання цифрового підходу в управлінні.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання 11.11.2024 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз використання інформаційних технологій у системах управління транспортом	29.11.2024 р.	
2	Автоматизація логістичних операцій і функцій з використанням інтелектуальних інформаційних технологій	06.12.2024 р.	
3	Створення методів автоматизованого управління транспортно-експедиторськими послугами	13.12.2024 р.	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.12.2024 р.	
5	Загальні висновки	17.12.2024 р.	
6	Перелік посилань	18.12.2024 р.	

Студент

(підпис)

Бридун А. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)
«11» листопада 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(шифр і назва спеціальності)
студенту Каліновському Ігорю Романовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оптимізація управління транспортно-експедиторською діяльністю за допомогою інтелектуальних інформаційних систем (комплексна тема)
Керівник роботи Цьонь Олег Петрович, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «11» листопада 2024 року № 4/7-1081

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи схема мультимодальних перевезень вантажів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Огляд передових зарубіжних проєктів та технологій у сфері автоматизації транспортно-логістичних систем і управління транспортними процесами. 2. Методика створення інформаційних моделей для управління транспортно-логістичними послугами. 3. Транспортні мікросервіси в транспортно-експедиторських послугах для мультимодальних перевезень. 4. Віртуалізація операцій у транспортно-логістичному управлінні. 5. Аналіз застосування розроблених інтелектуальних моделей управління для транспортно-експедиторської діяльності. 6. Забезпечення належних умов праці та дотримання техніки безпеки. 7. Дії в умовах надзвичайних ситуацій та алгоритми реагування.

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

1. Титульний лист. 2. Реферат. 3. Положення матеріально-технічного забезпечення бізнесу.

4. Відсоток аутсорсингу за елементами логістики у світі. 5. Класифікаційна схема логістичних функцій і операцій. 6. Процес транспортування вантажу в транспортно-експедиторських службах. 7. Схеми мультимодальних перевезень. 8. Приклади мікросервісів у вигляді сервісів на маршруті. 9. Схема транспортно-експедиторських послуг. 10. Характеристика параметрів програмного забезпечення, що використовується транспортно-експедиторськими компаніями в своїй роботі. 11. Модель багатошарової нейронної мережі. 12. Схема класифікації послуг на транспорті. 12. Схема цифрового управління експедиційною компанією. 13. Фактори, що впливають на розвиток ТЕД. 14. Схема взаємодії логістичної системи з транспортно-експедиторськими компаніями. 15. Алгоритм процесу формування транспорту для доставки. 16. Схема підсистеми управління заявками на перевезення. 17. Підсистема управління вантажоперевезеннями. 18. Фактори, що впливають на економічну ефективність використання цифрового підходу в управлінні.

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання 11.11.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Каліновський І.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	8
ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ	
1.1. Еволюція етапів впровадження інформаційних технологій у транспорті в умовах цифровізації	12
1.2. Огляд передових зарубіжних проєктів та технологій у сфері автоматизації транспортно-логістичних систем і управління транспортними процесами	16
1.2.1. Транспортно-експедиторські послуги компанії Amazon.com, inc. та інноваційний транспортний сервіс «Amazon Prime»	16
1.2.2. Глобальна логістична система Alibaba Group	19
1.3. Значення інтелектуальних інформаційних технологій у становленні цифрової логістики	24
1.3.1. Нові бізнес-моделі цифрового експедирування вантажів та онлайн-логістики	24
1.4. Методика створення інформаційних моделей для управління транспортно-логістичними послугами	28
РОЗДІЛ 2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ І ФУНКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	
2.1. Моделювання транспортно-експедиторських послуг при мультимодальних перевезеннях вантажів	37
2.2. Транспортні мікросервіси в транспортно-експедиторських послугах для мультимодальних перевезень	48
РОЗДІЛ 3. СТВОРЕННЯ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИМИ ПОСЛУГАМИ	
3.1. Розробка методів управління та контролю вантажно-експедиторських операцій з використанням штучного інтелекту та нейронних мереж	55
3.2. Віртуалізація операцій у транспортно-логістичному управлінні	70
3.3. Цифрова модель управління транспортно-експедиторськими процесами	82
3.4. Аналіз застосування розроблених інтелектуальних моделей управління для транспортно-експедиторської діяльності	96
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
4.1. Аналіз потенційних ризиків у транспортно-експедиторській діяльності	100
4.2. Забезпечення належних умов праці та дотримання техніки безпеки	102
4.3. Інтелектуальні системи моніторингу та забезпечення безпеки праці	103
4.4. Дії в умовах надзвичайних ситуацій та алгоритми реагування	105

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	109
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	110

РЕФЕРАТ

Актуальність теми дослідження визначається тим, що на сьогодні жодна транспортна компанія не може ефективно здійснювати транспортно-експедиторську діяльність без використання інформаційних технологій. Організація роботи та формування ланцюгів постачання вантажів відбувається завдяки оперативному обміну даними та передачі інформації між учасниками транспортного процесу, а також швидкому реагуванню на потреби ринку транспортних послуг. Для забезпечення необхідного рівня якості транспортного сервісу споживачам необхідно використовувати інформаційні системи та програмні комплекси, які дозволяють проводити аналіз, планування та підтримку в прийнятті управлінських рішень.

Метою дослідження є розробка нових принципів організації, методів та способів управління транспортними процесами у транспортно-експедиторській діяльності на основі інтелектуальних інформаційних технологій, що сприятимуть підвищенню якості транспортно-експедиторських послуг.

Основні завдання дослідження:

- аналіз існуючих принципів, способів і методів організації транспортно-експедиторської діяльності в Україні та за кордоном;
- підвищення надійності та безпеки транспортно-експедиторських послуг за рахунок зниження ролі людського фактору у виконанні логістичних операцій і функцій;
- удосконалення методів організації та управління транспортними процесами у транспортно-експедиторській логістиці.

Об'єктом дослідження є інформаційні системи контролю та управління транспортуванням і виробництвом, транспортні технологічні процеси у сфері експедиторської діяльності та наданні транспортно-експедиторських послуг.

Предметом дослідження є методи управління та організаційні методики

управління транспортно-експедиторською діяльністю на основі інтелектуальних інформаційних технологій.

Методи і способи дослідження. При вирішенні завдань, поставлених у кваліфікаційній роботі магістра, були використані такі методи:

- використання штучного інтелекту для розробки нових моделей організації та управління транспортно-експедиторською діяльністю;
- метод DSM (Design Structure Matrix) для побудови моделей управління інформацією;
- логістичні методи в управлінні вантажоперевезеннями;
- інформаційні, концептуальні та комп'ютерні методи моделювання транспортних процесів.

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 стали 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 дозволять 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 Україні.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМАХ 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 у сфері автоматизації транспортно-логістичних систем і управління транспортними процесами

1.2.1. Транспортно-експедиторські послуги компанії Amazon.com, inc. 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 роботів, 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.

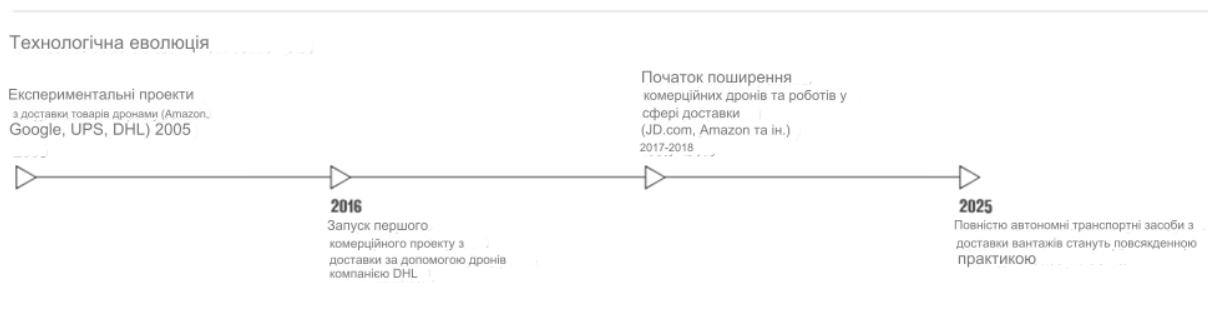


Рисунок 1.1 – Етапи розвитку інноваційних технологій доставки товарів споживачам

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].

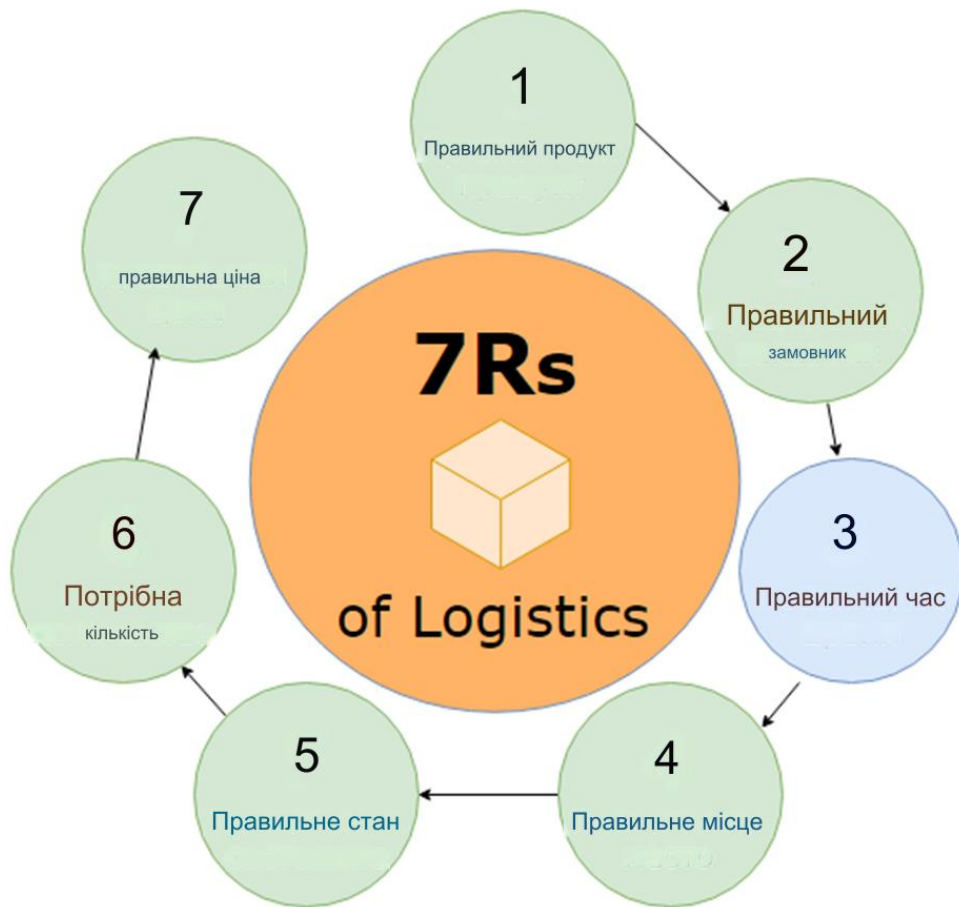


Рисунок 1.2 – Положення матеріально-технічного забезпечення бізнесу

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. При значних 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 (див. рисунок 1.4).

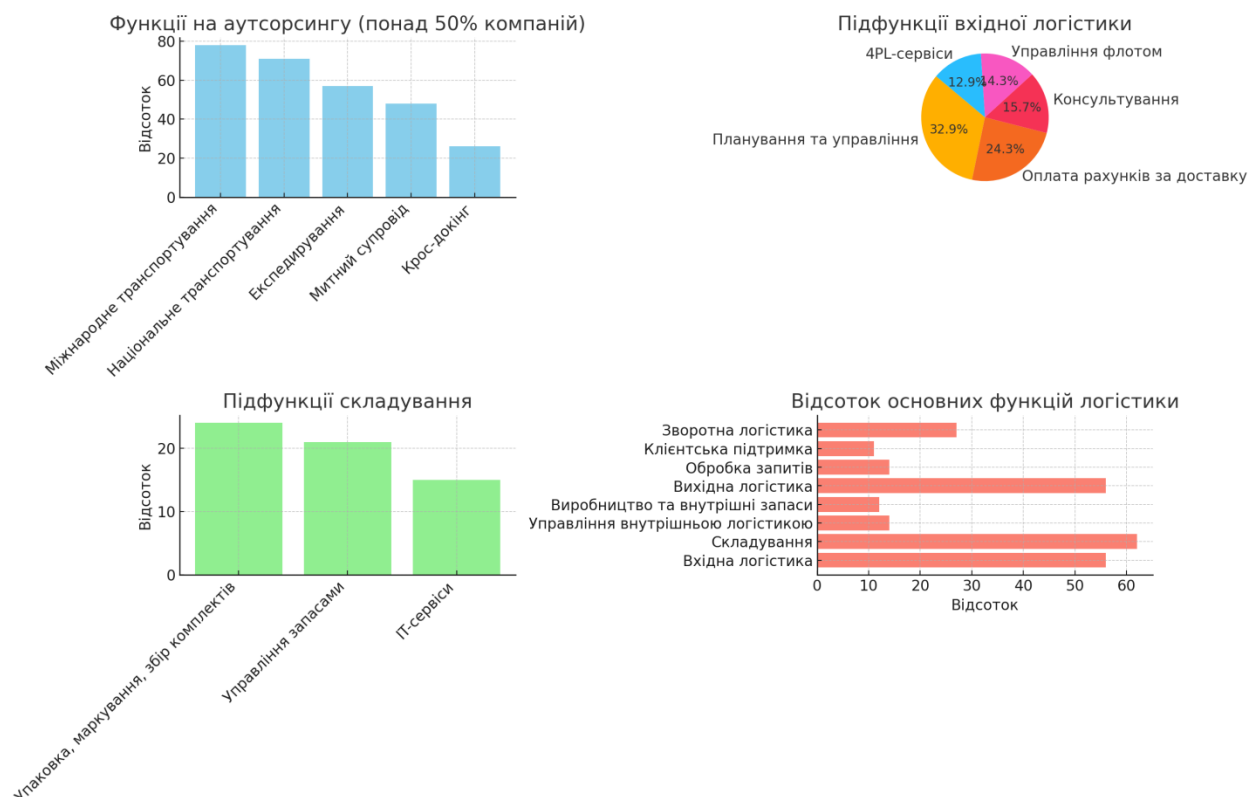


Рисунок 1.4 – Відсоток аутсорсингу за елементами логістики у світі

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:

- O – масив об'єктів,
- P – сукупність властивостей об'єкта,
- C – перелік причин для P ,
- 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 :

$$C \times P \rightarrow V. \quad (1.1)$$

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).

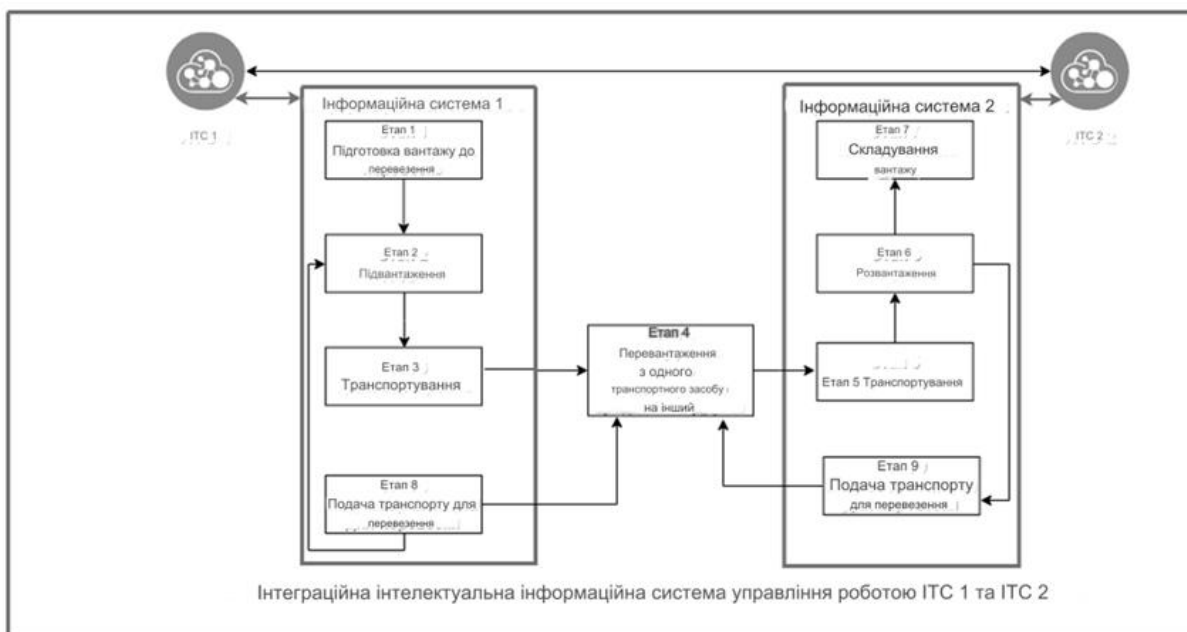


Рисунок 1.5 – Технологічна схема транспортування вантажу

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].

РОЗДІЛ 2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ І ФУНКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1. Моделювання транспортно-експедиторських послуг при мультимодальних перевезеннях вантажів

У будь-якій складній системі, зокрема в транспортно-логістичній, враховуючи вимоги та умови безпеки, для оптимізації, автоматизації процесів і злагодженої організації роботи та взаємодії між окремими елементами системи необхідна детальна систематизація операцій і дій, що відбуваються в її межах.

Для контролю транспортного потоку потрібно отримувати, зберігати, обробляти та передавати інформацію, яка відповідає даному потоку. Дії, що здійснюються з потоком у цьому випадку, називаються логістичними операціями.

Логістична операція - це окремий елемент транспортно-логістичного процесу, який може виконуватись у межах одного робочого простору або за допомогою одного технічного пристрою [1-5].

Сукупність декількох логістичних операцій утворює транспортно-логістичну функцію. Повний перелік операцій і функцій наведено на рисунку 2.1.

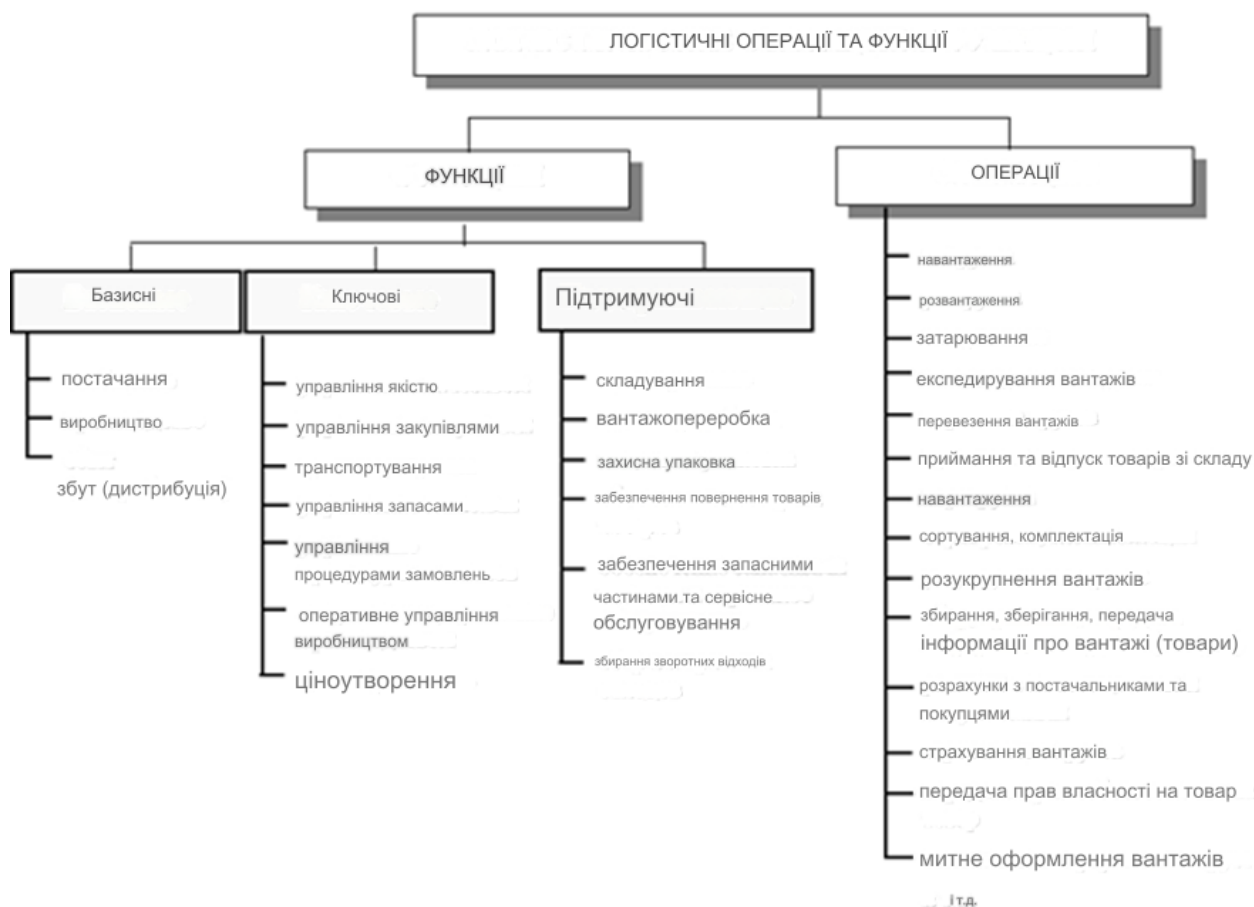


Рисунок 2. 1– Класифікаційна схема логістичних функцій і операцій

У загальному вигляді логістичні операції становлять сукупність певних дій, основним завданням яких є перетворення матеріальних та/або супутніх інформаційних потоків.

Існує багато варіантів класифікації логістичних операцій. Один із варіантів характеристик і видів логістичних операцій наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Класифікація логістичних операцій

Ознаки класифікації	Вид логістичної операції
Перехід права власності	Односторонні, двосторонні
Природа потоку	Мале чи велике підприємство, потік послуг, індивідуальний підприємець
Спрямованість реалізованих логістичних функцій	Зовнішній (функції постачання та збуту), внутрішній (в рамках функцій виробництва)
Вид логістичних функцій, що реалізуються	Базисні, ключові та підтримуючі

Для ефективного управління транспортно-логістичними операціями та функціями необхідно формалізувати їх і привести до єдиного вигляду. Це дозволяє визначити й стандартизувати сукупність подій та дій, а також оцінити їхню складність, можливості для автоматизації та цифровізації. Основними методами формалізації є моделювання та прогнозування, що використовуються для отримання кінцевих даних про досліджувані об'єкти або процеси, які раніше були невідомі, але можуть бути передбачені й змодельовані з високою точністю.

Метод формалізації передбачає відображення змісту та структури досліджуваного об'єкта у знаковій формі: математичних символів, хімічних або фізичних формул тощо. На першому етапі формалізації процесу на основі комп'ютерних систем досліджуваній процес описується не мовою звичайних символів, слів або речень, а за допомогою математичної моделі. Після постановки і визначення загальної задачі формується алгоритм, який реалізується за допомогою мови програмування для створення математичної моделі.

Процес формалізації виглядає так:

1. Дослідження форми та структури об'єкта формалізації, створення опису закономірностей, зв'язків і особливостей у символічному вираженні, визначення місця об'єкта в системі.

2. Побудова схеми та моделі процесу дослідження, постановка завдання, опис параметрів і даних за допомогою математичної мови, розробка математичної моделі.

3. Оцінка адекватності створеної математичної моделі.

З розвитком кібернетики процес формалізації доповнився використанням комп'ютерів для обробки вихідних параметрів, а також автоматизованими системами обробки інформації та інтелектуальними системами управління (APS і IMS).

Метод моделювання передбачає побудову моделі досліджуваного об'єкта та вивчення його властивостей на основі цієї моделі. Уніфікація

транспортно-логістичних операцій і функцій визначає базову сукупність дій для стандартизації виконання операцій усіма учасниками. Це дозволяє змодельовати і передбачити поведінку досліджуваних об'єктів і процесів.

Багато іноземних транспортно-експедиторських компаній (наприклад, Maersk, DHL, Schenker-BTL, Federal Express, UPS, TNT) для розширення логістичних каналів виконують різні логістичні операції на основі територіальної приналежності товарів [24]. Завдяки цьому виробники та вантажовідправники знижують витрати на транспортування, зберігання та переробку продукції, підвищуючи якість логістичних послуг.

Повний спектр послуг із доставки вантажу включає:

- Приймання вантажу від відправника і транспортування до найближчої залізничної станції, автотransпортного депо, порту або аеропорту;
- Навантаження товару для перевезення за маршрутом;
- Розрахунок і оплата тарифу на перевезення;
- Вивантаження доставленого вантажу на станції або складі призначення;
- Доставку «останньої милі» до місця отримання вантажу.

До транспортно-експедиторських послуг також входять:

1. Розробка маршруту транспортування за дорученням замовника;
2. Укладення договорів з іншими експедиторами або учасниками транспортного процесу;
3. Оформлення супровідних документів;
4. Оплата згідно з тарифами та іншими витратами;
5. Забезпечення безпеки транспортування і оформлення страхових продуктів;
6. Виконання функцій митного брокера;
7. Інформаційна підтримка вантажоодержувачів;
8. Організація зміни маршруту або перенаправлення вантажів;
9. Отримання дозволів і оформлення документів для спеціальних вантажів;

10. Додаткові послуги за запитом клієнтів.

При супроводі вантажоперевезень експедитор виконує оформлення супровідних документів, здійснює контроль за складськими послугами, забезпечує необхідний режим зберігання, контролює навантаження і вивантаження, а також оперативно інформує клієнта.

Впровадження моделей управління транспортом і логістикою, а також інформаційних систем для організації взаємовідносин з клієнтами та внутрішнього обміну інформацією, дозволяє вирішувати комплекс завдань щодо оптимізації управління в транспортно-логістичних системах. Математична модель, побудована на основі формального опису транспортної структури, дозволяє створити формальну модель руху та переміщення об'єктів у транспортно-логістичній системі.

Основні обов'язки експедитора під час супроводу вантажоперевезень включають:

- оформлення відповідних супровідних документів;
- контроль за складськими послугами та дотриманням необхідного режиму зберігання;
- підготовка вантажу до транспортування, включаючи упаковку та маркування;
- контроль навантаження в транспортний засіб та вивантаження з нього;
- розробка зручного для клієнта маршруту перевезення;
- забезпечення збереження вантажу під час доставки;
- супровід проходження митних процедур при перетині кордону;
- постійний моніторинг стану вантажу та умов транспортування під час руху;
- оперативне інформування замовника про місцезнаходження вантажу;
- забезпечення доставки "від дверей до дверей" та підтвердження отримання вантажу адресатом;
- вирішення супутніх питань, що виникають під час доставки вантажу від відправника до отримувача.

При впровадженні моделей управління транспортом і логістикою великі компанії використовують інформаційні системи для організації взаємовідносин з клієнтами та внутрішнього обміну інформацією. Математичною основою для вирішення комплексу завдань оптимізації управління є формальний опис процесу управління з використанням теорії управління.

Це дозволяє представити формальну модель руху та переміщення об'єктів у транспортно-логістичній системі. Формальний опис структури системи та логіки руху об'єктів можливий завдяки апарату, розробленому вченими МПТ на основі моделі машини Тюрінга з функцією часу.

Нескінченні автомати або машини Тюрінга дозволяють описати алгоритмічні процеси наступним чином: $f(x, y, z)$.

Однак при аналізі роботи транспортно-логістичних систем важливі процеси, що залежать від різних моментів часу. Тому вчені МПТ запропонували модель з функцією часу:

$$f(x, y, t), g(x, y, t) \quad (2.1)$$

де:

1. r_v - реакція керуючого пристрою у V -й момент;
2. $f(x, y, z), g(x, y, z)$ - характерні функції;
3. $S_{\{V+1\}}$ - стан керуючого пристрою в момент часу $V+1$;
4. u_v - вплив на об'єкт у v -й момент, що змінюється залежно від часу t ;
5. t - конкретний момент у часі;
6. Δ - крок у часі.

Ця модель, з урахуванням функції часу, дозволяє точніше описати поведінку об'єктів у транспортно-логістичних системах, враховуючи часові зміни та впливи на різних етапах.

Логістичні операції як частина транспортного процесу є комплексом дій, розгорнутих у часі та просторі, необхідних для транспортування вантажу від початкової до кінцевої точки. Цей комплекс дій надалі називається

транспортними операціями. Транспортні операції, що керують транспортним процесом, мають бути спрямованими, локальними, детермінованими, елементарними та масовими, щоб забезпечити алгоритмічне управління транспортними процесами.

У моделі логістичні операції виконуються над символами, розташованими у локальних зонах, що утворюють дискретну сукупність, з якої складається транспортна мережа. Коли транспортна мережа є одновимірною, її модель виглядає як смуга, поділена на окремі зони. Кожна зона є детермінованою областю, в якій може бути записаний лише один символ з алфавіту Y , що складається з індексованих змінних:

$$Y = \{ Si, Bj, Hk, Vi, Rm, Nr \} \quad (2.2)$$

де символи означають:

- Bj - порожню, не зайняту об'єктом зону;
- Vi - конкретний транспортний об'єкт;
- Si - адреси точок прибуття;
- Nr - перешкоди або обмеження на шляху проходження об'єкта Vi ;
- Rm - перехрестя доріг і зміну напрямку руху об'єкта Vi ;
- Hk - зони керуючих елементів, які задають напрямок руху або зупинки (світлофори, шлагбауми, ворота на КПП).

Переміщення об'єкта здійснюється за допомогою актуатора $\setminus (qj)$, який дозволяє переглядати сусідні зони, знаходити вільні ділянки і переміщатися в них як у напрямку вперед, так і назад.

Події в цій моделі є набором реакцій транспортного оператора та можуть бути описані за допомогою наступних форматних виразів:

$$\setminus [Vi \setminus, qj \setminus, B \setminus, ST \setminus, qk \setminus] \quad (2.3)$$

де перша частина символів $\setminus (Vi \setminus, qj \setminus, B \setminus)$ вказує на подію, яка може

відбутися під час транспортування, а друга частина $\setminus (ST \setminus, q_k \setminus)$ - одну з можливих реакцій оператора. У загальному випадку ця комбінація символів визначає певну логічну операцію, завдяки якій на відповідному етапі здійснюється контроль або зворотний зв'язок у транспортному процесі.

Для опису повного набору вантажно-експедиторських операцій і функцій визначають наступний базовий набір логічних операцій:

$$\begin{aligned} [Y = \setminus \{ Si, Sk, Bj, Hk, Vi, Lg, Rm, Nr \setminus \setminus] [Q = \setminus \{ ST, RE, EX, R, L, \\ R(sk) \setminus \setminus] [D = \setminus \{ ST, RE, EX, R, L \setminus \setminus] \end{aligned} \quad (2.4)$$

де символи мають такі значення:

- $\setminus (Si, Sk \setminus)$ - адреси пунктів;
- $\setminus (Bj \setminus)$ - незайняті зони;
- $\setminus (Hk \setminus)$ - зони управління;
- $\setminus (Vi \setminus)$ - транспортні об'єкти;
- $\setminus (Lg \setminus)$ - об'єкти, що перевозяться;
- $\setminus (Rm \setminus)$ - місця вибору подальшого напрямку;
- $\setminus (Nr \setminus)$ - перешкоди на маршруті.

Набір $\setminus (Q \setminus)$ визначає всі можливі стани керуючого пристрою. Команди керування включають:

- $\setminus (ST \setminus)$ - команда на переміщення об'єкта на один крок у напрямку руху;
- $\setminus (RE \setminus)$ - команда на зміну напрямку руху;
- $\setminus (EX \setminus)$ - команда на зупинку і очікування подальших команд;
- $\setminus (C \setminus)$ - порожня, незайнята зона;
- $\setminus (R, L \setminus)$ - рух вліво або вправо відповідно.

На основі цього базового набору операцій визначається логіка організації транспортних операцій, яка задається набором керуючих команд.

Моделювання складної системи, до якої належить транспортна система, неможливе без попередньої формалізації. Формалізація є першим і найважливішим етапом усього процесу моделювання.

Під час транспортування існує стандартний набір операцій у пункті

відправлення і кінцевому пункті доставки, виконання яких не входить до обов'язків основного вантажоперевізника відповідно до чинних нормативно-правових актів. За їхню організацію та виконання відповідають вантажовідправники і вантажоодержувачі, які можуть виконувати їх самостійно або звернутися до транспортно-експедиторської компанії. Ці операції виділяють в окрему групу експедиторських транспортних операцій, які поділяються на основні та допоміжні.

Основні транспортно-експедиторські операції, що є частиною загального транспортного процесу, включають:

- Транспортні операції - доставка товару до пункту відправлення та вивезення зі складу або станції призначення.

- Вантажно-розвантажувальні роботи - навантаження і вивантаження товарів у транспортні засоби та з них, а також упаковка, сортування та групування товарів.

- Експедирування - оформлення транспортних і перевізних документів, випуск товару та оплата пов'язаних платежів і зборів.

- Допоміжні операції, що замовляються за потребою і запитом клієнта.

До експедиторських функцій належать такі види робіт:

1. Повний супровід вантажу на маршруті та надання клієнту інформаційних і консультаційних послуг, пов'язаних із доставкою та транспортуванням.

2. Підготовка і оформлення всієї товарно-транспортної документації, необхідної для здійснення вантажоперевезення.

3. Організація всього комплексу транспортних операцій із використанням як власних, так і клієнтських ресурсів для вантажно-розвантажувальних робіт, упаковки, перевалки та інших операцій.

4. Організація накопичення товарів і вантажів на власних складах і терміналах.

5. Сприяння у проходженні митних процедур та прикордонного контролю.

6. Контроль та фіксація пошкоджень вантажу, порушень пломб, нестач, а також оформлення комерційних актів у разі виявлення порушень.

7. Проведення розрахунків і укладання угод за дорученням вантажовласників та вантажоперевізників.

8. Управління та координація дій учасників транспортного процесу для забезпечення безпеки перевезення.

Повний спектр транспортно-експедиторських послуг включає:

- Пошук відповідного транспортного засобу для перевезення заявленого вантажу.

- Визначення оптимальних маршрутів транспортування вантажу.

- Оформлення всієї необхідної документації та договорів на перевезення.

- Узгодження умов міжтранспортної взаємодії різних видів транспорту при багатомодальному перевезенні.

Процес транспортування вантажів у транспортно-експедиторських службах загалом представлено на рисунку 2.2.

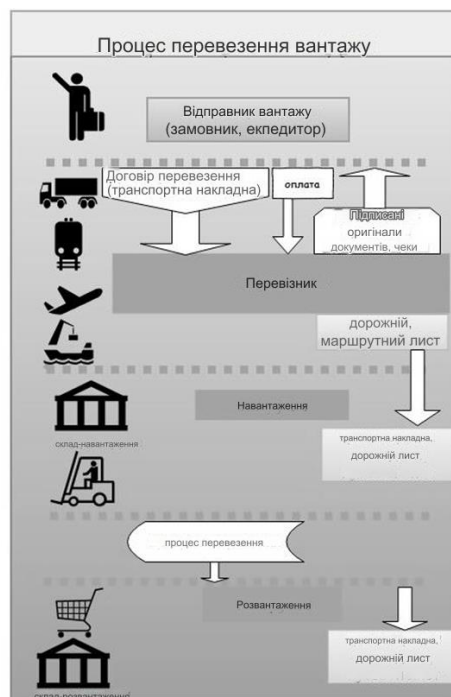


Рисунок 2.2 – Процес транспортування вантажу в транспортно-експедиторських службах

Якщо в логістичному ланцюжку бере участь і залізничний транспорт, то отримуємо мультимодальні вантажоперевезення і його схема є варіантом

комплексних транспортних технологій міжтранспортної взаємодії (рис. 2.3).

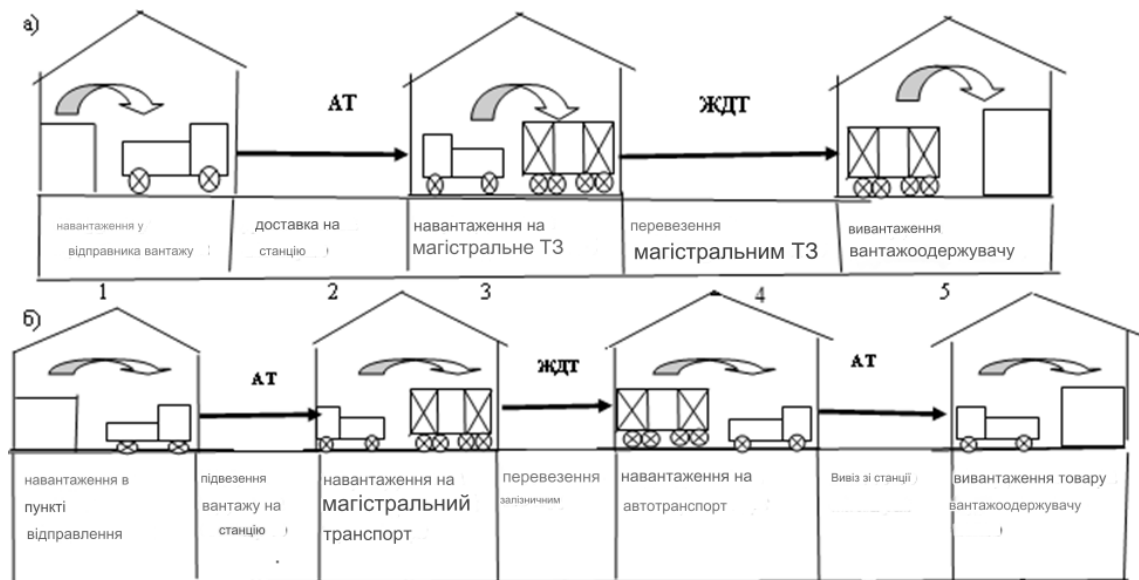


Рисунок 2.3 – Схеми мультимодальних перевезень

Порівняння різних схем логістичного процесу наочно демонструє ефективність прямої комунікації завдяки скороченню кількості логістичних операцій з вантажем. Це призводить до зменшення витрат на людські ресурси і скорочення часу доставки вантажу.

Однак у реальних умовах вантажоперевезень можуть виникати ситуації, коли мультимодальне сполучення дозволяє знизити транспортні витрати і прискорити доставку. Це можливо, наприклад, у випадках, коли прямий маршрут передбачає більшу відстань, здійснюється перевантаженою інфраструктурою або потребує залучення обмежених транспортних засобів та ресурсів.

Тому, за наявності альтернативних варіантів, вибір маршруту слід здійснювати на основі моделювання транспортних процесів і ланцюгів постачання з подальшим порівнянням їхніх технічних та економічних показників для визначення оптимального варіанту.

2.2. Транспортні мікросервіси в транспортно-експедиторських послугах для мультимодальних перевезень

Термін «уберизація» останнім часом набув широкого використання в економіці та транспортній галузі як нова бізнес-модель взаємодії та організації надання послуг. Уберизація передбачає розвиток бізнесом цифрової платформи, яка створює додану вартість послуги завдяки цифровій уніфікації замовників і виконавців, а також постачальників послуг в єдиній системі.

Цей термін був введений у 2014 році в контексті нового формату організації агрегаторів служб таксі компанією Uber в США. З часом він став загальноживаним, і поняття «Uber in» почали застосовувати до компаній у будь-якій сфері, які надають послуги, об'єднуючи і керуючи ринковими агентами в режимі реального часу.

В результаті об'єднання і синергії учасники цифрового сервісу отримують вигоди:

- Замовники транспорту можуть скоротити витрати на послуги та спростити пошук виконавців.
- Для транспортно-експедиторських послуг це дохід у вигляді відсотка від угоди, оплаченого через платформу, а також розширення ринку шляхом залучення нових клієнтів.

Швидкий розвиток цифрових технологій і глобальна цифровізація процесів призвели до поширення концепції «економіки на вимогу», де клієнти очікують отримати послугу в потрібний час без зайвих затримок, таких як бронювання чи черги.

Все більше транспортних компаній орієнтуються на «уберизацію» транспортно-експедиторських послуг, як, наприклад, компанія «Бізнес Лайнс», яка створила окремий відділ для цього з декількома сотнями розробників. Багато компаній передають на аутсорсинг непрофільні послуги, щоб зосередитись на ключовій діяльності.

Переваги та недоліки моделі уберизації:

Переваги:

- Онлайн-сервіси збалансовують умови для локальних гравців і міжнародних корпорацій, що позитивно впливає на бізнес-середовище та розвиток економіки.

- Модель «Uberization» спрощує процес взаємодії, що знижує кінцеву ціну послуги, роблячи сервіс більш доступним, зручним та зрозумілим.

Недоліки:

- Компанії-посередники, такі як Uber, надають лише цифрові послуги з обмеженими опціями, без гарантій захисту від непередбачених ситуацій, хоча страхові компанії працюють над вдосконаленням цих процесів.

- Уберизація може змусити компанії відмовитися від власного бренду та провести масштабні реформи бізнес-процесів.

Уберизація логістики є важливим елементом цифрової економіки. Однією з головних проблем перевізників залишаються порожні рейси, що складають понад 60% часу в дорозі. Ідея уберизації в цій сфері спрямована на зниження простоїв і витрат.

Після успішного старту Uber розширив свої послуги на доставку товарів з магазинів Європи та США, що призвело до появи аналогічних сервісів. Клієнт отримує можливість зв'язуватися безпосередньо з вантажоперевізниками, відстежувати вантаж у режимі реального часу і мати зручний пошук агентів, що дозволяє заощадити на послугах посередників. Перевізники, у свою чергу, можуть приймати додаткові замовлення, оптимізувати завантаження і скорочувати частку порожніх пробігів.

«Псевдоубери» в логістиці, які пропонують обмін вантажів і перевізників, не завжди задовольняють потреби клієнтів: вибір перевізника залишається непрозорим, а послуги не включають взяття на себе ризиків. Це часто виглядає як звичайний демпінг, що лише маскується під технологічність.

Оптимізація управління транспортно-експедиторською діяльністю за допомогою інтелектуальних транспортних систем можлива лише за умов, коли транспортні компанії впроваджують інноваційний сервісно-орієнтований

підхід. З точки зору бізнесу, сервісно-орієнтований підхід є сукупністю послуг, які компанія пропонує своїм клієнтам, партнерам або іншим підрозділам організації (див. рисунок 2.4).

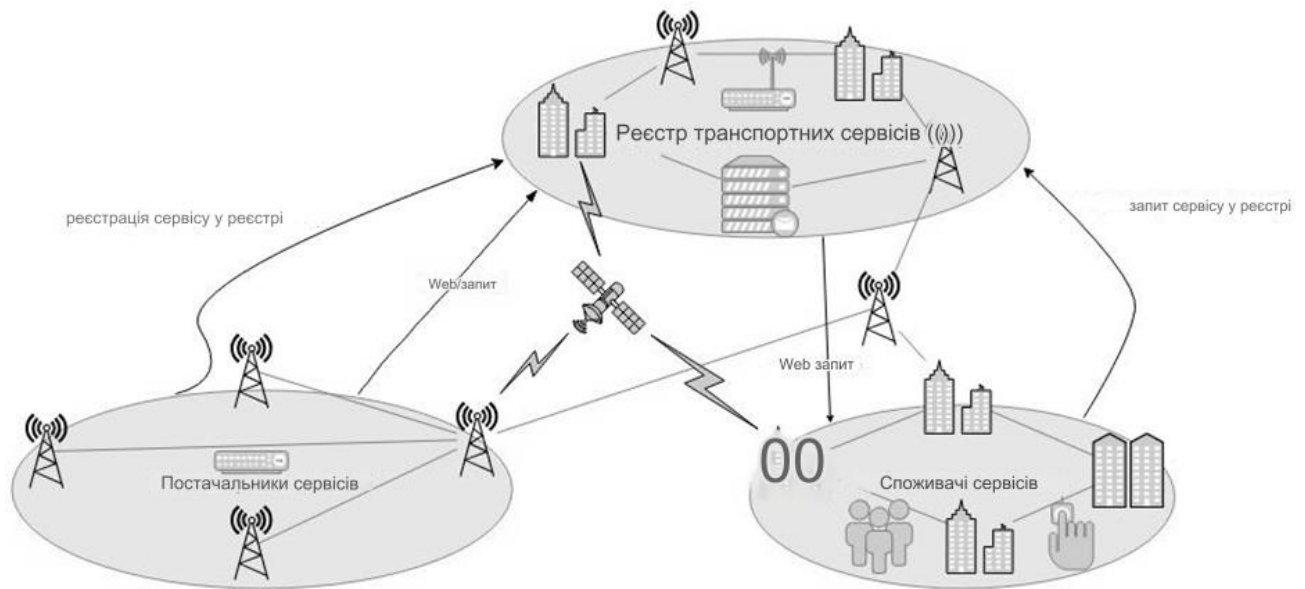


Рисунок 2.4 - Елементи сервісно-орієнтованої архітектури

Транспортні системи на основі сервісно-орієнтованої архітектури можуть бути незалежними від технологій розробки і платформ. У кожній компанії можуть використовуватись різні системи, такі як «Планування ресурсів підприємства (ERP)», «Управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM)», «Система управління складом (WMS)», «Система управління транспортуванням (TMS)» тощо. Наприклад, послуги, що працюють на платформі 1С, і послуги SAP для системного аналізу та розробки програм можуть бути успішно об'єднані в загальний інтеграційний додаток під управлінням єдиного мультимодального оператора. Це дозволяє додаткам і ІТ-платформам однієї системи отримувати доступ до сервісів інших платформ, що забезпечує повторне використання багатфункціональних компонентів і взаємозамінність операторів транспортних послуг.

Транспортні мікросервіси - це сучасне втілення сервісно-орієнтованої архітектури, що застосовується для створення розподілених транспортних

систем. Мікросервіси як децентралізована архітектура транспортних систем складаються з окремих компонентів, які проектується і розробляються незалежно один від одного. Зв'язок між компонентами підтримується за допомогою загальних API та Інтернету. У результаті система розбивається на численні модулі, що взаємодіють через інформаційні технології та інтелектуальне програмне забезпечення.

Мікросервісний підхід надає такі переваги:

- Гнучкість. Завдяки поділу транспортної системи на компоненти кожна частина розробляється автономно, що знімає потребу в постійній синхронізації між підрозділами транспортної компанії. Наприклад, замість роботи великої команди з 100 осіб над одним проєктом можна створити 10 команд по 10 осіб, які розроблятимуть окремі компоненти і впроваджуватимуть нові функції у міру їх готовності. Це також усуває потребу в частих оновленнях або синхронізаційних нарадах - нові рішення стають доступними для всіх через інтерфейс відразу після їх розробки.

- Стійкість до відмов. Якщо один компонент (додаток чи компанія) виходить з ладу, це не призводить до повного відключення системи. Несправність ізолюється і її наслідки зводяться до мінімуму. Наприклад, якщо одна з компаній має проблеми з системою TMS для управління залізничним транспортом, то при мікросервісній архітектурі збій у залізничному перевезенні не завадить клієнтам користуватись іншими видами транспорту.

- Зниження зусиль для синхронізації дій. Мікросервісна архітектура спрощує координацію між різними етапами надання транспортних послуг. Логістичні команди розробляють компоненти та діаграми, які інтегруються незалежно від діяльності інших команд. Інтеграція здійснюється через поширені API. Оскільки команда фокусується на розробці лише одного компонента, зростає ефективність і спеціалізація: члени команди стають експертами у своїй вузькій галузі (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 - Мікросервіси, що входять до складу архітектури транспортного підприємства

Приклади мікросервісів у вигляді сервісів на маршруті показані на рисунку 2.6.

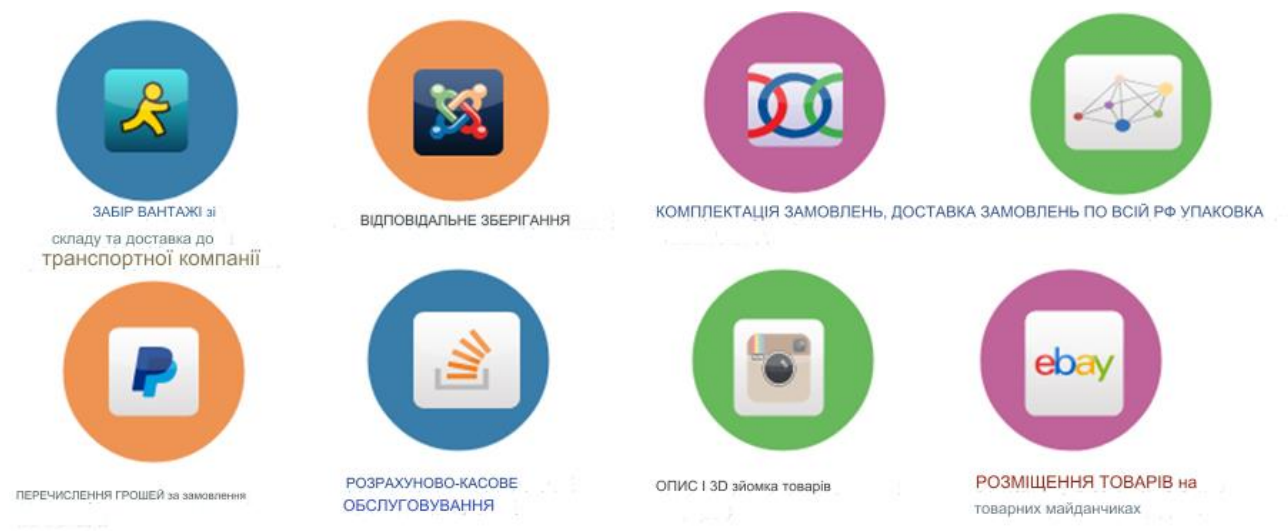


Рисунок 2.6 - Приклади мікросервісів у вигляді сервісів на маршруті

Заснований на технологіях штучного інтелекту, мікросервісний метод організації мультимодальних перевезень дозволяє кожній компанії виконувати окремі етапи процесу самостійно та незалежно. У разі втрати одного з елементів інші продовжують функціонувати, а для виконання необхідних логістичних функцій автоматично підбирається аналог-замінник з

урахуванням потрібних параметрів.

Сервісно-орієнтована архітектура та транспортні мікросервіси є основою інформаційної транспортної системи мультимодального перевізника, що дозволяє інтегрувати функціональні складові, сервіси транспортно-логістичних компаній та IT-інфраструктуру. Це забезпечує безпечні сервіси, які можуть бути повторно використані та адаптовані до змін запитів клієнтів.

Основною метою інформаційної моделі є послідовне представлення об'єктів, їх взаємозв'язків, а також інтеграційних параметрів для обміну й забезпечення цілісності даних. Семантичне моделювання дозволяє визначати параметри об'єктів у контексті їх відносин з іншими учасниками. Уніфікація процесів дає змогу збільшити обсяг операцій, зменшити собівартість продукції та скоротити час на виконання завдань.

Серед основних проблем в управлінні транспортом і логістикою виділяють етап прийняття рішень. Ці проблеми виникають через інтеграційний ефект у функціонуванні складних систем та недостатнє дослідження транспортних процесів самоорганізації і управління потоками. Відсутність повноцінної формалізації управління ланцюгами поставок ускладнює перехід до стабільної мережевої структури.

Формалізація логістичних операцій і уніфікація логістичних функцій є ключовими для побудови віртуальної транспортної системи як основи цифрової логістики. Процес побудови інформаційних моделей з використанням формальних мов називається формалізацією. Це процес перетворення внутрішньої структури об'єкта в інформаційну або математичну модель. Інформаційна модель може бути використана для вивчення властивостей об'єкта, прогнозування і моделювання його поведінки в різних умовах.

Формальні інформаційні моделі, такі як математичні та логічні, створюються з використанням формальних мов, однією з яких є математика. Моделі, які використовують математичні поняття і формули, називаються математичними моделями.

Незалежно від змін у сфері онлайн-комерції, можна стверджувати, що обсяги онлайн-покупок зростатимуть, а конкуренція посилюватиметься. Виживуть лише ті компанії, які зможуть адаптуватися до нових умов і запропонувати найвигідніші послуги. Однією з найбільш затребуваних послуг у транспортній галузі є експедирування вантажів. Професійне експедирування для замовника означає впевненість у збереженні вантажу, а також швидке вирішення всіх супутніх питань, таких як законодавчі, митні та організаційні.

Оптимізація транспортно-логістичного процесу можлива лише завдяки новим методам організації та управління перевезеннями. Інтенсифікація процесу вантажоперевезень повинна базуватися на точному визначенні часу та порядку доставки вантажів, реалізуючи принцип «точно в термін».

РОЗДІЛ 3. СТВОРЕННЯ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИМИ ПОСЛУГАМИ

3.1. Розробка методів управління та контролю вантажно-експедиторських операцій з використанням штучного інтелекту та нейронних мереж

Однією з ключових проблем управління в транспортній сфері є управління в умовах невизначеності та зростання обсягу й потоку інформації, що ускладнює процес прийняття рішень у різних управлінських ситуаціях.

Актуальною залишається також проблема управління рухом швидкісного транспорту, де на перший план виходить фактор оперативного прийняття рішень. У таких умовах часові рамки та інші фактори стають більш жорсткими порівняно з управлінням звичайними транспортними процесами. Ці тенденції проявляються й у загальній проблемі так званих «великих даних», яка є характерною для різних галузей і сфер.

Для вирішення зазначених проблем необхідні радикальні наукові розробки та нові підходи. Серед таких інновацій, що застосовуються в управлінні транспортно-експедиторською діяльністю, слід виділити інформаційний підхід, який передбачає використання інтелектуальних інформаційних технологій для керування транспортними процесами. Інформаційне моделювання в транспортній сфері має ряд особливостей та свою специфіку, що унеможливорює пряме перенесення методів із загальної інформаційної сфери на транспорт. Наприклад, для цього потрібні нові підходи до організації інформаційних і цифрових ресурсів. Це підвищує

актуальність дослідження методів застосування та реалізації інформаційного моделювання в управлінні транспортом, а також розробки відповідних умов для практичної реалізації цього підходу.

Транспортно-логістична галузь є інформаційно-насиченою, а управління в ній базується на актуальних даних. На сьогодні серед найбільш затребуваних послуг транспортно-експедиторських компаній в Україні - перевезення великовагових і негабаритних вантажів.

Для детального представлення структури транспортно-експедиторських послуг розглянемо її у вигляді схеми на рисунку 3.1.

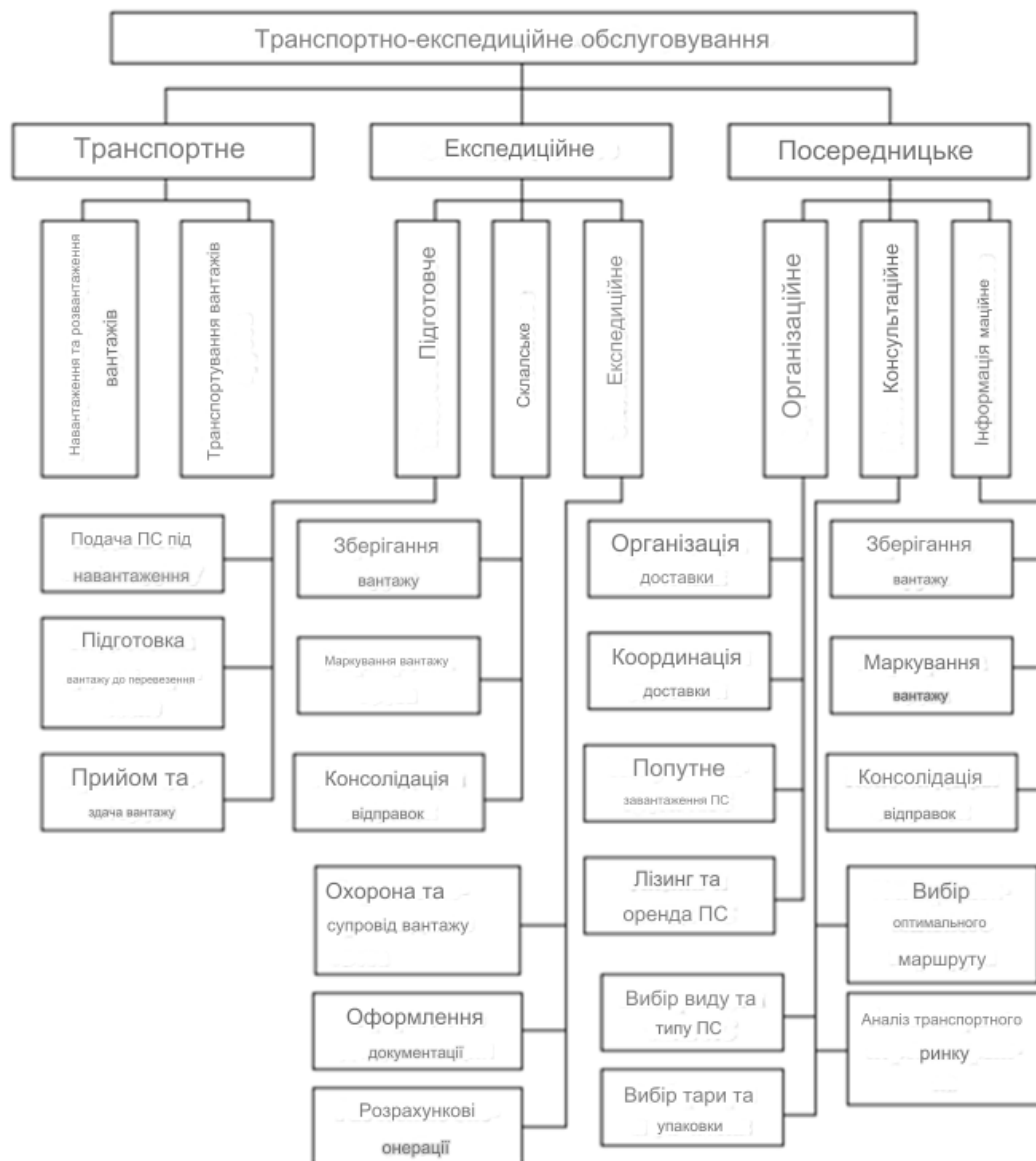


Рисунок 3.1 – Схема транспортно-експедиторських послуг

Результати експедиційної діяльності значною мірою залежать від використання транспортно-експедиторською компанією інтелектуальних інформаційних технологій, зокрема на основі нейронних мереж. На ринку програмного забезпечення представлено безліч рішень і продуктів, що дозволяють автоматизувати процеси та підтримувати прийняття управлінських рішень. Проте рівень і якість програмного забезпечення значно різняться як за вартістю придбання, так і за витратами на подальшу підтримку його працездатності.

Тому, перед впровадженням нового програмного забезпечення в роботу компанії, необхідно чітко визначити потреби конкретної експедиторської компанії та можливості її транспортної системи. Каталог сучасних програмних засобів, які користуються найбільшою популярністю серед транспортно-експедиторських компаній, наведено на рис. 3.2.

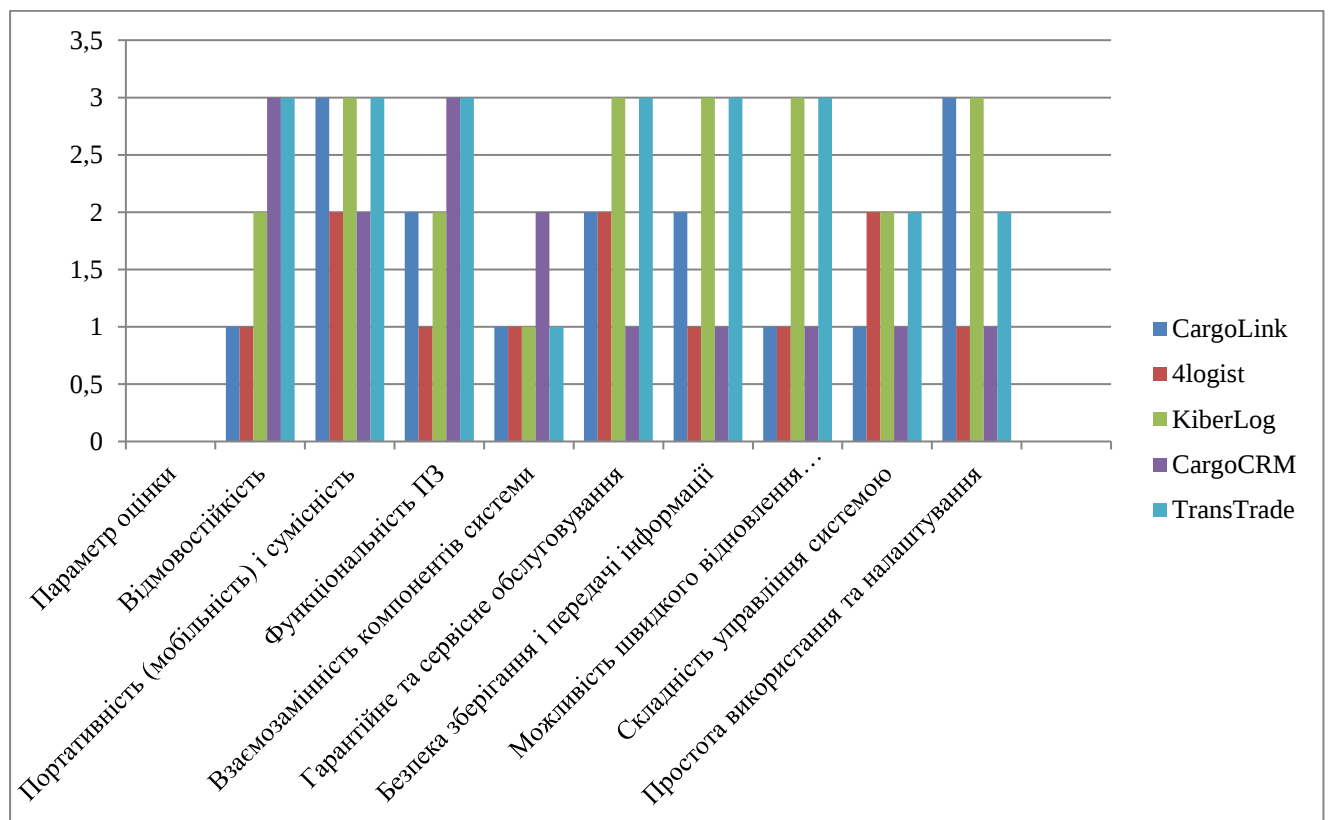


Рисунок 3.2 - Характеристика параметрів програмного забезпечення, що використовується транспортно-експедиторськими компаніями в своїй роботі

Ступінь оцінювання досліджуваних програмних продуктів проводилася за наступною бальною системою, в якій: 1 – низький рівень, 2 – середні показники, 3 – високий рівень.

При цьому для остаточного вибору програмного забезпечення транспортно-експедиторської компанії слід вивчити і оцінити функціональну реалізацію і обмеження, які вони мають, виходячи з запитів і специфіки роботи транспортно-експедиторської компанії. Наведені характеристики для порівняння програмного забезпечення зведені в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Оцінка сукупності характеристик програмного забезпечення, що використовується в роботі транспортно-експедиторської компанії

Функціонал	Cargo Link	4logist	Kiber Log	CargoC RM	TransTrade
Автозавантаження даних в систему	+	-	-	-	+
Відправка документів без вивантаження	+	-	-	-	+
Оформлення супровідних документів	+	+	+	-	+
Інтеграція з хранилищами інших компаній та систем	+	-	+	-	+
Робота з навігаційними супутниковими системами	-	+	+	-	-
Персональний підбір тарифу на обслуговування	+	-	+	-	-
Вивантаження звітів у різні формати	+	+	-	-	+
Інтеграція з банком і бухгалтерський облік	+	-	+	-	+
Web версія особистого кабінету	+	+	-	-	+

Згідно з підсумковим рейтингом, програма «4logist» дозволяє автоматизувати максимальний процес транспортно-експедиторської діяльності, що дозволяє скоротити витрати часу фахівцями і прискорити роботу компанії.

На думку експертів, структурно ринок експедиційної діяльності в

найближчі роки буде представлений наступним чином (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Розвиток ринку транспортно-експедиторських послуг

Оцінка експедиторської діяльності транспортно-експедиторських компаній показала, що ключовими показниками ефективності є не лише фінансові результати компанії, але й якість послуг та рівень експедиторського сервісу. Компанії регулярно аналізують ці показники та, на їх основі, прагнуть оптимізувати принципи роботи й упроваджувати нові методи обслуговування клієнтів.

Приклад схеми інформаційної взаємодії між елементами систем управління, підтримки та контролю в міжнародних операціях із доставки товарів наведено на рисунку 3.3.

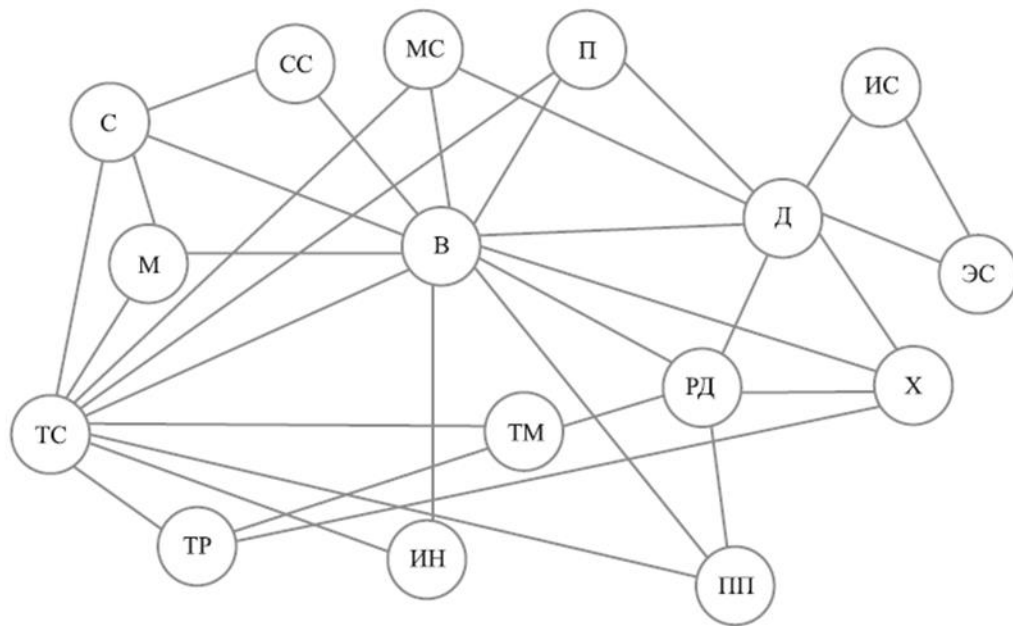


Рисунок 3.3 – Інформаційна взаємодія між елементами системи

Позначення:

- Транспортний засіб – це транспортний засіб із системою навігації та системою внутрішнього контролю.
- М – маршрут із системою спостереження.
- С – пункти обслуговування (центри) на маршруті.
- СС – стандартний оператор зв'язку.
- МС – оператор мобільного зв'язку.
- П – пором.
- В – водій з активною системою взаємодії.
- ТМ – наскрізне складування.
- ИН – контроль роботи транспорту (служба контролю).
- Д – оператор.
- РД – супровідна документація.
- ПП – перетин кордону або митниця.
- Х – склад.
- ІС – інформаційна система.

- ES – експертна система, заснована на нейронних мережах.

Як експертну систему пропонується використовувати нейронну мережу, яка має здатність до самонавчання та розвитку, зокрема на основі великого обсягу даних, що генерується щодня (так звані Big Data) (рисунок 3.4).

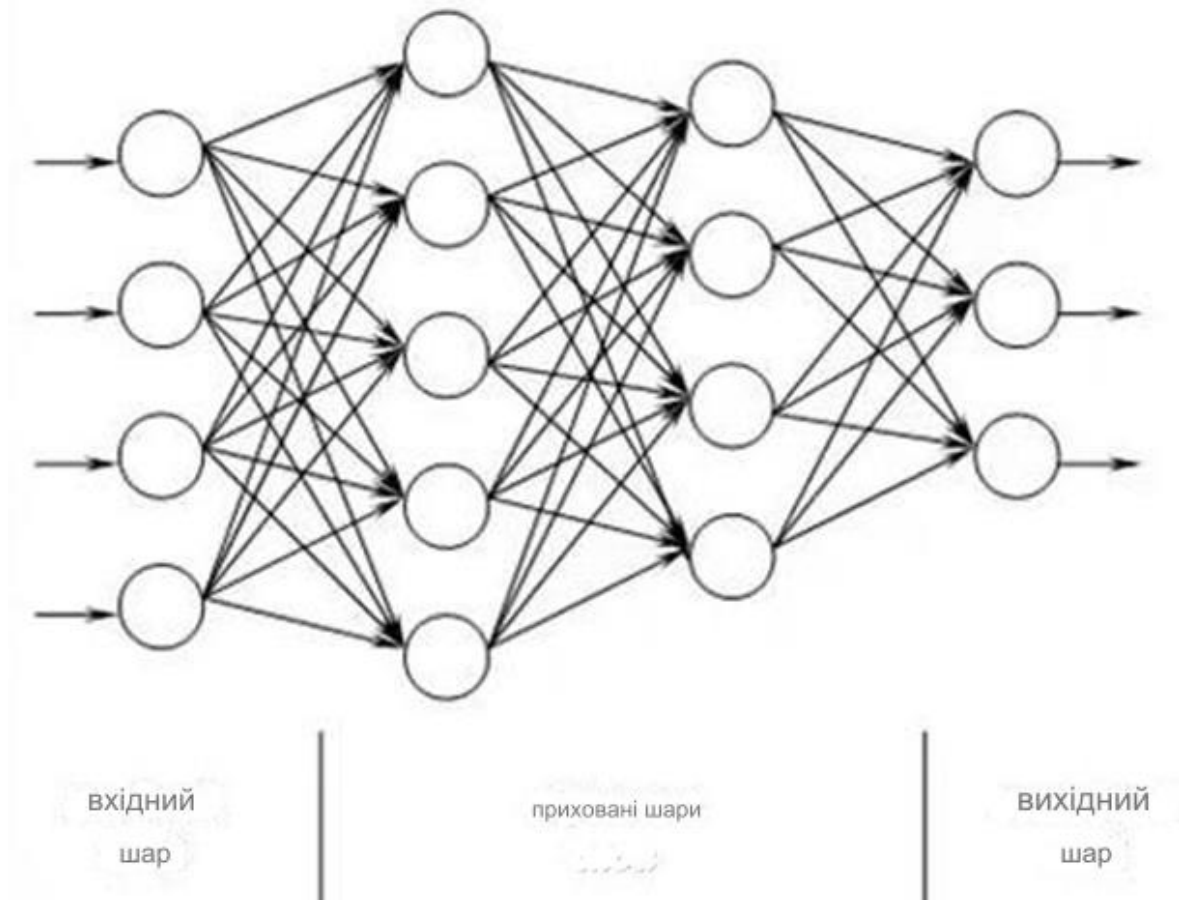


Рисунок 3.4 – Модель багатошарової нейронної мережі

У зв'язку з ускладненням структури організації логістичної моделі експедирування вантажів порівняно з традиційною моделлю значно змінюється роль експедиторів та їх місце в транспортній системі. Це суттєво ускладнює взаємовідносини й контакти елементів транспортної системи, її структуру та порядок руху фінансових, інформаційних потоків і матеріальних ресурсів.

У системі експедирування вантажів, побудованій на основі логістичної моделі, відбувається точне узгодження та постійний контроль взаємодії всіх елементів, які зосереджені в руках самих експедиторів. Завдяки цьому вдається оптимізувати процес доставки та отримати додаткову економію, що

зрештою впливає на зниження кінцевої ціни товарів, а також на збільшення обсягу реалізації готової продукції та послуг.

Основне завдання експедитора (диспетчера) - організація процесу транспортування вантажу з однієї точки в іншу. Експедитор укладає договір з вантажовласником, за яким вантажовласник передає вантаж експедитору. Останній знаходить перевізника (транспортну компанію) і організовує процес транспортування. За виконану роботу диспетчер (експедитор) отримує певний відсоток від вартості перевезення (фрахту).

Таким чином, експедитор виконує такі завдання:

- знаходить клієнтів (власників вантажу);
- укладає з ними договір про експедирування вантажів;
- шукає транспортні компанії для перевезення вантажів клієнтів та укладає з ними договір про співпрацю;
- готує супровідну документацію;
- організовує процес навантаження/розвантаження (упаковки) товарів;
- обирає оптимальний транспортний засіб для перевезення конкретного товару, домовляється з перевізником про оплату, дату та місце навантаження/розвантаження;
- контролює процес транспортування (підтримує контакт з водієм, особами, відповідальними за навантаження/розвантаження, замовником і перевізником);
- регулярно звітує перед замовником про місцезнаходження та стан вантажу;
- отримує оплату за виконану роботу.

Використання методів інформаційного моделювання в управлінні транспортом є важливим напрямом комплексного розвитку та підвищення ефективності в транспортній галузі, а також основою для розвитку цифрового управління. Наразі розвиток управління транспортом відбувається через перехід від евристичних методів до цифрових. Однією з основних причин цього є збільшення обсягу й кількості переданої та прийнятої інформації, що

практично повністю унеможлиблює її адекватний і повноцінний аналіз людиною.

З точки зору організації транспортно-експедиторських послуг, процес доставки вантажу тісно пов'язаний з наданням інформаційних послуг. Інформаційна взаємодія є основою роботи як окремих транспортних операторів, так і управління процесом доставки в цілому. Для замовника послуги інформаційна підтримка дозволяє задовольнити потребу власника вантажу в отриманні актуальних даних про поточне місцезнаходження вантажу та приблизний час його доставки до місця призначення.

Послуги, пов'язані з перевезенням вантажів, включають:

- збір товарів від вантажовідправників та їх доставку на склад;
- доставку товару зі складу до отримувачів;
- супровід і охорону вантажу в дорозі;
- перевірку транспортних засобів і оформлених документів відповідно до вимог і стандартів міжнародних договорів та правил перевезення.

Схема класифікації послуг у сфері транспортно-експедиторських послуг наведена на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 – Схема класифікації послуг на транспорті

На рисунку 3.6 показані ролі клієнта, експедитора і перевізника в

транспортно-експедиторських послугах.

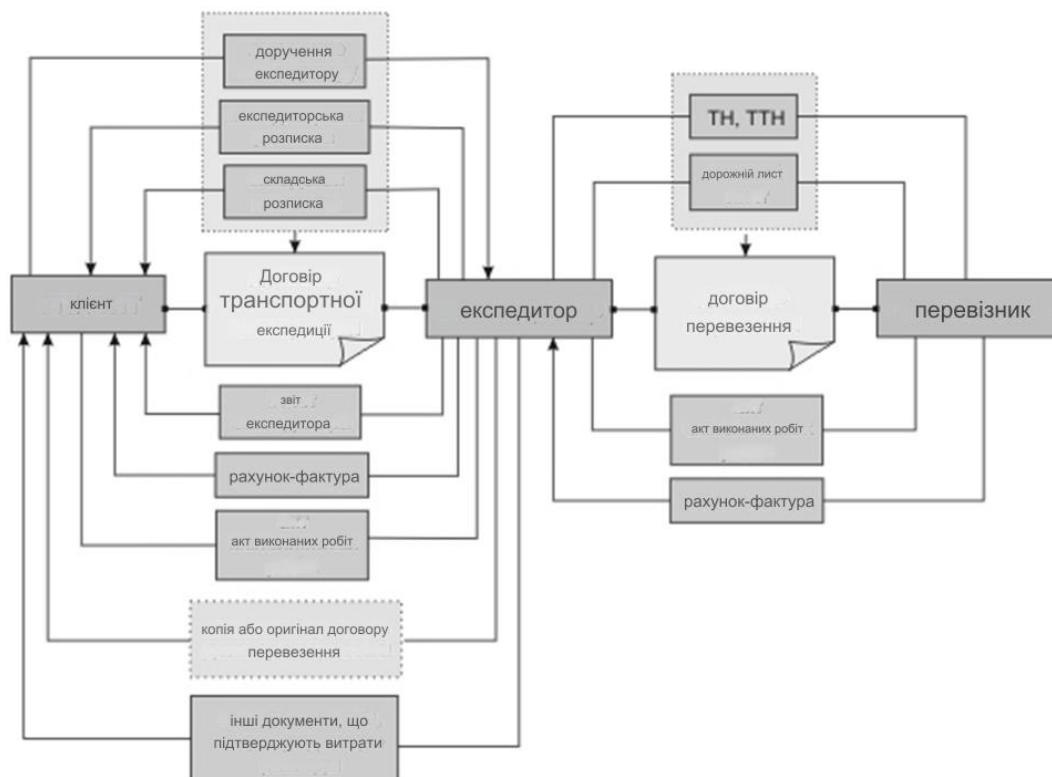


Рисунок 3.6 – Ролі клієнта, експедитора і перевізника в транспортно-експедиторських послугах

Суть професійного експедирування вантажів полягає в супроводі вантажу «від дверей до дверей» та постійному контролі за процесом транспортування з метою запобігання збоїв. Якість роботи експедитора визначається, перш за все, рівнем задоволення вимог клієнта. Досвідчений фахівець здатний організувати якісну доставку будь-яким видом транспорту - інтермодальним чи мультимодальним.

На рисунку 3.7 показано процес транспортування в транспортно-експедиторській діяльності.

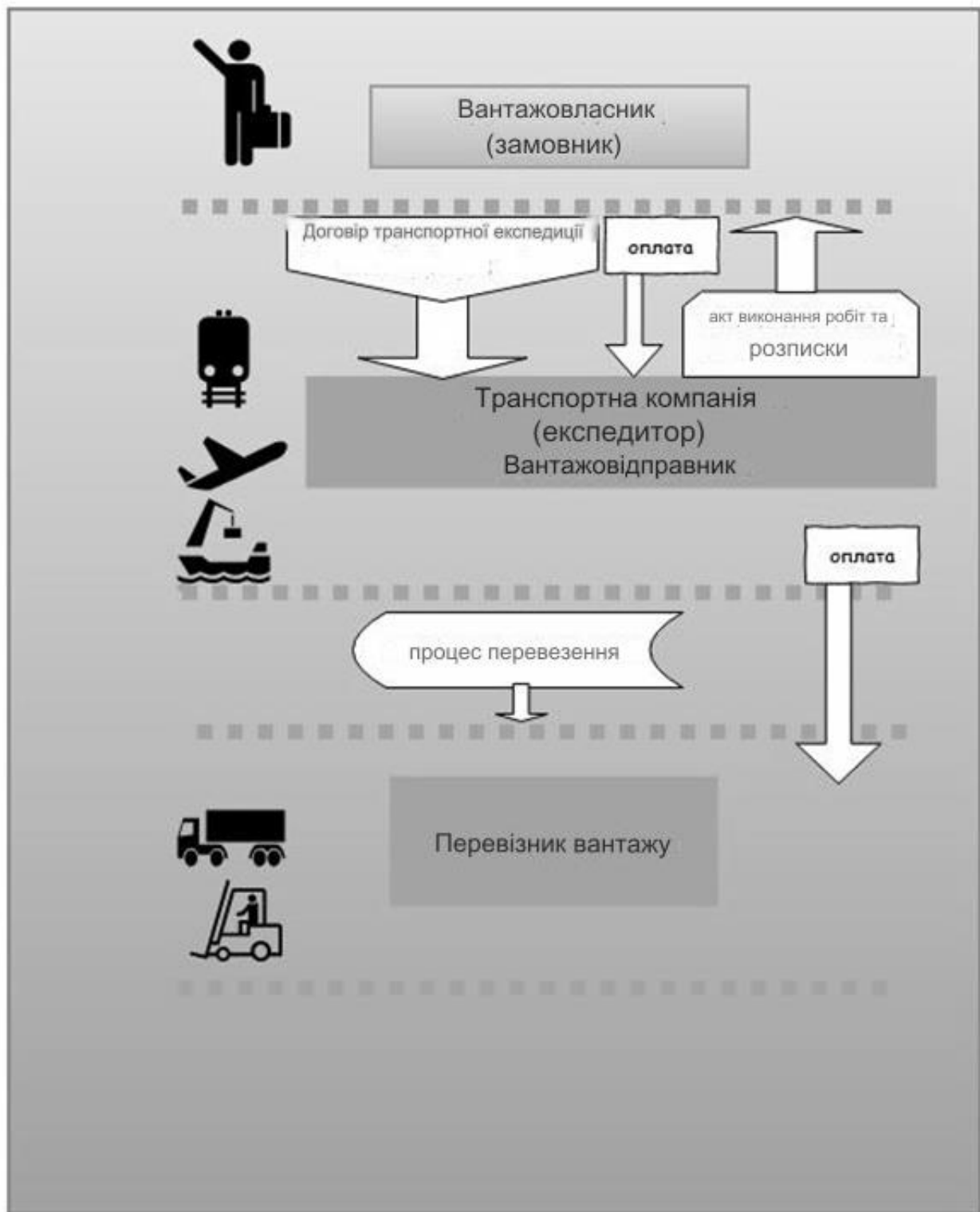


Рисунок 3.7 – Транспортний процес у транспортно-експедиторській діяльності

Тільки завдяки постійному розширенню переліку послуг і підвищенню їх якості експедитор здобуває хорошу репутацію, створюється його імідж як надійного, чесного й сумлінного партнера, з яким клієнту буде вигідно

співпрацювати в майбутньому. Експедиторські компанії, маючи великий досвід і широке коло контактів у транспортній і виробничій сферах, здатні надати клієнту допомогу в пошуку необхідної інформації щодо вантажу і транспорту.

Таким чином, експедитори пов'язують виробника і споживача через надання логістичних та інших груп послуг, контролюючи близько 80% перевезень і об'єднуючи дії учасників транспортного процесу, виступаючи як посередники.

Мета експедиторської компанії - побудова такої моделі логістичних послуг, яка забезпечить доставку вантажів у необхідній кількості, у визначений час і до потрібного пункту призначення з мінімальними витратами часу та коштів. Логістична модель вимагає більш високого рівня безпеки та економії ресурсів порівняно з традиційною моделлю. Вона передбачає зменшення розмірів партій товарів і збільшення кількості відправлень, що дозволяє підвищити надійність транспортування та зручність відстеження руху партій.

В результаті застосування логістичної моделі учасники транспортного ланцюжка отримують такі переваги:

- зниження транспортних витрат;
- мінімізація використання складських площ;
- збільшення прибутку учасників постачання;
- зниження кінцевої вартості товару.

Таким чином, у логістичній моделі системи експедирування виграють усі ланки логістичного ланцюжка - від виробника до споживача, включаючи перевізників і експедиторів.

На даний момент існують дві основні моделі експедирування - традиційна та логістична. Варто розглянути види послуг для кожної з моделей і переваги розробки логістичної моделі в умовах сучасного ринку транспортних послуг.

У традиційній моделі експедитори виступають посередниками, тобто є

ланками в організації та побудові всього логістичного ланцюжка. Проблеми роботи за цією моделлю виникають через те, що експедиторам часто доводиться використовувати штучні методи зв'язування вантажопотоків на межі взаємодії ланок «відправник вантажу – транспортна компанія» та «транспортна компанія – одержувач вантажу». Відсутність стабільної координації в процесі доставки призводить до проблем і збоїв у роботі експедиторів та перевізників.

Кожна окрема посередницька ланка відповідає лише за свій набір транспортних операцій і не може узгодити його з іншими операціями та функціями в транспортно-експедиторських службах, що виконують перевезення вантажів по всьому маршруту логістичного ланцюга. Традиційна модель не дозволяє експедитору всебічно оцінити ринок транспорту і вантажів та оперативно реагувати на зміну цін і попиту, що робить її недостатньо гнучкою до змін умов середовища.

У логістичній моделі експедитори переходять із категорії посередників до безпосередніх виконавців, тобто стають рівноправними учасниками всього процесу перевезення. Перевага цієї моделі полягає у переході від обробки стохастичних транспортних потоків до вивчення детермінованих потоків з конкретними параметрами, тобто у припиненні роботи з вантажопотоком як із знеособленим.

У межах цієї кваліфікаційної роботи запропонована нова модель, у якій відносини експедиторів із транспортними організаціями, вантажовідправниками та вантажоодержувачами реалізуються через цифрову взаємодію та обмін інформацією в режимі онлайн.

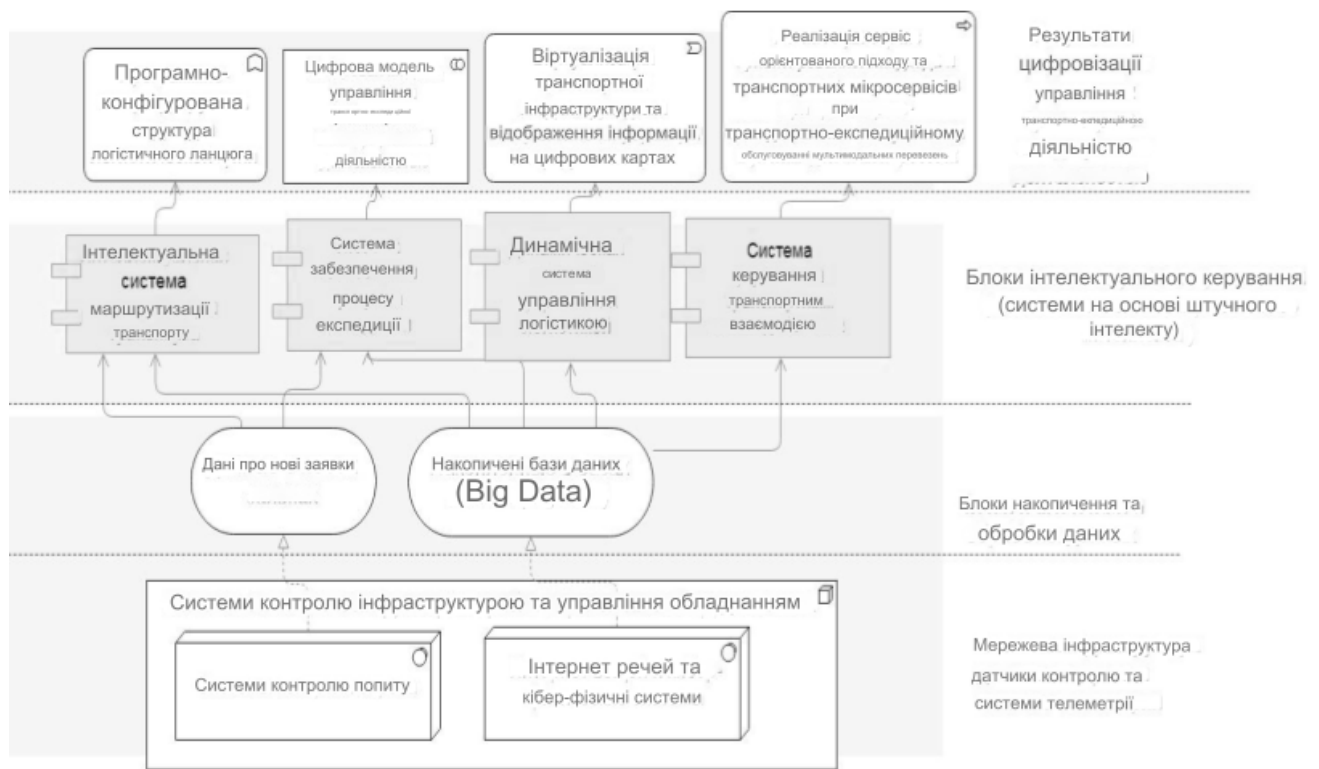


Рисунок 3.8 – Схема цифрового управління експедиційною компанією

Використання мережевих технологій управління та розподілених систем управління є сучасним підходом, що дозволяє реалізувати нову цифрову модель експедиції. Прикладом об'єднання технологій і систем такого класу може служити концепція Інтернету речей. Поширення цієї концепції стало початком масштабного технологічного прориву, який став можливим завдяки широкому впровадженню інтернет-технологій. Важливу роль Інтернету речей відіграє також програма розвитку «Цифрова економіка в Україні». Технологічні рішення, побудовані на основі технологій Інтернету речей, часто об'єднуються в розумні мережі, в результаті чого виникають цілі «Розумні» або інтелектуальні галузеві рішення. Найбільш розвиненими в цій сфері є такі напрямки: «Розумне місто», «Виробництво 4.0», «Розумний транспорт і логістика», «Розумний будинок», «Розумна мобільність», «Смарт-контракти», «Розумні машини». Кількість галузей, у яких впроваджуватимуться «Розумні» технології, буде тільки зростати й розвиватися, охоплюючи все нові сегменти виробничих і технологічних ринків.

Інтернет речей (IoT) базується на міжмережевій цифровій взаємодії фізичних пристроїв, інтелектуальних автономних пристроїв (включаючи транспортні засоби та транспортну інфраструктуру), розумних датчиків і камер, пристроїв керування, інтегрованих у єдину мережу та взаємодіючих між собою через обмін даними і передачу інформації захищеними каналами зв'язку.

На основі концепції Інтернету речей створюються кіберфізичні системи, що дозволяють дистанційно управляти об'єктами реального світу через їх цифровий прототип. У разі реалізації транспортної системи на базі технології «Цифровий двійник» стає можливим віддалений моніторинг і навіть управління транспортними об'єктами через комп'ютерні мережі завдяки прямому інтернет-з'єднанню між транспортним об'єктом у реальному світі та його цифровим аналогом. Впровадження цифрового управління у транспорті та транспортно-логістичних системах знижує роль людського фактора в управлінні, підвищуючи тим самим точність і ефективність роботи транспорту та логістики, а також економічну вигоду від транспортно-експедиторських операцій.

Кіберфізичні транспортні системи або віртуальні транспортні системи реалізуються шляхом впровадження додаткових датчиків і сервоприводів, об'єднання в мережу інтелектуальних пристроїв та організації інтелектуальних транспортних і міських транспортних систем.

Завдяки наявності унікального ідентифікатора «id» для кожного пристрою, підключеного до кіберфізичної мережі, кожен елемент може мати власну логіку роботи й отримувати індивідуальні команди. Прогнозується, що до 2020 року до Інтернету речей буде підключено понад 35 мільярдів розумних пристроїв і об'єктів, зокрема на основі сучасних технологій зв'язку 5G.

3.2. Віртуалізація операцій у транспортно-логістичному управлінні

Сучасні методи вдосконалення транспортно-експедиторської діяльності є багатофункціональним інструментом для організації та управління логістичними процесами та послугами в транспортно-логістичних системах. Методи та засоби ведення транспортно-експедиторської діяльності активно змінюються з плином часу, що має вирішальне значення для світового ринку. На рисунку 3.9 показані фактори, які впливають на розвиток транспортно-експедиторської діяльності.

У нових умовах ринкових відносин перед економікою постає завдання масштабної оптимізації транспортної інфраструктури. Події на світовій арені постійно змінюють існуючі логістичні системи та організаційні схеми практично на всіх рівнях. Зростає кількість зв'язків між господарюючими суб'єктами, які можуть бути віддалені один від одного на значні відстані. У результаті змінюються напрями вантажопотоків, а також структура як внутрішніх, так і міжнародних вантажопотоків з точки зору характеру та властивостей вантажів, що перевозяться, а також видів транспорту, що використовуються в експорті та імпорті.

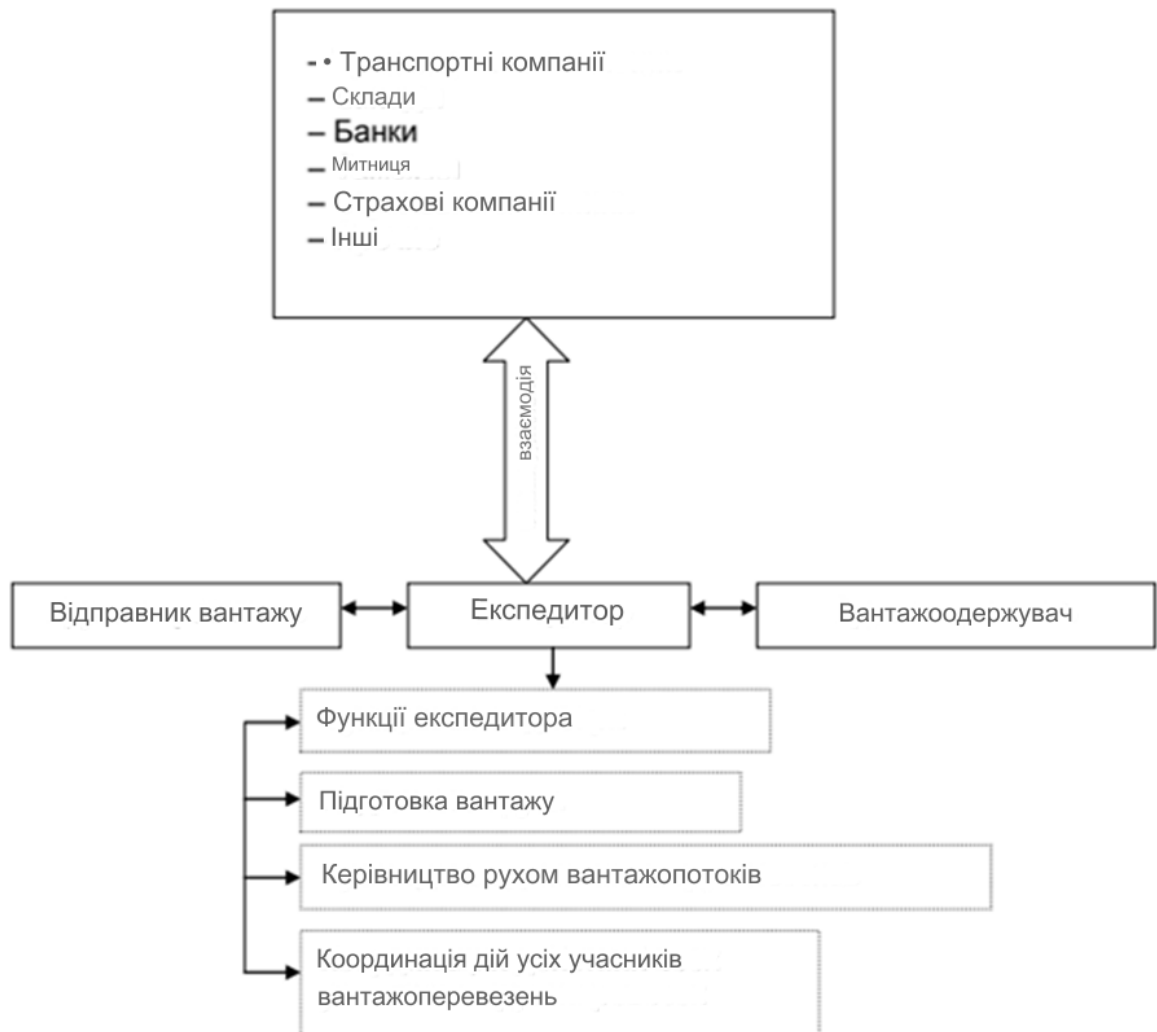


Рисунок 3.9 – Фактори, що впливають на розвиток ТЕД

У іноземних компаніях частка доходу від транспортних операцій становить 45% від загального обсягу транспортної діяльності, тоді як решта доходу припадає на експедиторські, складські операції та обробку вантажів. В Україні частка доходів від експедиційної діяльності складає лише близько 5%.

Виходячи з принципів організації вантажоперевезень, сформулюємо визначення поняття «система транспортного сервісу». Система транспортного сервісу – це єдина транспортно-логістична система, створена для транспортно-експедиторського підприємства з метою вдосконалення діяльності, пов’язаної з обліком, плануванням, управлінням та організацією оптимальної доставки вантажів. Вона забезпечує дотримання затвердженого графіка перевезень,

надання комплексних транспортних послуг та обслуговування клієнтів, оптимізуючи витрати на транспортно-експедиторську діяльність при збереженні високої якості наданих послуг.

Складовими елементами системи транспортного сервісу є транспортно-експедиторські підприємства та транспортні послуги, які вони надають. Експедиторські та логістичні послуги зазвичай включають послуги з перевезення вантажів незалежно від кількості та видів транспорту, що беруть участь у транспортуванні, агрегацію, зберігання, переробку, упаковку, експорт та доставку товарів, а також різноманітні консультаційні послуги. До експедиторських послуг також входить оформлення документації, митних і податкових декларацій, страхування вантажів, здійснення платіжних доручень та, за потреби, повернення товару.

На рисунку 3.10 представлена схема взаємодії потоків у структурі логістичної системи транспортно-експедиторської компанії.

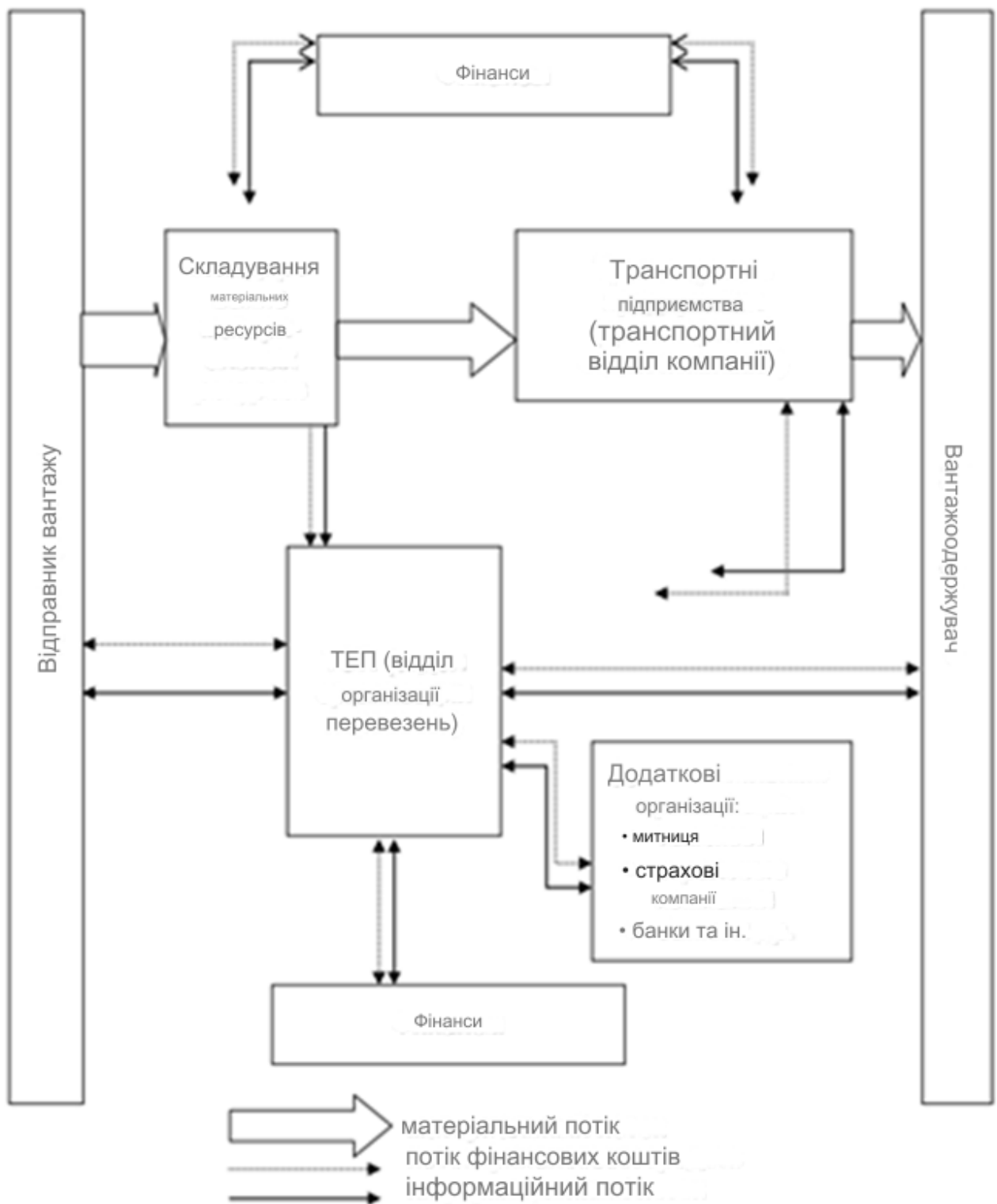


Рисунок 3.10 – Схема взаємодії логістичної системи з транспортно-експедиторськими компаніями

Експедитування вантажів (як бізнес) - це складний вид діяльності, що

вимагає від компанії наявності численного штату фахівців: юристів, логістів, водіїв, бухгалтерів та інших співробітників. Окрім цього, необхідний значний стартовий капітал. Варто враховувати, що чим більше фахівців залучено до роботи, тим вища ймовірність впливу людського фактора на надання послуг, що може призвести до затримок і ускладнень у виконанні операцій та функцій експедирування вантажів.

Загалом, сценарій процесу обробки замовлень і доставки вантажу в транспортно-експедиторській компанії має вигляд, як представлено на рисунку 3.11.



Рисунок 3.11 – Процес обробки замовлень і доставки вантажу

У результаті моніторингу предметної області були виявлені показники діяльності транспортно-експедиторської компанії та час її виконання (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Порядок здійснення діяльності транспортно-експедиторської компанії та витрачений на це час

Ознака	Значення характеристики	Хв	Макс	Середній
Керовані				
X1	Оформлення заявки	10 хв	40 хв	25 хв
X2	Розрахунок вартості доставки	10 хв	20 хв	15 хв
X3	Підтвердження оплати за заявкою	5 хв	1 доб.	0,5 дні
X4	Формування транспортного засобу з вантажем	30 хв	3 години	1,75 годин
X5	Оформлення шляхового листа	20 хв	40 хв	30 хв
X6	Повідомлення клієнта про успішну доставку вантажу	5 хв	1 доб.	0,5 дні
Некеровані				
X7	Оплата заявки	1 доб.	3 дні	1,5 дні
X8	Доставка вантажів	1 доб.	7 днів	4 дні
X9	Відповідь клієнту для оголошення вартості та отримання підтвердження заявки	5 хв	10 хв	7,5 хв.

Процеси, показані в цій таблиці, можна розділити на дві категорії: керовані та некеровані. Процеси $X_7 - X_9$ є некерованими, оскільки вплинути на час, витрачений на їх виконання, практично неможливо. Керовані процеси включають ($X_1 - X_6$).

Обробка заявки починається із запиту клієнта на послуги доставки в транспортно-експедиторську компанію через дзвінок диспетчеру. По телефону диспетчер уточнює інформацію про місце завантаження, кінцевий пункт доставки вантажу, його вагу та обсяг. На основі цих даних диспетчер складає заявку і передає її бухгалтеру. Бухгалтер обробляє заявку, розраховує вартість доставки відповідно до тарифів і повертає ці дані диспетчеру. Диспетчер повторно зв'язується з клієнтом та озвучує вартість доставки. Якщо клієнта не влаштовують умови або вартість доставки, він може відмовитися від послуг.

Якщо умови та вартість доставки клієнта влаштовують, він має оплатити заявку. Після отримання оплати бухгалтер повідомляє про це диспетчера, і той приступає до формування транспортного засобу для вантажу. На цьому етапі диспетчер вибирає транспортний засіб з наявного автопарку, який відповідає критеріям вантажопідйомності та обсягу вантажу, і по черзі зв'язується з водіями для уточнення можливості доставки цього вантажу. Після знаходження відповідного транспортного засобу диспетчер складає шляховий лист і передає його водієві. Водій після успішної доставки вантажу повідомляє про це диспетчера, який, у свою чергу, сповіщає клієнта про завершення доставки.

Відповідно до цього можна визначити кілька вузьких місць у структурі транспортно-експедиторської компанії:

1. Відсутність консолідації вантажів різних замовлень. Вантажі з різних замовлень не завантажуються в один транспортний засіб, що створює плутанину та підвищує ризик втрати частин вантажу. У випадках, коли обсяг вантажу перевищує місткість одного транспортного засобу, компанія вимушена або залучати кілька транспортних засобів (останній з яких

використовується неефективно), або виконувати кілька поїздок тим самим транспортним засобом, повертаючись порожнім до місця навантаження, що також є неефективним.

2. Неточна інформація про транспортні засоби. Під час вибору транспортного засобу диспетчер орієнтується на максимальну вантажопідйомність і обсяг кузова, однак ці дані можуть відрізнятися від реальних, оскільки автопарк компанії (приблизно 30 транспортних засобів та 40 причепів) постійно оновлюється, і інформація про зміни може не завжди бути актуальною. Через це диспетчеру доводиться звертатися до водіїв для уточнення можливості використання конкретного транспортного засобу.

Алгоритм пошуку та формування транспортного засобу диспетчером транспортно-експедиторської компанії представлено на рисунку 3.12.

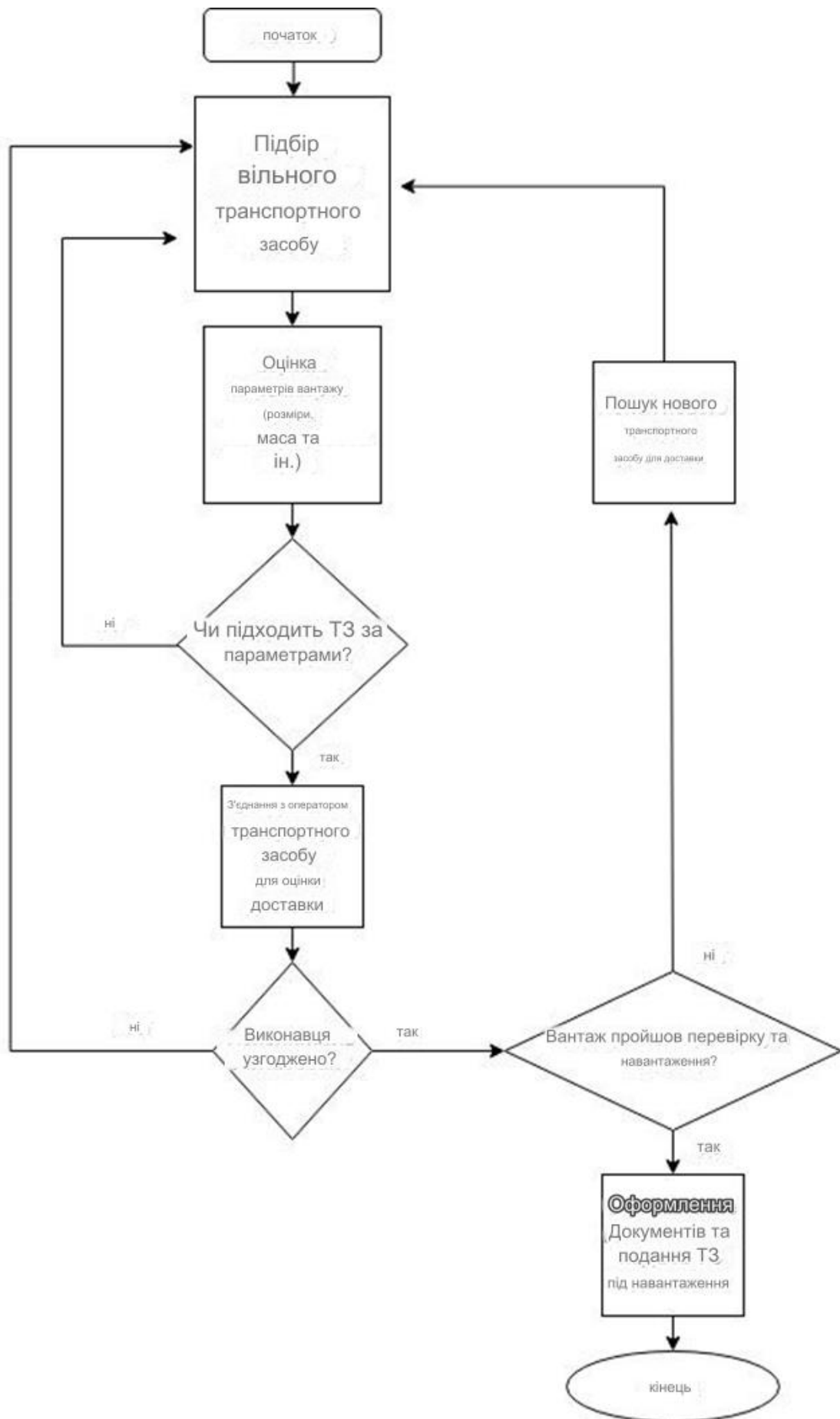


Рисунок 3.12 – Алгоритм процесу формування транспорту для доставки

На етапі формування транспортного засобу з вантажем диспетчер керується критеріями ваги та обсягу вантажу. Проте кожного разу для отримання інформації про можливість перевезення вантажу певним транспортним засобом диспетчеру необхідно звертатися до водія, щоб уточнити можливість використання відповідного за вантажопідйомністю та обсягом транспортного засобу. Розміщення вантажу здійснюється без застосування будь-яких алгоритмів. Якщо вантаж не вміщується в один транспортний засіб, диспетчер оформляє документи на доставку першої частини вантажу і продовжує пошук транспорту для залишку вантажу. При цьому диспетчер не забезпечує завантаження різних вантажів в один транспортний засіб.

Прикладом високотехнологічної організації транспортного процесу є сучасні мобільні додатки для виклику таксі, де автоматизовано складні процеси: пошук виконавця, розрахунок вартості, навігація, підбір транспортного засобу на основі рекомендацій та відгуків, а також багато інших функцій - усе це відбувається автоматично, без участі клієнта.

Спрощення процесу взаємодії та надання логістичних послуг є актуальною необхідністю для багатьох логістів. Допомогу в цьому надають технології віртуалізації, які давно стали одним із основних трендів у побудові ІТ-інфраструктури. Віртуалізація дозволяє створювати кілька віртуальних середовищ на базі однієї фізичної платформи для спільного використання ресурсів у межах єдиної віртуальної транспортної системи. Віртуалізовані транспортні функції - це функції, доступ до яких здійснюється через цифрові платформи, але які реалізуються фізично. Використовуючи програмні продукти та робототехніку, можна контролювати і переміщати фізичний вантаж, передаючи команди через системи дистанційного зв'язку та управління транспортними засобами.

Для реалізації цього на практиці необхідно формалізувати основні функції та впровадити їх у програмному вигляді, щоб об'єднати в єдиний інформаційно-транспортний комплекс управління. Віртуалізація означає

створення цифрового аналогу існуючих систем, їх функцій і методів, моделювання їх роботи за допомогою комп'ютерних технологій для подальшої автоматизації управління матеріальними процесами.

Продукт віртуалізації - це платформа, зручна для вирішення конкретних завдань, яка при цьому має складну структуру, відмінну від тієї, що використовується для роботи з об'єктом управління. Це дозволяє відокремити рівень представлення від рівня виконання та реалізації, забезпечуючи при цьому контроль усіх етапів процесу. Конкретна реалізація логістичної функції буде визначатися під час виконання на основі вхідних параметрів, які їй передаються.

На сьогодні використання технологій віртуалізації є актуальним як для розвитку транспортних послуг, так і для майбутнього логістичних послуг. Створення віртуальної транспортної системи дозволить в режимі онлайн коригувати маршрути, будувати графіки руху, керувати інформаційними потоками, а також, у перспективі, розвивати безпілотні транспортні засоби та роботизовані системи на основі аналізу великих масивів даних (Big Data), які обробляються розподіленими комп'ютерними системами та мережами.

Віртуальна транспортно-логістична система - це система, елементи якої взаємопов'язані, інтегровані та функціонують у єдиному транспортному й інформаційному просторі, реалізована на основі сучасних цифрових та інформаційно-телекомунікаційних технологій. Цифрове впровадження транспортно-логістичної системи забезпечує максимально ефективне, якісне та своєчасне виконання замовлень на вантажоперевезення.

Основною функцією транспортної логістики є управління матеріальними (вантажними і товарними) потоками, а також супутніми інформаційними, фінансовими і сервісними потоками через весь логістичний ланцюг - від джерела до пункту призначення. Віртуальне середовище об'єднує всі етапи - від закупівлі до реалізації - в єдиний процес, надаючи кожному учаснику функціональні можливості для реалізації поставлених завдань.

Віртуалізація логістичних функцій означає виконання операцій у

цифровому форматі з використанням інформаційної моделі, яка ґрунтується на прототипах реальних дій у транспортно-логістичних системах. Це дозволяє автоматично будувати логістичний ланцюг із заздалегідь визначеною метою та результатом, а також оперативно реагувати на зміни та приймати управлінські рішення. Віртуалізація сприяє ефективному переміщенню вантажів у розрахункові терміни з мінімальними витратами.

За допомогою віртуальної моделі управління можна реалізовувати різні варіанти доставки, включаючи послідовні пропозиції від різних транспортних операторів. Віртуальна транспортна система також дозволить керувати та контролювати безпілотні транспортні засоби, які поступово отримують широке застосування. Автономне управління транспортними засобами передбачає повний цифровий контроль і навігацію без участі водія.

Віртуальна транспортна система стане єдиною платформою для взаємодії інтелектуальних транспортних систем, об'єднуючи різні види транспорту в рамках єдиного підходу. Це відкриває можливість для впровадження єдиної системи електронних квитків, оскільки всі дані про маршрути та розклади уніфіковані.

Віртуальне управління транспортною логістикою незабаром стане важливим стандартом для вантажовідправників, вантажоодержувачів і державних регуляторів. За допомогою віртуалізації логістичних процесів клієнт зможе вибрати вантаж, склад, вид транспорту і пункт призначення, а також контролювати хід транспортного процесу в режимі онлайн. Це дозволить адаптувати маршрут і умови доставки в реальному часі, за необхідності змінюючи маршрут і коригуючи транспортний процес.

Таким чином, віртуальна логістична модель дозволяє створити віртуальний маршрут, управляти запасами, здійснювати віддалений контроль за транспортними операціями та фізичним переміщенням товарів. Ще однією важливою перевагою є те, що кожен елемент віртуальної моделі містить повний набір інформації, включаючи характеристики, параметри та деталі виконання, що дозволяє оптимізувати використання наявної транспортної

інфраструктури. Віртуалізація логістичних функцій та створення віртуальної транспортної системи є основою для створення єдиного інформаційного простору, що сприяє цифровізації та оптимізації взаємодії між перевізниками та учасниками логістичного ланцюга.

3.3. Цифрова модель управління транспортно-експедиторськими процесами

Кожен вид транспорту має свої характерні особливості щодо доступності, технічного та технологічного оснащення, максимальної вантажопідйомності, типів рухомого складу тощо.

Повний процес експедирування вантажів включає кілька видів послуг:

- Пошук оптимального виду транспорту для перевезення вантажу до місця призначення, враховуючи характеристики, параметри вантажу, вагу та передбачуваний маршрут руху.

- Підбір найбільш раціонального маршруту на основі моделювання та планування з урахуванням швидкісних обмежень і побажань клієнтів. Завдяки детальному плануванню та розгляду можливих ситуацій під час розробки маршруту, ми забезпечуємо такий метод експедирування, при якому клієнт отримує найбільш економічно вигідний, зручний і безпечний маршрут.

- Оформлення та супровід всього необхідного пакету документів для перевезення. У результаті у клієнта не виникає питань чи проблем з митними процедурами та страхуванням вантажу, оскільки весь документообіг зазвичай входить до умов надання транспортно-експедиторських послуг.

Управлінський та інформаційний рівні міжтранспортної взаємодії передбачають створення єдиної та скоординованої транспортної системи

управління всім автомобільно-транспортним комплексом країни як на макрорівні, так і в окремих регіонах; розробку нормативної документації, кодексів і статутів для організації та управління процесом перевезень, забезпечення безпеки перевезень з урахуванням екологічних параметрів при мультимодальних перевезеннях.

На сьогоднішній день активно використовуються і довели свою ефективність в автоматизації транспортних процесів та пов'язаних з ними інформаційних процесів такі технології:

1. Електронний документообіг та декларування. Впровадження здійснюється за допомогою комплексу інфраструктури та програмних інструментів, здатних виконувати митне оформлення товарів та транспорту у цифровому форматі. Обмін інформацією між брокером та митницею відбувається через цифрові канали зв'язку, що прискорює проходження митних процедур.

2. Дистанційне випускання вантажу. Ця технологія дає можливість оптимізувати більшість митних операцій під час зберігання товарів і транспортних засобів на територіях тимчасового розміщення поблизу кордону. Обмін необхідною інформацією відбувається у цифровій формі, а електронне декларування здійснює безпосередній контроль на прикордонних пунктах. Завдяки цьому оптимізуються логістичні схеми, зменшується вплив зовнішніх факторів та покращується документообіг.

3. "Відстеження вантажу". Ця система дозволяє віртуально контролювати рух вантажу через основні точки логістичного ланцюжка. Через особистий кабінет клієнт може перевірити статус і детальну інформацію про місцезнаходження вантажу та керувати подальшими операціями. Цей метод довів свою ефективність, зокрема, у системі Platon.

4. Віддалені термінали. Вони дозволяють вносити дані в базу даних практично миттєво після подання митної декларації. Інформація з бази даних завантажуються та відображається в системі Cargo Tracking, завдяки чому переміщення вантажів відбувається без додаткових втрат часу.

5. Супутниковий моніторинг транспорту. Це цифрова система, яка з високою точністю фіксує місцезнаходження транспортних засобів з вантажем на основі технологій GPS.

Цифровий підхід до організації вантажних перевезень передбачає нову методологічну базу, яка визначає, що головною складовою вантажоперевезень стане проектування оптимального та раціонального процесу перевезення. Це формулювання охоплює пошук оптимальних організаційних, управлінських і технічно доступних рішень, які забезпечать максимальну ефективність при перевезенні вантажів за маршрутом, визначеним з використанням технологій штучного інтелекту.

Метод управління транспортно-експедиторською діяльністю на основі технологій Інтернету речей реалізується за допомогою інформаційного та мережевого моделювання, а також цифрових моделей, отриманих у результаті. Для впровадження підходу розподіленого управління вже з'явилися сучасні поняття, такі як: інформаційна одиниця, інформаційна структура та ситуації, інформаційні зв'язки та відносини.

Базовим елементом для побудови інформаційних моделей та процесів є інформаційна одиниця. Інформаційні структури поділяються на структурні та процесні. За допомогою процесуальних конструкцій описуються функції та правила управління. Завдяки конструктивному підходу можна описати модель роботи системи або набір представлень даних. Обидва конструкти є основою для прийняття висновків і управлінських рішень. Інформаційні зв'язки відповідають за якість аналізу та правильність висновків.

На основі Інтернету речей впроваджується новий метод управління мережею, який базується на використанні в системі управління транспортними об'єктами або елементами інфраструктури інтелектуальних цифрових пристроїв і датчиків, що приймають і передають керуючі сигнали. Основою концепції Інтернету речей є кілька інноваційних технічних рішень, яких бракує іншим сучасним системам управління. Передусім це програмна конфігурація логістичного ланцюжка, що базується на даних від

інтелектуальних датчиків про стан завантаженості маршрутів та дорожньої мережі. Завдяки розподіленим інтелектуальним вузлам реалізується концепція, за якою інформація обробляється безпосередньо на бортовому комп'ютері пристрою, а результати синхронізуються з центром управління через розподілене управління, де приймаються остаточні рішення. Накопичений досвід та управлінські прецеденти в інтелектуальних вузлах дозволяють оптимізувати управління у повторюваних ситуаціях і на основі перевіреного досвіду приймати рішення в нових ситуаціях.

Цілі транспортно-експедиторської компанії:

- Організація якісних вантажоперевезень.
- Ефективне використання людських ресурсів через правильний підбір і розстановку кадрів, планомірне підвищення їх кваліфікації, впровадження наукової організації праці та відповідне впорядкування системи оплати праці.
- Ефективне використання рухомого складу завдяки впровадженню нових, більш прогресивних форм і методів організації автомобільних перевезень, що підвищують експлуатаційні показники транспортних засобів, а також сприяють підвищенню продуктивності рухомого складу та зниженню собівартості перевезень.
- Формування валютних коштів для придбання транспортних засобів, обладнання, матеріалів та інших товарів для потреб технічного переоснащення автопарку.

Стратегічні цілі:

- Отримання прибутку від вантажоперевезень.
- Ретельне планування використання рухомого складу, забезпечення безперебійного виконання планових завдань автомобільних перевезень.
- Постійне вдосконалення організації технічної підготовки рухомого складу до експлуатації.

Постачальники логістичних послуг можуть активувати або деактивувати налаштовувані модульні хмарні послуги на вимогу, використовуючи підхід оплати за використання.

Цифрова модель транспортної експедиції включає 22 підсистеми, які формують функціональний зміст всієї системи. Нижче наведено повний перелік цих підсистем із короткими коментарями до кожної:

1. Система управління накопиченою інформацією забезпечує централізоване зберігання інформації в межах ІТС з подальшим її поширенням.

2. Система управління транспортом реєструє події, що відбуваються на всьому маршруті, та забезпечує обмін інформацією між усіма учасниками процесу.

3. Система контролю за роботою транспорту здійснює повний супровід транспортних засобів і їх взаємодії по всьому маршруту.

4. Система експлуатації транспорту призначена для реєстрації транспортних інцидентів, забезпечення безпеки вантажоперевезень та ідентифікації водіїв. Інтегрує бортові комп'ютери транспортних засобів в єдину систему.

5. Система управління сервісним транспортом (серверна частина) забезпечує експлуатацію спецтранспорту із засобами зв'язку для своєчасного реагування у разі надзвичайних ситуацій.

6. Система управління сервісним транспортом (клієнтська частина) об'єднує внутрішню систему спецтранспорту (планування маршрутів, надання інформаційної підтримки тощо).

7. Система контролю безпеки (в тому числі екологічної) збирає дані про викиди забруднюючих речовин і формує рекомендації щодо їх зниження.

8. Система логістики забезпечує організацію та управління всіма вантажними перевезеннями.

9. Система інтеграції із засобами масової інформації дозволяє учасникам дорожнього руху своєчасно отримувати необхідну інформацію про маршрут за допомогою бортових блоків.

10. Система моніторингу інфраструктури забезпечує аналіз та контроль транспортно-логістичної інфраструктури.

11. Система управління автопарком контролює технічне обслуговування та ремонт транспортних засобів.

12. Система підтримки процесу експедирування надає інформаційні та управлінські послуги під час перевезення, включаючи контроль відхилень від заданих маршрутів.

13. Система контролю та управління паркуванням дозволяє контролювати наявність вільних та платних паркувальних майданчиків.

14. Система маршрутизації транспорту виконує інтелектуальний аналіз дорожньої обстановки та будує кінцевий маршрут на основі прогнозів.

15. Система реагування на надзвичайні ситуації викликає необхідні евакуаційні служби у разі аварії або неможливості одного з учасників ланцюга поставок продовжувати роботу.

16. Система безпеки поєднує сигналізацію на складах та камери спостереження для попередження порушень через інтелектуальний аналіз зображень.

17. Процесінгова білінгова система проводить всі грошові операції та облік витрат по кожному транспортному засобу.

18. Система оплати клієнтам за надані послуги забезпечує переказ коштів на рахунки транспортних компаній.

19. Система дистанційного контролю дорожньої обстановки здійснює безперервний аналіз поточної дорожньої ситуації та коригує маршрути в режимі реального часу.

20. Система управління транспортною взаємодією (серверна частина) синхронізує графіки руху різних видів транспорту, забезпечуючи дотримання стандартів і необхідний рівень сервісу.

21. Система управління транспортною взаємодією (клієнтська частина) забезпечує інтерфейс для користувачів серверної частини.

22. Система управління обладнанням контролює служби, що забезпечують стабільність роботи всіх елементів цифрової транспортної системи.

Модель цифрової експедиції з використанням інтелектуальних технологій дозволяє перенести на програмний рівень управління такими операціями та функціями, зробивши їх програмно-конфігурованими:

- Управління операціями з прийому та обробки замовлень на перевезення: створення та подача заявки, а також контроль процесу прийняття завдання до виконання за допомогою системи відстеження.

- Управління завданнями з перевезення вантажів: призначення виконавця та контроль за виконанням зобов'язань і договору на перевезення вантажів.

- Управління вантажоперевезеннями та доставкою: формування маршрутів і стикувальних рейсів для перевалки вантажу, контроль за етапним досягненням маршруту.

- Управління транспортними та складськими ресурсами: виділення необхідних приміщень і організація належної кількості та типу транспортних ресурсів для виконання перевезень.

- Віртуалізація транспортної інфраструктури та відображення інформації на цифрових картах.

- Формування звітів за основними показниками для оцінки ефективності виконуваних транспортних операцій і процесів, а також для аналізу проблемних зон із найбільшими витратами часу, грошей і людських ресурсів.

Залежно від запитів транспортної компанії, її бізнес-моделі та розміру, в інформаційну систему можуть бути додані різні функціональні елементи, такі як додаткові логісти, менеджери, водії, диспетчери. Функціональні можливості системи можна узагальнити у вигляді структурної схеми (рисунок 3.13).

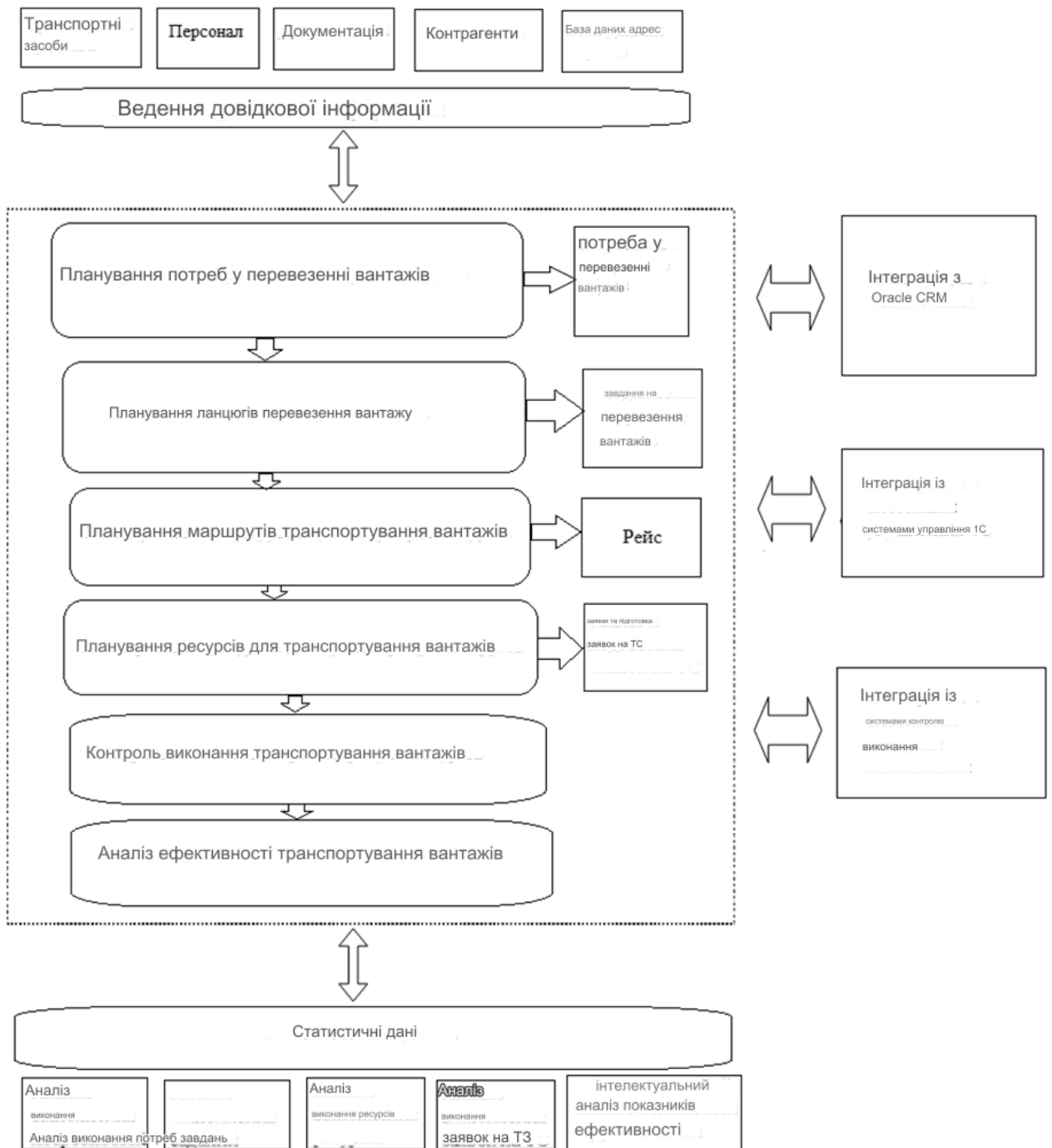


Рисунок 3.13 – Функціональні особливості системи

Схема підсистеми управління потребами в доставці і транспортуванні вантажів, наведена на рисунку 3.14, забезпечує можливість обліку і контролю процесу виконання.

Ця підсистема дозволяє автоматизувати такі операції:

- Оформлення заявки на перевезення вантажу та вказівка реквізитів

замовлення. Інформація, доступна на момент оформлення, включає: склад вантажу, відправник та його адреса завантаження, одержувач та адреса доставки, термін доставки, контакти вантажоодержувача або особи, що буде приймати вантаж.

- Управління заявкою на перевезення, включаючи можливість повного скасування або зміни параметрів доставки.

- Контроль статусу замовлення: нове замовлення, в процесі, скасовано клієнтом, завершено.

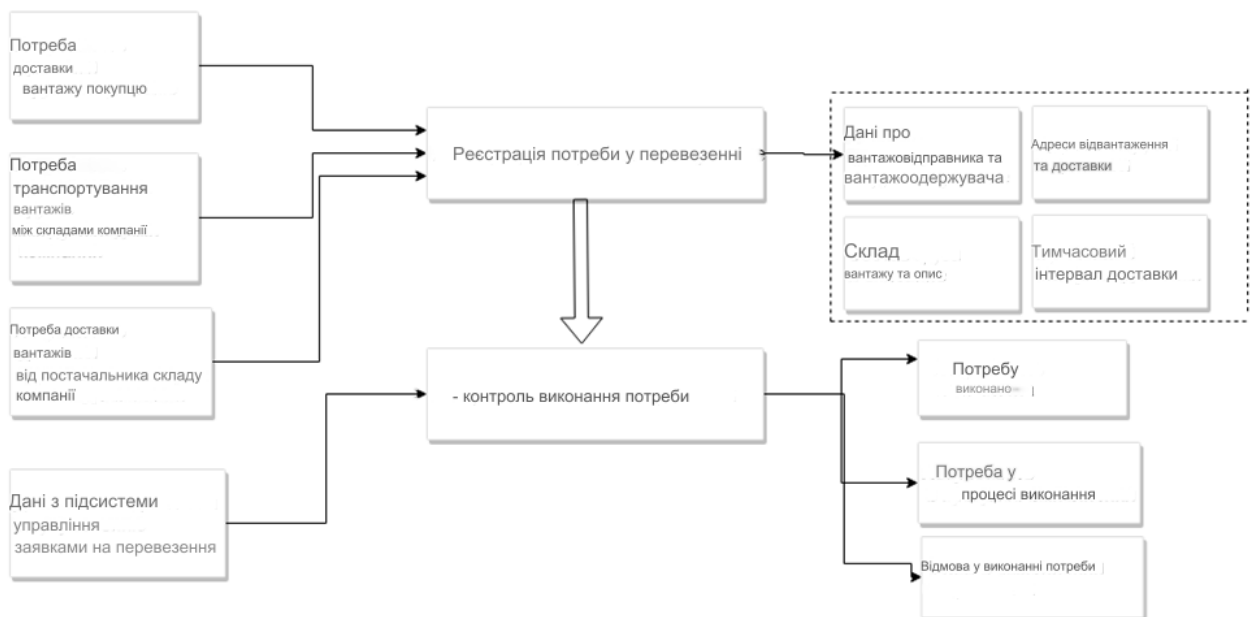


Рисунок 3.14 – Схема підсистеми управління потребами в доставці і транспортуванні вантажів

Підсистема автоматизує робочі місця логістів і менеджерів, які отримують заявки та замовлення на перевезення і транспортування вантажів.

Ця підсистема також дозволяє управляти замовленнями на перевезення вантажів і надає користувачам можливість реєструвати онлайн-замовлення та віддалено керувати виконанням цих замовлень (рисунок 3.15).

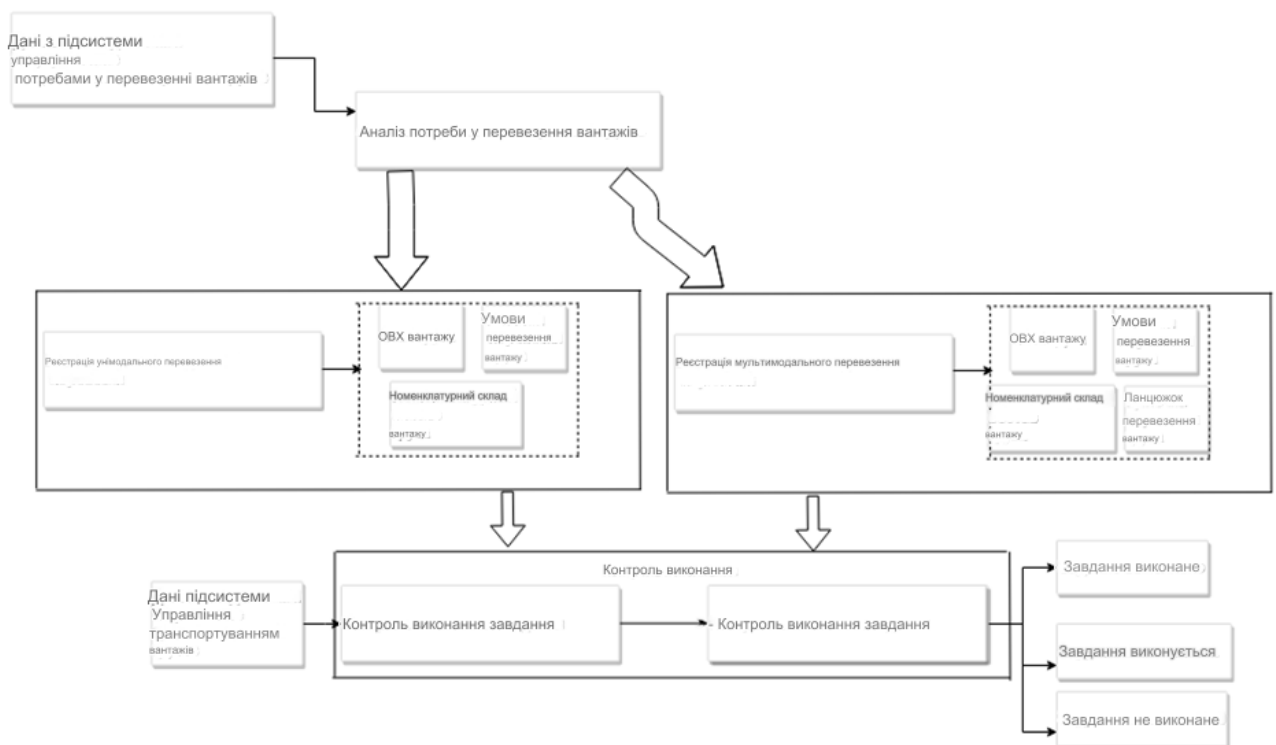


Рисунок 3.15 – Схема підсистеми управління заявками на перевезення

Підсистема включає функцію реєстрації завдань на мультимодальні та унімодальні перевезення, які охоплюють декількох операторів у різних ланках логістичного ланцюга. Виконання кожної ланки перевезення може здійснюватися як за допомогою власного автотранспорту компанії, так і із залученням сторонніх транспортних компаній. При цьому на кожному етапі ланцюга можлива зміна виконавця.

Підсистема управління вантажоперевезеннями забезпечує можливість реєстрації маршрутів і рейсів для виконання завдань із перевезення вантажів, а також організовує процес контролю за виконанням цих рейсів (рисунок 3.16).

У цій підсистемі реалізовано комплекс транспортно-логістичних операцій:

- Побудова маршрутів для здійснення перевезення вантажу відповідно до умов, встановлених замовниками.

- Моніторинг і повний контроль за виконанням рейсів із можливістю їх повного або часткового скасування.

- Облік і контроль стану вантажу, а також зміни комплектації товару при змішаних перевезеннях.
- Розрахунок витрат на організацію та транспортування вантажопотоків.

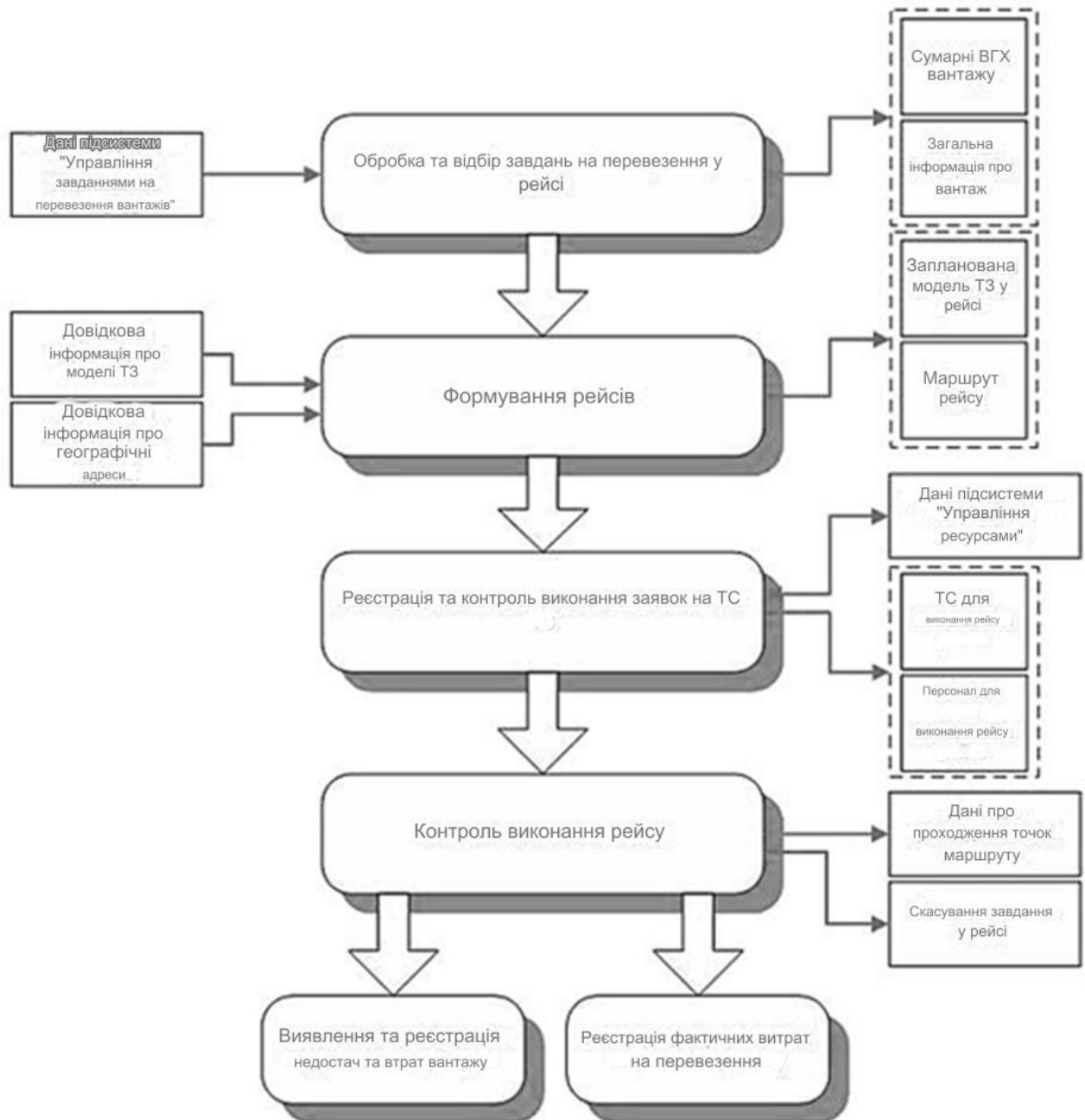


Рисунок 3.16 – Підсистема управління вантажоперевезеннями

Підсистема управління ресурсами надає можливості для обробки запитів на призначення транспортних засобів і персоналу для виконання запланованих поїздок (рисунок 3.17).

У підсистемі реалізовані такі функції:

- Моніторинг запитів щодо необхідності розподілу транспортних ресурсів.
- Узгодження транспортних завдань і призначення транспортних засобів та персоналу для виконання поїздки.
- Обробка ситуацій з пошуком додаткових транспортних ресурсів для виконання замовлень.
- Підготовка документації та звітів про виконану роботу.



Рисунок 3.17 – Підсистема управління ресурсами

Описана вище цифрова транспортна модель реалізує новий метод організації та управління транспортно-експедиторською діяльністю під назвою «цифровий експедитор». В його основі лежить програмно-конфігурована мережа ланцюгів поставок та інтелектуальні інформаційні технології, що базуються на математичному апараті штучних нейронних мереж для прогнозування вантажопотоків. У цифровій моделі експедитора весь обмін інформацією та всі взаємовідносини між експедиторами,

транспортними організаціями, вантажовідправниками та вантажоодержувачами здійснюються за допомогою цифрової взаємодії та онлайн-обміну інформацією. Модель цифрової експедиції показана на рисунку 3.18.

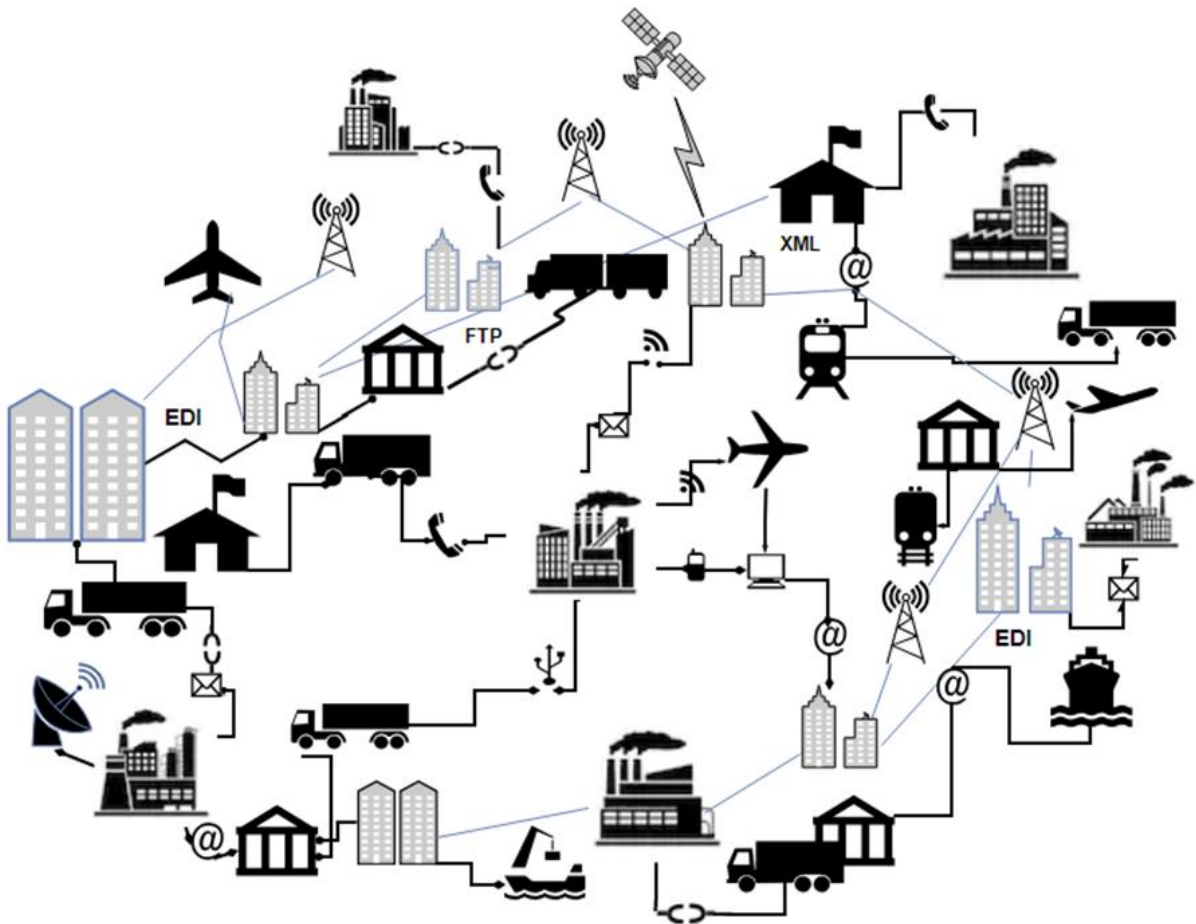


Рисунок 3.18 – Цифрова модель взаємодії та управління транспортно-експедиторським обслуговуванням

Цифрова модель, показана на рисунку 3.18, демонструє взаємодію різних транспортних об'єктів і елементів транспортної системи на основі цифрових технологій, що дозволяють здійснювати зв'язок дистанційно під

управлінням інтелектуальних систем. Завдяки використанню технологій та методів віртуалізації, впроваджується новий метод управління транспортно-експедиторською діяльністю. Він не тільки дозволяє відслідковувати місцезнаходження транспортного об'єкта або вантажу в режимі реального часу, але й забезпечує взаємодію цифрових та реальних об'єктів через інформаційно-розподілені системи управління. Це значно скорочує терміни виконання завдань і підвищує швидкість реагування на зовнішні умови під час транспортних операцій, що, своєю чергою, сприяє підвищенню безпеки та якості виконання, а також позитивно впливає на економічні результати роботи транспортно-логістичних і транспортно-експедиторських компаній.

Таким чином, за рахунок злагодженої роботи окремих підсистем досягається синергетичний ефект від впровадження цифрової моделі, що дозволяє автоматизувати частину функцій експедиції завдяки використанню технологій штучних нейронних мереж.

Світова транспортна галузь зазнає комплексних змін, з'являються нові високотехнологічні рішення і формуються нові потоки мобільності вантажів і людей. Це стає великим викликом для української транспортної галузі, яка має знаходити можливості для переорієнтації своєї діяльності. Ефективним рішенням є створення нової бізнес-моделі цифрової експедиції, яка вдало поєднує класичні функції «офлайн» експедиції з сучасними «онлайн» технологіями. Це дозволить залишити за людиною функцію контролю над роботою системи, водночас автоматизуючи процеси регулювання.

Проекти, спрямовані на «уберизацію» вантажоперевезень за допомогою системних рішень, стають більш конкурентоспроможними та фінансово вигідними. Робочі процеси в експедиторських компаніях повинні будуватися не тільки на основі аналізу конкурентів і лідерів ринку, але й на власних прогнозних моделях. Це дозволяє проводити реструктуризацію та адаптацію до нових ринкових умов і вимог, що, своєю чергою, забезпечує стабільні ринки транспортних послуг, довгостроковий прибуток, зниження логістичних витрат виробників та підвищення якості логістичних послуг.

Також важливо відзначити високий рівень використання інформаційного моделювання з розвитком тенденцій переходу до інтелектуального цифрового управління. Було запропоновано методику, згідно з якою робота запропонованих моделей має здійснюватися у тісній взаємодії з цифровою моделлю віртуальної транспортно-логістичної системи. Це необхідно для підтримки процесу навчання штучного інтелекту, який базується на штучних нейронних мережах. З іншого боку, для спрощення процесу візуалізації та зменшення повторення завдань впроваджуються варіативні рішення для пошуку оптимальних рішень.

3.4. Аналіз застосування розроблених інтелектуальних моделей управління для транспортно-експедиторської діяльності

Транспортно-експедиторська діяльність спрямована на звільнення власника вантажу від другорядних для нього функцій, таких як доставка товарів споживачам, що не є частиною його основного бізнесу. До таких функцій належать, наприклад, взаємодія з іншими учасниками транспортного ринку (підрядниками та вантажоперевізниками) для укладання генеральних договорів на надання послуг з перевезення, здійснення платежів за транспортно-експедиторські операції, а також оформлення транспортних і товаросупровідних документів.

До завдань логістичної служби транспортно-експедиторської діяльності належать: розробка стратегій розвитку транспортної системи доставки вантажів, планування і реалізація транспортно-логістичних послуг, управління різними логістичними та експедиторськими процедурами в процесі транспортування, перевантаження та зберігання вантажів, а також здійснення контролю за транспортно-експедиторськими операціями. Це забезпечує

високий рівень сервісу та швидкість надання послуг.

На підставі проведених вимірювань було отримано результати, що демонструють ефективність використання інформаційної системи, побудованої на основі інтелектуальних технологій (таблиця 3.4). Оптимізація робочого часу становила 2,5 години на добу.

Розрахунок економічного ефекту дозволяє оцінити рентабельність і доцільність автоматизації транспортно-логістичних операцій. Ключовим показником економічної ефективності при впровадженні засобів комп'ютеризації є підвищення комерційно-економічних показників у роботі транспортно-експедиторської компанії, здебільшого завдяки збільшенню швидкості управління та оптимізації трудовитрат у процесах управління. Багато транспортних підприємств досягли економічного ефекту за рахунок таких факторів:

- Спрощення складності розрахунків.
- Оптимізація трудовитрат, що витрачаються на пошук і підготовку документації.
- Зниження витрат на витратні матеріали.
- Скорочення чисельності персоналу завдяки автоматизації процесів.

Оптимізація витрат на оплату праці можлива за рахунок впровадження електронного документообігу, переходу на цифрове програмне забезпечення для всіх підрозділів, скорочення часу на пошук необхідної інформації та підтримки прийняття управлінських рішень.

Критерій оцінки економічної ефективності від впровадження нових програмних продуктів визначається через плановий економічний ефект, який розраховується за формулою:

$$E = (3 \times H) - K, \quad (3.1)$$

де:

- E - плановий економічний ефект,
- 3 - загальна економія за рік,

- Н - нормативний коефіцієнт ($H = 0,12$),
- К - капітальні витрати на розробку, проектування та обслуговування програмного забезпечення, включаючи плату за ліцензії користувачів.

Економічний ефект від впровадження логістичного підходу до управління транспортно-експедиторськими послугами залежить від декількох факторів, основні з яких показані на рисунку 3.19.



Рисунок 3.19 – Фактори, що впливають на економічну ефективність використання цифрового підходу в управлінні

Таблиця 3.4 – Час, витрачений на виконання різних операцій

№	Назва показника	Результати до впровадження (годин)	Результати після впровадження (годин)
1	Обробка замовлення	2	1,8
2	Розрахунок тарифу	1	0,5
3	Оцінка параметрів вантажу, що перевозиться	0,5	0,3
4	Аналіз та підбір ТЗ	0,3	0,1
5	Пошук додаткового вантажу для повного завантаження ТЗ	0,5	-
6	Оформлення договорів із контрагентами	0,7	0,5
7	Документообіг	1,5	1
8	Інформаційне забезпечення водіїв, комірників, перевізників про стан замовлення	0,5	0,3
9	Контроль стану та статусу перевезення, обробка документів та виставлених рахунків	0,7	0,5
10	Формування планів та звіту про виконану роботу	0,8	0,5
11	Разом	8	5,5

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз потенційних ризиків у транспортно-експедиторській діяльності

Аналіз потенційних ризиків у транспортно-експедиторській діяльності є важливим етапом в організації безпечної роботи підприємств цієї галузі. Основною метою такого аналізу є виявлення загроз, пов'язаних з виконанням транспортних операцій, які можуть негативно впливати на здоров'я і безпеку працівників, збереження вантажу та функціонування транспортних засобів. Детальний аналіз дозволяє створити умови для мінімізації ризиків, зменшення кількості аварій та інцидентів, а також забезпечення стабільної та безпечної роботи [25, 26].

1. Перевезення вантажів:

- Ризики дорожньо-транспортних пригод (ДТП) при транспортуванні вантажів.

- Перевезення небезпечних вантажів, які можуть спричинити хімічні або фізичні ушкодження.

- Можливість перекидання вантажу, що може призвести до травмування персоналу.

2. Робота на транспортних засобах:

- Небезпека, пов'язана з технічними несправностями транспортних засобів (пошкодження гальм, збої у керуванні, несправності двигуна тощо).

- Вплив втоми водіїв через тривалі переїзди, що може призвести до

аварійних ситуацій.

- Небезпека маніпуляцій із транспортними засобами під час їх завантаження і розвантаження (задовільний технічний стан, належне кріплення вантажу).

3. Експлуатація складських і термінальних приміщень:

- Небезпеки, пов'язані з неправильним зберіганням вантажів або порушенням правил розміщення вантажів у складських приміщеннях (падіння вантажів, пожежі).

- Ризики, що виникають через роботу з навантажувально-розвантажувальною технікою (навантажувачі, крани, ручні візки тощо).

- Недостатня освітленість, погана вентиляція, а також несправність протипожежних систем у складських приміщеннях.

4. Фактори навколишнього середовища:

- Вплив погодних умов на безпеку роботи працівників, що здійснюють навантажувальні та транспортні операції (слизькі дороги, обмежена видимість, надмірна спека або холод).

- Робота з небезпечними вантажами (хімічні речовини, вибухові або легкозаймисті матеріали) потребує особливих заходів безпеки.

5. Фізичне і психологічне навантаження на працівників:

- Підвищене фізичне навантаження на працівників під час розвантаження та завантаження вантажів.

- Психологічний тиск через роботу в умовах високої відповідальності та дотримання строків виконання робіт.

Аналіз цих ризиків дозволяє не лише виявити потенційні загрози, але й розробити заходи з мінімізації їхнього впливу на здоров'я та безпеку працівників, що сприятиме поліпшенню умов праці та підвищенню рівня захисту від можливих інцидентів.

4.2. Забезпечення належних умов праці та дотримання техніки безпеки

Для мінімізації ризиків, виявлених під час аналізу, необхідно створити належні умови праці та забезпечити дотримання норм техніки безпеки, особливо в транспортно-експедиторській діяльності, де працівники часто працюють в умовах підвищеної відповідальності та інтенсивних фізичних і психологічних навантажень. Правильна організація робочих місць, дотримання вимог до технічного обслуговування транспорту, використання засобів індивідуального захисту та регулярні інструктажі працівників сприятимуть зниженню кількості інцидентів та підвищенню безпеки на робочому місці.

1. Покращення умов праці:

- Ергономічне обладнання робочих місць: Операторам та логістам, які працюють з комп'ютерами та інформаційними системами, необхідно забезпечити комфортні умови праці з ергономічними стільцями, столами та належним освітленням. Це знижує ризик травм опорно-рухової системи.

- Технічне обслуговування транспортних засобів: Профілактичне технічне обслуговування автомобілів, вантажівок та іншого транспорту з метою запобігання аваріям, пов'язаним із несправністю техніки.

- Організація безпечного робочого середовища на складах: Забезпечення працівників складів необхідними засобами для переміщення важких вантажів (автонавантажувачі, крани), а також чітка організація розташування вантажів на полицях і піддонах для уникнення падінь вантажів.

2. Дотримання техніки безпеки:

- Навчання працівників: Проведення регулярних інструктажів та навчальних курсів із техніки безпеки, зокрема для водіїв, працівників складів, а також для операторів логістичних процесів. Працівники повинні знати

правила експлуатації транспортних засобів і обладнання, а також бути підготовленими до роботи з небезпечними вантажами.

- Використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): Працівники повинні бути забезпечені касками, рукавицями, захисними окулярами, взуттям з металевими носками та іншими засобами для захисту під час виконання робіт, особливо в зонах з підвищеним ризиком.

- Протипожежні заходи: Обов'язкове обладнання складських і виробничих приміщень системами пожежогасіння, наявність вогнегасників та евакуаційних планів. Проведення регулярних тренувань з евакуації у випадку надзвичайних ситуацій.

3. Контроль робочого часу та відпочинку:

- Дотримання нормативів робочого часу для водіїв і операторів, щоб уникнути перевтоми. Надмірне робоче навантаження може стати причиною зниження концентрації, що підвищує ймовірність аварійних ситуацій.

- Створення комфортних зон відпочинку на підприємстві для співробітників, що сприяє зниженню стресу та підвищенню продуктивності.

4. Розробка та впровадження стандартів:

- Важливо розробити та впровадити стандарти безпеки, що відповідають міжнародним і національним вимогам. Ці стандарти мають охоплювати всі етапи транспортно-експедиторської діяльності, включно з транспортуванням, перевантаженням і зберіганням вантажів.

- Постійний контроль за дотриманням цих стандартів через проведення аудитів, регулярних перевірок і моніторингів умов праці.

4.3. Інтелектуальні системи моніторингу та забезпечення безпеки праці

Використання сучасних технологій дозволяє значно підвищити рівень безпеки та забезпечити безперервний моніторинг робочого процесу.

Інтелектуальні системи можуть бути ефективним засобом управління безпекою на підприємствах транспортно-експедиторської галузі.

1. Інтеграція систем моніторингу на транспортних засобах:

- Впровадження датчиків і телеметричних систем для контролю за технічним станом транспортних засобів у режимі реального часу. Система може автоматично попереджати про можливі технічні несправності, що дозволить уникнути аварійних ситуацій.

- Використання GPS-систем для відстеження місцезнаходження вантажів та моніторингу дотримання швидкісного режиму, що сприятиме безпечнішому перевезенню вантажів.

2. Системи моніторингу стану працівників:

- Впровадження носимих пристроїв (смарт-браслети, датчики пульсу, спеціальні датчики стресу), які можуть фіксувати стан здоров'я водіїв та інших працівників. Такі системи можуть своєчасно попереджати про перевтому або стрес, що дозволить уникнути аварійних ситуацій, пов'язаних із людським фактором.

3. Безпека складських та термінальних приміщень:

- Встановлення автоматизованих систем відеоспостереження, які дозволять фіксувати переміщення вантажів і співробітників у складських приміщеннях. Системи відеоаналітики можуть виявляти потенційні загрози (падіння вантажів, загоряння) і негайно передавати інформацію до служби безпеки.

- Використання інтелектуальних систем для моніторингу екологічних умов на складах (температура, вологість, рівень освітлення), що є важливим для зберігання чутливих до умов вантажів.

4. Автоматизовані системи попередження про небезпеку:

- Розробка і впровадження автоматизованих систем оповіщення про можливі надзвичайні ситуації. Ці системи можуть швидко інформувати працівників про необхідність евакуації або застосування інших заходів безпеки у випадку виникнення небезпечних ситуацій, таких як пожежі чи

вибухи.

4.4. Дії в умовах надзвичайних ситуацій та алгоритми реагування

Ефективне реагування на надзвичайні ситуації є критично важливим для забезпечення безпеки працівників, збереження вантажів і мінімізації негативних наслідків інцидентів. Чітко розроблені алгоритми дій дозволяють працівникам швидко та правильно діяти у стресових умовах, що значно знижує ризик пошкодження вантажів, травмування персоналу та інших матеріальних і фінансових втрат.

Основні аспекти ефективного реагування на надзвичайні ситуації:

1. Розробка та впровадження планів евакуації:

- Кожне підприємство, особливо в транспортно-експедиторській галузі, повинно мати чітко розроблені плани евакуації. Ці плани повинні включати маршрути виходу з будівель, складів та інших робочих зон у разі виникнення пожежі, вибуху або інших аварійних ситуацій.

- Евакуаційні плани повинні бути доступні для всіх працівників, а місця для їх перегляду повинні бути чітко визначені на кожному робочому місці. Регулярне проведення навчань і тренувань з евакуації є обов'язковою умовою для підвищення готовності персоналу до надзвичайних ситуацій.

2. Алгоритми дій у разі аварій:

- Для кожної потенційно небезпечної ситуації (пожежа, витік хімічних речовин, аварія на транспорті тощо) повинні бути розроблені конкретні алгоритми дій для персоналу. Ці алгоритми мають бути легко зрозумілими,

містити покрокові інструкції та забезпечувати швидке й правильне реагування.

- Алгоритми повинні включати дії для:
- Оповіщення керівництва та служб безпеки про виникнення надзвичайної ситуації.
- Виклику екстрених служб (пожежників, медиків, поліції).
- Евакуації людей з небезпечної зони та надання першої допомоги постраждалим.
- Контролю над пошкодженими вантажами та захисту від подальших руйнувань.

3. Оповіщення та комунікація:

- Система оповіщення повинна бути автоматизованою, забезпечуючи миттєве повідомлення про інциденти всім працівникам і відповідальним особам через гучномовці, смс-повідомлення, електронну пошту або мобільні додатки. Така система допомагає швидко розпочати процес евакуації або інші необхідні дії.
- Важливо забезпечити надійні канали комунікації між працівниками та керівництвом підприємства. Це особливо важливо при великих надзвичайних ситуаціях, коли може бути складно підтримувати постійний зв'язок.

4. Засоби захисту та реагування на місці:

- Працівники повинні бути забезпечені необхідними засобами захисту: аптечками, протигазами, вогнегасниками, аварійними комплектами для надання першої допомоги, а також засобами для швидкої ізоляції небезпечних речовин.
- Водії транспортних засобів повинні мати інструкції щодо дій у разі аварії на дорозі, а також бути навченими надавати першу допомогу та правильно діяти у випадку аварії.

5. Реагування на дорожньо-транспортні пригоди:

- Якщо аварія відбувається під час перевезення вантажу, важливо мати чіткі протоколи щодо того, як діяти у такій ситуації. Водій повинен знати, як захистити вантаж, як взаємодіяти з місцевими службами та як мінімізувати

збитки, що можуть бути спричинені аварією.

- Спеціальні аварійні комплекти в транспортних засобах (аптечка, аварійний знак, вогнегасник, жилет з високою видимістю) допоможуть швидко реагувати та зменшити негативні наслідки для працівників та навколишніх людей.

6. Інструкції для роботи з небезпечними вантажами:

- Для транспортування небезпечних матеріалів (хімічних речовин, паливно-мастильних матеріалів, вибухових речовин тощо) повинні бути розроблені спеціальні інструкції. Вони мають включати особливі заходи безпеки, які потрібно виконувати під час аварій або витоків таких матеріалів.

- Працівники повинні бути навчені розпізнавати потенційні загрози та оперативно діяти відповідно до інструкцій.

Переваги чітких алгоритмів реагування на надзвичайні ситуації

1. Швидкість реагування: Чіткі інструкції та алгоритми дій допомагають працівникам не розгублюватись у стресових ситуаціях, а швидко діяти за планом. Це значно зменшує час на прийняття рішень і мінімізує наслідки інцидентів.

2. Зниження ризику для життя та здоров'я працівників: Оскільки алгоритми передбачають негайну евакуацію та захисні заходи, ризики для життя та здоров'я персоналу значно зменшуються.

3. Збереження вантажів та обладнання: Швидка реакція на аварійні ситуації дозволяє вжити необхідних заходів для збереження вантажу та техніки. Це може бути особливо важливим у випадках, коли вантаж є цінним або небезпечним.

4. Мінімізація фінансових втрат: Правильне реагування на надзвичайні ситуації дозволяє зменшити фінансові втрати, пов'язані з пошкодженням обладнання, втратою вантажів та компенсаціями працівникам за травми.

Розробка та впровадження чітких алгоритмів реагування на надзвичайні ситуації є ключовим елементом безпеки працівників і збереження вантажів у транспортно-експедиторській діяльності. Вони не тільки допомагають

уникнути значних збитків, але й забезпечують належний рівень захисту для людей та вантажів, що сприяє підвищенню ефективності роботи компанії та збереженню її репутації на ринку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У кваліфікаційній роботі магістра розроблено методи та способи управління, які дозволяють автоматизувати та впровадити в програмну форму елементи управління транспортно-експедиторською діяльністю з використанням інтелектуальних інформаційних технологій (нейронних мереж).

2. Обґрунтовано та рекомендовано підвищувати якість транспортних послуг шляхом впровадження запропонованих методів та прийомів, проводити низку робіт, пов'язаних з цифровізацією транспортних процесів.

3. Запропоновано комплекс заходів та методів впливу на транспортний потік або процес через онлайн-середовище та віртуальне управління транспортними об'єктами в транспортно-логістичній системі.

4. Розроблено методику взаємодії власників транспортних засобів та транспортної інфраструктури (транспортних компаній та операторів) з організаторами транспортно-логістичних процесів (експедиторами) на основі цифрової версії транспортно-логістичної системи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Злотя, І. С., & Черногор, Н. С. (2023). Види логістичної діяльності та логістичних функцій. Економіка сьогодні: Проблеми моделювання та управління, 41.
2. Сокальчук, Ю. (2023). Оптимізація транспортно-логістичних процесів (Doctoral dissertation, Національний авіаційний університет).
3. Lapola, D. M., Pinho, P., Barlow, J., Aragão, L. E., Berenguer, E., Carmenta, R., ... & Walker, W. S. (2023). The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science*, 379(6630), eabp8622.
4. 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.
5. 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.
6. Сукайло, Д. В. (2024). Особливості діяльності віртуальних компаній у міжнародному бізнесі (Doctoral dissertation, Національний авіаційний університет).
7. 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.
8. 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.
9. 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.

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.

11. 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.

12. 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.

13. Плекан, У. М.; Цьонь, О. П.; Гевко, Б. Р.; Антонюк, О. П. Аналіз логістичних витрат підприємства. ВМТ 2023, 17, 114-120.

14. 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.

15. 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>.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. В.В. Аулін, О.Л. Ляшук, А.В. Гриньків, О.П. Цьонь, В.З. Гудь, А.О. Головатий, С.Ю. Тищенко, А.А. Сергійчук. Формування логістичної інформаційної системи ефективного управління транспортними і виробничими підприємствами. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2024. Вип. 9(40), ч.ІІ, с. 204-218.

22. 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.

23. 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. Матвіїшин, 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.

24. Richardson, A., & Malmborg, 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).

25. 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.

26. Навчальний посібник «Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека»» / автор-укладач В.С. Стручок– Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., – 156 с.

27. 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

28. 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>