

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження ефективності логістичного забезпечення вантажних
автомобільних перевезень в умовах сезонних коливань

Виконав: студент 4 курсу, групи МНс

спеціальності _____

275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

Парій М.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(підпис)

Аулін В.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____

(підпис)

Рожко Н.Я.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(підпис)

(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 автотранспорту та логістики
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня **бакалавр**
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю **275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)**
(шифр і назва спеціальності)
студенту **Парію Михайлу Михайловичу**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Дослідження ефективності логістичного забезпечення
вантажних автомобільних перевезень в умовах сезонних коливань**

Керівник роботи **Аулін Віктор Васильович, д.т.н., професор**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «**21**» **01** 2026 року № **4/9-31**

2. Термін подання студентом завершеної роботи **07.06.2026**

3. Вихідні дані до роботи

Звіти діяльності автотранспортного підприємства; місячні обсяги вантажних перевезень підприємства протягом року.

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

Реферат. Вступ. 1. Аналіз об'єкту дослідження (аналіз господарської діяльності підприємства при здійсненні вантажних автомобільних перевезень; фактори, що впливають на ефективність логістичних процесів; сезонні коливання як специфічний фактор у транспортній логістиці).

2. Заходи із вдосконалення транспортного процесу (оцінка впливу сезонних коливань на ефективність перевезень; прогнозування обсягів вантажних перевезень із використанням методів часових рядів; побудова прогнозованої моделі обсягів вантажних перевезень методом Хольта–Вінтерса; оцінка точності та якості прогнозування).

3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Загальні висновки.

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

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню ефективності логістичного забезпечення вантажних автомобільних перевезень в умовах сезонних коливань.

Об'єктом дослідження виступає діяльність транспортного підприємства, що здійснює внутрішні та міжнародні перевезення вантажів.

Предметом дослідження є організаційно-економічні та логістичні процеси, що формують ефективність перевезень в умовах змінного попиту та експлуатаційних умов.

Мета роботи – аналіз впливу сезонних коливань на функціонування транспортно-логістичних систем, а також розробка підходів до підвищення ефективності перевезень шляхом застосування сучасних методів прогнозування та удосконалення організації транспортного процесу.

У роботі проведено комплексний аналіз факторів, що впливають на ефективність логістичних процесів. Особливу увагу приділено сезонним коливанням як специфічному фактору, що зумовлює нерівномірність попиту, зміну умов перевезень та підвищення рівня ризиків.

Для оцінки та прогнозування обсягів перевезень використано методи статистичного аналізу часових рядів, зокрема методи експоненційного згладжування Хольта та Вінтерса, які дозволяють враховувати трендову та сезонну складові. Реалізовано поетапний підхід до побудови прогнозованої моделі, що включає аналіз даних, визначення параметрів моделі та оцінку точності прогнозу.

У результаті дослідження отримано прогнозовані значення обсягів перевезень та підтверджено достатню точність моделі на основі показників статистичної похибки й їх узгодженості з фактичними даними.

Ключові слова: логістика, вантажні перевезення, сезонні коливання, транспортний процес, прогнозування, метод Хольта, метод Вінтерса, ефективність, безпека перевезень.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. АНАЛІЗ ОБ’ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	6
1.1 Аналіз господарської діяльності підприємства при здійсненні вантажних автомобільних перевезень	6
1.2 Фактори, що впливають на ефективність логістичних процесів.	10
1.3 Сезонні коливання як специфічний фактор у транспортній логістиці.....	13
2. ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	16
2.1 Оцінка впливу сезонних коливань на ефективність перевезень.....	16
2.2 Прогнозування обсягів вантажних перевезень із використанням методів часових рядів	19
2.3 Визначення та оцінка тривалості сезону.....	26
2.4 Оцінка точності та якості прогнозування обсягів вантажних перевезень	34
3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	38
3.1 Охорона праці при організації вантажних автомобільних перевезень	38
3.2 Безпека перевезень в умовах сезонних коливань	40
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48

ВСТУП

Сучасний розвиток економіки неможливий без ефективного функціонування транспортно-логістичних систем, які забезпечують безперервний рух матеріальних потоків між виробниками, постачальниками та споживачами. Вантажні автомобільні перевезення займають провідне місце в транспортній галузі завдяки своїй гнучкості, мобільності та здатності забезпечувати доставку вантажів «від дверей до дверей». Саме тому питання підвищення ефективності організації перевезень набуває особливої актуальності в умовах динамічного ринкового середовища.

Одним із важливих чинників, що визначає функціонування транспортних підприємств, є сезонні коливання. Вони проявляються у нерівномірності попиту на транспортні послуги, зміні умов експлуатації транспортних засобів, а також у підвищенні рівня ризиків під час перевезень. Сезонність призводить до коливань обсягів перевезень, змін завантаженості рухомого складу та впливає на економічні показники діяльності підприємств, що вимагає впровадження адаптивних підходів до управління логістичними процесами.

В сучасних умовах господарювання особливого значення набуває використання науково обґрунтованих методів прогнозування, які дозволяють передбачати зміну попиту на транспортні послуги, враховувати сезонні фактори та оптимізувати використання ресурсів. Застосування методів аналізу часових рядів, дає змогу підвищити точність прогнозів і забезпечити ефективне планування діяльності транспортних підприємств.

Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності логістичного забезпечення вантажних перевезень в умовах сезонних змін, а також потребою у впровадженні сучасних підходів до аналізу та прогнозування транспортних процесів.

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз господарської діяльності підприємства при здійсненні вантажних автомобільних перевезень

Вантажні автомобільні перевезення займають ключове місце у функціонуванні логістичних систем як в Україні, так і за її межами, забезпечуючи безперервний рух матеріальних потоків між виробниками, постачальниками та споживачами. Саме завдяки транспортним підприємствам формується ефективна інфраструктура обміну товарами, що впливає на розвиток економіки загалом. У сучасних умовах український ринок транспортно-логістичних послуг представлений значною кількістю компаній, проте особливу увагу привертають підприємства Західного регіону, які активно інтегруються в європейський транспортний простір і демонструють високий рівень організації перевезень.

Одне з таких підприємств посідає провідні позиції серед перевізників, забезпечуючи як внутрішні, так і міжнародні перевезення вантажів. Високий рівень довіри з боку клієнтів обумовлений не лише якісним наданням транспортних послуг, а й комплексним підходом до організації логістичних процесів. Значний досвід роботи на ринку та участь у міжнародних професійних об'єднаннях дали змогу сформувати ефективну систему управління перевезеннями, яка дозволяє забезпечити точне планування, контроль і виконання замовлень. Репутація підприємства підтримується також високою кваліфікацією персоналу, зокрема менеджерів, які відповідають за координацію перевезень та взаємодію з клієнтами.



Рисунок 1.1 – Вантажні перевезення країнами Європи

Суттєвою перевагою компанії є використання сучасних інформаційних технологій. Застосування систем супутникового моніторингу та програмного забезпечення для управління транспортними потоками дає змогу здійснювати постійний контроль за рухом вантажів у режимі реального часу. Це підвищує рівень безпеки перевезень, дозволяє оперативно реагувати на зміни дорожньої ситуації та знизити можливі ризики. Крім того, впровадження цифрових рішень сприяє оптимізації витрат і підвищенню загальної продуктивності діяльності підприємства.

Гнучкість у прийнятті управлінських рішень та здатність швидко адаптуватися до змін ринкового середовища дозволяють підприємству ефективно функціонувати навіть у складних умовах. Воно відіграє важливу роль у розвитку регіональної економіки, забезпечуючи стале транспортне сполучення між різними ринками та сприяючи розширенню зовнішньоекономічних зв'язків. Організація перевезень здійснюється з урахуванням індивідуальних потреб клієнтів, що дає змогу формувати оптимальні логістичні рішення та забезпечувати високий рівень сервісу.

Автопарк підприємства сформований із транспортних засобів різної вантажопідйомності та призначення, що відповідають сучасним екологічним стандартам. Наявність техніки різних категорій дозволяє обслуговувати широкий спектр вантажів, включаючи як стандартні, так і спеціалізовані перевезення. Використання автомобілів, що відповідають стандартам Євро-4

та Євро-5, свідчить про прагнення підприємства до зниження негативного впливу на довкілля та дотримання міжнародних вимог.

Підтримання високого технічного рівня рухомого складу забезпечується за рахунок функціонування власної станції технічного обслуговування, що дозволяє своєчасно проводити діагностику, ремонт і профілактичні роботи. Це сприяє підвищенню надійності транспортних засобів та зменшенню кількості простоїв. Окрім цього, підприємство приділяє значну увагу підготовці вантажів до перевезення, включаючи експедирування, страхування та оформлення необхідної документації, що гарантує додатковий рівень захисту для клієнтів.

Особливе місце у діяльності підприємства займають міжнародні перевезення, зокрема до країн Європейського Союзу. Вигідне географічне розташування та наявність розвинених транспортних коридорів створюють сприятливі умови для розвитку цього напрямку. Регулярні маршрути до європейських країн дозволяють забезпечувати стабільні поставки та формувати довгострокові партнерські відносини з іноземними контрагентами.

Компанія також спеціалізується на перевезенні вантажів, що потребують особливих умов транспортування. До таких належать швидкопсувні продукти, медикаменти та інші товари, для яких необхідно підтримувати стабільний температурний режим.



Рисунок 1.2 – Рефрижератори

Використання сучасного рефрижераторного транспорту, обладнаного системами контролю температури, дає змогу забезпечити збереження якості вантажів протягом усього маршруту. Постійний моніторинг температурних показників дозволяє уникнути відхилень і гарантує відповідність умов перевезення встановленим нормам.

Крім великотоннажних перевезень, підприємство активно використовує малотоннажні транспортні засоби, які забезпечують гнучкість і оперативність доставки. Такий підхід особливо ефективний при роботі з невеликими партіями вантажів або при здійсненні перевезень на короткі відстані. Раціональний підбір транспортного засобу відповідно до характеристик вантажу дозволяє зменшити витрати та підвищити економічну ефективність перевезень.

Окремий напрям діяльності компанії пов'язаний із транспортуванням небезпечних вантажів, що вимагає дотримання підвищених вимог безпеки. Наявність відповідних дозволів і сертифікатів, а також спеціально підготовлений персонал забезпечують належний рівень організації таких перевезень. Використання спеціалізованого транспорту та суворе дотримання міжнародних стандартів дозволяють знизити ризики та гарантувати безпечне доставлення небезпечних матеріалів.



Рисунок 1.3 – Перевезення небезпечних вантажів

Загалом діяльність підприємства характеризується високим рівнем організації, використанням сучасних технологій і професійним підходом до

виконання перевезень. Це дозволяє успішно конкурувати на ринку транспортних послуг, розширювати сферу діяльності та забезпечувати стабільний розвиток у довгостроковій перспективі.

1.2 Фактори, що впливають на ефективність логістичних процесів.

Ефективність логістичних процесів у системі вантажних автомобільних перевезень формується під впливом широкого спектра факторів, які визначають якість, швидкість та економічність переміщення матеріальних потоків. У сучасних умовах розвитку транспортної галузі ці фактори мають складний і взаємопов'язаний характер, що потребує комплексного підходу до їх аналізу та врахування при організації логістичної діяльності. Від рівня їх впливу залежить здатність підприємства забезпечувати конкурентоспроможність, стабільність функціонування та ефективне використання ресурсів.

Одним із ключових чинників є економічне середовище, у якому функціонує підприємство. Зміни цін на паливо, рівень інфляції, валютні коливання та податкова політика безпосередньо впливають на собівартість перевезень і формування тарифів. Зростання вартості енергоресурсів призводить до підвищення витрат, що вимагає від підприємств постійного пошуку шляхів оптимізації логістичних процесів. Одночасно рівень платоспроможного попиту на транспортні послуги визначає обсяги перевезень, що впливає на завантаженість транспортних засобів і загальну ефективність діяльності.

Важливим фактором виступає техніко-технологічний рівень підприємства. Стан і структура рухомого складу, рівень його зносу, технічні характеристики та відповідність сучасним стандартам визначають можливості виконання перевезень з необхідною якістю. Використання

сучасних транспортних засобів дозволяє знизити витрати палива, підвищити надійність перевезень і скоротити час доставки вантажів. Водночас впровадження інформаційних технологій, таких як системи управління транспортом, GPS-моніторинг і автоматизовані програми планування, значно підвищує рівень координації логістичних процесів і дає змогу оперативно реагувати на зміни зовнішнього середовища.

Значний вплив на ефективність логістичних процесів має організація управління перевезеннями. Раціональне планування маршрутів, оптимізація графіків руху та правильний розподіл транспортних ресурсів дозволяють зменшити непродуктивні витрати часу і палива. У випадку нераціональної організації перевезень можуть виникати простой транспортних засобів, недовантаження або перевантаження, що негативно впливає на економічні результати діяльності підприємства. Якість управлінських рішень значною мірою залежить від рівня підготовки персоналу та ефективності внутрішньої комунікації.

Окремо слід відзначити роль людського фактору, який є одним із найсуттєвіших у логістичних процесах. Кваліфікація водіїв, їхній досвід і професійна підготовка визначають рівень безпеки перевезень і якість виконання транспортних операцій. Водночас діяльність логістичних менеджерів впливає на ефективність планування, координацію роботи транспорту та взаємодію з клієнтами. Низький рівень підготовки персоналу може призводити до помилок у прийнятті рішень, затримок доставки та зниження якості послуг.

Суттєвим фактором є також стан транспортної інфраструктури. Якість дорожнього покриття, пропускна здатність доріг, наявність сучасних транспортних розв'язок і рівень обслуговування впливають на швидкість і безпеку перевезень. Недостатній розвиток інфраструктури може спричинити затори, збільшення часу доставки та додаткові витрати на експлуатацію транспортних засобів. Водночас наявність сучасної логістичної інфраструктури сприяє підвищенню ефективності транспортних операцій і

забезпечує кращу інтеграцію у міжнародні транспортні системи.

В умовах сучасної економіки важливе значення мають також зовнішні фактори, які не підлягають прямому контролю з боку підприємства. До них належать погодні умови, сезонні коливання попиту, політична ситуація, зміни у нормативно-правовій базі та міжнародні обмеження. Наприклад, несприятливі погодні умови можуть ускладнювати рух транспорту, підвищувати ризики аварійності та збільшувати час перевезень. Сезонність впливає на нерівномірність завантаження транспортних засобів, що потребує гнучкого підходу до управління логістичними процесами.

Не менш важливим є рівень розвитку системи взаємодії з клієнтами. Своєчасність виконання замовлень, точність доставки та можливість індивідуального підходу до кожного клієнта формують репутацію підприємства та визначають його конкурентні позиції на ринку. Ефективна логістична система повинна забезпечувати прозорість процесів, швидкий обмін інформацією та високий рівень сервісу. Використання сучасних цифрових платформ дозволяє покращити комунікацію з клієнтами та забезпечити більш точне планування перевезень.

Вплив екологічних факторів також набуває дедалі більшого значення у сучасній логістиці. Вимоги щодо зниження викидів шкідливих речовин, використання екологічно чистих технологій і підвищення енергоефективності стимулюють підприємства до оновлення транспортного парку та впровадження інноваційних рішень. Дотримання екологічних стандартів не лише сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля, але й позитивно впливає на імідж підприємства.

Ефективність логістичних процесів формується під впливом комплексу взаємопов'язаних факторів економічного, технологічного, організаційного та зовнішнього характеру. Їх врахування дозволяє забезпечити раціональне використання ресурсів, підвищити якість транспортних послуг і досягти стабільного розвитку підприємства. У сучасних умовах особливо важливим є інтегрований підхід до управління цими факторами, що передбачає

використання сучасних технологій, підвищення професійного рівня персоналу та постійну адаптацію до змін ринкового середовища.

1.3 Сезонні коливання як специфічний фактор у транспортній логістиці

Сезонні коливання є одним із визначальних факторів, що впливають на функціонування транспортно-логістичних систем, зокрема у сфері вантажних автомобільних перевезень. Їх сутність полягає у періодичних змінах умов виконання перевезень, які повторюються з певною регулярністю протягом року та обумовлені як природними, так і економічними причинами. У логістичній діяльності сезонність проявляється через нерівномірність попиту на транспортні послуги, зміну умов експлуатації транспортних засобів та підвищення рівня невизначеності при плануванні перевезень. Це вимагає від підприємств гнучкості, адаптивності та використання сучасних методів управління.

Поняття сезонності розглядається як закономірна зміна інтенсивності логістичних процесів у різні періоди року. Вона може проявлятися у вигляді підвищення або зниження обсягів перевезень, зміни їх структури та умов здійснення. Сезонні коливання можуть мати природний характер, пов'язаний із кліматичними умовами, або економічний, який залежить від специфіки діяльності окремих галузей. Наприклад, у сільському господарстві значні обсяги перевезень припадають на періоди збору врожаю, тоді як у будівництві активізація перевезень спостерігається у теплу пору року. Така нерівномірність створює додаткові труднощі у плануванні та організації транспортного процесу.

Значний вплив на характер сезонних коливань мають погодні та

кліматичні умови. У зимовий період складні погодні явища, такі як снігопади, ожеледиця та низькі температури, погіршують стан дорожнього покриття і ускладнюють рух транспортних засобів. Це призводить до зниження швидкості перевезень, збільшення часу доставки та підвищення ризику виникнення аварійних ситуацій. Крім того, низькі температури можуть негативно впливати на технічний стан автомобілів, що потребує додаткових витрат на їх обслуговування. У літній період, навпаки, основними факторами впливу є високі температури, які спричиняють перегрів технічних систем, погіршують умови праці водіїв та можуть призводити до зниження їх працездатності. Перехідні сезони характеризуються нестабільністю погодних умов, що ускладнює прогнозування та планування перевезень.

Сезонні коливання також безпосередньо впливають на динаміку попиту на транспортні послуги. У різні періоди року обсяги перевезень можуть значно змінюватися залежно від економічної активності в окремих галузях. У періоди активізації виробництва або споживання попит на транспортні послуги зростає, що сприяє збільшенню завантаженості транспортних засобів і підвищенню доходів підприємства. Водночас у періоди зниження економічної активності спостерігається зменшення обсягів перевезень, що призводить до недовантаження рухомого складу та зниження ефективності його використання. Така нерівномірність створює необхідність застосування адаптивних стратегій управління, спрямованих на оптимізацію використання ресурсів.

Особливого значення набуває аналіз ризиків, пов'язаних із сезонними коливаннями. В умовах змінних погодних та економічних факторів транспортні підприємства стикаються з підвищеним рівнем невизначеності, що може призводити до порушення графіків перевезень, збільшення витрат і зниження якості обслуговування клієнтів. У зимовий період ризики пов'язані насамперед із дорожньо-транспортними пригодами, затримками у русі та необхідністю зміни маршрутів. У літній період актуальними стають ризики,

пов'язані з перегрівом техніки, підвищеною втомлюваністю водіїв та збільшенням інтенсивності руху. Перехідні періоди характеризуються підвищеною ймовірністю різких змін умов перевезень, що ускладнює процес управління.

Урахування сезонних ризиків є важливою передумовою ефективного функціонування транспортного підприємства. Для цього необхідно використовувати аналітичні методи прогнозування, що дозволяють оцінити можливі зміни умов перевезень і своєчасно адаптувати логістичні рішення. Застосування сучасних інформаційних технологій дає змогу здійснювати моніторинг погодних умов, стану доріг та рівня завантаженості транспортної інфраструктури, що сприяє зниженню невизначеності та підвищенню ефективності прийняття управлінських рішень.

Сезонність як специфічний фактор транспортної логістики вимагає комплексного підходу до її врахування у процесі планування та організації перевезень. Це передбачає необхідність розробки гнучких графіків роботи, оптимізації маршрутів, удосконалення систем управління та підвищення рівня підготовки персоналу. Важливу роль відіграє також здатність підприємства швидко реагувати на зміни зовнішнього середовища, що дозволяє мінімізувати негативний вплив сезонних коливань і забезпечити стабільність діяльності.

Сезонні коливання є невід'ємною складовою транспортно-логістичних процесів, яка суттєво впливає на їх ефективність і потребує детального аналізу та врахування. Їх вплив проявляється через зміну умов перевезень, нерівномірність попиту та підвищення рівня ризиків, що обумовлює необхідність застосування сучасних методів управління та адаптації до змін середовища функціонування.

2. ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Оцінка впливу сезонних коливань на ефективність перевезень

Ефективність вантажних автомобільних перевезень значною мірою залежить від впливу сезонних коливань, які проявляються у зміні попиту на транспортні послуги, умов експлуатації транспортних засобів та організації логістичних процесів. У сучасних умовах господарювання сезонність виступає важливим фактором, що формує нерівномірність функціонування транспортних підприємств протягом року та потребує детального аналізу для забезпечення стабільної діяльності.

Сезонні коливання безпосередньо впливають на обсяги перевезень, які мають тенденцію змінюватися залежно від періоду року та специфіки економічної діяльності клієнтів. У пікові періоди, які характерні для сільськогосподарського сектору, будівництва або торгівлі, спостерігається значне підвищення попиту на транспортні послуги. Це сприяє зростанню завантаженості транспортних засобів, збільшенню доходів підприємства та більш інтенсивному використанню ресурсів. Водночас у періоди сезонного спаду попиту виникає недовантаження рухомого складу, що призводить до зниження економічної ефективності та збільшення частки постійних витрат у структурі собівартості перевезень.

Зміна погодних умов також є одним із ключових аспектів, що впливають на ефективність перевезень. У зимовий період складні кліматичні умови можуть призводити до ускладнення руху транспорту, зниження швидкості доставки та збільшення витрат часу на виконання рейсів. Це обумовлено погіршенням стану дорожнього покриття, підвищеним ризиком аварійності та необхідністю дотримання більш обережного режиму руху. Як

наслідок, зменшується продуктивність транспортних засобів, збільшується витрата палива та зростають витрати на технічне обслуговування.

У літній період ефективність перевезень також може знижуватися під впливом високих температур, які негативно впливають на технічний стан транспортних засобів і самопочуття водіїв. Перегрів двигуна, підвищений знос шин та інші технічні проблеми можуть призводити до простоїв і додаткових витрат. Крім того, спека сприяє зменшенню працездатності водіїв, що може впливати на швидкість і якість виконання перевезень. Водночас у цей період часто спостерігається зростання попиту на окремі види транспортування, зокрема перевезення харчових продуктів і сезонних товарів.

Особливістю впливу сезонних коливань є також їх вплив на собівартість перевезень. У періоди несприятливих погодних умов витрати підприємства зростають через збільшення витрат палива, необхідність частішого технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. Додаткові витрати можуть бути пов'язані з використанням спеціального обладнання, наприклад зимових шин або рефрижераторних установок. У результаті собівартість перевезень зростає, що може негативно впливати на конкурентоспроможність підприємства.

Оцінка впливу сезонних коливань передбачає також аналіз змін у показниках використання рухомого складу. У періоди підвищеного попиту автомобілі працюють з максимальною інтенсивністю, що сприяє збільшенню обсягів транспортної роботи та зростанню доходів. Однак надмірне навантаження може призводити до прискореного зносу техніки та підвищення ризику виникнення несправностей. У періоди зниження попиту спостерігається зменшення коефіцієнта використання транспорту, зростання простоїв і неефективне використання виробничих ресурсів.

Аналіз сезонних коливань також дозволяє оцінити їх вплив на показники рентабельності підприємства. У періоди високого попиту прибутковість діяльності зазвичай зростає завдяки збільшенню обсягів

перевезень і більш ефективному використанню транспортних засобів. Проте у періоди спаду попиту підприємства змушені покривати постійні витрати при знижених доходах, що призводить до зменшення рівня рентабельності. У таких умовах важливим завданням є розробка заходів, спрямованих на вирівнювання фінансових результатів протягом року.

Сезонні коливання також впливають на організацію логістичних процесів, зокрема на планування маршрутів і графіків перевезень. У періоди погіршення погодних умов підприємства змушені враховувати можливі затримки, змінювати маршрути та збільшувати резерв часу на виконання перевезень. Це ускладнює процес управління транспортними потоками та потребує більш гнучкого підходу до прийняття рішень. Використання сучасних інформаційних систем дозволяє частково компенсувати ці труднощі, забезпечуючи оперативний доступ до інформації про дорожню ситуацію і погодні умови.

Важливим аспектом є також вплив сезонності на рівень обслуговування клієнтів. Нерівномірність навантаження на транспортні ресурси може призводити до затримок у виконанні замовлень, особливо в періоди пікового попиту. Це може негативно позначатися на репутації підприємства та рівні задоволеності клієнтів. Водночас у періоди зниження попиту підприємство має можливість покращити якість обслуговування за рахунок більш індивідуального підходу до клієнтів і оптимізації процесів.

Комплексна оцінка впливу сезонних коливань дозволяє виявити основні закономірності змін у діяльності підприємства та визначити напрями підвищення ефективності перевезень. Вона базується на аналізі статистичних даних, що відображають обсяги перевезень, витрати, доходи та показники використання ресурсів у різні періоди року. Отримані результати можуть бути використані для розробки адаптивних стратегій управління, які дозволяють мінімізувати негативний вплив сезонності та забезпечити більш рівномірне завантаження транспортних засобів.

Таким чином, сезонні коливання мають суттєвий вплив на

ефективність вантажних автомобільних перевезень, змінюючи умови функціонування транспортних підприємств і формуючи специфічні вимоги до організації логістичних процесів. Їх врахування є необхідною умовою підвищення економічної ефективності діяльності підприємства, забезпечення стабільності його функціонування та збереження конкурентних позицій на ринку транспортних послуг.

2.2 Прогнозування обсягів вантажних перевезень із використанням методів часових рядів

Результативність функціонування транспортного підприємства значною мірою визначається здатністю своєчасно та обґрунтовано прогнозувати майбутні обсяги вантажних перевезень. Базою для формування таких прогнозів виступають систематично зібрані статистичні дані, що характеризують динаміку перевезень за попередні періоди. Аналіз цих даних дає змогу структурувати інформацію за роками, кварталами чи сезонами, а також виявляти закономірності розвитку ринку – тенденції зростання, стабілізації або спаду.

На основі накопиченої інформації формуються прогнозовані оцінки, що відображають ймовірні зміни попиту на транспортні послуги в майбутньому. Водночас під час побудови прогнозів необхідно враховувати не лише загальні тренди, а й сезонні коливання, випадкові відхилення та аномальні сплески або падіння обсягів перевезень. Ігнорування цих факторів може призвести до суттєвого зниження точності моделей і, відповідно, до неефективних управлінських рішень.

Для вирішення подібних завдань застосовуються різноманітні методи статистичного аналізу та обробки часових рядів. Серед них важливе місце займають регресійний аналіз, методи декомпозиції рядів, а також підходи, що

базуються на згладжуванні даних. Використання таких інструментів дозволяє не лише описувати минулі процеси, а й будувати адекватні математичні моделі для прогнозування майбутнього попиту на транспортні перевезення.

Слід зазначити, що ефективність прогнозування безпосередньо пов'язана зі здатністю системи управління підприємством адаптуватися до змін зовнішнього середовища. Ринок транспортних послуг є динамічним і залежить від великої кількості факторів: економічної ситуації, сезонності виробництва, змін у логістичних ланцюгах. Тому використання прогнозних моделей повинно супроводжуватися гнучкою стратегією управління, яка дозволяє оперативно реагувати на нові виклики та знизити ризики.

На початковому етапі дослідження доцільно розглянути метод Хольта, який є розширенням класичного експоненційного згладжування. Його особливість полягає у врахуванні не лише рівня часового ряду, але й його трендової складової. Це дозволяє більш точно описувати процеси, що мають сталу тенденцію до зростання або зниження.

Метод Хольта базується на ідеї поступового “згладжування” випадкових коливань у вихідних даних шляхом надання більшої ваги новішим спостереженням, при одночасному врахуванні попередньої динаміки. Завдяки цьому досягається компроміс між чутливістю моделі до нових змін і стабільністю прогнозу.

Застосування даного підходу є особливо актуальним для транспортної галузі, де спостерігаються як довгострокові тренди розвитку, так і регулярні сезонні коливання попиту. Використання методу Хольта дозволяє підвищити точність прогнозів, оптимізувати планування ресурсів, ефективніше розподіляти транспортні потоки та знижувати витрати.

Впровадження методів згладжування, зокрема методу Хольта, сприяє підвищенню якості аналітичної підтримки управлінських рішень і формує науково обґрунтовану основу для стратегічного розвитку транспортних підприємств.

Основу методу становить система з трьох взаємопов'язаних рівнянь,

що описують рівень ряду, тренд та прогнозне значення, які будуть наведені нижче.

рівняння 2.1 відповідає за згладжування даних і має наступний вигляд

$$L_k = \alpha y_k + (1 - \alpha)(L_{k-1} + T_{k-1}), \quad (2.1)$$

рівняння 2.2 застосовується для операції згладжування прийнятого тренда

$$T_k = \beta(L_k - L_{k-1}) + (1 - \beta)T_{k-1}, \quad (2.2)$$

Після цього виконуємо прогноз на наступні періоди

$$y_{k+p}^* = L_k - pT_k, \quad p = 1, 2, \dots \quad (2.3)$$

У методі Хольта для побудови прогнозу використовуються кілька ключових складових, які разом формують узгоджену модель аналізу часових рядів:

згладжений рівень ряду – це розраховане значення показника, яке поєднує актуальні спостереження із попередньою інформацією та враховує загальний тренд розвитку; воно використовується як основа для подальшого прогнозування;

оцінка зміни тренду – показує швидкість і напрямок зміни досліджуваного показника в часі, тобто характеризує, наскільки значення збільшується або зменшується від одного періоду до наступного;

параметри згладжування – спеціальні коефіцієнти, що визначають ступінь впливу нових даних на результати прогнозу. У методі Хольта

застосовуються два основних коефіцієнти: один відповідає за згладжування рівня ряду, другий – за згладжування трендової складової.

Завдяки використанню цих параметрів модель можна гнучко налаштувати відповідно до особливостей досліджуваних даних, що забезпечує підвищення точності прогнозування та його практичну обґрунтованість.

Підбір оптимальних значень коефіцієнтів згладжування зазвичай здійснюється із застосуванням методу найменших квадратів, який дозволяє звести до мінімуму похибку між фактичними та розрахунковими значеннями. У рамках методу Хольта широко використовується підхід подвійного експоненційного згладжування, запропонований Брауном, що передбачає більш глибоке врахування динаміки змін показника.

Для коректного застосування методу необхідно також задати початкові значення моделі. З цією метою часто використовують метод ковзного середнього, який дозволяє отримати початкову оцінку рівня ряду та зменшити вплив випадкових коливань. Визначення трендової складової, яка у більшості випадків має лінійний характер, здійснюється на основі аналізу значень часового ряду з урахуванням їхньої зміни в часі.

Поєднання згладжування, оцінки тренду та оптимізації параметрів забезпечує ефективність методу Хольта при прогнозуванні економічних і транспортних процесів.

$$T_{k-1} = \Delta f, \quad (2.4)$$

При використанні лінійної моделі тренду передбачається, що приріст показника є сталим на кожному часовому кроці. Це означає, що зміна значень відбувається рівномірно, без різких відхилень. Однак у випадках, коли обсяг вихідних даних є обмеженим, точність прогнозування може знижуватися, оскільки модель не має достатньої інформаційної бази для адекватного відображення реальної динаміки процесу.

Подальшим розвитком методу Хольта є метод Вінтерса, який розширює можливості аналізу за рахунок врахування сезонної компоненти. Цей підхід доцільно застосовувати для часових рядів, де одночасно спостерігаються як довгострокові тенденції, так і регулярні періодичні коливання, що повторюються через певні інтервали часу.

Метод Вінтерса базується на системі взаємопов'язаних рівнянь, які дозволяють більш точно моделювати складні процеси:

- рівняння рівня ряду забезпечує згладжування поточних значень з урахуванням як тренду, так і сезонних коригувань;
- рівняння тренду уточнює величину зміни показника між послідовними періодами та формує основу для прогнозу його подальшого розвитку;
- рівняння сезонності відображає вплив періодичних коливань, характерних для певних часових інтервалів.

Підсумковий прогноз формується за допомогою інтегрованого рівняння, у якому поєднуються всі зазначені компоненти – рівень, тренд і сезонні ефекти.

Ключову роль у моделі відіграють коефіцієнти згладжування:

α – для рівня ряду,

β – для тренду,

γ – для сезонної складової.

Їх значення підбираються таким чином, щоб мінімізувати похибку прогнозування на основі історичних даних. Це дозволяє досягти високої гнучкості моделі та її здатності адаптуватися до змін у структурі даних.

Метод Вінтерса є ефективним інструментом для задач планування і прогнозування в умовах, коли діяльність підприємства залежить від сезонності, зокрема у сфері транспортних перевезень. Він дає можливість враховувати нерівномірність вантажопотоків або пасажиропотоків, що значно підвищує обґрунтованість управлінських рішень.

На початковому етапі дослідження даний метод передбачає виконання

процедури згладжування вихідного часового ряду, що дозволяє зменшити вплив випадкових коливань і виділити основні закономірності розвитку процесу.

$$L_k = \alpha \frac{y_k}{S_{k-s}} + (1 - \alpha)(L_{k-1} + T_{k-1}), \quad (2.5)$$

Наступним є виконання згладжування тренда

$$T_k = \beta(L_k - L_{k-1}) + (1 - \beta)T_{k-1}, \quad (2.6)$$

Після цього проводиться оцінка сезонності

$$L_k = \gamma \frac{y_k}{L_k} + (1 - \gamma)S_{k-s}, \quad (2.7)$$

А далі складається прогноз на кілька періодів вперед p

$$y_{k+p}^* = (L_k - pT_k)S_{k-s+p}. \quad (2.8)$$

У методі Вінтерса для дослідження та прогнозування часових рядів застосовується сукупність взаємопов'язаних компонентів, які забезпечують комплексний облік структури даних:

прогнозні значення після згладжування – це кінцеві результати розрахунків, що отримуються на основі поєднання трьох складових: базового рівня ряду, трендової динаміки та сезонних коливань;

оцінка трендової складової – характеризує інтенсивність і напрям зміни показника в часі, що дозволяє визначити швидкість розвитку процесу та спрогнозувати його подальшу поведінку;

оцінка сезонного ефекту – відображає регулярні, повторювані відхилення значень, пов'язані з певними періодами (сезонами), що дає

можливість враховувати циклічність у даних;

період сезонних коливань – визначає тривалість циклу, протягом якого спостерігається повторюваність сезонних змін. Знання цього параметра дозволяє коректно адаптувати модель до структури часового ряду;

коефіцієнти згладжування – параметри α , β та γ , які регулюють вплив відповідно поточних спостережень, тренду та сезонності на результат прогнозування. Завдяки їх налаштуванню модель може бути чутливою до змін або, навпаки, більш стабільною.

Комплексне використання зазначених елементів дає змогу ефективно аналізувати складні часові процеси, в яких поєднуються довгострокові тенденції та періодичні коливання. Це особливо важливо для транспортної галузі, фінансової сфери та інших систем, де динаміка показників має виражену сезонну складову.

Конкретні значення параметрів моделі, зокрема коефіцієнтів згладжування, підбираються залежно від поставленої задачі та властивостей вихідних даних. Як правило, їх оптимізацію здійснюють за допомогою методу найменших квадратів, що дозволяє зменшити різницю між фактичними та розрахунковими значеннями.

Реалізація методу Вінтерса передбачає задання початкових умов, зокрема початкових оцінок рівня, тренду та сезонної складової. Ці значення визначаються за аналогією з методом Хольта, що забезпечує узгодженість підходу до моделювання.

На початковому етапі також формуються початкові коефіцієнти сезонності, які розраховуються за відповідною формулою (див. формулу 2.9), що дозволяє врахувати вплив періодичних коливань уже на старті побудови моделі.

$$S_l = \frac{y_l}{L_s}, \quad (2.9)$$

Параметр згладжування, що застосовується протягом першого

сезонного циклу, відіграє важливу роль у формуванні початкових оцінок моделі та впливає на подальшу якість прогнозу.

З урахуванням значущості сезонної складової у задачах прогнозування, особливо при використанні методу Вінтерса та споріднених підходів, критичною є наявність детальної та повної інформаційної бази. Для коректного застосування цих методів необхідно мати дані, що охоплюють принаймні один або кілька повних сезонних періодів.

Такий обсяг інформації дає змогу моделі адекватно відобразити закономірності поведінки показника в минулих циклах, що, своєю чергою, забезпечує більш точне передбачення майбутніх змін. Зокрема, дані за завершений сезон є основою для визначення сезонних індексів, які дозволяють враховувати циклічні коливання та зменшувати похибку прогнозу.

Отже, наявність достатньо повних, структурованих і релевантних статистичних даних є необхідною умовою ефективного використання моделей експоненційного згладжування з урахуванням сезонності. Це забезпечує підвищення точності аналітичних оцінок і сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень в умовах динамічного зовнішнього середовища.

2.3 Визначення та оцінка тривалості сезону

Для розв'язання задачі прогнозування сезонних перевезень транспортної компанії на наступний рік доцільно застосувати поетапний підхід, що передбачає систематизацію процесу аналізу даних і побудови прогнозованої моделі. Такий підхід дозволяє підвищити точність прогнозування та обґрунтованість прийняття управлінських рішень.

На першому етапі здійснюється визначення тривалості сезонного періоду. Для цього проводиться аналіз динаміки перевезень за попередні роки з метою виявлення повторюваних закономірностей і періодичності коливань. Встановлення правильної довжини сезонного циклу є необхідною умовою подальшого коректного застосування методів прогнозування часових рядів.

Другий етап передбачає збір і підготовку вихідних даних. Формується база статистичної інформації, яка включає обсяги перевезень за відповідні проміжки часу, показники попиту, а також зовнішні фактори, що впливають на сезонні коливання. Отримані дані підлягають попередній обробці: усуненню пропусків, аномальних значень і випадкових відхилень. За необхідності здійснюється згладжування або нормалізація ряду.

На третьому етапі будується модель прогнозування з використанням методу Хольта–Вінтерса. Даний метод базується на експоненціальному згладжуванні та дозволяє одночасно враховувати рівень ряду, тренд і сезонну складову. Залежно від характеру сезонних коливань може застосовуватися адитивна або мультиплікативна форма моделі. Використання цього методу забезпечує адаптивність прогнозу до змін у динаміці перевезень.

Наступним етапом є оцінка якості отриманого прогнозу. Для цього використовуються стандартні статистичні показники точності, зокрема середня квадратична помилка, середня абсолютна помилка та середня абсолютна відсоткова помилка. Проведений аналіз дає змогу визначити надійність моделі та доцільність її подальшого використання.

У разі необхідності здійснюється коригування параметрів моделі з метою підвищення точності прогнозу. Після досягнення прийняттого рівня адекватності модель використовується для довгострокового прогнозування обсягів перевезень на весь наступний рік. Отримані результати можуть бути застосовані для планування діяльності підприємства, оптимізації використання ресурсів та прийняття стратегічних рішень.

Для реалізації методу використовуються коефіцієнти згладжування, що визначають вагу нових і попередніх значень у процесі розрахунків. У межах даного дослідження ці коефіцієнти приймаються як задані величини: $\alpha = 0,3$; $\beta = 0,3$; $\gamma = 0,7$, що дозволяє спростити процес побудови моделі.

Запропонований підхід до прогнозування сезонних перевезень забезпечує комплексний аналіз часових рядів і створює надійну основу для ефективного управління діяльністю транспортної компанії з урахуванням сезонних факторів та тенденцій розвитку ринку.

Таблиця 2.1 – Обсяг перевезення вантажу протягом року

січень	лютий	березень	квітень	травень	червень
2,580	2,822	3,080	2,827	2,704	2,971
липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
3,219	2,977	2,837	3,121	3,347	3,116



Рисунок 2.1 – Графічне відображення перевезення за місяцями

Легко бачити, що тривалість одного сезону в даному випадку дорівнює чотирьом місяцям, $s = 4$. Визначимо початкові умови. Це $L_4, T_4, S_1, S_2, S_3, S_4$.

L_4 – середнє значення матеріального потоку за перший сезон

$$L_4 = \frac{2,58 + 2,822 + 3,08 + 2,827}{4} = 2,827.$$

Визначасмо коефіцієнти лінійного тренду за даними по першому сезону.

Для лінійного тренду $y = a_0 + a_1 t$ дана система має вигляд

$$\begin{cases} 4 \cdot a_0 + 10 \cdot a_1 = 11,309, \\ 10 \cdot a_0 + 30 \cdot a_1 = 28,772. \end{cases}$$

Розв'язок системи проводимо в системі Mathcad матричним методом або спеціальними вбудованими функціями.

Результатом розв'язку є віднаходження невідомих коефіцієнтів:

$$a_1 = 0,0999, \quad a_0 = 2,5775,$$

Рівняння лінійного тренда за даними по першому сезону має вигляд

$$y = 2,5775 + 0,0999t, \quad (2.10)$$

Тоді $y_1 = 2,677$, $y_2 = 2,777$, звідси приріст тренду за один місяць

$$T_4 = 0,1.$$

Коефіцієнти сезонності за (2.9):

$$S_1 = \frac{y_1}{L_4} = \frac{2,58}{2,827} = 0,913; \quad S_2 = \frac{y_2}{L_4} = \frac{2,822}{2,827} = 0,998;$$

$$S_3 = \frac{y_3}{L_4} = \frac{3,08}{2,827} = 1,089; \quad S_4 = \frac{y_4}{L_4} = \frac{2,827}{2,827} = 1$$

Тоді прогнозовані значення обчислюються так:

$$L_5 = \alpha \frac{y_4}{S_1} + (1 - \alpha)(L_4 + T_4) = 0,3 \frac{2,827}{0,913} + (1 - 0,3)(2,827 + 0,1) = 2,978$$

$$T_5 = \beta(L_5 - L_4) + (1 - \beta)T_4 = 0,3(2,978 - 2,827) + (1 - 0,3) \cdot 0,1 = 0,115$$

$$S_5 = \gamma \frac{y_4}{L_5} + (1 - \gamma)S_1 = 0,7 \cdot \frac{2,827}{2,978} + (1 - 0,7) \cdot 0,913 = 0,938;$$

$$y_5^* = (L_5 + T_5)S_1 = (2,978 + 0,115) \cdot 0,913 = 2,823;$$

$$\varepsilon_5 = y_5 - y_5^* = 2,704 - 2,823 = -0,119.$$

$$L_6 = \alpha \frac{y_5}{S_2} + (1 - \alpha)(L_5 + T_5) = 0,3 \frac{2,704}{0,998} + (1 - 0,3)(2,978 + 0,115) = 2,978$$

$$T_6 = \beta(L_6 - L_5) + (1 - \beta)T_5 = 0,3(2,978 - 2,978) + (1 - 0,3) \cdot 0,115 = 0,081$$

$$S_6 = \gamma \frac{y_5}{L_6} + (1 - \gamma)S_2 = 0,7 \cdot \frac{2,704}{2,978} + (1 - 0,7) \cdot 0,998 = 0,935;$$

$$y_6^* = (L_6 + T_6)S_2 = (2,978 + 0,081) \cdot 0,998 = 3,053;$$

$$\varepsilon_6 = y_6 - y_6^* = 2,971 - 3,053 = -0,082.$$

$$L_7 = \alpha \frac{y_6}{S_3} + (1 - \alpha)(L_6 + T_6) = 0,3 \frac{2,971}{1,089} + (1 - 0,3)(2,978 + 0,081) = 2,959$$

$$T_7 = \beta(L_7 - L_6) + (1 - \beta)T_6 = 0,3(2,959 - 2,978) + (1 - 0,3) \cdot 0,081 = 0,051$$

$$S_7 = \gamma \frac{y_6}{L_7} + (1 - \gamma)S_3 = 0,7 \cdot \frac{2,971}{2,959} + (1 - 0,7) \cdot 1,089 = 1,03;$$

$$y_7^* = (L_7 + T_7)S_3 = (2,959 + 0,051) \cdot 1,089 = 3,279;$$

$$\varepsilon_7 = y_7 - y_7^* = 3,219 - 3,279 = -0,06.$$

$$L_8 = \alpha \frac{y_7}{S_4} + (1 - \alpha)(L_7 + T_7) = 0,3 \frac{3,219}{1} + (1 - 0,3)(2,959 + 0,051) = 3,073$$

$$T_8 = \beta(L_8 - L_7) + (1 - \beta)T_7 = 0,3(3,073 - 2,959) + (1 - 0,3) \cdot 0,051 = 0,07$$

$$S_8 = \gamma \frac{y_7}{L_8} + (1 - \gamma)S_4 = 0,7 \cdot \frac{3,219}{3,073} + (1 - 0,7) \cdot 1 = 1,033;$$

$$y_8^* = (L_8 + T_8)S_4 = (3,073 + 0,07) \cdot 1 = 3,142;$$

$$\varepsilon_8 = y_8 - y_8^* = 2,977 - 3,142 = -0,165.$$

$$L_9 = \alpha \frac{y_8}{S_5} + (1 - \alpha)(L_8 + T_8) = 0,3 \frac{2,977}{0,938} + (1 - 0,3)(3,073 + 0,07) = 3,152$$

$$T_9 = \beta(L_9 - L_8) + (1 - \beta)T_8 = 0,3(3,152 - 3,073) + (1 - 0,3) \cdot 0,07 = 0,072$$

$$S_9 = \gamma \frac{y_8}{L_9} + (1 - \gamma)S_5 = 0,7 \cdot \frac{2,977}{3,152} + (1 - 0,7) \cdot 0,938 = 0,943;$$

$$y_9^* = (L_9 + T_9)S_5 = (3,152 + 0,072) \cdot 0,938 = 3,025;$$

$$\varepsilon_9 = y_9 - y_9^* = 2,837 - 3,025 = -0,188.$$

$$L_{10} = \alpha \frac{y_9}{S_6} + (1 - \alpha)(L_9 + T_9) = 0,3 \frac{2,837}{0,935} + (1 - 0,3)(3,152 + 0,072) = 3,167$$

$$T_{10} = \beta(L_{10} - L_9) + (1 - \beta)T_9 = 0,3(3,167 - 3,152) + (1 - 0,3) \cdot 0,072 = 0,055$$

$$S_{10} = \gamma \frac{y_9}{L_{10}} + (1 - \gamma)S_6 = 0,7 \cdot \frac{2,837}{3,167} + (1 - 0,7) \cdot 0,935 = 0,908;$$

$$y_{10}^* = (L_{10} + T_{10})S_6 = (3,167 + 0,055) \cdot 0,935 = 3,013;$$

$$\varepsilon_{10} = y_{10} - y_{10}^* = 3,121 - 3,013 = 0,108.$$

$$L_{11} = \alpha \frac{y_{10}}{S_7} + (1 - \alpha)(L_{10} + T_{10}) = 0,3 \frac{3,121}{1,03} + (1 - 0,3)(3,167 + 0,055) = 3,165$$

$$T_{11} = \beta(L_{11} - L_{10}) + (1 - \beta)T_{10} = 0,3(3,165 - 3,167) + (1 - 0,3) \cdot 0,055 = 0,038$$

$$S_{11} = \gamma \frac{y_{10}}{L_{11}} + (1 - \gamma)S_7 = 0,7 \cdot \frac{3,121}{3,165} + (1 - 0,7) \cdot 1,03 = 0,999 ;$$

$$y_{11}^* = (L_{11} + T_{11})S_7 = (3,165 + 0,038) \cdot 1,03 = 3,298 ;$$

$$\varepsilon_{11} = y_{11} - y_{11}^* = 3,347 - 3,298 = 0,049.$$

$$L_{12} = \alpha \frac{y_{11}}{S_8} + (1 - \alpha)(L_{11} + T_{11}) = 0,3 \frac{3,347}{1,033} + (1 - 0,3)(3,165 + 0,038) = 3,214$$

$$T_{12} = \beta(L_{12} - L_{11}) + (1 - \beta)T_{11} = 0,3(3,214 - 3,165) + (1 - 0,3) \cdot 0,038 = 0,041$$

$$S_{12} = \gamma \frac{y_{11}}{L_{12}} + (1 - \gamma)S_8 = 0,7 \cdot \frac{3,343}{3,214} + (1 - 0,7) \cdot 1,033 = 1,039 ;$$

$$y_{12}^* = (L_{12} + T_{12})S_8 = (3,214 + 0,041) \cdot 1,033 = 3,364 ;$$

$$\varepsilon_{12} = y_{12} - y_{12}^* = 3,116 - 3,364 = -0,248.$$

Таблиця 2.2 – Результати обчислень

k	5	6	7	8	9	10	11	12
L_k	2,978	2,978	2,959	3,073	3,152	3,167	3,165	3,214
T_k	0,115	0,081	0,051	0,07	0,072	0,055	0,038	0,041
S_k	0,938	0,935	1,03	1,033	0,943	0,908	0,999	1,039
y_k^*	2,823	3,053	3,279	3,142	3,025	3,013	3,298	3,364
ε_k	-0,119	-0,082	-0,06	-0,165	-0,188	0,108	0,049	-0,248

2.4 Оцінка точності та якості прогнозування обсягів вантажних перевезень

Для оцінки якості побудованого прогнозу доцільно використати показник середньоквадратичного відхилення, який є одним із базових інструментів математичної статистики та широко застосовується при аналізі часових рядів. Використання даного критерію дозволяє кількісно оцінити ступінь відхилення розрахованих (прогнозних) значень від фактичних спостережень, що, у свою чергу, характеризує точність і надійність розробленої моделі.

Середньоквадратичне відхилення відображає узагальнену міру розсіювання помилок прогнозу і враховує вплив як малих, так і значних відхилень, причому більші похибки мають підвищену вагу за рахунок їх квадратичного врахування. Це робить даний показник особливо чутливим до суттєвих помилок, що є важливим при оцінюванні адекватності моделі для прогнозу.

Математично середньоквадратичне відхилення для оцінки точності прогнозу визначається за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{1}{12 - s - 2} \sum_{i=s+2}^{12} \varepsilon_i^2}, \quad (2.11)$$

Для обчислення середньоквадратичного відхилення необхідно підставити фактичні та прогнозовані значення досліджуваного показника у відповідну розрахункову формулу. Даний процес передбачає послідовне визначення відхилень між реальними значеннями часового ряду та

отриманими за моделлю прогнозованими величинами для кожного періоду спостереження.

Після підстановки всіх необхідних числових даних виконується обчислення, у результаті якого отримується конкретне значення показника. Отриманий результат є інтегральною характеристикою точності прогнозу та дозволяє оцінити ступінь відповідності моделі фактичним даним.

Слід зазначити, що інтерпретація отриманого значення є однозначною: чим менше значення середньоквадратичного відхилення, тим ближче прогнозовані значення до реальних і тим вищою є якість побудованої моделі. Відповідно, зменшення цього показника свідчить про підвищення ефективності використаного методу прогнозування та його адекватність досліджуваному процесу.

Проведення розрахунку середньоквадратичного відхилення є обов'язковим етапом аналізу, який забезпечує кількісну оцінку точності прогнозованих розрахунків і дозволяє зробити обґрунтовані висновки щодо надійності та практичної придатності побудованої математичної моделі.

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{0,248^2 + 0,041^2 + 0,108^2 + 0,188^2 + 0,165^2 + 0,06^2 + 0,082^2}{6}} = 0,157.$$

Отримане значення узгоджується із заданими критеріями точності, що дає підстави вважати побудований прогноз достатньо точним і статистично обґрунтованим. Це свідчить про адекватність застосованої моделі досліджуваному процесу та її здатність коректно відображати динаміку зміни показника.

З огляду на це доцільно перейти до графічної інтерпретації отриманих результатів, яка дозволяє наочно відобразити тенденції розвитку досліджуваного явища та забезпечує більш глибоке розуміння характеру змін у часовому ряді. Візуалізація прогнозованих даних сприяє виявленню загальної динаміки, сезонних коливань і можливих відхилень, що є важливим

для подальшого аналізу та прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Графічне представлення результатів моделювання дозволяє не лише оцінити якість прогнозу, але й порівняти фактичні та прогнозовані значення, визначити ступінь їх узгодженості та виявити потенційні особливості розвитку процесу в майбутніх періодах. Наведені далі значення відображають результати прогнозування, отримані в ході застосування математичної моделі, та слугують основою для подальшого аналізу і практичного використання.

$$y_{13}^* = (L_{12} + T_{12})S_9 = (3,214 + 0,041) \cdot 0,943 = 3,069$$

$$y_{14}^* = (L_{12} + 2 \cdot T_{12})S_{10} = (3,214 + 2 \cdot 0,041) \cdot 0,908 = 2,992$$

$$y_{15}^* = (L_{12} + 3 \cdot T_{12})S_{11} = (3,214 + 3 \cdot 0,041) \cdot 0,999 = 3,335$$

$$y_{16}^* = (L_{12} + 4 \cdot T_{12})S_{12} = (3,214 + 4 \cdot 0,041) \cdot 1,039 = 3,511.$$

Таблиця 2.3 – Результати обчислень прогнозу

y_{13}^*	y_{14}^*	y_{15}^*	y_{16}^*
3,069	2,992	3,335	3,511

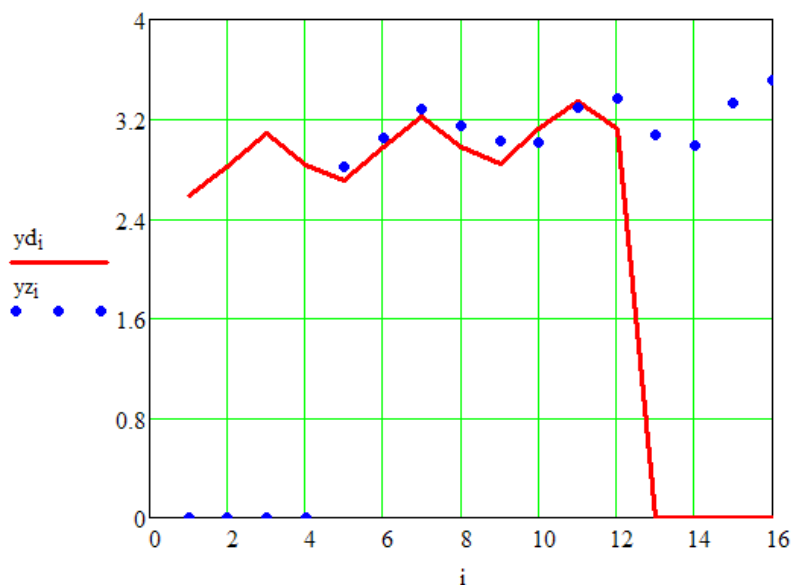


Рисунок 2.2 – Графічна ілюстрація методу Вінтерса

Порівняльний аналіз отриманих прогнозованих значень із фактичними статистичними даними транспортного підприємства свідчить про їх високий рівень узгодженості. Виявлено, що розраховані показники відтворюють основні тенденції розвитку процесу перевезень і не суперечать наявним емпіричним спостереженням, що підтверджує їх достатню точність.

Виявлена збіжність між розрахунковими та фактичними даними дозволяє зробити висновок про коректність побудованої математичної моделі. Прогнозовані значення логічно продовжують наявну динаміку змін обсягів перевезень, зберігаючи характерні особливості розвитку процесу, зокрема трендову та сезонну складові.

Результати проведеного аналізу підтверджують адекватність моделі досліджуваним умовам. Це дає підстави вважати її придатною для практичного застосування, зокрема для планування діяльності транспортної компанії, оптимізації ресурсів та підтримки ухвалення управлінських рішень у майбутніх періодах.

3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Охорона праці при організації вантажних автомобільних перевезень

Охорона праці в системі вантажних автомобільних перевезень є важливим елементом забезпечення безпечних і здорових умов праці для всіх учасників транспортного процесу. Вона охоплює комплекс правових, організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників під час виконання їхніх професійних обов'язків. Особливості транспортної галузі обумовлюють наявність підвищених ризиків, що пов'язані з експлуатацією техніки, перебуванням у русі, впливом зовнішніх факторів та високою відповідальністю за безпеку перевезень.

Вантажні автомобільні перевезення характеризуються складними умовами праці, які включають тривале перебування водія за кермом, вплив вібрації, шуму, несприятливих кліматичних умов та психоемоційного навантаження. У процесі виконання перевезень працівники можуть піддаватися дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів, серед яких важливе місце займають фізичні навантаження, температурні перепади, недостатня освітленість, а також ризик виникнення аварійних ситуацій. У сукупності ці фактори можуть призводити до професійних захворювань, зниження працездатності та підвищення ймовірності травматизму.

Однією з основних складових системи охорони праці є нормативно-правове забезпечення, яке регламентує вимоги до умов праці та безпеки на транспорті. В Україні ці питання регулюються відповідними законами, галузевими правилами та стандартами, які встановлюють обов'язки

роботодавців щодо створення безпечних умов праці, організації навчання та інструктажів, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, а також контролю за дотриманням вимог безпеки. Важливе значення має впровадження систем управління охороною праці, які дозволяють систематизувати процеси контролю, аналізу ризиків і запобігання нещасним випадкам.

Особливу роль у забезпеченні охорони праці відіграє технічний стан транспортних засобів. Своєчасне технічне обслуговування та діагностика автомобілів дозволяють виявляти і усувати несправності, які можуть стати причиною аварій або створити небезпеку для водія та інших учасників дорожнього руху. Несправності гальмівної системи, рульового керування, освітлювальних приладів або шин значно підвищують ризик дорожньо-транспортних пригод. Тому регулярний контроль технічного стану транспорту є обов'язковою умовою забезпечення безпеки праці.

Важливим чинником охорони праці є організація режиму праці та відпочинку водіїв. Тривале перебування за кермом без належних перерв призводить до втоми, зниження концентрації уваги та швидкості реакції, що може стати причиною аварійних ситуацій. Дотримання встановлених норм тривалості робочого часу та відпочинку дозволяє підтримувати працездатність водія на належному рівні. Крім того, необхідно враховувати індивідуальні особливості працівників, створювати комфортні умови праці та забезпечувати належний мікроклімат у кабіні транспортного засобу.

Суттєве значення має також підготовка та навчання персоналу. Проведення інструктажів, професійної підготовки та підвищення кваліфікації дозволяє формувати у працівників необхідні знання та навички щодо безпечного виконання робіт. Водії повинні бути обізнані з правилами дорожнього руху, особливостями керування транспортними засобами в різних умовах, а також з методами запобігання аварійним ситуаціям. Регулярні навчальні заходи сприяють підвищенню рівня відповідальності працівників і зниженню ризиків травматизму.

Не менш важливим є використання засобів індивідуального захисту, які забезпечують захист працівників від шкідливих факторів виробничого середовища. До таких засобів належать спеціальний одяг, взуття, засоби захисту органів слуху та зору, а також інші елементи, що зменшують вплив небезпечних факторів. Правильний вибір і використання засобів захисту значно підвищують рівень безпеки праці та знижують ймовірність отримання травм.

Окрему увагу слід приділяти психологічним аспектам праці водіїв. Робота в умовах постійної напруженості, відповідальності за вантаж і необхідності дотримання графіків перевезень може викликати стрес і емоційне виснаження. Це негативно впливає на якість виконання роботи та може призводити до помилок у керуванні. Тому важливо створювати сприятливий психологічний клімат у колективі, забезпечувати підтримку працівників і запроваджувати заходи, спрямовані на зниження рівня стресу.

Таким чином, охорона праці при організації вантажних автомобільних перевезень є комплексною системою, що охоплює технічні, організаційні та соціальні аспекти. Ефективне функціонування цієї системи забезпечує зниження рівня виробничого травматизму, підвищення продуктивності праці та загальну ефективність транспортно-логістичної діяльності. Дотримання вимог охорони праці є необхідною умовою безпечного виконання перевезень і забезпечення сталого розвитку підприємств транспортної галузі.

3.2 Безпека перевезень в умовах сезонних коливань

Забезпечення безпеки вантажних автомобільних перевезень є важливим складником ефективного функціонування транспортно-логістичних систем, особливо в умовах сезонних коливань. Зміна кліматичних і погодних умов протягом року істотно впливає на характеристики транспортного процесу,

технічний стан рухомого складу, дорожню обстановку та психофізіологічний стан водіїв. Унаслідок цього зростає рівень ризиків, пов'язаних із виникненням дорожньо-транспортних пригод, затримками доставки вантажів і збільшенням експлуатаційних витрат.

Сезонні коливання проявляються через зміну температурного режиму, кількості та характеру атмосферних опадів, тривалості світлового дня та стану дорожнього покриття. У зимовий період особливо небезпечними є ожеледиця, снігові заноси та низькі температури, які спричиняють погіршення зчеплення шин із дорожнім покриттям, збільшення гальмівного шляху та ускладнення керування транспортним засобом. Такі умови вимагають від водія підвищеної уваги, швидкої реакції та досвіду керування, а також створюють значне навантаження на всі системи автомобіля. У той же час скорочення світлового дня та погіршення видимості через сніг або туман додатково ускладнюють процес перевезень.

У літній період основними факторами ризику є високі температури, які негативно впливають на технічний стан транспортних засобів, зокрема можуть викликати перегрів двигуна, зниження ефективності гальмівної системи та підвищений знос шин. Крім того, значна спека впливає на працездатність водіїв, викликаючи втому, зниження концентрації уваги та швидкості реакції. Це підвищує ймовірність помилок під час керування та може призводити до аварійних ситуацій. Додатковим фактором є підвищена інтенсивність руху в літній період, що характерно для туристичних маршрутів і сезонних перевезень.

Перехідні сезони, а саме весна й осінь, характеризуються нестабільністю погодних умов. У цей період погодна ситуація може різко змінюватися протягом короткого часу, що суттєво ускладнює процес планування перевезень. Часті дощі, туман, мокре дорожнє покриття та знижена видимість створюють додаткові ризики для безпечного руху. Внаслідок цього водії змушені постійно адаптувати свою поведінку до змін дорожньої обстановки, що підвищує рівень психоемоційного навантаження.

Забезпечення безпеки перевезень в умовах сезонних коливань передбачає комплексний підхід, який включає технічні, організаційні та управлінські заходи. Важливим аспектом є своєчасна підготовка транспортних засобів до експлуатації в конкретних погодних умовах. У зимовий період це означає використання спеціальних шин, перевірку систем опалення та запуску двигуна, а також застосування відповідних експлуатаційних матеріалів. У літній період особлива увага приділяється справності системи охолодження, контролю тиску в шинах і забезпеченню нормального температурного режиму роботи агрегатів.

Не менш важливим є правильне планування маршрутів перевезення. Умови різних сезонів вимагають врахування стану доріг, інтенсивності руху, а також ймовірності виникнення небезпечних ситуацій. Оптимізація маршрутів із урахуванням сезонних особливостей дозволяє зменшити ризики аварійності, скоротити час доставки та підвищити загальну ефективність логістичних процесів. При цьому доцільно використовувати сучасні інформаційні системи, які забезпечують оперативний аналіз дорожньої ситуації та дозволяють своєчасно коригувати маршрути.

Важливу роль у забезпеченні безпеки перевезень відіграє людський фактор. Водій транспортного засобу є основною ланкою транспортного процесу, і його фізичний та психологічний стан безпосередньо впливають на рівень безпеки. У складних сезонних умовах зростає ризик втоми, стресу та зниження уваги, що може призводити до помилок у керуванні. Тому необхідно забезпечити дотримання режиму праці та відпочинку, проводити регулярні медичні огляди та створювати комфортні умови праці. Особливе значення має проведення інструктажів і підвищення кваліфікації водіїв з урахуванням специфіки сезонної експлуатації транспортних засобів.

Сучасні технології відіграють дедалі важливішу роль у підвищенні рівня безпеки перевезень. Використання систем супутникового моніторингу, телематики та спеціалізованого програмного забезпечення дозволяє контролювати рух транспортних засобів, аналізувати стиль керування водіїв і

оперативно реагувати на зміни умов перевезення. Це дає можливість мінімізувати ризики, пов'язані із сезонними коливаннями, та підвищити загальний рівень безпеки транспортного процесу.

Таким чином, сезонні коливання істотно впливають на безпеку вантажних автомобільних перевезень, змінюючи умови функціонування транспортної системи та створюючи додаткові ризики. Ефективне забезпечення безпеки можливе лише за умови комплексного врахування всіх факторів, що впливають на транспортний процес, а також впровадження сучасних методів управління та контролю. Це дозволяє не лише знизити рівень аварійності, але й підвищити надійність і ефективність логістичного забезпечення в умовах сезонної мінливості.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено актуальне науково-практичне завдання підвищення ефективності логістичного забезпечення вантажних автомобільних перевезень в умовах сезонних коливань.

У процесі дослідження встановлено, що вантажні автомобільні перевезення є важливою складовою транспортно-логістичних систем, які забезпечують стабільний рух матеріальних потоків та сприяють розвитку економіки. Ефективність їх функціонування значною мірою залежить від рівня організації логістичних процесів і здатності підприємства адаптуватися до змін зовнішнього середовища.

Визначено основні фактори, що впливають на ефективність логістичного забезпечення перевезень, серед яких ключову роль відіграють економічні умови, технічний стан рухомого складу, якість управління, рівень кваліфікації персоналу, розвиток інфраструктури та вплив зовнішніх чинників.

Доведено, що сезонні коливання є одним із найбільш суттєвих факторів впливу на діяльність транспортних підприємств. Вони зумовлюють нерівномірність попиту на транспортні послуги, зміну умов експлуатації транспортних засобів, коливання обсягів перевезень, а також підвищення ризиків і витрат.

Проведений аналіз впливу сезонних коливань показав, що у періоди пікового попиту зростає ефективність використання транспортних ресурсів, однак збільшується навантаження на техніку та персонал. Водночас у періоди спаду попиту спостерігається недовантаження рухомого складу і зниження рентабельності, що потребує впровадження гнучких методів управління.

У роботі обґрунтовано доцільність використання сучасних методів прогнозування, зокрема методів Хольта та Вінтерса, які дозволяють враховувати трендову та сезонну складові часових рядів. Запропонований

підхід до прогнозування обсягів перевезень забезпечує підвищення точності аналітичних оцінок і створює основу для ефективного планування діяльності підприємства.

Результати розрахунків показали високу узгодженість прогнозованих значень із фактичними даними, що підтверджує адекватність побудованої моделі та можливість її практичного застосування для прийняття управлінських рішень.

Окрему увагу приділено питанням охорони праці та безпеки перевезень. Встановлено, що забезпечення належних умов праці, технічної справності транспортних засобів, підготовки персоналу та врахування сезонних факторів є важливими передумовами зниження рівня ризиків і підвищення ефективності транспортного процесу.

У результаті дослідження сформовано такі практичні рекомендації:

удосконалення планування перевезень з урахуванням сезонних коливань попиту;

впровадження сучасних інформаційних систем для моніторингу та управління транспортними потоками;

застосування методів прогнозування для оптимізації використання рухомого складу;

підвищення рівня технічної готовності транспорту до роботи в різних сезонних умовах;

покращення організації праці та підвищення кваліфікації персоналу.

Отже, врахування сезонних коливань у поєднанні із застосуванням сучасних методів аналізу та прогнозування дозволяє підвищити ефективність, надійність і безпеку вантажних автомобільних перевезень, забезпечити стабільність роботи транспортних підприємств і зміцнити їх конкурентні позиції на ринку транспортних послуг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Взаємодія різних видів транспорту, Н.В. Правдін, В.Я. Негрей, В.А. Подкопаєв. Транспорт, 1989 р.
2. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи: для студентів за освітньо-професійної програми "Транспортні технології (автомобільний транспорт)" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 275 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті) / уклад.: О.Л. Ляшук, Ю.Я. Вовк, В.О. Дзюра, О.П. Цьонь, І.М. Кучвара, М.В. Бабій, А.Й. Матвіїшин, Н.Б. Гаврон; М-во освіти і науки України, ТНТУ. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 60 с.
3. Бабій М.В., Бабій В.А., Мартинчук А.О. Інтелектуальні системи безпеки руху. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем». Кропивницький: ЦНТУ, 2023р. С. 156.
4. Горяїнов О.М. Вантажні перевезення: Конспект лекцій. (для студентів напряму підготовки – Транспортні технології) / Харків:ХНАМГ, 2009. – 109с.
5. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини / Ф.К.Іванченко.-К.: Вища школа, 1993. – 413с.
6. Бабій М.В., Мазурок О.І., Бакан С.А., Школовий В.Б., Борисюк С.П. Інформаційне управління транспортними потоками при забезпеченні ланцюгів постачань. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 17-19 листопада 2022 р „Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту—. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С. 17-18
7. Канарчук В.Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 2 Організація планування й управління: Підручник.- К.: Вища школа., 1994.-383 с.
8. Бабій М.В. Дослідження параметрів стрічкового конвеєра для

транспортування сипучих матеріалів. Матеріали наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль, 2019. С. 37-38.

9. Бабій М.В., Дзюра В.О., Бабій А.В., Рожко Н.Я., Валяшек В.Б. Обґрунтування оптимальної схеми перевезення насипних вантажів при взаємодії різних видів транспорту. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 8(39), ч. II. С. 125-133.

10. Бабій М.В., Денисюк В.І. Застосування найпростіших трендів для прогнозування товаропотоку автоперевезень на наступний рік. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2017. Том 3. С. 18-19.

11. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом. Транспорт, 1981 р.

12. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій / М.В. Бабій, А.В. Бабій, А.Й. Матвіїшин // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 “Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу” – Харків, 2016. С. 232–236.

13. Автомобільні перевезення вантажів : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://readonline.com.ua/items/anons/vazhnoe-anons/16684-avtomobilni-perevezennya-vantazhiv-perevagi-ta-nedoliki/>.

14. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я. І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с.

15. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. №3 (13) С. 87–91.

16. Бабій А.В. Аналіз причин травмування зернового матеріалу при збиранні та транспортуванні / Бабій А.В., Бабій М.В., Кучвара І.М. // Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного

комплексів», Харків. № 11. 2018. С. 27-34.

17. Стручок В.С. Навчальний посібник «ТЕХНОЕКОЛОГІЯ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА. ЧАСТИНА «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА»». Тернопіль: ФОП Паляниця В. А. 156 с.

18. Бабій М.В. Дослідження ефективності розподілу асигнувань між взаємодіючими видами транспорту. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій “до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя. Тернопіль : ТНТУ, 2020. С. 55.

19. Babii A., Babii M. (2019) Taking impact of oscillation amplitude of bearing frame sections of boom sprayers into account on its resource. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol. 95, no 3, pp. 97-104.

20. Oleksandr Andreykiv, Andrii Babii, Iryna Dolinska, Nataliya Yadzhak, Mariia Babii. Residual lifetime prediction of field sprayer booms under the action of manoeuvre loading and corrosive environment. *Procedia Structural Integrity*. Volume 36, 2022, P. 36-42.

21. Leshchak, R.L., Babii, A.V., Barna, R.A. et al. Corrosion Resistance of the Coating of the Frame of an Agricultural Sprayer Boom. *Mater Sci* 58, 2022. 268–273.

22. Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Економіка підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство". – Вінниця : ВДТУ, 2002. – 115 с.

23. Бабій М.В., Бісовський Н.М., Балацький С.С. Аналіз проблематики при взаємодії видів транспорту. Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2020. Том 1. С. 153.

24. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi B. (2022) Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol 105, no 1, pp. 5–12.

25. Система моніторингу транспорту : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://intelli.com.ua/ua/statti/systema-monitorynhu-transportu-pliusy-i-pliusy.html>
26. Бабій М.В., Ошуст Р.Р. Аналіз новинок спецтехніки для автомобільних перевезень. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2018. Том 1. С. 189.
27. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: Підручник / В. С. Бондарєв, О. І. Дубинець, М. П. Колісник та ін. – К.: Вища шк., 2009. – 734 с.: іл.
28. Бабій М.В. Шляхи вирішення логістичних проблем агропромислового комплексу України. Матеріали XX наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль, 2017. С. 55.
29. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні. К.: Державтотрансдідпроект, 1998. – 129 с.
30. Бабій М.В., Владика Х.С., Смірнов М.М. Проблеми контейнерних перевезень в Україні та шляхи їх вирішення. Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2019. Том 1. С. 158.
32. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів: підруч. / І.А. Вікович. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 672 с.
33. БАБІЙ, М. В.; КИРИЧУК, В. І.; ГРАНИЧКА, Р. І. ТРАНСПОРТНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОГО МІСТА. *ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ*, 2023, 32.
34. Babii A., Babii M.(2019) Impact of oscillation amplitude of boom sprayers load-bearing frame sections. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol. 95, no 3, pp. 97-104.
35. БАБІЙ, М. В.; ПАЛАМАР, І. В.; БАБІЙ, В. А. ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ. *ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ*, 2023, 28.