

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

інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

автотранспорту та логістики

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Аналіз та прогнозування обсягів вантажних перевезень
автотранспортного підприємства

Виконав: студент 4 курсу, групи МН
спеціальності _____

275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(шифр і назва спеціальності)

_____ Гудим М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Бабій М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Рожко Н.Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Цьонь О.П.
(підпис) (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 _____ **Гудиму Максиму Вікторовичу**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ **Аналіз та прогнозування обсягів вантажних перевезень
автотранспортного підприємства**

Керівник роботи _____ **Бабій Марія Василівна, к.т.н., доцент**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21 » 01 2026 року № 4/9-33

2. Термін подання студентом завершеної роботи 05.06.2026

3. Вихідні дані до роботи _____

Показники діяльності автотранспортного підприємства, представлені у вигляді часового ряду обсягів вантажних перевезень (матеріального потоку) за шість років: 32,4; 31,1; 30,8; 31,7; 33,1; 35,6 тис. т.

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

Реферат. Вступ. 1. Аналіз об'єкту дослідження (теоретичні основи прогнозування обсягів вантажних перевезень автотранспортного підприємства; аналіз динаміки фактичних обсягів перевезень за вихідними даними; методичні підходи до прогнозування без урахування тренду та сезонності; оцінювання точності прогнозу та вибір найбільш доцільного методу).

2. Заходи із вдосконалення транспортного процесу (теоретичні основи прогнозування матеріального потоку із застосуванням трендових моделей; аналіз вихідного часового ряду та побудова трендових залежностей; порівняльна оцінка якості моделей; виконання точкових та інтервальних прогнозів і визначення їх практичного значення для діяльності підприємства.

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

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз об'єкту дослідження</i>	<i>До 02.02.26</i>	
2.	<i>Заходи із вдосконалення транспортного процесу</i>	<i>До 12.02.26</i>	
3.	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>До 01.06.26</i>	
	<i>Загальні висновки, презентація</i>	<i>До 05.06.26</i>	

Студент _____
(підпис)

Гудим М.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Бабій М.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання аналізу та прогнозування обсягів вантажних перевезень автотранспортного підприємства. Виконано аналіз динаміки обсягів вантажних перевезень та встановлено, що досліджуваний ряд характеризується нестійкою тенденцією розвитку: на початковому етапі спостерігається зниження показника, а в подальшому – його зростання. Загальний приріст обсягів перевезень за досліджуваний період становить близько 9,9 %, що свідчить про позитивну динаміку діяльності підприємства.

Для прогнозування використано сукупність екстраполяційних методів, зокрема методи арифметичної та геометричної прогресій, ковзаючого та зваженого ковзаючого середнього, а також експоненціального згладжування. Проведено оцінку точності прогнозів за допомогою середньоквадратичного відхилення, за результатами якої встановлено, що найбільш прийнятним методом є метод геометричної прогресії.

Також у роботі застосовано трендові моделі (лінійну, квадратичну, експоненціальну та гіперболічну) для більш глибокого аналізу динаміки матеріального потоку. На основі порівняльної оцінки якості моделей встановлено, що найкращу точність прогнозування забезпечує квадратичний тренд.

Виконано точкові та інтервальні прогнози обсягів вантажних перевезень на наступні періоди, що дозволяє врахувати можливі коливання показника та підвищити надійність планування діяльності автотранспортного підприємства. Отримані результати мають практичне значення, оскільки можуть бути використані для оптимізації використання рухомого складу, планування ресурсів, зниження витрат та підвищення ефективності транспортного процесу.

Ключові слова: вантажні перевезення, автотранспортне підприємство, прогнозування, часовий ряд, тренд, екстраполяція, матеріальний потік, ефективність.

Зміст

ВСТУП.....	5
АНАЛІЗ ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	7
1.1 Теоретичні основи прогнозування обсягів вантажних перевезень автотранспортного підприємства	7
1.2 Аналіз динаміки фактичних обсягів вантажних перевезень за вихідними даними підприємства	9
1.3 Методичні підходи до прогнозування обсягів перевезень без урахування тренду та сезонності.....	13
1.4 Оцінювання точності прогнозу та вибір найбільш доцільного методу для подальших розрахунків	19
1.5 Висновки до розділу 1	22
ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	23
2.1 Теоретичні основи прогнозування матеріального потоку з використанням трендових моделей	23
2.2 Аналіз матеріального потоку та побудова основних видів трендів	25
2.3 Порівняльна оцінка якості лінійного, квадратичного, експоненціального та гіперболічного трендів	33
2.4 Виконання точкових та інтервальних прогнозів для планування діяльності автотранспортного підприємства	37
2.5 Висновки до розділу 2.....	42
БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	43
3.1 Аналіз умов праці на автотранспортному підприємстві та основні виробничі небезпеки	43
3.2 Заходи з підвищення безпеки руху та охорони праці водіїв і персоналу..	46
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	51

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку економіки транспортна галузь відіграє ключову роль у забезпеченні ефективного функціонування виробничих і логістичних систем. Особливе місце в ній займають автомобільні перевезення, які характеризуються високою мобільністю, гнучкістю та здатністю оперативно реагувати на зміни попиту. У зв'язку з цим підвищення ефективності діяльності автотранспортних підприємств є важливим завданням, що потребує використання сучасних методів управління та планування.

Одним із найбільш важливих елементів управління автотранспортним підприємством є прогнозування обсягів вантажних перевезень, оскільки саме від точності прогнозів залежить обґрунтованість планування виробничої діяльності, раціональність використання рухомого складу, рівень завантаження персоналу та економічні результати підприємства в цілому. В умовах нестабільного ринку транспортних послуг, який залежить від економічної кон'юнктури, сезонних коливань та змін попиту, використання лише фактичних даних минулих періодів є недостатнім для прийняття ефективних управлінських рішень.

Актуальність теми роботи полягає в необхідності застосування науково обґрунтованих методів прогнозування, що дозволяють враховувати динамічний характер зміни обсягів вантажних перевезень і формувати достовірні оцінки їх майбутніх значень. Це, у свою чергу, дає змогу підвищити ефективність використання ресурсів підприємства, знизити витрати та забезпечити конкурентоспроможність на ринку транспортних послуг.

Об'єктом дослідження є матеріальний потік автотранспортного підприємства, представлений у вигляді часового ряду обсягів вантажних перевезень за шість років. Предметом дослідження виступають методи

аналізу та прогнозування обсягів перевезень, а також підходи до оцінювання точності прогнозів.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та обґрунтування методів прогнозування обсягів вантажних перевезень автотранспортного підприємства для підвищення ефективності його діяльності та прийняття управлінських рішень.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішуються такі основні завдання:

- дослідити теоретичні основи прогнозування обсягів вантажних перевезень;
- проаналізувати динаміку фактичних показників діяльності автотранспортного підприємства;
- розглянути та застосувати різні методи прогнозування часових рядів;
- оцінити точність отриманих прогнозів і вибрати найбільш ефективний метод;
- побудувати трендові моделі та здійснити прогнозування обсягів перевезень;
- визначити практичне значення отриманих результатів для діяльності підприємства.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання для планування виробничої діяльності автотранспортного підприємства, визначення потреб у матеріальних та трудових ресурсах, оптимізації транспортного процесу та підвищення економічної ефективності роботи підприємства.

Таким чином, дослідження аналізу та прогнозування обсягів вантажних перевезень є важливим і актуальним напрямом, що сприяє вдосконаленню управління автотранспортними системами та забезпеченню їх стабільного розвитку.

АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Теоретичні основи прогнозування обсягів вантажних перевезень автотранспортного підприємства

Прогнозування обсягів вантажних перевезень є важливою складовою управління автотранспортним підприємством, оскільки саме від точності прогнозу залежить якість планування транспортної роботи, використання рухомого складу, завантаження персоналу, потреба в паливі, запасних частинах, а також загальна економічна результативність діяльності підприємства. У сучасних умовах ринку транспортних послуг підприємство не може ефективно функціонувати лише на основі фактичних даних минулих періодів, оскільки попит на перевезення змінюється під впливом економічної кон'юнктури, сезонних коливань, виробничої активності замовників та інших зовнішніх і внутрішніх чинників. Саме тому прогнозування є інструментом, який дозволяє заздалегідь визначити можливий розвиток перевізного процесу та прийняти обґрунтовані управлінські рішення.

Прогнозування автотранспортного підприємства розглядається на прикладі матеріального потоку за шість років, що є методично близьким до задачі аналізу та прогнозування обсягів вантажних перевезень автотранспортного підприємства. Такий підхід є цілком виправданим, оскільки вантажні перевезення відображають рух матеріальних потоків між відправниками та отримувачами, а їх кількісна характеристика дає змогу оцінити масштаби транспортної роботи підприємства.

Загалом прогнозування в транспортній сфері спирається на аналіз часових рядів, тобто послідовностей значень показника, зафіксованих через певні проміжки часу. Такі ряди дозволяють простежити характер зміни

обсягів перевезень, виявити тенденції зростання або зниження, а також оцінити коливання показника, що пов'язані з випадковими зовнішніми чинниками. Методи прогнозування передбачають побудову математичної моделі досліджуваного процесу, яка дозволяє отримати науково обґрунтовані результати, хоча будь-яка модель завжди є лише наближенням до реального об'єкта і тому не враховує всю повноту впливів. Це означає, що прогноз має імовірнісний характер і повинен оцінюватися не лише за результатом, а й за точністю.

Для автотранспортного підприємства практичне значення прогнозування полягає у можливості завчасно визначати майбутню потребу в автомобілях, водіях, витратах на експлуатацію, обсягах технічного обслуговування та ремонту, а також у плануванні доходів від перевезень. Якщо підприємство має достовірний прогноз обсягів перевезень, воно може більш раціонально розподіляти транспортні ресурси, уникати простоїв, зменшувати непродуктивні витрати та підвищувати рівень обслуговування клієнтів. Саме тому аналіз і прогнозування обсягів вантажних перевезень є не лише теоретично значущими, а й безпосередньо пов'язаними з практичною діяльністю транспортного підприємства.

Найбільш поширеними методами прогнозування є методи екстраполяції часових рядів. Їх спільна логіка полягає в тому, що на основі фактичних значень показника за попередні періоди визначається його майбутнє значення. Вибір конкретного методу залежить від характеру вихідних даних, наявності тренду, ступеня коливань і вимог до точності. Для задачі аналізу вантажних перевезень це особливо важливо, оскільки реальні обсяги перевезень можуть або змінюватися поступово, або коливатися під впливом ринкової ситуації, що потребує різних підходів до моделювання.

Теоретичною основою дослідження обсягів вантажних перевезень є поєднання статистичного аналізу часових рядів і використання математичних методів прогнозування. Саме таке поєднання дає змогу не лише охарактеризувати минулу динаміку показника, а й сформулювати ймовірнісне

уявлення про його майбутні зміни, що є необхідним для ефективного управління автотранспортним підприємством.

1.2 Аналіз динаміки фактичних обсягів вантажних перевезень за вихідними даними підприємства

Автотранспортне підприємство, що здійснює вантажні перевезення, є виробничо-господарською одиницею, основною метою діяльності якої є забезпечення ефективного транспортування вантажів різного призначення автомобільним транспортом. Такі підприємства відіграють важливу роль у функціонуванні економіки, забезпечуючи зв'язок між виробниками, постачальниками та споживачами продукції.

До складу автотранспортного підприємства входять основні та допоміжні підрозділи. Основними є:

- експлуатаційна служба, яка організовує перевезення, складає маршрути, планує роботу автомобілів;
- служба технічного обслуговування і ремонту, що відповідає за підтримання транспортних засобів у справному стані;
- диспетчерська служба, яка координує рух транспорту та контролює виконання рейсів.

Рухомий склад автотранспортного підприємства складається з вантажних автомобілів різних типів (бортові, самоскиди, тягачі з напівпричепами, спеціалізовані автомобілі), що дозволяє виконувати перевезення різних видів вантажів: сипучих, наливних, штучних, небезпечних та великогабаритних.



Рисунок 1.1 – Автомобілі самоскиди



Рисунок 1.2 – Тягачі з напівпричепами



Рисунок 1.3 – Бортові транспортні засоби

Основними показниками роботи автотранспортного підприємства є: обсяг перевезень; вантажообіг; коефіцієнт використання пробігу; середньодобовий пробіг автомобіля; продуктивність рухомого складу.

Ефективність діяльності підприємства значною мірою залежить від раціональної організації перевізного процесу, технічного стану автомобілів, рівня автоматизації управління та кваліфікації персоналу. Сучасні АТП широко використовують інформаційні системи, GPS-моніторинг і логістичні

технології для оптимізації маршрутів і зниження витрат.

Автотранспортне підприємство є складною системою, яка забезпечує безперерйне переміщення вантажів і сприяє розвитку промисловості, торгівлі та аграрного сектору.

Вихідні дані автотранспортного підприємства подані у таблиці 1.1, містять значення матеріального потоку за шість років:

Таблиця 1.1 – Відомий матеріальний потік за 6 років

Об'єм в рік, тис. тонн						
t	1	2	3	4	5	6
y	32,4	31,1	30,8	31,7	33,1	35,6

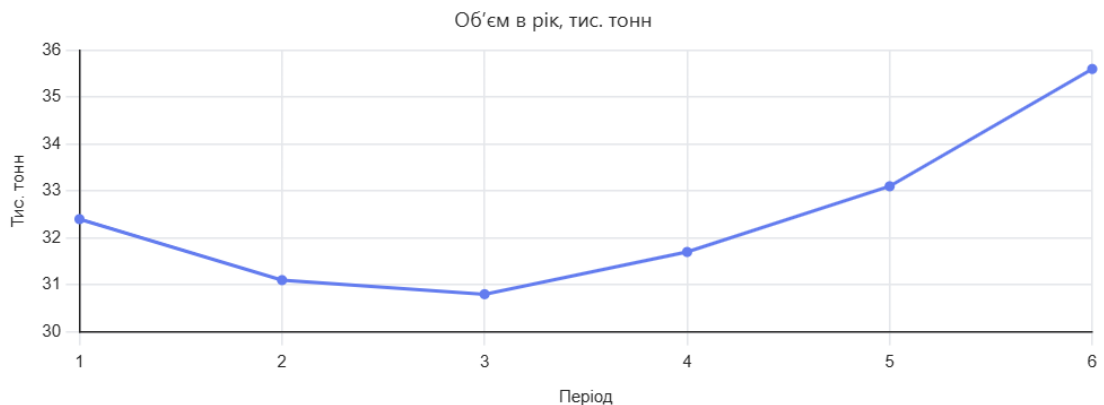


Рисунок 1.4 – Графічне відображення обсягу перевезення за певний період

Якщо розглядати ці значення як обсяги вантажних перевезень підприємства, можна зробити висновок, що протягом досліджуваного періоду динаміка була неоднорідною. На початку періоду спостерігалось поступове зниження показника з 32,4 до 30,8 тис. т, а надалі відбулося його зростання до 35,6 тис. т. Така зміна свідчить про те, що процес не має строго лінійного характеру, а отже, прогнозування потребує застосування кількох методів і порівняння їх результатів.

На першому етапі аналізу доцільно оцінити загальну спрямованість

динаміки. Якщо порівняти значення першого та шостого років, видно, що обсяг перевезень зріс з 32,4 до 35,6 тис. т, тобто на 3,2 тис. т або майже на 9,9%. Це означає, що в цілому за шість років підприємство демонструвало позитивну динаміку вантажних перевезень, хоча на окремих етапах спостерігалися тимчасові спади. Для транспортного підприємства така ситуація є типовою, оскільки ринок перевезень залежить від попиту з боку клієнтів, обсягів виробництва промислових та сільськогосподарських підприємств, а також від транспортно-логістичної кон'юнктури.

Якщо проаналізувати послідовність річних значень більш детально, то можна побачити, що між першим і другим роком обсяг перевезень зменшився на 1,3 тис. т, а між другим і третім роком – ще на 0,3 тис. т. Отже, на початковому етапі досліджуваного періоду підприємство мало тенденцію до скорочення обсягів транспортної роботи. У подальшому ситуація змінилася: між третім і четвертим роком показник зріс на 0,9 тис. т, між четвертим і п'ятим – на 1,4 тис. т, а між п'ятим і шостим – на 2,5 тис. т. Темпи зростання у другій половині періоду були вищими, ніж темпи падіння на початку, що свідчить про відновлення та посилення перевізної діяльності підприємства.

Такий характер динаміки має важливе методичне значення. Якщо б обсяги вантажних перевезень змінювалися стабільно та рівномірно, для прогнозування можна було б використати просту модель із постійним приростом. З аналізу видно, що ряд даних містить як спад, так і зростання, а отже, при виборі методу прогнозування необхідно враховувати, що значення показника змінюються не абсолютно рівномірно.

Аналіз динаміки обсягів перевезень також важливий з позиції управлінського рішення. Якщо підприємство бачить, що за останні роки спостерігається зростання обсягів вантажної роботи, це може бути підставою для збільшення парку автомобілів, посилення технічного обслуговування, підготовки додаткових водіїв або розширення географії перевезень. Якщо ж показники нестабільні, доцільно шукати резерви підвищення ефективності,

зокрема оптимізувати маршрути, підвищити коефіцієнт використання пробігу, зменшити простої та підвищити якість роботи з клієнтами. Саме тому аналіз динаміки є не лише описовим етапом, а й основою для наступного етапу – прогнозування.

Фактичні дані автотранспортного підприємства за попередні роки використовуються як база для побудови прогнозу на наступні три роки різними методами. Це показує, що побудова прогнозу не обмежується простим описом статистичного ряду, а проводиться порівняльний аналіз альтернативних способів передбачення майбутніх значень. Такий підхід є особливо цінним, оскільки дає можливість не лише показати фактичну динаміку, але й обґрунтувати вибір конкретного методу прогнозування для практичного застосування на автотранспортному підприємстві.

Отже, аналіз вихідних даних автотранспортного підприємства свідчить про наявність у ряді вантажних перевезень як спадаючих, так і зростаючих тенденцій, що робить задачу прогнозування більш складною, але водночас більш наближеною до реальних умов діяльності транспортного підприємства. Саме така неоднорідність динаміки вимагає використання кількох методів прогнозування і подальшого вибору найбільш точного з них за статистичними критеріями.

1.3 Методичні підходи до прогнозування обсягів перевезень без урахування тренду та сезонності

У роботі розглянуто прогнозування матеріального потоку без урахування тренду та сезонності, тобто на основі простих екстраполяційних методів, які виходять із припущення про відносну стабільність досліджуваного процесу в короткостроковому періоді. Такий підхід є доцільним на початковому етапі аналізу, коли необхідно оцінити, який із

елементарних методів дає найменшу похибку та може бути використаний як базовий для подальших розрахунків. Саме тому у роботі послідовно застосовано метод арифметичної прогресії, метод геометричної прогресії, метод ковзаючого середнього, зваженого ковзаючого середнього та метод експоненціального згладжування.

Метод арифметичної прогресії ґрунтується на припущенні, що показник змінюється на однакову абсолютну величину в кожному наступному періоді. Тобто якщо між окремими роками спостерігається більш-менш постійний приріст або спад, то прогноз можна побудувати шляхом додавання середнього абсолютного приросту до останнього фактичного значення.

Передбачається, що значення y_{k-1} , y_k , y_{k+1} утворюють арифметичну прогресію, тобто прогнозоване значення обчислюється за формулою

$$y_{k+1}^* = y_k + (y_k - y_{k-1}) = 2y_k - y_{k-1}. \quad (1.1)$$

Підставляємо числові значення

$$y_4^* = 2y_3 - y_2 = 2 \cdot 30,8 - 31,1 = 30,5,$$

$$y_5^* = 2y_4 - y_3 = 2 \cdot 31,7 - 30,8 = 32,6,$$

$$y_6^* = 2y_5 - y_4 = 2 \cdot 33,1 - 31,7 = 34,5.$$

Цей метод використовується для побудови прогнозу на 4-й, 5-й і 6-й роки як один із найпростіших варіантів екстраполяції. Його перевага полягає у простоті застосування, однак недоліком є те, що він не враховує можливе прискорення або уповільнення зміни показника.

Метод геометричної прогресії передбачає, що показник змінюється не на однакову абсолютну, а на однакову відносну величину, тобто в кожному наступному періоді він множиться на певний коефіцієнт.

Передбачається, що значення y_{k-1} , y_k , y_{k+1} утворюють геометричну прогресію, тобто прогнозоване значення обчислюється за формулою

$$y_{k+1}^* = y_k \frac{y_k}{y_{k-1}} = \frac{y_k^2}{y_{k-1}}. \quad (1.2)$$

Підставляємо числові значення

$$y_4^* = \frac{y_3^2}{y_2} = \frac{30,8^2}{31,1} = 30,503,$$

$$y_5^* = \frac{y_4^2}{y_3} = \frac{31,7^2}{30,8} = 32,626,$$

$$y_6^* = \frac{y_5^2}{y_4} = \frac{33,1^2}{31,7} = 34,562.$$

Виконується прогнозування значень на четвертий, п'ятий і шостий роки із застосуванням методу ковзного середнього з трьома вузлами. У цьому підході прогнозне значення для кожного наступного періоду визначається як середнє арифметичне показників за три попередні періоди, що забезпечує згладжування випадкових коливань і дозволяє виявити основну тенденцію розвитку досліджуваного показника. Такий метод є доцільним у випадках, коли динамічний ряд не має різко вираженої трендової або сезонної складової, що підвищує достовірність отриманих прогнозних оцінок.

$$y_{k+1}^* = \frac{1}{m} (y_k + y_{k-1} + \dots + y_{k-m+1}), \quad (1.3)$$

Метод ковзаючого середнього по m вузлах. У разі, коли $m = k$, виходить метод простий середній

$$y_{k+1}^* = \frac{1}{k} (y_k + y_{k-1} + \dots + y_1). \quad (1.4)$$

Недоліком методу ковзного середнього є те, що всі значення динамічного ряду враховуються з однаковою вагомістю, унаслідок чого найновіші спостереження впливають на результат прогнозу так само, як і більш віддалені в часі, хоча в реальних умовах саме останні дані зазвичай краще відображають поточні тенденції розвитку показника. Така особливість може знижувати точність прогнозування, особливо за наявності змін у тренді. Зазначений недолік усувається шляхом застосування методу зваженого ковзного середнього, у якому при обчисленні середнього значення різним спостереженням надаються різні вагові коефіцієнти залежно від їх значущості. При цьому більш пізні за часом значення отримують більшу вагу, що дозволяє підвищити чутливість моделі до актуальних змін і забезпечує більш обґрунтований прогноз.

$$y_{k+1}^* = \alpha_0 y_k + \alpha_1 y_{k-1} + \dots + \alpha_{m-1} y_{k-m+1}, \quad (1.5)$$

$$\alpha_0 + \alpha_1 + \dots + \alpha_{m-1} = 1, \quad \alpha_0 > \alpha_1 > \dots > \alpha_{m-1} > 0. \quad (1.6)$$

Точні значення вагових коефіцієнтів визначаються з урахуванням специфіки досліджуваного процесу та поставленої аналітичної задачі, оскільки саме вони впливають на чутливість моделі до змін у динамічному ряді. На практиці їх підбір часто здійснюється з використанням методу найменших квадратів, який дає змогу знизити відхилення між фактичними та розрахунковими значеннями показника і, таким чином, підвищити точність прогнозування. Після визначення відповідних вагових коефіцієнтів виконують підстановку числових значень у розрахункову формулу, що дозволяє отримати зважене середнє та сформулювати більш обґрунтований прогноз.

$$y_4^* = \frac{1}{3}(y_1 + y_2 + y_3) = \frac{32,4 + 31,1 + 30,8}{3} = 30,503,$$

$$y_5^* = \frac{1}{3}(y_2 + y_3 + y_4) = \frac{31,1 + 30,8 + 31,7}{3} = 31,2,$$

$$y_6^* = \frac{1}{3}(y_3 + y_4 + y_5) = \frac{30,8 + 31,7 + 33,1}{3} = 31,867.$$

Метод експоненціального згладжування вважається одним із найбільш універсальних простих методів прогнозування. Його особливість полягає в тому, що новий прогноз обчислюється на основі попереднього прогнозного значення та фактичного значення останнього періоду, причому ступінь впливу нового факту визначається коефіцієнтом згладжування.

Розглянуто кілька варіантів цього методу з коефіцієнтами 0,25; 0,5; 0,75, що дає змогу оцінити, як змінюється прогноз залежно від того, наскільки сильно враховується останнє спостереження. Чим більший коефіцієнт, тим швидше модель реагує на зміни ряду, але водночас тим більш чутливою стає до випадкових коливань.

При обчисленні прогнозованого значення y_{k-1}^* використовується прогнозоване значення y_k^* , яке отримуємо на попередньому кроці.

$$y_{k+1}^* = \alpha y_k + (1 - \alpha) y_k^*, \quad (1.7)$$

Підставляємо числові значення

$$\alpha = 0,25$$

$$y_4^* = 0,25 \cdot 30,8 + 0,75 \cdot 29,8 = 30,05;$$

$$y_5^* = 0,25 \cdot 31,7 + 0,75 \cdot 30,05 = 30,463;$$

$$y_6^* = 0,25 \cdot 33,1 + 0,75 \cdot 30,463 = 31,122.$$

$$\alpha = 0,5$$

$$y_4^* = 0,5 \cdot 30,8 + 0,5 \cdot 29,8 = 30,3;$$

$$y_5^* = 0,5 \cdot 31,7 + 0,5 \cdot 30,3 = 31;$$

$$y_6^* = 0,5 \cdot 33,1 + 0,5 \cdot 31 = 32,05.$$

$$\alpha = 0,75$$

$$y_4^* = 0,75 \cdot 30,8 + 0,25 \cdot 29,8 = 30,55;$$

$$y_5^* = 0,75 \cdot 31,7 + 0,25 \cdot 30,55 = 31,413;$$

$$y_6^* = 0,75 \cdot 33,1 + 0,25 \cdot 31,413 = 32,678.$$

Усі перелічені методи є методами екстраполяції, тобто вони продовжують уже наявну тенденцію в майбутнє. Саме тому вони найбільш доцільні тоді, коли в досліджуваному ряді немає різко вираженого тренду або сезонності, або коли задача полягає у побудові короткострокового прогнозу. Саме така постановка завдання і використовується: спочатку будуються кілька прогнозів на основі простих підходів, а потім визначається, який з них краще відтворює фактичну динаміку. Це є цілком логічним, оскільки дає змогу обґрунтувати вибір методу не лише теоретично, а й емпірично.

Важливо підкреслити, що для підприємств автомобільного транспорту методи прогнозування без урахування тренду та сезонності мають обмеження. Якщо на ринку спостерігаються сезонні коливання вантажопотоків, зміни тарифів, суттєві коливання обсягів виробництва у клієнтів або інші фактори, то прості методи можуть давати лише орієнтовні результати. Проте саме вони є хорошою базою для подальшого ускладнення моделі, оскільки дають первинне уявлення про динаміку показника та дозволяють порівняти ефективність більш складних прогнозних алгоритмів.

Представлені методичні підходи, утворюють логічну систему простого прогнозування, де кожний наступний метод є більш гнучким або точним

порівняно з попереднім. Їх застосування в аналізі обсягів вантажних перевезень автотранспортного підприємства дає можливість не лише розрахувати майбутні значення показника, але й обґрунтувати вибір найбільш прийняттого інструменту прогнозування для практичних потреб підприємства.

1.4 Оцінювання точності прогнозу та вибір найбільш доцільного методу для подальших розрахунків

Оцінювання точності прогнозу є завершальним і водночас одним із найважливіших етапів дослідження, оскільки саме порівняння прогнозованих і фактичних значень дозволяє визначити, наскільки обраний метод є придатним для практичного використання. Для цього використано показник середньоквадратичного відхилення, який дозволяє оцінити міру розбіжності між розрахованими прогнозами та фактичними даними. Чим менше значення цього показника, тим точнішим вважається метод прогнозування.

Середнє квадратичне відхилення в даному випадку для всіх використаних методів обчислюється за формулою

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=4}^6 \varepsilon_i^2}, \quad \varepsilon_i = y_i^* - y_i. \quad (1.8)$$

Для методу арифметичної прогресії

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3} [(30,5 - 31,7)^2 + (32,6 - 33,1)^2 + (34,5 - 35,6)^2]} = 0,983.$$

Для методу геометричної прогресії

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3}[(30,503 - 31,7)^2 + (32,626 - 33,1)^2 + (34,562 - 35,6)^2]} = 0,955.$$

Для методу ковзаючого середнього по трьом вузлам

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3}[(31,433 - 31,7)^2 + (31,2 - 33,1)^2 + (31,867 - 35,6)^2]} = 2,423.$$

Для методу зваженого ковзаючого середнього по трьом вузлам

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3}[(31,05 - 31,7)^2 + (31,37 - 33,1)^2 + (32,45 - 35,6)^2]} = 2,109.$$

Для методу експоненціального згладжування

$$\alpha = 0,25;$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3}[(30,5 - 31,7)^2 + (30,463 - 33,1)^2 + (31,122 - 35,6)^2]} = 3,148;$$

$$\alpha = 0,5;$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3}[(30,3 - 31,7)^2 + (31 - 33,1)^2 + (32,05 - 35,6)^2]} = 2,515;$$

$$\alpha = 0,75;$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3}[(30,55 - 31,7)^2 + (31,413 - 33,1)^2 + (32,678 - 35,6)^2]} = 2,058.$$

Застосування середньоквадратичного відхилення є методично правильним, оскільки воно враховує не лише напрямок відхилення, а й його величину. Для підприємства це особливо важливо, адже при прогнозуванні

вантажних перевезень помилка в більший або менший бік може призвести до різних управлінських наслідків. завищений прогноз здатний спричинити надмірне планування ресурсів, а занижений – дефіцит транспортних потужностей, недовиконання замовлень та втрату клієнтів. Тому вибір методу за критерієм мінімальної похибки є не лише математично обґрунтованим, а й практично необхідним.

За результатами аналізу, найкращий прогноз отримано методом геометричної прогресії. Саме цей метод має найменше середньоквадратичне відхилення серед усіх розглянутих способів, а отже, найточніше відтворює закономірність зміни матеріального потоку за досліджуваний період. Саме цей метод слід прийняти для подальшого прогнозування та використати для розрахунку обсягу матеріального потоку на 7-й рік.

Прогноз матеріального потоку на 7-й рік методом геометричної прогресії

$$y_{k+1}^* = y_k \frac{y_k}{y_{k-1}} = \frac{y_k^2}{y_{k-1}}, \quad (1.9)$$

де y_6 – матеріальний потік протягом 6-го року, $y_6 = 35,6$ тис.т;

y_5^* – матеріальний потік протягом 5-го року, $y_5^* = 33,1$ тис.т.

Тоді за прогнозом матеріальний потік на 7-й становитиме

$$y_7^* = \frac{35,6^2}{33,1} = 38,289 \text{ тис.т.}$$

Окремо слід зазначити, що вибір геометричної прогресії як найкращого методу не означає його універсальної переваги для будь-якого підприємства чи будь-якого періоду. Це означає лише те, що саме для конкретного автопідприємства та даних вантажоперевезень, цей метод виявився найкращим. У практиці автотранспортних підприємств вибір моделі завжди

повинен здійснюватися на основі аналізу конкретних вихідних даних, оскільки характер змін вантажопотоків може суттєво відрізнятися залежно від галузі, регіону, структури клієнтів та інших факторів.

Оцінювання точності прогнозу є обов'язковою складовою аналітичної роботи, оскільки саме воно забезпечує наукову обґрунтованість подальших розрахунків. Використання середньоквадратичного відхилення дає змогу виявити найкращий метод прогнозування, а отже, зробити висновок про очікувану динаміку обсягів вантажних перевезень із більшою мірою достовірності.

1.5 Висновки до розділу 1

Для прогнозування обсягів вантажних перевезень автотранспортного підприємства доцільно використовувати систему простих екстраполяційних методів із подальшим порівнянням їх точності. У досліджуваному ряді обсягів матеріального потоку за шість років спостерігалася нестійка динаміка: на початку періоду відбувалося зниження показника, а в подальшому – поступове зростання. Саме тому використання лише одного методу без перевірки альтернативних варіантів могло б призвести до неточного прогнозу.

Порівняння арифметичної прогресії, геометричної прогресії, ковзаючого середнього, зваженого ковзаючого середнього та експоненціального згладжування показало, що найбільш точним для наведених даних виявився метод геометричної прогресії. Це підтверджується розрахунком середньоквадратичного відхилення, яке виявилось найменшим саме для цього методу. Відповідно, саме геометрична модель може бути використана як базова для подальшого прогнозування обсягів перевезень на наступний період.

ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Теоретичні основи прогнозування матеріального потоку з використанням трендових моделей

Прогнозування обсягів вантажних перевезень автотранспортного підприємства є важливим інструментом управління, оскільки дозволяє визначати очікувану потребу в рухомому складі, планувати використання водіїв, оцінювати майбутнє завантаження підприємства та приймати обґрунтовані рішення щодо організації транспортного процесу. На відміну від простих методів короткострокового прогнозування, трендові моделі дають змогу виявити не лише поточне значення показника, а й основну закономірність його зміни в часі. Саме тому вони широко застосовуються під час дослідження обсягів перевезень, які мають тенденцію до зростання або зниження під впливом економічних, виробничих та ринкових чинників.

У роботі прогнозування матеріального потоку здійснюється саме з використанням трендових моделей, тобто моделей, що описують загальну тенденцію зміни показника в часі. Такий підхід дає змогу перейти від аналізу окремих фактичних значень до побудови функції, яка відображає внутрішню закономірність процесу. У транспортній сфері це особливо важливо, оскільки обсяги перевезень рідко змінюються абсолютно рівномірно: на них впливають сезонність, коливання попиту, зміни в обсягах виробництва клієнтів, стан дорожньої інфраструктури та інші чинники. Тому побудова тренду дозволяє виділити основну тенденцію на фоні випадкових відхилень.

Трендова модель у загальному вигляді являє собою емпіричну функцію, яка апроксимує фактичний часовий ряд. Побудова тренда включає

два етапи: структурну ідентифікацію та параметричну ідентифікацію. На першому етапі визначається вид функції, що найкраще описує динаміку показника, а на другому – розраховуються числові значення параметрів цієї функції. Для цього зазвичай використовується метод найменших квадратів, суть якого полягає в зменшенні суми квадратів відхилень теоретичних значень від фактичних даних. Саме ця властивість робить метод базовим інструментом при побудові трендів.

Застосування трендових моделей у прогнозуванні обсягів вантажних перевезень має значні переваги:

- по-перше, вони дозволяють аналізувати не тільки минулі дані, а й виявляти напрям майбутньої зміни показника;

- по-друге, їх можна використовувати для прогнозу на декілька періодів уперед, що важливо для середньострокового планування діяльності підприємства.

- по-третє, вони забезпечують математично обґрунтований підхід до прогнозування, на відміну від суто експертних оцінок.

Для оцінки придатності тренду використовується середньоквадратичне відхилення. Це означає, що кращою вважається та модель, яка дає найменшу розбіжність між фактичними і розрахунковими значеннями. Такий критерій є особливо важливим для автотранспортного підприємства, оскільки помилка в прогнозі обсягів перевезень може призвести або до недовикористання наявного рухомого складу, або до надмірного навантаження на транспортні ресурси. Отже, вибір трендової моделі повинен здійснюватися не формально, а з урахуванням статистичної точності.

Теоретичною основою побудови прогнозу обсягів вантажних перевезень є аналіз часового ряду з наступною апроксимацією його трендовою функцією. Саме такий підхід дозволяє не просто зафіксувати минулу динаміку, а й отримати науково обґрунтовану основу для прийняття управлінських рішень щодо розвитку автотранспортного підприємства.

2.2 Аналіз матеріального потоку та побудова основних видів трендів

Вихідні дані, що подані до розрахунку, містять часовий ряд матеріального потоку за шість років. Саме цей часовий ряд є основою для подальшої апроксимації й прогнозування. Його аналіз дає змогу встановити, чи має процес зростаючу, спадаючу або змішану тенденцію, а також оцінити доцільність використання певного виду трендової моделі.

Загальна логіка аналізу часових рядів полягає в тому, що фактичні значення показника наносяться на координатну площину, після чого візуально та аналітично оцінюється форма кривої. Саме порівняння точкового графіка з відомими типами кривих дає змогу визначити можливий вигляд тренду. У задачі прогнозування вантажних перевезень це має велике значення, оскільки обсяги транспортної роботи можуть розвиватися лінійно, мати прискорене зростання, поступово уповільнюватися або змінювати напрям залежно від ринкової ситуації.

Розглянуто чотири основні типи трендів: лінійний, квадратичний, експоненціальний і гіперболічний. Лінійний тренд відображає рівномірну зміну показника в часі, тобто передбачає постійний абсолютний приріст або спад. Такий тренд є найпростішим, але не завжди найточнішим, оскільки реальні дані часто відхиляються від строго прямолінійної залежності. У транспортній сфері лінійний тренд може бути прийнятним тоді, коли підприємство працює в умовах стабільного попиту та відсутності різких структурних змін.

Для лінійного тренду $y = a_0 + a_1t$ дана система має вигляд

$$\begin{cases} a_0 k + a_1 \frac{k(k+1)}{2} = \sum_{i=1}^k y_i, \\ a_0 \frac{k(k+1)}{2} + a_1 \frac{k(k+1)(2k+1)}{6} = \sum_{i=1}^k i y_i. \end{cases} \quad (2.1)$$

Це система лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) відносно невідомих a_0 і a_1 . Визначник її завжди буде відмінний від нуля, тому коефіцієнти a_0 і a_1 визначаються однозначно.

Підставляємо числові значення в (2.1), отримуємо систему рівнянь

$$\begin{cases} 6a_0 + 21a_1 = 194,7, \\ 21a_0 + 91a_1 = 692,9. \end{cases} \quad (2.2)$$

Результатом розв'язку є віднаходження невідомих коефіцієнтів:

$$a_1 = 0,6543, \quad a_0 = 30,16,$$

Тоді рівняння лінійного тренду матиме вигляд

$$y = 0,6543t + 30,16. \quad (2.3)$$

Дослідження проводимо, застосовуючи отриману залежність для 7-го року. Результат покажемо у вигляді графіка, рис. 2.1.

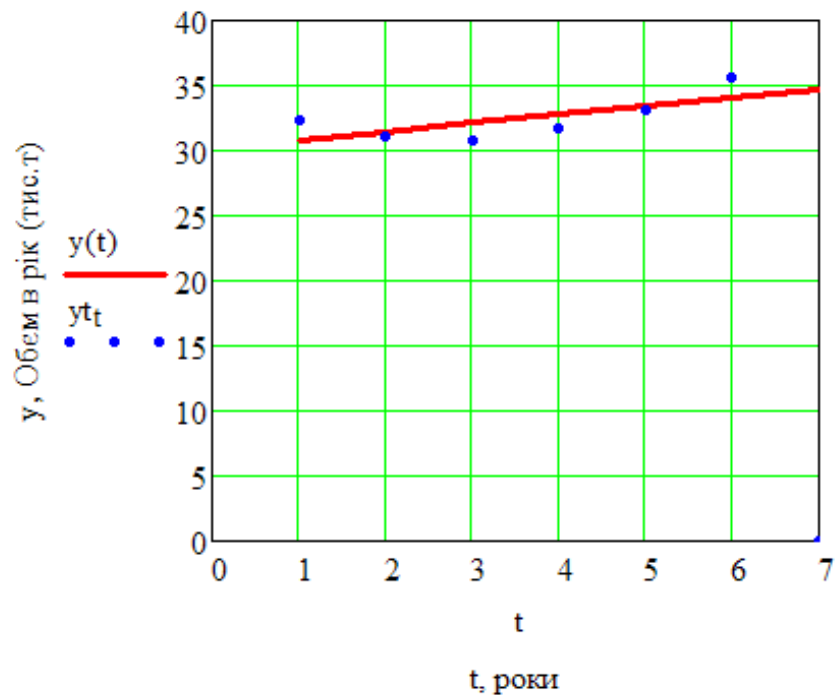


Рисунок 2.1 – Лінійний тренд

Фактичне прогнозоване значення матеріального потоку на 7-й рік становитиме $y_7 = 34,74$ тис.т.

Квадратичний тренд дає змогу враховувати криволінійний характер розвитку процесу. Його доцільно застосовувати в ситуаціях, коли обсяги перевезень спочатку зростають повільно, потім швидше, або навпаки – після періоду активного росту відбувається уповільнення. Для квадратичного тренда параметри також визначаються методом найменших квадратів, але вже для системи рівнянь з трьома невідомими. Такий тип моделі є гнучкішим за лінійний і часто краще описує економічні та виробничі процеси.

Для квадратичного тренда $y = a_0 + a_1t + a_2t^2$ система для надходження параметрів a_0 , a_1 , a_2 має вигляд

$$\begin{cases} a_0 k + a_1 \sum_{i=1}^k i + a_2 \sum_{i=1}^k i^2 = \sum_{i=1}^k y_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^k i + a_1 \sum_{i=1}^k i^2 + a_2 \sum_{i=1}^k i^3 = \sum_{i=1}^k i y_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^k i^2 + a_1 \sum_{i=1}^k i^3 + a_2 \sum_{i=1}^k i^4 = \sum_{i=1}^k i^2 y_i. \end{cases} \quad (2.4)$$

Рівняння квадратичного тренда $y = a_2 t^2 + a_1 t + a_0$. Коефіцієнти a_2 , a_1 , a_0 визначаються при вирішенні системи (2.4).

Підставляємо числові значення, отримаємо систему рівнянь

$$\begin{cases} 6a_0 + 21a_1 + 91a_2 = 194,7, \\ 21a_0 + 91a_1 + 441a_2 = 692,9, \\ 91a_0 + 441a_1 + 2275a_2 = 3050. \end{cases} \quad (2.5)$$

Результатом розв'язку є віднаходження невідомих коефіцієнтів:

$$\begin{cases} a_2 = 0,4527, \\ a_1 = -2,5145, \\ a_0 = 34,385. \end{cases}$$

Рівняння тренда

$$y = 0,4527t^2 - 2,5145t + 34,385. \quad (2.6)$$

Дослідження проводимо, застосовуючи отриману залежність для 7-го року. Результат покажемо у вигляді графіка, рис. 2.2.

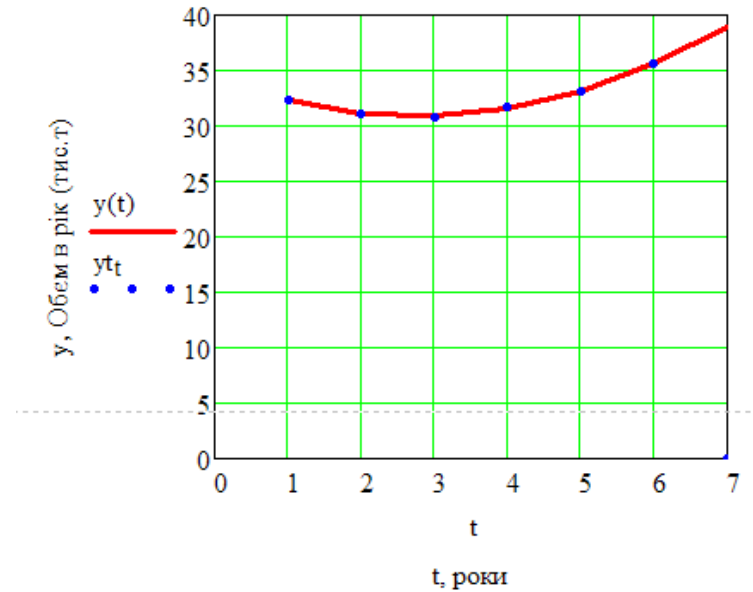


Рисунок 2.2 – Квадратичний тренд

Фактичне прогнозоване значення матеріального потоку на 7-й рік становитиме $y_7 = 38,966$ тис.т.

Експоненціальний тренд використовують тоді, коли досліджуваний показник змінюється за законом постійного відносного приросту. Це означає, що обсяг перевезень може збільшуватися не на однакову абсолютну величину, а на однаковий відсоток. Для транспортних підприємств така модель особливо характерна в періоди швидкого розширення ринку, активного залучення нових клієнтів або інтенсивного розвитку виробництва у замовників.

Степеневий тренд – $y = at^b$. При логарифмуванні тренда виходить рівність $\ln y = \ln a + b \ln t$. Вводяться позначення $w = \ln y$, $a_0 = \ln a$, $u = \ln t$. В результаті виходить лінійна залежність $w = a_0 + bu$. Складається таблиця значень змінних $u_i = \ln i$, $w_i = \ln y_i$, далі за методом найменших квадратів при вирішенні системи

$$\begin{cases} a_0 k + b \sum_{i=1}^k u_i = \sum_{i=1}^k w_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^k u_i + b \sum_{i=1}^k u_i^2 = \sum_{i=1}^k u_i w_i. \end{cases} \quad (2.7)$$

знаходяться коефіцієнти a_0 , b . Значення a знаходяться за формулою $a = e^{a_0}$.

Рівняння експоненціального тренда $y = ae^{bt}$. Нехай $w = \ln y$, $a_0 = \ln a$. Тоді вихідний часовий ряд запишемо у вигляді

Таблиця 2.1 – Вихідний часовий ряд експоненціального тренда

t	1	2	3	4	5	6
w	3,478	3,437	3,428	3,456	3,5	3,572

Коефіцієнти a_0 , b визначаються при вирішенні системи

$$\begin{cases} 6a_0 + 21b = 20,871, \\ 21a_0 + 91b = 73,392. \end{cases} \quad (2.8)$$

Результатом розв'язку є віднаходження невідомих коефіцієнтів:

$$a_0 = 3,4098, \quad b = 0,0196.$$

Звідси $a = e^{a_0} = e^{3,4098} = 30,259$.

Рівняння тренда матиме вигляд

$$y = 30,259e^{0,0196t}. \quad (2.9)$$

Графічна інтерпретація даного тренда зображена на рис. 2.3.

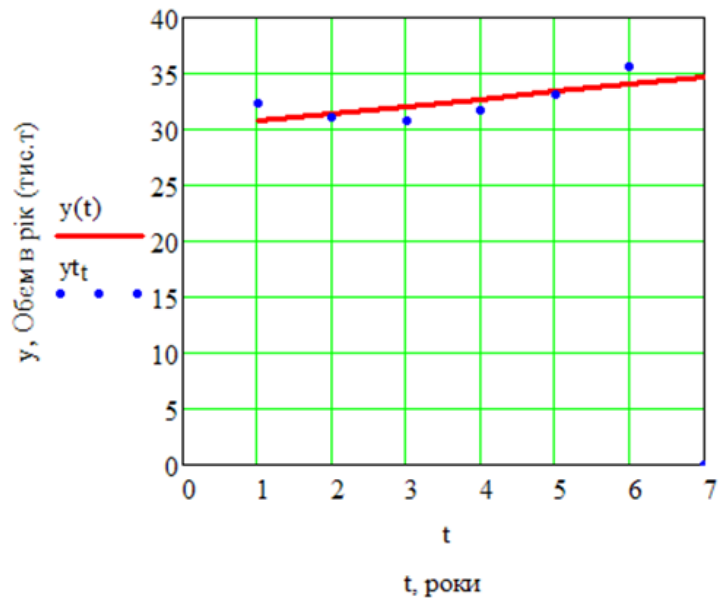


Рисунок 2.3 – Експоненціальний тренд

Фактичне прогнозоване значення матеріального потоку на 7-й рік становитиме $y_7 = 34,761$ тис.т.

Гіперболічний тренд, є більш складною функцією, що дозволяє моделювати процеси зі сповільненим характером зміни. Така модель може бути доречною, коли на початку досліджуваного періоду спостерігаються суттєві коливання, а далі динаміка поступово стабілізується. Для побудови гіперболічного тренду також використовується метод заміни змінної, після чого задача зводиться до лінійної апроксимації. Це дає змогу застосувати стандартні обчислювальні процедури та отримати параметри тренду в аналітичній формі.

Рівняння гіперболічного тренда $y = a_0 + \frac{a_1}{t}$. Нехай $x = \frac{1}{t}$. Тоді вихідний часовий ряд запишемо у вигляді

Таблиця 2.2 – Вихідний часовий ряд гіперболічного тренда

x	1	0,5	0,3333	0,25	0,2	0,1667
y	32,4	31,1	30,8	31,7	33,1	35,6

і вийде лінійна функція $y = a_0 + a_1x$.

Коефіцієнти a_0 , a_1 визначаються при вирішенні системи

$$\begin{cases} 6a_0 + 2,45a_1 = 194,7, \\ 2,45a_0 + 1,491a_1 = 78,695. \end{cases} \quad (2.10)$$

Результатом розв'язку є віднаходження невідомих коефіцієнтів:

$$a_0 = 33,122, \quad a_1 = -1,646.$$

Рівняння гіперболічного тренда

$$y = 33,122 - \frac{1,646}{t}. \quad (2.11)$$

Графічна інтерпретація даного тренда зображена на рис. 2.4.

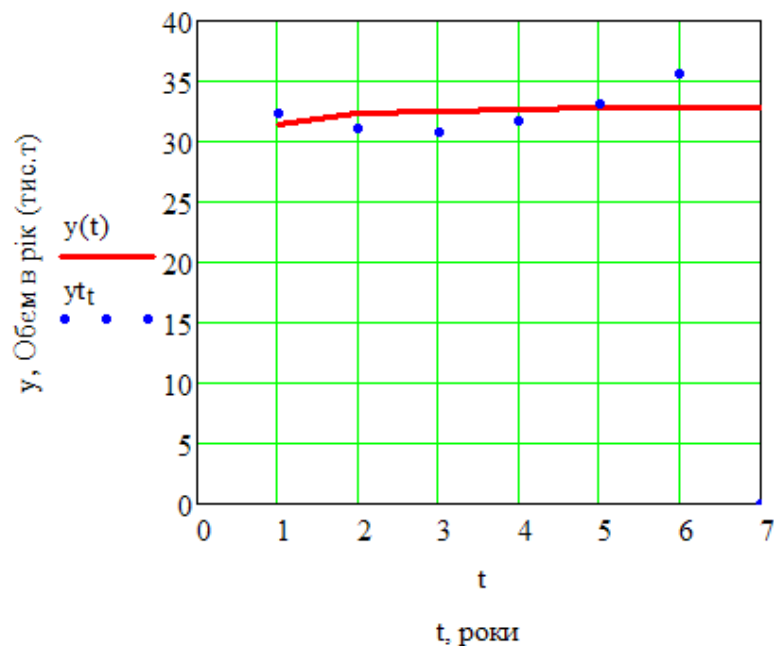


Рисунок 2.4 – Гіперболічний тренд

Фактичне прогнозоване значення матеріального потоку на 7-й рік становитиме $y_7 = 32,887$ тис.т.

Аналіз вихідного ряду показує, що в досліджуваному матеріалі немає однозначно вираженої простої лінійної тенденції, тому використання кількох видів трендів є методично виправданим. Саме багатоваріантний підхід дозволяє виявити, яка саме математична форма найкраще узгоджується з реальними даними. Це особливо актуально для аналізу обсягів вантажних перевезень, тому що транспортний попит може змінюватися під впливом як стабільних, так і випадкових чинників.

Отже, аналіз вихідного часового ряду є необхідною передумовою побудови прогнозу. Саме завдяки попередньому дослідженню динаміки можна обрати той тип тренду, який найкраще відображає закономірності зміни обсягів вантажних перевезень і забезпечує надійну базу для подальших прогнозованих розрахунків.

2.3 Порівняльна оцінка якості лінійного, квадратичного, експоненціального та гіперболічного трендів

Після побудови різних типів трендів наступним етапом є порівняння їх якості. Для цього використовується середньоквадратичне відхилення, яке дозволяє кількісно оцінити, наскільки кожна з побудованих моделей наближається до фактичного часового ряду.

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{k - m + 1} \sum_{i=1}^k \varepsilon_i^2}, \quad (2.12)$$

Чим менше значення цього показника, тим точнішою вважається відповідна модель і тим більше підстав для її використання в подальшому прогнозуванні.

Для оцінки точності тренда використовується формула

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 \varepsilon_i^2}{7-m}}, \quad (2.13)$$

Лінійний тренд є найбільш простим серед розглянутих моделей. Його основною перевагою є легкість інтерпретації та розрахунку, однак він не завжди відображає реальні процеси з достатньою точністю. Якщо фактичний часовий ряд має вигнуту форму або змінює темп розвитку, лінійна модель може давати значні відхилення. Саме тому в практиці аналізу обсягів перевезень лінійний тренд часто використовується як базовий орієнтир, але не завжди є найкращим з погляду точності.

$$\varepsilon_1 = y_1 - y_1^* = 32,4 - 30,814 = 1,586,$$

$$\varepsilon_2 = y_2 - y_2^* = 31,1 - 31,469 = -0,369,$$

$$\varepsilon_3 = y_3 - y_3^* = 30,8 - 32,123 = -1,323,$$

$$\varepsilon_4 = y_4 - y_4^* = 31,7 - 32,777 = -1,077,$$

$$\varepsilon_5 = y_5 - y_5^* = 33,1 - 33,431 = -0,331,$$

$$\varepsilon_6 = y_6 - y_6^* = 35,6 - 34,086 = 1,514.$$

Тоді середньоквадратичне відхилення для лінійного тренда становитиме

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{1,586^2 + 0,369^2 + 1,323^2 + 1,077^2 + 0,331^2 + 1,514^2}{5}} = 1,262.$$

Квадратичний тренд, на відміну від лінійного, дозволяє враховувати кривизну динаміки. Це означає, що він може краще описувати процеси, у яких темп зміни показника не залишається сталим. Для підприємства автомобільного транспорту це може бути пов'язано з переходом на нові маршрути, розширенням клієнтської бази, змінами в попиті або сезонними змінами обсягів вантажопотоку.

Для квадратичного тренда:

$$\varepsilon_1 = y_1 - y_1^* = 0,077,$$

$$\varepsilon_2 = y_2 - y_2^* = -0,067,$$

$$\varepsilon_3 = y_3 - y_3^* = -0,116,$$

$$\varepsilon_4 = y_4 - y_4^* = 0,13,$$

$$\varepsilon_5 = y_5 - y_5^* = -0,03,$$

$$\varepsilon_6 = y_6 - y_6^* = 0,0048.$$

Тоді середньоквадратичне відхилення для квадратичного тренда становитиме

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{0,077^2 + 0,067^2 + 0,116^2 + 0,13^2 + 0,03^2 + 0,0048^2}{4}} = 0,102.$$

Експоненціальний тренд особливо ефективний для опису процесів із пропорційною зміною показника. Якщо обсяги вантажних перевезень зростають у відсотковому вираженні приблизно однаково, саме ця модель може забезпечити високий рівень адекватності. Однак у реальних економічних умовах така рівномірність спостерігається не завжди, тому експоненціальна залежність може бути як дуже точною, так і недостатньо

придатною залежно від особливостей ряду. Для цього типу тренду також виконується обчислення параметрів і подальше порівняння з іншими моделями.

$$\varepsilon_1 = y_1 - y_1^* = 1,541,$$

$$\varepsilon_2 = y_2 - y_2^* = -0,371,$$

$$\varepsilon_3 = y_3 - y_3^* = -1,295,$$

$$\varepsilon_4 = y_4 - y_4^* = -1,031,$$

$$\varepsilon_5 = y_5 - y_5^* = -0,28,$$

$$\varepsilon_6 = y_6 - y_6^* = 1,559.$$

Тоді середньоквадратичне відхилення для експоненціального тренда становитиме

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{1,541^2 + 0,371^2 + 1,295^2 + 1,031^2 + 0,28^2 + 1,559^2}{5}} = 1,246.$$

Гіперболічний тренд представлений як окрема модель, яка після перетворення змінної також приводиться до лінійної форми. Його доцільність полягає у здатності описувати процеси, де на початку спостерігається значна зміна показника, а згодом темп цієї зміни поступово знижується або стабілізується. Для транспортного підприємства така модель може бути корисною у випадках, коли ринок перевезень насичується, а подальше зростання обсягів відбувається повільніше. Саме тому гіперболічний тренд часто є конкурентним щодо інших моделей при описі не зовсім лінійної динаміки.

$$\varepsilon_1 = y_1 - y_1^* = 0,924,$$

$$\varepsilon_2 = y_2 - y_2^* = -1,199,$$

$$\varepsilon_3 = y_3 - y_3^* = -1,773,$$

$$\varepsilon_4 = y_4 - y_4^* = -1,011,$$

$$\varepsilon_5 = y_5 - y_5^* = 0,307,$$

$$\varepsilon_6 = y_6 - y_6^* = 2,752.$$

Тоді середньоквадратичне відхилення для гіперболічного тренда становитиме

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{0,924^2 + 1,199^2 + 1,773^2 + 1,011^2 + 0,307^2 + 2,752^2}{5}} = 1,681.$$

З аналізу середньоквадратичних відхилень найкращим є квадратичний тренд, який і приймаємо до прогнозування.

Порівняльна оцінка якості трендів має не лише теоретичне, а й практичне значення. Для автотранспортного підприємства це означає, що при плануванні майбутніх обсягів перевезень не слід покладатися на будь-яку модель довільно. Необхідно спочатку оцінити її придатність за статистичними критеріями, а лише потім використовувати в прогнозі. Такий підхід зменшує ризик помилок при формуванні виробничих планів, графіків роботи автопарку та прогнозів доходів від транспортних послуг.

Отже, порівняльна оцінка трендів є ключовим етапом прогнозування, оскільки саме вона дозволяє вибрати найбільш адекватну модель для опису реальної динаміки обсягів вантажних перевезень.

2.4 Виконання точкових та інтервальних прогнозів для планування діяльності автотранспортного підприємства

Після вибору найкращого тренду виконуються точкові та інтервальні прогнози на 7-й і 8-й роки. Такий підхід є цілком логічним, оскільки точковий прогноз дає одне конкретне значення майбутнього показника, а інтервальний – межі, в яких із заданою довірчою ймовірністю може

перебувати реальне значення.

Оскільки найкращим є квадратичний тренд, який і приймається до прогнозування, тоді для 7-го року

$$y = 0,4527t^2 - 2,5145t + 34,385,$$

Продовжуючи ці тенденції на два наступні роки, результат буде наступний

$$y_7^* = 0,4527t^2 - 2,5145t + 34,385 = 38,966 \text{ тис.т}$$

$$y_8^* = 0,4527t^2 - 2,5145t + 34,385 = 43,242 \text{ тис.т}$$

Для управління автотранспортним підприємством інтервальні прогнози особливо цінні, оскільки вони дозволяють враховувати невизначеність і будувати більш гнучкі плани.

Точкові прогнози будуються шляхом підстановки значень 7-го і 8-го років у рівняння обраного тренду. Такий прогноз відповідає базовому сценарію розвитку подій. Він показує найбільш імовірне значення обсягу перевезень за умови збереження виявленої тенденції. Для підприємства цей показник може використовуватися як орієнтир при визначенні необхідної кількості автомобілів, обсягу пального, кількості змін водіїв і плануванні технічного обслуговування.

Однак лише точкового прогнозу для управління недостатньо, оскільки реальна господарська діяльність завжди пов'язана з ризиками. Суть інтервальних прогнозів полягає в тому, що для кожного майбутнього періоду визначаються нижня та верхня межі можливого значення показника. Для побудови таких меж використовується середньоквадратичне відхилення, довірна ймовірність та критерій Стюдента. Межі довірного інтервалу визначаються на основі відповідних формул, а для ймовірності 0,95 береться

табличне значення критерію Стьюдента.

$$\alpha_p = f(k+p) - \varepsilon(1-\gamma, k-m)K(p); \quad (2.14)$$

$$\beta_p = f(k+p) + \varepsilon \cdot S(1-\gamma, k-m)K(p). \quad (2.15)$$

Тут p – період прогнозу, ε – середнє квадратичне відхилення тренда, k – тривалість періоду спостережень (тобто число відомих значень тимчасового ряду), m – кількість параметрів тренда, γ – довірча вірогідність, $S(1-\gamma, k-m)$ – табличне значення критерію Стьюдента (див. табл. 2.3). Нарешті, коефіцієнт $K(p)$ визначається за формулою

$$K(p) = \sqrt{\frac{k+1}{k} + \frac{3(k+2p-1)^2}{k(k^2-1)}}. \quad (2.16)$$

Зокрема,

$$K(1) = \sqrt{\frac{k+1}{k} + \frac{3(k+1)^2}{k(k^2-1)}} = \sqrt{\frac{(k+1)(k+2)}{k(k-1)}}, \quad (2.17)$$

$$K(2) = \sqrt{\frac{k+1}{k} + \frac{3(k+3)^2}{k(k^2-1)}} = \sqrt{\frac{(k+2)(k^2+2k+13)}{k(k-1)(k+1)}}. \quad (2.18)$$

Таблиця 2.3 – Значення критерію Стьюдента $S(\alpha, n)$

$\alpha \backslash n$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,1	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7
	5	3	1	4	9	6	3	1	0	8	7	6	5
0,0	3,1	2,7	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1
5	8	8	7	5	6	1	6	3	0	8	6	4	3

Визначаємо межі для 7-го року

$$\alpha_1 = y_7^* - \varepsilon_y \cdot S(0,05;3)K(1);$$

$$\beta_1 = y_7^* + \varepsilon_y \cdot S(0,05;3)K(1).$$

Визначаємо межі для 8-го року

$$\alpha_2 = y_8^* - \varepsilon_y \cdot S(0,05;3)K(2);$$

$$\beta_1 = y_8^* + \varepsilon_y \cdot S(0,05;3)K(2),$$

тут маємо

$$K(1) = \sqrt{\frac{(6+1)(6+2)}{6(6-1)}} = \sqrt{\frac{56}{30}} = 1,366,$$

$$K(2) = \sqrt{\frac{(2+6)(6^2+12+13)}{6(6-1)(6+1)}} = \sqrt{\frac{244}{105}} = 1,524.$$

Таким чином, отримуємо наступні інтервальні прогнози за результатами розрахунку

$$38,523 \leq y_7^* \leq 39,409, \quad 42,747 \leq y_8^* \leq 43,736.$$

Інтервальний прогноз має перевагу над точковим у тому, що дозволяє оцінювати не лише очікуваний обсяг вантажних перевезень, а й можливі коливання навколо нього. Для автотранспортного підприємства це означає, що управлінські рішення можуть бути більш гнучкими. Наприклад, якщо прогнозований інтервал є широким, підприємство може передбачити

резервні транспортні потужності або розробити кілька сценаріїв роботи. Якщо ж інтервал вузький, це свідчить про вищу надійність прогнозу та дає змогу більш точно планувати виробничі ресурси.

З практичної точки зору отримані результати прогнозування мають важливе значення для різних аспектів діяльності підприємства. По-перше, вони дозволяють визначити очікуване завантаження рухомого складу, що є базою для планування його експлуатації. По-друге, вони дають змогу розрахувати потребу в водіях і обслуговуючому персоналі. По-третє, на основі прогнозу можна сформувавши бюджет витрат на паливо, мастильні матеріали, шини, ремонти та інші експлуатаційні ресурси. По-четверте, прогнозовані дані є важливими при укладанні договорів із замовниками транспортних послуг та визначенні перспектив розвитку підприємства.

Отримані інтервальні прогнози дають змогу фірмам більш гнучко вибудовувати свої бізнес-плани. Це положення повністю відповідає специфіці автотранспортних підприємств, для яких характерна значна залежність від зовнішнього попиту та коливань ринку. Саме тому прогнозування обсягів вантажних перевезень не повинно обмежуватися лише одним числовим значенням.

Важливо також зазначити, що прогнозування на 7-й і 8-й роки дає змогу оцінити не лише найближчу перспективу, а й середньострокові тенденції розвитку. Отримані прогнозовані результати можуть бути використані як для обґрунтування виробничої програми підприємства, так і для розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності перевезень.

Виконання точкових та інтервальних прогнозів є логічним завершенням аналізу часових рядів і побудови трендових моделей. Саме на цьому етапі результати статистичного аналізу перетворюються на практичний інструмент управління автотранспортним підприємством, що дозволяє приймати рішення на основі кількісно обґрунтованих оцінок майбутнього розвитку обсягів вантажних перевезень.

2.5 Висновки до розділу 2

Прогнозування матеріального потоку або обсягів вантажних перевезень з використанням трендових моделей є ефективним інструментом для дослідження та планування діяльності автотранспортного підприємства. У роботі розглянуто чотири основні види трендів – лінійний, квадратичний, експоненціальний і гіперболічний – кожен із яких має свої особливості застосування залежно від характеру динаміки вихідного часового ряду.

Найбільш важливим етапом є порівняння якості побудованих моделей за середньоквадратичним відхиленням. Саме цей критерій дозволяє об'єктивно визначити, який із трендів найкраще описує фактичну зміну матеріального потоку.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що точкові та інтервальні прогнози на 7-й і 8-й роки можуть бути використані для планування транспортної роботи підприємства, визначення необхідних ресурсів і формування гнучких управлінських рішень. Таким чином проведений аналіз створює надійну методичну основу для подальшого дослідження обсягів вантажних перевезень автотранспортного підприємства та розроблення практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності його діяльності.

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Аналіз умов праці на автотранспортному підприємстві та основні виробничі небезпеки

Умови праці на автотранспортному підприємстві формуються під впливом виробничих процесів, організації перевезень, технічного стану рухомого складу, рівня механізації та автоматизації робіт, а також організаційно-управлінських рішень. Специфіка діяльності такого підприємства полягає в тісному поєднанні транспортних, технічних та логістичних процесів, що обумовлює наявність значної кількості факторів, які можуть впливати на здоров'я і безпеку працівників. Особливе місце займають умови праці водіїв, ремонтного персоналу, диспетчерів та працівників складських зон, що мають різні характерні ризики, але об'єднані високим рівнем відповідальності за безпеку перевезень.

Аналіз умов праці на автотранспортному підприємстві доцільно здійснювати з урахуванням санітарно-гігієнічних, психофізіологічних та організаційних факторів. Санітарно-гігієнічні умови визначаються рівнем шуму, вібрації, освітлення, мікроклімату, запиленості та загазованості робочого середовища. Зокрема, водії транспортних засобів постійно піддаються впливу шуму двигуна, дорожнього покриття та зовнішнього транспортного потоку. Тривала дія підвищеного рівня шуму може призводити до порушень слуху, підвищеної втомлюваності та зниження концентрації уваги. Вібрація, що передається на організм водія через сидіння та кермо, викликає негативні зміни у функціонуванні опорно-рухового апарату та нервової системи, що особливо актуально при тривалих перевезеннях.

Суттєвим фактором є також мікроклімат у кабінах транспортних засобів та виробничих приміщеннях. В умовах недостатнього або надмірного теплового режиму зростає фізичне навантаження на організм, знижується працездатність та підвищується ризик помилок у процесі керування транспортом. Забруднення повітря вихлопними газами, пилом і хімічними речовинами є характерним для зон стоянки транспорту, ремонтних цехів та складів паливно-мастильних матеріалів. Вдихання шкідливих речовин негативно впливає на дихальну систему та загальний стан здоров'я працівників.

Психофізіологічні умови праці також відіграють важливу роль. Робота водія пов'язана з тривалим перебуванням у стані підвищеної концентрації уваги, необхідністю швидкої реакції на зміну дорожньої ситуації, значними емоційними навантаженнями та відповідальністю за безпеку вантажу і життя інших учасників руху. Нерегулярний графік роботи, нічні зміни, тривале перебування за кермом без достатніх перерв можуть призводити до перевтоми, стресу та зниження ефективності діяльності. Це підвищує ризик дорожньо-транспортних пригод і травматизму.

Організаційні умови праці визначаються режимом роботи, рівнем забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, якістю інструктажів з охорони праці та контролем за дотриманням правил безпеки. Недоліки в організації праці, зокрема відсутність чіткого планування перевезень, перевантаження водіїв, недостатній технічний контроль транспортних засобів, можуть призводити до небезпечних ситуацій. Важливе значення має також стан дорожньої інфраструктури, погодні умови та інтенсивність руху, які є зовнішніми факторами, але безпосередньо впливають на умови праці водіїв.

Основні виробничі небезпеки на автотранспортному підприємстві зумовлені як специфікою експлуатації транспортних засобів, так і виконанням допоміжних операцій. Найбільш поширеною небезпекою є ризик дорожньо-транспортних пригод, який може бути спричинений технічними

несправностями автомобілів, помилками водія, несприятливими погодними умовами або порушенням правил дорожнього руху. Висока швидкість руху, значна маса транспортних засобів і складність дорожніх ситуацій роблять наслідки таких пригод особливо небезпечними.

Іншою важливою групою небезпек є механічні фактори, пов'язані з рухомими частинами машин і механізмів. Під час технічного обслуговування та ремонту автомобілів працівники можуть зазнавати травм внаслідок контакту з обертовими деталями, використання інструментів, підйомних механізмів, а також через падіння важких предметів. Небезпека зростає при недотриманні правил техніки безпеки або використанні несправного обладнання.

Значну загрозу становлять електричні фактори, особливо у ремонтних зонах, де використовується електрообладнання та інструменти. Порушення ізоляції, неправильне підключення обладнання або недотримання правил експлуатації можуть призвести до ураження електричним струмом. Також слід враховувати пожежну небезпеку, пов'язану з наявністю пально-мастильних матеріалів, легкозаймистих речовин і високих температур у процесі роботи двигунів. Виникнення пожежі може мати катастрофічні наслідки, як для майна підприємства, так і для життя працівників.

Хімічні небезпеки проявляються у впливі шкідливих речовин, що містяться в паливі, мастилах, технічних рідинах та вихлопних газах. Контакт із цими речовинами або їх вдихання може призводити до гострих і хронічних захворювань. Особливо це актуально для працівників, які безпосередньо займаються ремонтом і обслуговуванням транспортних засобів.

Окрему увагу слід приділити ергономічним небезпекам, які виникають через невідповідність робочого місця фізіологічним особливостям працівника. Незручне положення тіла, тривале сидіння, обмежений простір у кабіні транспортного засобу спричиняють підвищене навантаження на м'язи та суглоби, що може призводити до професійних захворювань опорно-рухового апарату.

Таким чином, умови праці на автотранспортному підприємстві характеризуються значною різноманітністю шкідливих і небезпечних виробничих факторів, які можуть суттєво впливати на стан здоров'я та рівень безпеки працівників. Проведення системного аналізу цих умов дозволяє виявити основні джерела ризику, оцінити ступінь їх впливу та сформувати основу для розробки ефективних заходів з охорони праці. Підвищення рівня безпеки праці є важливою складовою загальної ефективності діяльності підприємства, оскільки сприяє зниженню виробничого травматизму, підвищенню продуктивності праці та забезпеченню стабільності перевізного процесу.

3.2 Заходи з підвищення безпеки руху та охорони праці водіїв і персоналу

Підвищення безпеки руху та охорони праці на автотранспортному підприємстві є комплексним завданням, що вимагає системного підходу та поєднання організаційних, технічних, соціально-економічних і психологічних заходів. Ефективність функціонування підприємства безпосередньо залежить від рівня безпеки праці, оскільки зниження травматизму, аварійності та професійних захворювань сприяє підвищенню продуктивності праці, зменшенню витрат та стабільності виробничих процесів. Умови сучасного транспортного середовища, що характеризуються високою інтенсивністю руху, зростанням навантаження на водіїв і складністю логістичних процесів, підвищують актуальність впровадження ефективних заходів безпеки.

Одним із ключових напрямів підвищення безпеки є вдосконалення організації праці водіїв. Раціональний режим праці та відпочинку має важливе значення для підтримання оптимального психофізіологічного стану

працівників. Перевтома, викликана тривалим перебуванням за кермом, нерегулярним графіком або недостатнім відпочинком, призводить до зниження концентрації уваги, уповільнення реакції та підвищення ризику дорожньо-транспортних пригод. Тому важливо забезпечити дотримання встановлених норм тривалості робочого часу, перерв і міжзмінного відпочинку, а також проводити контроль за їх виконанням за допомогою сучасних засобів обліку робочого часу та тахографів.

Важливу роль відіграє технічний стан транспортних засобів, який безпосередньо впливає на безпеку руху. Своєчасне проведення технічного обслуговування, діагностики та ремонту дозволяє запобігти виникненню несправностей під час експлуатації автомобілів. Особлива увага приділяється таким елементам, як гальмівна система, рульове керування, шини, світлотехніка та системи безпеки. Впровадження сучасних діагностичних технологій та автоматизованих систем контролю технічного стану дозволяє підвищити надійність рухомого складу та зменшити ймовірність аварійних ситуацій.

Значний ефект досягається завдяки впровадженню сучасних інформаційних технологій, зокрема систем моніторингу транспорту на базі GPS. Такі системи забезпечують контроль за рухом транспортних засобів у режимі реального часу, дозволяють аналізувати швидкісний режим, маршрути руху, тривалість зупинок та інші параметри. Це сприяє не лише підвищенню дисципліни водіїв, але й своєчасному виявленню порушень, що можуть призвести до аварійних ситуацій. Крім того, використання систем відеоспостереження та контролю поведінки водія дозволяє оцінити стиль керування і вчасно вжити заходів щодо його корекції.

Суттєву роль у підвищенні безпеки відіграє підготовка та навчання персоналу. Регулярне проведення інструктажів з охорони праці, навчання правилам дорожнього руху та безпечної експлуатації транспортних засобів сприяє формуванню відповідального ставлення до виконання професійних обов'язків. Важливою складовою є підвищення кваліфікації водіїв, що

включає навчання прийомам безпечного керування в різних дорожніх і погодних умовах, а також тренування поведінки в екстремальних ситуаціях. Психологічна підготовка дозволяє знизити рівень стресу та покращити здатність приймати рішення в складних умовах.

Не менш важливим є створення безпечних умов праці для ремонтного та обслуговуючого персоналу. Це досягається шляхом оснащення робочих місць сучасним обладнанням, використанням засобів механізації важких та небезпечних операцій, а також забезпеченням працівників засобами індивідуального захисту. Особлива увага приділяється дотриманню вимог безпеки при виконанні робіт із підвищеною небезпекою, таких як обслуговування електрообладнання, робота з підйомними механізмами та використання хімічних речовин.

Пожежна безпека є невід'ємною складовою системи охорони праці на автотранспортному підприємстві. Наявність великої кількості легкозаймистих матеріалів, таких як паливо та мастила, створює підвищений ризик виникнення пожеж. Для його мінімізації необхідно забезпечити дотримання правил зберігання та використання таких матеріалів, оснащення приміщень первинними засобами пожежогасіння, а також регулярне проведення навчання персоналу діям у разі виникнення пожежі. Встановлення автоматичних систем пожежної сигналізації та пожежогасіння значно підвищує рівень безпеки.

Окрему увагу слід приділити заходам щодо покращення санітарно-гігієнічних умов праці. Забезпечення оптимального мікроклімату в кабінах транспортних засобів і виробничих приміщеннях сприяє підвищенню працездатності та зниженню рівня втоми. Використання систем вентиляції та кондиціонування, зниження рівня шуму та вібрації, достатнє освітлення робочих зон є важливими складовими комфортних і безпечних умов праці. Такі заходи сприяють зменшенню негативного впливу шкідливих факторів на здоров'я працівників.

Підвищення безпеки руху також пов'язане з удосконаленням

управління транспортними потоками та логістичними процесами. Раціональне планування маршрутів, врахування стану дорожньої інфраструктури та погодніх умов дозволяють зменшити ризики, пов'язані з перевантаженням водіїв і складністю дорожніх ситуацій. Використання спеціалізованих програмних продуктів для планування перевезень сприяє оптимізації роботи підприємства та підвищенню рівня безпеки.

Важливим аспектом є формування культури безпеки на підприємстві. Це передбачає усвідомлення кожним працівником відповідальності за власну безпеку та безпеку оточуючих. Керівництво підприємства повинно створювати умови, за яких дотримання правил охорони праці стає невід'ємною частиною виробничого процесу. Заохочення працівників до безпечної поведінки, впровадження систем мотивації та відповідальності за порушення вимог безпеки сприяють підвищенню рівня дисципліни.

Підвищення безпеки руху та охорони праці на автотранспортному підприємстві є багатограним процесом, який охоплює всі аспекти діяльності підприємства. Реалізація комплексних заходів дозволяє суттєво знизити рівень аварійності та виробничого травматизму, покращити умови праці та забезпечити стабільний розвиток підприємства. Системний підхід до вирішення цих питань є необхідною умовою ефективної та безпечної діяльності в сучасних умовах функціонування транспортної галузі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У роботі встановлено, що ефективність діяльності автотранспортного підприємства значною мірою залежить від точності прогнозування обсягів вантажних перевезень, що визначає якість планування ресурсів і організації транспортного процесу.

Аналіз динаміки матеріального потоку за шість років показав нерівномірний характер зміни обсягів перевезень: початкове зниження змінилося стійким зростанням, при цьому загальний приріст становив близько 9,9 %, що свідчить про позитивну тенденцію розвитку підприємства.

Дослідження показало доцільність використання комплексу методів прогнозування. Серед простих екстраполяційних методів найвищу точність забезпечив метод геометричної прогресії, що підтверджено мінімальним значенням середньоквадратичного відхилення.

Побудова та аналіз трендових моделей (лінійної, квадратичної, експоненціальної та гіперболічної) дали можливість встановити, що найбільш адекватно фактичні дані описує квадратичний тренд, який доцільно використовувати для подальшого прогнозування.

Виконані точкові та інтервальні прогнози дозволили отримати кількісну оцінку майбутніх обсягів перевезень і врахувати можливу варіацію показника, що підвищує надійність прийняття управлінських рішень.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх застосування для планування роботи автопарку, визначення потреб у трудових і матеріальних ресурсах, оптимізації витрат та підвищення ефективності діяльності підприємства.

Розглянуті в роботі заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності спрямовані на зменшення виробничих ризиків, підвищення безпеки транспортного процесу та покращення умов праці персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Босняк М.Г. «Вантажні автомобільні перевезення». Навчальний посібник, - К.: Видавничий Дім «Слово», 2010.- 408 с.
2. 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. Центральнуукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 8(39), ч. II. С. 125-133.
3. 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. Матвійшин, Н.Б. Гаврон; М-во освіти і науки України, ТНТУ. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 60 с.
4. Бабій М.В. Проблеми транспортної логістики в аграрному секторі України / М.В. Бабій // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 184 “Технічний сервіс машин для рослинництва”, Харків, 2017. – с.130–135.
5. 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.
6. БАБІЙ, М. В.; ПАЛАМАР, І. В.; БАБІЙ, В. А. ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ. *ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ*, 2023, 28.
7. Бабій, М. В., & Чорній, Б. П. (2021). Вплив підготовчих операцій на ефективність транспортування вантажів. *Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин “*, 91-91.

8. 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.
9. Автомобільні перевезення вантажів : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://readonline.com.ua/items/anons/vazhnoe-anons/16684-avtomobilni-perevezennya-vantazhiv-perevagi-ta-nedoliki/>.
10. 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.
11. 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.
12. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я. І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с.
13. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. №3 (13) С. 87–91.
14. 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.
15. Горяїнов О.М. Вантажні перевезення: Конспект лекцій. (для студентів напряму підготовки – Транспортні технології) / Харків, 2009. – 109с.
16. Babii, M., Tson, O., Kuchvara, I., & Chernii, V. (2021). Підвищення ефективності організації дорожнього руху на нерегульованому перехресті. Розвиток транспорту, (1(8), 125-134.
17. 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.

18. Кунда Н. Т., Олещук Н. В. Оптимізація схеми доставки дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом. *Вісник Національного транспортного університету*. 2018. № 1. С. 178-187.

19. 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.

20. Бабій М.В. Дослідження раціональної тривалості робочого часу водія. *Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*. Тернопіль : ТНТУ, 2016. Том 1. С. 105.

21. Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Економіка підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство"/Вінницький держ. техн. ун- т. Вінниця: ВДТУ, 2002. 115с.

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

23. 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.

24. Організація перевезення вантажів у сільському господарстві/О. І. Бурлай, М.Г. Вергун, В.І. Котелянець[та ін.]. Житомир : Вид-во «Полісся», 1993. 162 с.

25. 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.

26. 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.
27. 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.
28. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні. К.: Державтотрансдідпроект, 1998. – 129 с.
29. 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.
30. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів: підруч. / І.А. Вікович. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 672 с.
31. 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.
32. Бабій М.В., Олійник В.А., Бабій В.А. Використання цифрових технологій для оптимізації маршрутів при перевезенні пасажирів. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимотія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики“. Видавець – ФОП Паляниця В.А., 2022. С. 181.
33. Взаємодія різних видів транспорту, Н.В. Правдін, В.Я. Негрей, В.А. Подкопаєв. Транспорт, 1989 р.
34. 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.