

інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Визначення прогнозованого вантажопотоку приватним
автотранспортним підприємством

Виконав: студент 4 курсу, групи МН

спеціальності _____

275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

Константюк М.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Бабій М.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дзюра В.О.

(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 автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.
(прізвище та ініціали)
« » 20__ р.
(підпис)

**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 **Константюку Михайлу Михайловичу**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Визначення прогнозованого вантажопотоку приватним
автотранспортним підприємством**

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

Затверджені наказом ректора від « 29 » 01 2024 року № 4/7-71

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи

Вантажний потік за 6 років: 1-9,17;2-8,78; 3-8,52; 4-8,01; 5-7,68; 6-7,45;

вихідний часовий ряд гіперболічного тренда;дані для експоненціального тренда..

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

Реферат. Вступ. 1. Аналіз об'єкту дослідження (аналіз діяльності та перспектив розвитку приватного АТП; побудова прогнозу матеріального потоку на 4-й, 5-й,6-й роки, використовуючи розглядувані методи прогнозування; визначення середньоквадратичного відхилення отриманих результатів).2. Заходи із вдосконалення транспортного процесу (побудова лінійного тренда; побудова квадратичного тренда; побудова експоненціального тренда; побудова гіперболічного тренда; порівняльна оцінка якості трендів; виконання точкових та інтервальних прогнозів на 7-й та 8-й роки).

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 08.02.24</i>	
2.	<i>Заходи із вдосконалення транспортного процесу</i>	<i>До 12.06.24</i>	
3.	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>До 17.06.24</i>	
	<i>Загальні висновки, презентація</i>	<i>До 21.06.24</i>	

Студент

_____ (підпис)

Константюк М.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Бабій М.В.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

У вступній частині роботи розглянуто актуальність аналізу приватної транспортної компанії в умовах сучасного ринку, акцентуючи на необхідності ефективного управління та прогнозування для забезпечення конкурентоспроможності.

У першій частині проводилась оцінка поточного стану компанії та визначалися перспективи її розвитку. Використавши різні методи прогнозування для передбачення вантажопотоку на кілька років вперед дозволило сформуванню обґрунтовану стратегію розвитку. Для перевірки точності прогнозів здійснено розрахунок середньоквадратичного відхилення отриманих результатів, що забезпечує об'єктивну оцінку моделювання. Далі проведено прогнозування вантажопотоку на певний рік, що допомагає визначити майбутні потреби та можливості компанії.

У другій частині роботи розглянуто різні моделі тренду для прогнозування: лінійний, квадратичний, експоненціальний та гіперболічний. Кожна з моделей створюється для аналізу тенденцій і прогнозування майбутніх змін. При порівнянні цих трендів визначено їх точність та вибору найбільш підходящої моделі. На основі обраних моделей виконано прогнозування значень на кілька років вперед, що дозволило встановити інтервали для можливих прогнозів у майбутньому. Це надає компанії можливість адаптувати свою діяльність до змін ринку та ефективніше планувати ресурси.

Третя частина присвячена питанням безпеки життєдіяльності та основам охорони праці на автотранспортному підприємстві

Загальні висновки підсумовують результати проведеного дослідження, наголошуючи на важливості впровадження сучасних методів прогнозування та управління для підвищення ефективності АТП. Запропоновані заходи та моделі сприяють покращенню планування та оптимізації ресурсів, забезпечуючи розвиток та підвищення конкурентоспроможності на ринку.

Зміст

ВСТУП.....	5
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	6
1.1 Оцінка поточного стану і майбутнього розвитку приватної транспортної компанії	6
1.2 Прогнозування матеріального потоку на 4–й, 5–й, 6–й роки застосовуючи розглянуті методи прогнозування	13
1.3 Розрахунок середньоквадратичного відхилення отриманих результатів.	21
1.4 Прогнозування вантажопотоку на 7–й, рік	23
2. ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	25
2.1 Створення лінійної моделі тренду	25
2.2 Створення квадратичної моделі тренду.....	29
2.3 Створення експоненціальної моделі тренду.....	31
2.4 Створення гіперболічної моделі тренду	33
2.5 Порівняння трендів для визначення їхньої точності.....	36
2.6 Прогнозування значень на 7–й, 8–й роки та встановлення інтервалів для можливих прогнозів у майбутньому	40
3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	46
3.1. Охорона праці на автотранспортному підприємстві.....	46
3.2 Дії персоналу невеликих підприємств при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55

ВСТУП

Серед підприємств, які успішно розвиваються в секторі економіки, левову частку займають автотранспортні підприємства. Їх успішний розвиток зумовлений тим, що десята частина на всіх міжнародних транспортних коридорів проходять через територію України. Наша держава має дуже вигідне географічне розташування. Покращення стану доріг на території України значно оживило транспортні операції її територією. Тут на ринку перевезень є не тільки українські перевізники, а й закордонні. А також спостерігається варіанти транснаціональних транспортних компаній. Будь-які поєднання націлені на те, щоб транспортні підприємства отримували максимальний прибуток при мінімальних затратах. Розвиток власних транспортних компаній повинен базуватися на чіткій стратегії їх розвитку. Виконання капіталовкладень повинні бути чітко обґрунтованими. Однією із наявних проблем є якісне прогнозування об'ємів перевезень на наступні періоди. Від якості виконання такого прогнозу в значній мірі залежить доцільність придбання, наприклад певної кількості транспортних засобів. А це тягне за собою їх обслуговування, коефіцієнт використання і так далі. Тому транспортна компанія не може миттєво розвиватися, оскільки необхідні певні спостереження за тенденцією її власного розвитку та загалом автотранспортних перевезень в державі чи регіоні.

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Оцінка поточного стану і майбутнього розвитку приватної транспортної компанії

В Україні сьогодні дійсно спостерігається значне зростання привабливості бізнесу з організації вантажних перевезень. Цей розвиток стимулюється, зокрема, вдосконаленням стану автомобільних доріг, а також підтримуючими регуляторними рамками, які відкривають двері для внутрішніх та міжнародних інвестицій у цей сектор. Ці умови створюють оптимальний ґрунт для започаткування та розвитку автотранспортних підприємств, які спеціалізуються на внутрішніх та закордонних перевезеннях.

Зростання цього ринку зумовлює збільшення потреби в транспортних засобах, водночас важливим залишається обґрунтований підхід до інвестування у флот. Ключовим аспектом є визначення оптимальної кількості транспортних одиниць, яка відповідає б потребам перевезень, що безперервно зростають. Використання передових методів прогнозування і аналітики дозволяє точніше планувати необхідні масштаби транспортного парку, що сприяє не лише зростанню компаній, але й підвищенню їхньої рентабельності і ефективності.

Таким чином, інтеграція технологічних інновацій у процеси планування та управління може значно підсилити позиції підприємств на ринку та забезпечити їм конкурентну перевагу в індустрії вантажних перевезень.

Розглядаючи модель діяльності стандартного приватного автотранспортного підприємства в Україні, основним напрямком його роботи

є внутрішні вантажні перевезення. Таке підприємство, зазвичай, розпочинає свою діяльність із перевезень на території країни, але з часом може розширювати свої операції, включаючи міжнародні маршрути.

Проаналізуємо робочі процеси та розвиток типового приватного автотранспортного підприємства, розташованого в західному регіоні України. Це дозволяє зосередитися на загальних трендах і стратегіях розвитку, які є характерними для цього виду бізнесу.

Розширення маршрутної мережі за межі країни може відкрити нові можливості для зростання та диверсифікації послуг, а також вимагає адаптації до міжнародних стандартів та законодавства у сфері транспортування вантажів. Основні виклики, які можуть виникнути в цьому процесі, включають логістичні складнощі, забезпечення відповідності митним і транспортним регуляціям різних країн, а також потребу у вивченні міжнародних ринків для оптимального планування маршрутів.

Кожна автотранспортна компанія, включно з тими, що забезпечують логістичні послуги для медичних центрів, адаптує свої послуги до потреб ринку. На початковому етапі в Україні, компанії оснащують свій автопарк транспортними засобами, що мають вантажопідйомність від 1 до 30 тонн. Це забезпечує гнучкість в управлінні перевезеннями, дозволяючи оптимізувати використання транспорту відповідно до поточного попиту.

З урахуванням змінних обсягів вантажів, фірми пропонують різноманітність вантажних місць від 2 до 120 кубічних метрів, що дозволяє транспортувати вантажі різних розмірів і специфікацій. Для більшої фінансової гнучкості, в періоди коли попит на перевезення низький, компанії часто використовують власний транспорт, а при збільшенні обсягів вантажів вдаються до оренди транспортних засобів у партнерів. Ця стратегія дозволяє знизити капітальні витрати на утримання великого автопарку, але також може вплинути на загальну прибутковість, оскільки частина доходів відходить партнерам.

При перевезеннях для клієнтів, компанія може запропонувати широкий

спектр транспортних засобів, включаючи тентовані кузови, ізотермічні кузови, рефрижератори, цистерни, а також спеціалізовані транспортні засоби, такі як контейнеровози та зерновози. Ця різноманітність в транспортному парку надає змогу задовольнити потреби широкого спектру клієнтів, від медичних закладів до великих виробничих підприємств, забезпечуючи ефективно та безпечно транспортування вантажів відповідно до вимог.

Такий підхід не лише оптимізує логістику, але й забезпечує адаптивність до змінних умов ринку. Компанії, що застосовують цю модель, здатні швидко реагувати на коливання попиту та пропозиції, забезпечуючи при цьому неперервність та надійність своїх послуг. Це важливо для підтримання довіри клієнтів і збереження конкурентних переваг на ринку.

Водночас, стратегічне управління через комбінацію власного та орендованого транспорту вимагає високої ступеня координації та планування. Оперативне планування, точний моніторинг транспортних потоків та ефективного використання технологій можуть значно покращити ці процеси. Наприклад, застосування GPS-трекінгу та інтегрованих логістичних платформ дозволяє точно відстежувати місцезнаходження вантажів, управляти часом доставки та оптимізувати маршрути в реальному часі.

Впровадження цифрових рішень для управління автопарком не тільки підвищує оперативність та ефективність, але й допомагає зменшити витрати на паливо, зменшити екологічний вплив та підвищити загальну безпеку перевезень. Це створює додаткові вигоди для автотранспортних компаній, сприяючи стійкому розвитку та забезпеченню високого рівня клієнтського сервісу.

Такі інноваційні практики в автотранспортному секторі відіграють важливу роль у формуванні гнучких та адаптивних бізнес-моделей, що здатні відповідати на виклики сучасного ринку та забезпечувати високу якість перевезень в умовах зростаючої конкуренції.

На рисунку 1.1 зображено вантажні перевезення в межах України



Рисунок 1.1 – Вантажні переведення на території України

Внутрішні транспортні операції, хоч і є основою діяльності багатьох логістичних компаній, не завжди забезпечують повний розвиток їхнього потенціалу. З часом, як розвивається транспортна компанія, вона може прагнути до розширення своїх операцій за межі національних кордонів, що дозволяє вийти на міжнародний рівень. Це стало можливим і для згаданої західноукраїнської приватної транспортної компанії, яка почала надавати послуги міжнародних перевезень.

Міжнародна діяльність не лише розширює ринкове охоплення компанії, але й підвищує її стандарти обслуговування. Взаємодія з міжнародними клієнтами та відповідність до глобальних стандартів вимагають високого рівня професіоналізму в усіх аспектах бізнесу, що в підсумку позитивно впливає на якість послуг, що надаються і на внутрішньому ринку.

Розширення на міжнародні ринки вимагає детального розуміння міжнародних логістичних процедур, митних регуляцій та відповідності до міжнародних стандартів безпеки та якості. Особливості виконання транспортних послуг за кордоном включають не лише географічне

розширення маршрутів, але й забезпечення гнучкості та адаптації до різних культурних та економічних умов країн призначення. Це включає в себе складність логістики, здатність швидко реагувати на зміни в законодавстві та ринкових умовах, а також налагодження стійких партнерських відносин з місцевими постачальниками та сервісними компаніями.

Таким чином, вихід на міжнародні ринки не тільки збільшує обсяги бізнесу, але й сприяє зростанню його якості, що відкриває нові перспективи для розвитку та стабілізації компанії в умовах глобальної конкуренції.

Україна має стратегічне розташування, оскільки приблизно 10% міжнародних транспортних коридорів проходять через її територію. Це створює значний потенціал для розвитку транспортного бізнесу, зокрема у сфері контейнерних перевезень. Компанії, які спеціалізуються на таких перевезеннях, здатні транспортувати широкий спектр товарів, включаючи обладнання, негабаритні вантажі, продукти харчування, сировину та інші спеціалізовані вантажі, які вимагають особливих умов перевезення.

Ключові переваги, які пропонує такий вид бізнесу, включають швидкість і ефективність виконання транспортних операцій. Транспортні компанії не тільки виконують перевезення, але й забезпечують консолідацію вантажів, що дозволяє клієнтам скористатися гнучкими умовами та оптимізувати вартість доставки. Розроблена система попутних перевезень сприяє максимальному використанню транспортного простору, знижуючи тим самим витрати на логістику.

Окрім того, важливим аспектом є можливість перевезення вантажів під митним контролем, що є критично важливим для забезпечення дотримання міжнародних стандартів і законодавства у сфері транспортування. Серед основних видів транспортних засобів, які використовуються, - контейнеровози та автомобілі з тентованими кузовами, що дозволяє адаптувати перевезення до різноманітних потреб клієнтів та умов перевезення.

Ці фактори разом формують міцну основу для сталого розвитку транспортних компаній в Україні, що відіграють ключову роль у міжнародній торгівлі та логістиці.



Рисунок 1.2 – Транспортні засоби призначені для міжнародних перевезень

Для здійснення складних транспортних операцій використовуються спеціалізовані транспортні засоби, такі як спеціальні причепа або вантажівки, що дозволяють адаптуватися до конкретних потреб вантажу. Перед кожним перевезенням спеціалісти здійснюють детальний технічний аналіз та розрахунок вантажу, аби підібрати найбільш підходящий тип причепа і гарантувати належне закріплення вантажу для його безпеки та своєчасної доставки клієнту.

Розвиток транспортної інфраструктури України взаємопов'язаний із динамічним розвитком інших галузей економіки, зокрема аграрного сектору. Значна частина сільськогосподарської продукції потребує спеціалізованої

техніки, велика частина якої імпортується з-за кордону через занепад вітчизняного машинобудування. Саме тут виникає потреба у спеціалізованих перевезеннях, зокрема для доставки сільськогосподарської техніки.

Транспортні компанії, таким чином, мають у своєму розпорядженні низькорамні напівпричепи, які ідеально підходять для перевезення великогабаритної сільськогосподарської техніки. Ці причепи дозволяють забезпечити безпечне транспортування складних вантажів, а послуги такого роду стають все більш поширеними у відповідь на потреби ринку.

Це розширення спектру послуг не тільки підтримує розвиток внутрішньої економіки, але й сприяє міжнародному обміну товарами, покращуючи логістичну інтеграцію України в світові економічні процеси.



Рисунок 1.3 – Перевезення сільськогосподарської техніки

Компанія активно розширює свої послуги у сфері перевезення великогабаритних вантажів, включаючи транспортування складного обладнання, залізобетонних блоків, металевих конструкцій та

сільськогосподарської техніки. Це демонструє її здатність адаптуватися до різноманітних логістичних викликів та потреб ринку.

Аналіз діяльності цього автотранспортного підприємства показує, що воно не лише надає широкий спектр транспортних послуг, а й має добре розвинену логістичну систему з ефективним економічним відділом. Відділ ретельно збирає та аналізує статистичні дані про обсяги перевезень, які враховують сезонні коливання та загальну динаміку протягом року. Ці дані служать основою для розробки точних прогнозів товаропотоків, що дозволяє компанії планувати оптимальні обсяги робіт на майбутнє.

За допомогою цих прогнозів компанія здатна оцінювати потрібні капіталовкладення для забезпечення максимальної прибутковості своєї діяльності. Розуміння тенденцій у перевезеннях допомагає управлінню приймати обґрунтовані рішення щодо інвестування в нові технології чи розширення рухомого складу, щоб зустріти зростаючий попит та оптимізувати операційну ефективність.

Такий підхід не тільки стимулює сталий розвиток компанії, але й дозволяє їй залишатися конкурентоспроможною на ринку, де важливо швидко адаптуватися до змінних умов і клієнтських вимог.

1.2 Прогнозування матеріального потоку на 4-й, 5-й, 6-й роки застосовуючи розглянуті методи прогнозування

Формалізовані техніки прогнозування базуються на створенні математичних моделей для аналізу вивчених процесів. Основною перевагою цього підходу є здатність забезпечувати об'єктивні та науково підкріплені прогнози. Однак, кожна математична модель має свої обмеження, оскільки не може повністю відтворити всі аспекти реального об'єкта, що досліджується.

Це може призвести до втрати деякої критичної інформації про процес, впливаючи на точність прогнозу.

Серед розглянутих методів особливо популярними є методи екстраполяції, які використовують часові ряди. Вони оцінюють параметри процесу протягом певних інтервалів часу, таких як день, місяць або рік, і використовують ці дані для розрахунку майбутніх значень. Ця техніка дозволяє аналітикам виявляти тенденції та взаємозв'язки в даних, що є важливим для ефективного планування та прийняття рішень у різних галузях діяльності.

Розглядаються різноманітні методи прогнозування вантажних перевезень, базуючись на часових рядах зі зростаючою складністю математичних моделей. В процесі аналізу використовуються історичні дані про об'єми вантажних перевезень для побудови прогнозів на майбутнє.

Для планування перевезень на наступний рік застосовуються такі методи:

Арифметична прогресія – цей метод використовує рівномірне збільшення або зменшення значень в часі для визначення майбутніх показників.

Геометрична прогресія – прогнозує майбутні значення на основі множинного зростання попередніх даних.

Ковзаюче середнє за трьома вузлами – обчислення середнього значення трьох послідовних часових точок для згладжування серії.

Зважене ковзаюче середнє – схожий на попередній метод, але з додаванням вагових коефіцієнтів (0,6; 0,3; 0,1) для останніх трьох значень, де найновішим даним надається більша вага.

Експоненціальне згладжування – метод, який використовує експоненційно зменшені ваги для попередніх значень; розглядаються коефіцієнти згладжування 0,25; 0,5 та 0,75.

Для оцінки ефективності кожного методу визначається середньоквадратичне відхилення прогнозованих значень від фактичних

даних. На основі отриманих результатів можна обрати найбільш точний метод прогнозування для планування на 7-й рік.

Цей підхід дозволяє не тільки вибрати найбільш ефективний метод прогнозування, але й забезпечує глибше розуміння динаміки ринку та можливості підготуватися до майбутніх змін у потребах вантажних перевезень.

Таблиця 1.1 – Відомий матеріальний потік за 6 років

Об'єм в рік, тис. тонн						
t	1	2	3	4	5	6
y	9,17	8,78	8,52	8,01	7,64	7,45

Для визначення обсягів вантажних перевезень у майбутні роки застосовуємо метод арифметичної прогресії. Вважаємо, що існуючі дані з попередніх років утворюють послідовність, яка слідує логіці арифметичної прогресії. Цей метод передбачає, що різниця між послідовними значеннями залишається константою.

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

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

Ця формула допомагає забезпечити лінійне прогнозування майбутніх обсягів перевезень, дозволяючи компанії планувати ресурси та логістику відповідно до очікуваного рівня діяльності. Такий підхід може бути особливо корисним для розробки стратегічних планів та прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Після підстановки значень отримаємо

$$y_4^* = 2y_3 - y_2 = 2 \cdot 8,52 - 8,78 = 8,26$$

$$y_5^* = 2y_4 - y_3 = 2 \cdot 8,01 - 8,52 = 7,5$$

$$y_6^* = 2y_5 - y_4 = 2 \cdot 7,64 - 8,01 = 7,27$$

Для прогнозування обсягів на майбутні роки використовуємо метод геометричної прогресії. Припустимо, що ми маємо дані за кілька попередніх періодів, які відображають тенденцію до зростання або зниження, яка може бути описана через геометричну прогресію. Цей підхід вимагає, щоб відношення між послідовними значеннями залишалось стабільним.

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

Отримаємо наступні значення після розрахунку

$$y_4^* = \frac{y_3^2}{y_2} = \frac{8,52^2}{8,78} = 8,268$$

$$y_5^* = \frac{y_4^2}{y_3} = \frac{8,01^2}{8,52} = 7,531$$

$$y_6^* = \frac{y_5^2}{y_4} = \frac{7,64^2}{8,01} = 7,287$$

Для планування перспективних обсягів діяльності на майбутні роки ми використовуємо метод ковзаючого середнього. Цей метод передбачає обрахунок середнього значення з даних останніх трьох періодів для

прогнозування наступних значень.

Середнє ковзаюче допомагає згладити короткочасні коливання та виявити довгострокові тенденції, роблячи його особливо корисним для аналізу часових рядів у контексті стратегічного планування. Для визначення прогнозованого значення, середнє арифметичне обчислюється за останніми трьома роками, що дає можливість розрахувати орієнтовне майбутнє значення.

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

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

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

Одним із основних недоліків методу ковзаючого середнього є рівнозначне вагове значення всіх даних у розрахунку. Це означає, що найновіші дані, які часто мають більше прогностичне значення, обробляються так само, як і менш актуальні попередні значення. Ця характеристика може зменшувати точність прогнозів, особливо у динамічних галузях де швидкі зміни є нормою.

Для подолання цього обмеження використовується метод зваженого ковзаючого середнього, де різні періоди даних мають різні вагові коефіцієнти. У цьому методі більша вага призначається для більш свіжих даних, що забезпечує більшу чутливість прогнозу до останніх змін у трендах. Використання вагових коефіцієнтів дозволяє більш адекватно враховувати актуальність інформації, поліпшуючи точність прогнозних оцінок.

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

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

Під час застосування методу зваженого ковзаючого середнього велике значення має вибір вагових коефіцієнтів, які повинні бути адаптовані до специфіки задачі, що вирішується. Це забезпечує збільшення точності та релевантності прогнозів. Для визначення оптимальних значень цих коефіцієнтів часто вдаються до застосування методу найменших квадратів, який дозволяє математично оптимізувати ваги залежно від вкладу кожного значення даних у загальну динаміку серії.

Метод найменших квадратів допомагає мінімізувати суму квадратів різниць між спостережуваними значеннями та тими, що передбачені моделлю, забезпечуючи таким чином більш точну адаптацію до мінливих умов аналізу. Цей підхід забезпечує науково обґрунтовану основу для вибору коефіцієнтів, що враховують історичну значущість даних в часовому ряді, забезпечуючи таким чином більшу точність і надійність прогнозних моделей.

Після розрахунку отримуємо наступні числові значення

$$y_4^* = \frac{1}{3}(y_1 + y_2 + y_3) = \frac{9,17 + 8,78 + 8,52}{3} = 8,823$$

$$y_5^* = \frac{1}{3}(y_2 + y_3 + y_4) = \frac{8,78 + 8,52 + 8,01}{3} = 8,437$$

$$y_6^* = \frac{1}{3}(y_3 + y_4 + y_5) = \frac{8,52 + 8,01 + 7,64}{3} = 8,057$$

Метод зваженого ковзаючого середнього

Підставляємо числові значення

$$\alpha_0 = 0,6; \alpha_1 = 0,3; \alpha_2 = 0,1;$$

$$y_4^* = 0,6 \cdot 8,52 + 0,3 \cdot 8,78 + 0,1 \cdot 9,17 = 8,663,$$

$$y_5^* = 0,6 \cdot 8,01 + 0,3 \cdot 8,52 + 0,1 \cdot 8,78 = 8,24,$$

$$y_6^* = 0,6 \cdot 7,64 + 0,3 \cdot 8,01 + 0,1 \cdot 8,52 = 7,839.$$

Для розрахунку прогнозу на майбутні роки застосовуємо метод експоненціального згладжування. Цей метод залучає вагові коефіцієнти для згладжування часових рядів, зокрема шляхом приділення більшої уваги найновішим даним.

В рамках експоненціального згладжування, прогнозоване значення для наступного періоду розраховується на основі прогнозованого значення попереднього періоду. Цей підхід дозволяє постійно оновлювати оцінку майбутнього стану з урахуванням останньої доступної інформації.

Формула для розрахунку виглядає так:

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

У методі експоненціального згладжування, відомому також як модель Брауна, ключовим елементом є коефіцієнт згладжування $0 < \alpha < 1$. Цей коефіцієнт відіграє вирішальну роль у визначенні ваги найновіших даних у прогнозі.

Коли найсвіжіші дані мають велике значення для аналізу, коефіцієнт α встановлюється близько до 1. Це забезпечує, що останні спостереження мають значний вплив на прогноз. Втім, у випадку, коли дані демонструють високу варіативність або часті випадкові коливання, краще встановити α

ближче до 0, щоб зменшити вплив аномальних значень і згладити загальний тренд.

Для використання цього методу потрібно спочатку встановити початкове прогнозоване значення y_l^* , $1 \leq l \leq k$. Це можна зробити, використовуючи прості методи прогнозування, наприклад, ковзаюче середнє або, як у даному випадку, метод арифметичної прогресії. Це базове значення можна розрахувати як середнє значення перших декількох точок даних або з інших початкових оцінок, які відображають загальний розвиток серії до початку прогнозування.

Такий підхід дає можливість розробити гнучку та адаптивну модель прогнозування, що дозволяє точно відстежувати зміни у динаміці даних і забезпечити релевантність прогнозів на основі актуальних тенденцій ринку.

В якості y_3^* беремо значення, що отримуємо за методом арифметичної прогресії $y_3^* = 2y_2 - y_1 = 2 \cdot 8,78 - 9,17 = 8,39$.

$$\alpha = 0,25$$

$$y_4^* = 0,25 \cdot 8,52 + 0,75 \cdot 8,39 = 8,422 ;$$

$$y_5^* = 0,25 \cdot 8,01 + 0,75 \cdot 8,422 = 8,319 ;$$

$$y_6^* = 0,25 \cdot 7,64 + 0,75 \cdot 8,319 = 8,15 .$$

$$\alpha = 0,5$$

$$y_4^* = 0,5 \cdot 8,52 + 0,5 \cdot 8,39 = 8,455 ;$$

$$y_5^* = 0,5 \cdot 8,01 + 0,5 \cdot 8,455 = 8,232 ;$$

$$y_6^* = 0,5 \cdot 7,64 + 0,5 \cdot 8,232 = 7,936 .$$

$$\alpha = 0,75$$

$$y_4^* = 0,75 \cdot 8,52 + 0,25 \cdot 8,39 = 8,487 ;$$

$$y_5^* = 0,75 \cdot 8,01 + 0,25 \cdot 8,487 = 8,129 ;$$

$$y_6^* = 0,75 \cdot 7,64 + 0,25 \cdot 8,129 = 7,762 .$$

1.3 Розрахунок середньоквадратичного відхилення отриманих результатів.

Середньоквадратичне відхилення (СКВ) є статистичним показником, який використовується для визначення розкиду або дисперсії значень у наборі даних відносно їх середнього значення. Це один з основних інструментів для аналізу варіативності даних та оцінки точності прогнозів.

Чим більше середньоквадратичне відхилення, тим більша дисперсія даних. Велике СКВ свідчить про те, що дані сильно розкидані навколо середнього.

Маленьке СКВ вказує на те, що більшість даних згрупована близько середнього значення.

У контексті прогнозування, середньоквадратичне відхилення використовується для оцінки точності різних прогнозних моделей. Модель, яка дає прогнози з меншим СКВ, вважається більш надійною, оскільки її прогнози менше відхиляються від фактичних значень. Це особливо корисно

при порівнянні ефективності різних методів прогнозування або коли потрібно вибрати найточнішу модель для конкретних даних.

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

Підставляємо числові значення та знаходимо середньоквадратичне відхилення для методу арифметичної прогресії

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3} [(8,26 - 8,01)^2 + (7,5 - 7,64)^2 + (7,27 - 7,45)^2]} = 0,195.$$

Аналогічно таке ж відхилення шукаємо і для геометричної прогресії

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3} [(8,268 - 8,01)^2 + (7,531 - 7,64)^2 + (7,287 - 7,45)^2]} = 0,187.$$

Далі прораховуємо і для методу ковзаючого середнього по трьом вузлам

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3} [(8,823 - 8,01)^2 + (8,437 - 7,64)^2 + (8,057 - 7,45)^2]} = 0,745.$$

Знаходимо середньоквадратичне відхилення для методу зваженого ковзаючого середнього по трьом вузлам

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3} [(8,663 - 8,01)^2 + (8,24 - 7,64)^2 + (7,839 - 7,45)^2]} = 0,559.$$

Також розраховуємо числові значення і для методу експоненціального

згладжування

$$\alpha = 0,25;$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3}[(8,422 - 8,01)^2 + (8,319 - 7,64)^2 + (8,15 - 7,45)^2]} = 0,611;$$

$$\alpha = 0,5;$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3}[(8,455 - 8,01)^2 + (8,232 - 7,64)^2 + (7,936 - 7,45)^2]} = 0,512;$$

$$\alpha = 0,75;$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3}[(8,487 - 8,01)^2 + (8,125 - 7,64)^2 + (7,762 - 7,45)^2]} = 0,434.$$

Після оцінки середньоквадратичних відхилень для всіх застосованих методів прогнозування, метод геометричної прогресії демонструє найкращі результати. Найменше середньоквадратичне відхилення, отримане за цим методом, свідчить про його вищу точність у порівнянні з іншими підходами. Відтак, для наступних прогнозів ми оберемо саме метод геометричної прогресії, оскільки він забезпечує найбільшу надійність і точність у визначенні майбутніх значень на основі історичних даних.

1.4 Прогнозування вантажопотоку на 7-й, рік

У ході дослідження точності прогнозування матеріальних потоків за допомогою різних методів, було виявлено, що метод геометричної прогресії

забезпечує найвищу точність. Аналізуючи середньоквадратичні відхилення результатів, цей метод продемонстрував найменше відхилення від фактичних даних, порівняно з іншими використаними методами. Завдяки своїй ефективності, метод геометричної прогресії вибрано для подальшого прогнозування обсягів матеріального потоку на сьомий рік, базуючись на даних за п'ятий та шостий роки. Це дозволить з високою точністю визначати майбутні потреби та оптимізувати ресурсне планування.

За залежністю наведеною нижче визначимо прогнозні значення вантажопотоку на сьомий рік використовуючи метод геометричної прогресії

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

враховуючи, що y_6 – вантажопотік протягом шостого року, $y_6 = 7,45 \text{ тис.т.}$; відповідно y_5 – вантажопотік протягом п'ятого року, який становить $y_5 = 7,64 \text{ тис.т.}$

Прогнозований матеріальний потік становитиме на сьомий рік

$$y_7^* = \frac{7,45^2}{7,64} = 7,265 \text{ тис.т.}$$

Таким чином, застосування базових математичних методів дозволило з деякою точністю визначити прогнози матеріального потоку для наступного року, як це було продемонстровано в цьому розділі дослідження. Хоча ці методи не гарантують абсолютної точності через варіабельність зовнішніх факторів, вони виявились ефективними у визначенні орієнтовних тенденцій та обсягів матеріальних потоків, що є критично важливим для планування і стратегічного розвитку.

2. ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Створення лінійної моделі тренду

Для прогнозування майбутніх тенденцій часто вдаються до аналізу трендів, використовуючи існуючі залежності між експериментальними даними. Цей процес включає в себе виявлення аналітичних залежностей, які найкраще описують розподіл даних. Завдання полягає в тому, щоб ідентифікувати та описати тенденцію, яка відображається у зібраних даних, що стає основою для тренду.

Тренд, який виокремлюється, стає основою для прогнозування, дозволяючи продовжити виявлену закономірність на майбутні періоди. Для цього часто використовують різноманітні математичні моделі, такі як лінійні, квадратичні або параболічні, експоненціальні, та гіперболічні функції. Кожен з цих типів моделей може бути вибраний залежно від специфіки даних і характеру їх розподілу. Лінійні моделі часто застосовуються при стабільних тенденціях зростання або зниження, в той час як експоненціальні та гіперболічні моделі можуть бути корисними при більш складних формах змін.

Використання цих аналітичних моделей дозволяє не тільки зробити обґрунтовані прогнози, але й планувати стратегічні рішення на основі очікуваних тенденцій. Такий підхід є надзвичайно важливим в управлінні ризиками та плануванні ресурсів у різних сферах діяльності.

При аналізі даних для прогнозування важливо вибрати аналітичну залежність, яка найточніше відобразить довгострокові тренди. Для оцінки ефективності різних трендових моделей, ми використовуємо

середньоквадратичне відхилення як ключовий інструмент: чим менше відхилення, тим точнішою є модель.

У нашому дослідженні ми плануємо застосувати різні тренди для прогнозування потоків вантажів на наступні два роки для транспортної компанії. Почнемо з розгляду лінійного тренду, оскільки він часто використовується для моделювання стабільних, постійно змінюваних даних.

Лінійний тренд передбачає знаходження простої лінійної залежності між часом і даними. Ця модель побудована на припущенні, що зміни між даними відбуваються з постійною швидкістю. Визначення тренду полягає у встановленні лінії найкращої відповідності через набір точок даних, що мінімізує суму квадратів відхилень даних від цієї лінії.

Побудова такого тренду не тільки дозволить передбачити майбутній товаропотік, але й допоможе в ідентифікації відхилень від очікуваних значень, що може вказувати на зміни в ринкових умовах або оперативних практиках. Завдяки цьому, керівництво компанії зможе своєчасно реагувати на виклики та коригувати стратегічні плани.

Прогнозування за допомогою тренду виявляється особливо ефективним, коли існує стабільна тенденція у проведенні транспортних операцій. Застосування аналітичної залежності до часового ряду дозволяє вирахувати прогнози на майбутнє на основі даних з минулого. Втім, реальна точність таких прогнозів залежить від обраного періоду даних. Практика показує, що найбільша ймовірність точного прогнозування досягається, коли аналізується інформація з тривалістю, що в тричі перевищує прогнозований період.

Це означає, що для надійного прогнозування майбутнього розвитку подій, важливо вивчити історичні дані за достатньо тривалий час, щоб уловити важливі тренди та патерни поведінки. Такий підхід дозволяє не лише передбачати майбутні тенденції, а й адекватно реагувати на можливі зміни, коригуючи оперативну та стратегічну планову діяльність.

Процедура побудови тренда повинна описуватися імперичною

залежністю, якщо відомі дані тимчасового ряду $y = f(t)$.

Задано тренд у наступному вигляді

$$y = f(t, a_0, \dots, a_m), \quad m < k, \quad (2.1)$$

У контексті аналізу трендів, m вказує на кількість параметрів, які визначають тренд, тоді як k представляє кількість значень у часовому ряду, з яких ведеться аналіз.

$$\varepsilon_i = f(i, a_0, a_1, \dots, a_m) - y_i, \quad i = 1, 2, \dots, k. \quad (2.2)$$

Результат вважається добрим де найменша квадратична сума

$$S(a_0, a_1, \dots, a_m) = \sum_{i=1}^k \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^k [f(i, a_0, \dots, a_m) - y_i]^2 \quad (2.3)$$

Знаходимо мінімальне значення функції

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a_0} = 2 \sum_{i=1}^k [f(i, a_0, \dots, a_m) - y_i] \cdot \frac{\partial f}{\partial a_0} = 0, \\ \frac{\partial S}{\partial a_m} = 2 \sum_{i=1}^k [f(i, a_0, \dots, a_m) - y_i] \cdot \frac{\partial f}{\partial a_m} = 0. \end{cases} \quad (2.4)$$

Система для лінійного тренду $y = a_0 + a_1 t$ матиме наступний вигляд:

$$\begin{cases} a_0 k + a_1 \frac{k(k+1)}{2} = \sum_{i=1}^k y_i, \\ a_0 \frac{k(k+1)}{2} + a_1 \frac{k(k+1)(2k+1)}{6} = \sum_{i=1}^k i y_i. \end{cases} \quad (2.5)$$

Знаходимо коефіцієнти до системи

$$\begin{cases} 6a_0 + 21a_1 = 49,57, \\ 21a_0 + 91a_1 = 167,23. \end{cases} \quad (2.6)$$

Результат знайдених коефіцієнтів наступний

$$a_1 = -0,358, \quad a_0 = 9,515,$$

Після цього тренд запишемо наступним чином

$$y = -0,358t + 9,515. \quad (2.7)$$

Результати відобразимо у графічному вигляді, що на рисунку 2.1

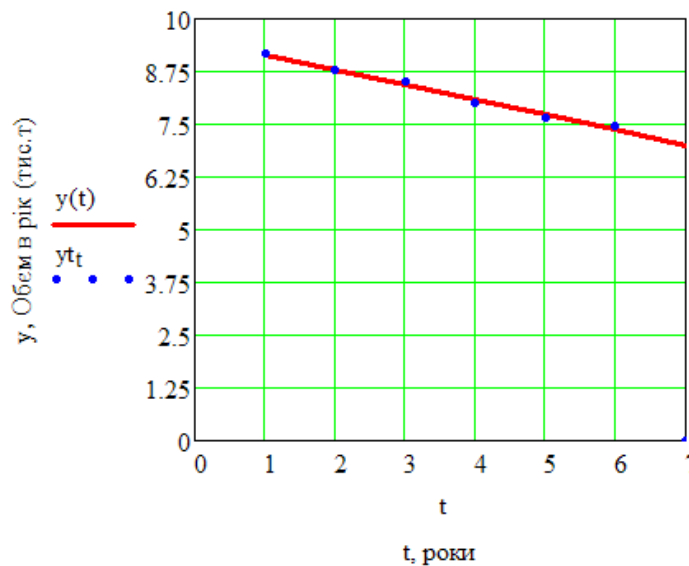


Рисунок 2.1 – Лінійний тренд

Прогнозовані значення при врахуванні лінійного тренду будуть становити $y_7 = 7,009$ тис.т.

2.2 Створення квадратичної моделі тренду

Квадратичний тренд - це тип поліноміального тренду, що застосовується в статистиці та аналізі даних для моделювання і прогнозування часових рядів, коли очікується, що дані показують не тільки лінійне зростання чи спад, але й певну криволінійність. Квадратичний тренд є корисним, коли дані мають форму параболи, тобто коли зміна змінюється з часом, не лише в одному напрямку, але зі зміною напрямку зростання чи спаду.

Квадратичний тренд використовується в багатьох сферах, де дані демонструють прискорення або уповільнення з часом. Наприклад, в економіці для аналізу змін в обсягах продажів, у демографії для вивчення змін населення, або в екологічних дослідженнях для прогнозування змін в рівнях забруднення.

Переваги та недоліки квадратичного тренда:

До переваг можна віднести, що квадратичний тренд може виявити більш складні задачі, ніж лінійний тренд; дозволяє адекватно моделювати дані з точками повороту, де темп зростання або спаду змінюється.

До недоліків відносимо наступне: більш складний у налаштуванні і аналізі порівняно з лінійним трендом; може виявитися надто чутливим до аномальних значень у даних.

Вираз квадратичного тренда має наступний вигляд $y = a_0 + a_1t + a_2t^2$.

Із системи рівнянь 2.8 знаходимо невідомі коефіцієнти a_0 , a_1 , a_2 .

$$\begin{cases} a_0k + a_1 \sum_{i=1}^k i + a_2 \sum_{i=1}^k i^2 = \sum_{i=1}^k y_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^k i + a_1 \sum_{i=1}^k i^2 + a_2 \sum_{i=1}^k i^3 = \sum_{i=1}^k iy_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^k i^2 + a_1 \sum_{i=1}^k i^3 + a_2 \sum_{i=1}^k i^4 = \sum_{i=1}^k i^2 y_i. \end{cases} \quad (2.8)$$

Після підстановки чисельних значень отримуємо систему рівнянь

$$\begin{cases} 6a_0 + 21a_1 + 91a_2 = 49,57, \\ 21a_0 + 91a_1 + 441a_2 = 167,23, \\ 91a_0 + 441a_1 + 2275a_2 = 708,33. \end{cases} \quad (2.9)$$

Результатом розв'язку є віднаходження невідомих коефіцієнтів:

$$\begin{cases} a_2 = 0,01, \\ a_1 = -0,428, \\ a_0 = 9,608. \end{cases}$$

Рівняння тренда матиме наступний вигляд

$$y = 0,01t^2 - 0,428t + 9,608. \quad (2.10)$$

Графічні результати відображені на рисунку 2.2

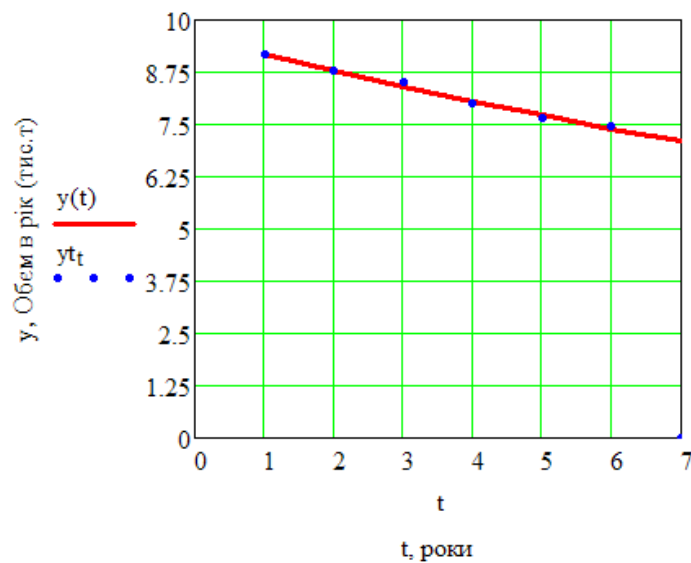


Рисунок 2.2 – Графічна залежність квадратичного тренда

Фактичне прогнозоване значення вантажопотоку на наступний рік становитиме $y_7 = 7,102 \text{ тис.т.}$

2.3 Створення експоненціальної моделі тренду

Експоненціальний тренд - це тип тренду в даних, який показує збільшення або зменшення значень за експоненціальною функцією. Це означає, що зростання або падіння даних відбувається не лінійно, а за експоненціальним законом. Цей тип тренду часто зустрічається у багатьох сферах, включаючи науку, економіку, технології, населення та інші.

Система рівнянь даного тренда представлена наступним чином

$$\begin{cases} a_0 k + b \sum_{i=1}^k u_i = \sum_{i=1}^k w_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^k u_i + b \sum_{i=1}^k u_i^2 = \sum_{i=1}^k u_i w_i. \end{cases} \quad (2.11)$$

Вигляд рівняння експоненціального тренда: $y = a e^{bt}$.

Отримані значення зведено до таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Вихідний часовий ряд експоненціального тренда

t	1	2	3	4	5	6
w	2,216	2,172	2,142	2,081	2,033	2,008

З системи рівнянь знаходимо невідомі коефіцієнти

$$\begin{cases} 6a_0 + 21b = 12,653, \\ 21a_0 + 91b = 43,527. \end{cases} \quad (2.12)$$

Отримаємо коефіцієнти:

$$a_0 = 2,2605, \quad b = -0,0433.$$

Звідси $a = e^{a_0} = e^{2,2605} = 9,588$.

Рівняння тренду матиме наступний вигляд

$$y = 9,588e^{-0,0433t}. \quad (2.13)$$

Графічний розв'язок представлено на нижче наведеному рисунку

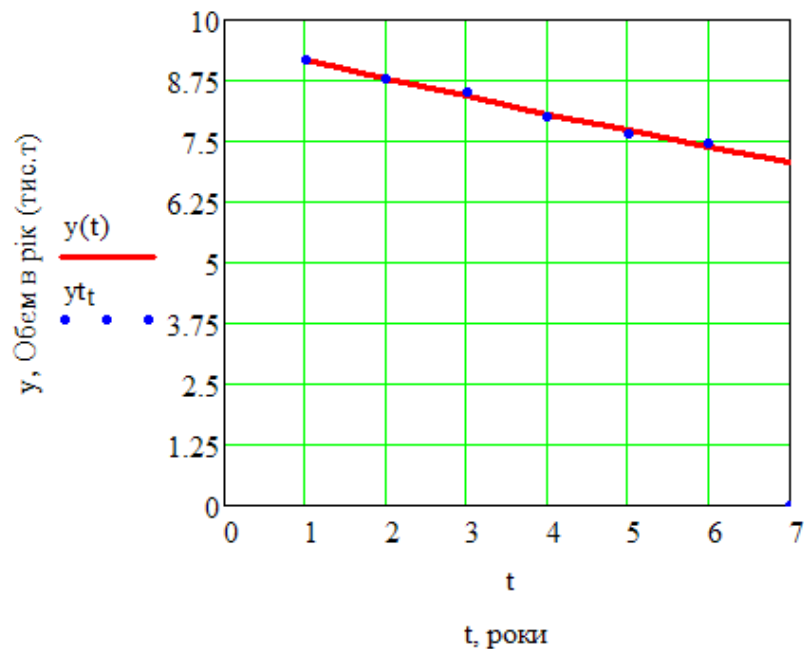


Рисунок 2.3 – Експоненціальний тренд

Значення прогнозу на сьомий рік буде становити $y_7 = 7,081$ тис.т.

2.4 Створення гіперболічної моделі тренду

Гіперболічний тренд - це вид тренду, при якому зміни значень даних відбуваються за гіперболічною кривою. Такий тип тренду характеризується швидким зменшенням або збільшенням залежної змінної, яке з часом сповільнюється, наближаючись до певної асимптоти. Гіперболічні тренди можуть використовуватись для аналізу різноманітних явищ, від економічних до наукових досліджень.

Загальний вигляд рівняння гіперболічного тренда

$$y = a_0 + \frac{a_1}{t}. \quad (2.14)$$

Система рівнянь матиме наступний вигляд

$$\begin{cases} a_0 k + a_1 \sum_{i=1}^k x_i = \sum_{i=1}^k y_i, \\ a_0 \sum_{i=1}^k x_i + a_1 \sum_{i=1}^k x_i^2 = \sum_{i=1}^k x_i y_i. \end{cases} \quad (2.15)$$

$$y = \frac{c}{at + b}. \quad (2.16)$$

Обернений дріб матиме вигляд

$$\frac{1}{y} = \frac{at + b}{c} = \frac{a}{c}t + \frac{b}{c}.$$

Після заміни

$$z = \frac{1}{y}, \quad a_1 = \frac{a}{c}, \quad a_0 = \frac{b}{c}$$

В результаті отримаємо

$$z = a_0 + a_1 t.$$

Аналогічно до попереднього маємо наступну систему рівнянь

$$\begin{cases} a_0 k + a_1 \frac{k(k+1)}{2} = \sum_{i=1}^k z_i, \\ a_0 \frac{k(k+1)}{2} + a_1 \frac{k(k+1)(2k+1)}{6} = \sum_{i=1}^k i z_i. \end{cases} \quad (2.17)$$

Рівняння гіперболічного тренду

$$y = a_0 + \frac{a_1}{t}.$$

$$x = \frac{1}{t}.$$

Таблиця 2.3 – Вихідний часовий ряд гіперболічного тренда

x	1	0,5	0,3333	0,25	0,2	0,1667
y	9,17	8,78	8,52	8,01	7,64	7,45

Знаходимо коефіцієнти та маємо наступне розв'язання системи

$$\begin{cases} 6a_0 + 2,45a_1 = 49,57, \\ 2,45a_0 + 1,491a_1 = 21,172. \end{cases} \quad (2.18)$$

Знайденні значення коефіцієнтів

$$a_0 = 7,487, \quad a_1 = 1,898.$$

Рівняння гіперболічного тренда у числовому вираженні

$$y = 7,487 + \frac{1,898}{t}. \quad (2.19)$$

Графічна інтерпретація відображена рисунку 2.4

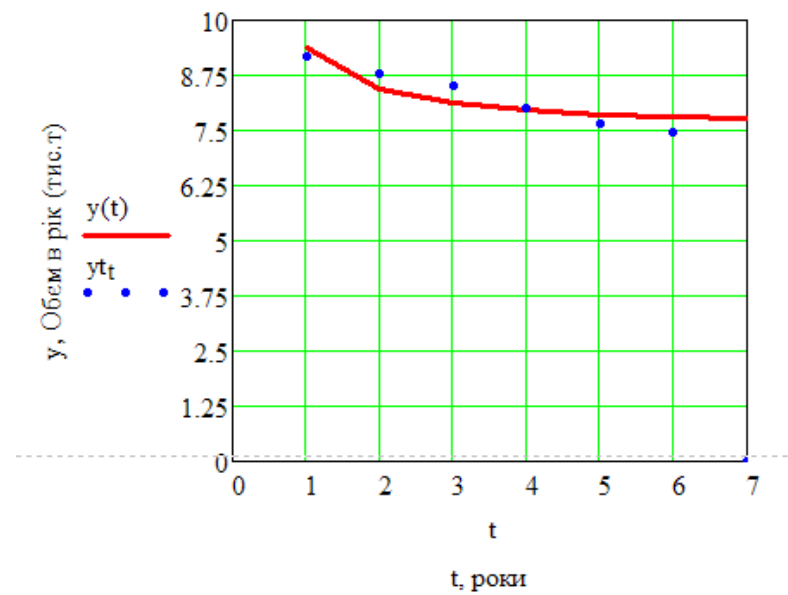


Рисунок 2.4 – Гіперболічний тренд

Прогноз на наступний період становитиме

$$y_7 = 7,758 \text{ тис.т.}$$

2.5 Порівняння трендів для визначення їхньої точності

Порівняльна оцінка якості трендів - це процес аналізу та порівняння різних трендів для визначення їхньої точності, ефективності та придатності для певних цілей або умов. Цей процес важливий у статистичному аналізі, економіці, маркетингу, екологічних науках та інших областях, де розуміння динаміки даних є критичним для прийняття рішень.

Використовуючи методи математичної статистики, для оцінки найбільш точного відповідності тренда ми застосуємо середньоквадратичне відхилення аналізованої величини. Це дозволить нам визначити, наскільки значення спостережень відхиляються від середнього значення, забезпечуючи більш точне розуміння ступеня варіації даних навколо тренда. Доповнюючи цей підхід, ми можемо також розглянути інші статистичні показники, такі як середнє абсолютне відхилення чи коефіцієнт варіації, щоб отримати повнішу картину поведінки даних і зробити більш обґрунтовані висновки про наявність і силу тренда.

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{k - m + 1} \sum_{i=1}^k \varepsilon_i^2}, \quad (2.20)$$

Вираз такого відхилення для конкретного випадку буде наступний

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 \varepsilon_i^2}{7 - m}}, \quad (2.21)$$

$\varepsilon_i = y_i - y_i^*$ - відхилення тренда від даних часових рядів вимірюється шляхом аналізу різниці між спостережуваними значеннями та значеннями, передбаченими трендом. Кількість параметрів, від яких залежить тренд,

варіюється в залежності від його типу: $m=2$ для лінійного, експоненціального і гіперболічного трендів і $m=3$ для параболічного тренда.

Розрахунок для лінійного тренда

$$\varepsilon_1 = y_1 - y_1^* = 9,17 - 9,157 = 0,013,$$

$$\varepsilon_2 = y_2 - y_2^* = 8,78 - 8,799 = -0,019,$$

$$\varepsilon_3 = y_3 - y_3^* = 8,52 - 8,441 = 0,079,$$

$$\varepsilon_4 = y_4 - y_4^* = 8,01 - 8,083 = -0,073,$$

$$\varepsilon_5 = y_5 - y_5^* = 7,64 - 7,725 = -0,085,$$

$$\varepsilon_6 = y_6 - y_6^* = 7,45 - 7,367 = 0,083.$$

Після цього визначаємо для лінійного тренда середньоквадратичне відхилення

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{0,013^2 + 0,019^2 + 0,079^2 + 0,073^2 + 0,085^2 + 0,083^2}{5}} = 0,072.$$

Такі ж обчислення виконуємо і для квадратичного тренда

$$\varepsilon_1 = y_1 - y_1^* = -0,02,$$

$$\varepsilon_2 = y_2 - y_2^* = -0,012,$$

$$\varepsilon_3 = y_3 - y_3^* = 0,106 ,$$

$$\varepsilon_4 = y_4 - y_4^* = -0,046 ,$$

$$\varepsilon_5 = y_5 - y_5^* = -0,078 ,$$

$$\varepsilon_6 = y_6 - y_6^* = 0,05 .$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{0,02^2 + 0,012^2 + 0,106^2 + 0,046^2 + 0,078^2 + 0,05^2}{4}} = 0,075 .$$

Розрахунки для експоненціального тренда наступні

$$\varepsilon_1 = y_1 - y_1^* = -0,012 ,$$

$$\varepsilon_2 = y_2 - y_2^* = -0,013 ,$$

$$\varepsilon_3 = y_3 - y_3^* = 0,1 ,$$

$$\varepsilon_4 = y_4 - y_4^* = -0,053 ,$$

$$\varepsilon_5 = y_5 - y_5^* = -0,082 ,$$

$$\varepsilon_6 = y_6 - y_6^* = 0,056 .$$

Середньоквадратичне відхилення для цього ж тренда

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{0,012^2 + 0,013^2 + 0,1^2 + 0,053^2 + 0,082^2 + 0,056^2}{5}} = 0,068.$$

Для гіперболічного тренда:

$$\varepsilon_1 = y_1 - y_1^* = -0,214,$$

$$\varepsilon_2 = y_2 - y_2^* = 0,344,$$

$$\varepsilon_3 = y_3 - y_3^* = 0,401,$$

$$\varepsilon_4 = y_4 - y_4^* = 0,049,$$

$$\varepsilon_5 = y_5 - y_5^* = -0,226,$$

$$\varepsilon_6 = y_6 - y_6^* = -0,353.$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{\frac{13,976^2 + 8,899^2 + 2,473^2 + 2,689^2 + 9,007^2 + 14,952}{5}} = 10,886.$$

Отже, з цього випливає, що найкращим варіантом є експоненціальний тренд, який і буде використано для прогнозування. Крім того, вибір цього тренда дозволяє більш точно моделювати динаміку даних, особливо у випадках, коли спостерігається постійне зростання або спад. Для підвищення точності прогнозу можна також враховувати сезонні коливання та інші можливі фактори, що впливають на зміну даних.

2.6 Прогнозування значень на 7-й, 8-й роки та встановлення інтервалів для можливих прогнозів у майбутньому

Прогнозування на два наступні роки є важливим інструментом для планування та стратегічного управління в багатьох сферах. Точкові та інтервальні прогнози дозволяють з різним ступенем точності передбачати майбутні події чи показники.

Точковий прогноз передбачає визначення одного конкретного значення, яке найбільш ймовірно буде досягнуто у майбутньому. Це може бути, наприклад, очікуваний рівень продажів у компанії та ін. Виконання точкового прогнозу зазвичай включає аналіз даних та застосування статистичних або машинних методів навчання для визначення найбільш ймовірного майбутнього результату.

Інтервальні прогнози надають ширший спектр можливих результатів, вказуючи на мінімальні та максимальні границі, між якими може коливатися майбутній показник. Цей тип прогнозу є корисним для врахування невизначеності та ризиків, а також дозволяє краще підготуватися до різних можливих сценаріїв. Використання інтервальних прогнозів включає моделювання факторів, які можуть вплинути на майбутні результати, та подачу результатів у вигляді діапазону значень, а не одного числа.

Виконання обох видів прогнозів вимагає глибокого розуміння контексту та доступу до достовірних даних. Застосування сучасних технологій, таких як штучний інтелект та великі дані, може значно підвищити точність прогнозів.

Точкові прогнози. Враховуючи, що найкращим виявився експоненціальний тренд і він був обраний для прогнозування, можна зробити точковий прогноз для 7-го року. Використання цього тренда дозволить отримати більш надійні передбачення, оскільки він враховує постійний темп зростання або спаду. Додатково, для підвищення точності прогнозу можна

залучити різні інструменти і методи, такі як аналіз часових рядів та врахування потенційних зовнішніх факторів, що можуть вплинути на результат.

$$y_7^* = a \cdot e^{b \cdot t},$$

продовжуючи ці тенденції на два наступні роки, матимемо

$$y_7^* = 9,588 \cdot e^{-0,04337} = 7,081 \text{ тис.т.};$$

$$y_8^* = 9,588 \cdot e^{-0,04338} = 6,781 \text{ тис.т.}$$

Інтервальні прогнози є важливим аспектом прогнозування, який забезпечує більшу надійність і точність порівняно з точковими оцінками. Точкові прогнози, які ми розглядали раніше, базуються на одному числовому значенні, але навіть за умови використання найсучасніших методів, вони можуть містити суттєві похибки. Особливо це стосується прогнозів на тривалий період або за короткий період спостереження.

На противагу точковим оцінкам, інтервальні прогнози дають більш реалістичне уявлення про можливий розвиток подій. Вони визначаються двома межами, які утворюють довірчий інтервал. Цей інтервал дозволяє врахувати невизначеність у даних і забезпечити більшу надійність прогнозу. Довірчий інтервал характеризується ймовірністю, з якою справжнє значення прогнозованого показника потрапить у цей інтервал.

Розглянемо ситуацію, коли для аналізу використовуються часові ряди. На основі цих даних можна побудувати тренд, і припустити, що похибка прогнозованої оцінки тренду має нормальний розподіл. У цьому випадку можна обчислити довірчі межі, використовуючи стандартні відхилення та відповідні коефіцієнти для нормального розподілу. Таким чином, ми визначаємо верхню та нижню межі інтервалу прогнозу, що дозволяє врахувати можливі

коливання та невизначеність у даних.

Застосування інтервальних прогнозів дозволяє отримати більш точні результати, надаючи аналітикам та дослідникам інструменти для врахування невизначеності та підвищення надійності їхніх прогнозів. Це особливо важливо в умовах, коли дані містять значну варіативність, і точкові оцінки можуть не відображати реальної картини. Інтервальні прогнози дозволяють приймати більш обґрунтовані рішення, враховуючи можливі сценарії розвитку подій.

$$\alpha_p = f(k + p) - \varepsilon(1 - \gamma, k - m)K(p); \quad (2.22)$$

$$\beta_p = f(k + p) + \varepsilon \cdot S(1 - \gamma, k - m)K(p). \quad (2.23)$$

Період прогнозу p , середнє квадратичне відхилення тренда ε , тривалість періоду спостережень k , кількість параметрів тренда m , довірча ймовірність γ і табличне значення критерію Стюдента $S(1 - \gamma, k - m)$ є ключовими елементами, які необхідно враховувати під час створення прогнозних моделей. Період прогнозу визначає часовий відрізок, на який робиться прогноз, а середнє квадратичне відхилення тренда дозволяє оцінити відхилення фактичних даних від прогнозованих значень.

Тривалість періоду спостережень відображає кількість наявних даних у часовому ряді, що важливо для точності прогнозу, оскільки більше даних забезпечує більш надійний аналіз. Кількість параметрів тренда показує складність моделі, що використовується для прогнозування, де більш складні моделі можуть враховувати більше змінних.

Довірча ймовірність вказує на ступінь впевненості в тому, що фактичне значення потрапить у розрахований інтервал, а табличне значення критерію Стюдента, яке можна знайти у відповідних статистичних таблицях, використовується для визначення кордонів довірчого інтервалу.

Таким чином, комплексний підхід до прогнозування включає врахування всіх цих факторів, щоб забезпечити точність і надійність отриманих результатів. Кожен з елементів відіграє важливу роль в побудові довірчих інтервалів, які дозволяють враховувати невизначеність і варіативність даних. Період прогнозу визначає часовий горизонт, на який спрямовані зусилля прогнозиста, тоді як середнє квадратичне відхилення тренда дає уявлення про рівень розсіювання даних навколо тренду, що дозволяє оцінити точність прогнозу.

Тривалість періоду спостережень, або кількість відомих значень у часовому ряді, впливає на надійність прогнозу: чим більше даних, тим точніше прогноз. Кількість параметрів тренда відображає складність моделі. Довірча ймовірність визначає рівень впевненості в тому, що справжнє значення потрапить в межі прогнозованого інтервалу, а табличне значення критерію Стюдента використовується для коректного розрахунку цих меж.

Цей комплексний підхід дозволяє врахувати всі важливі фактори для отримання максимально точних і надійних прогнозів. Інтервальні прогнози таким чином стають не просто математичними розрахунками, а інструментом для прийняття обґрунтованих рішень в умовах невизначеності, забезпечуючи аналітикам можливість краще розуміти і передбачати розвиток подій на основі доступних даних.

$$K(p) = \sqrt{\frac{k+1}{k} + \frac{3(k+2p-1)^2}{k(k^2-1)}}. \quad (2.24)$$

Конкретизуючи,

$$\begin{aligned} K(1) &= \sqrt{\frac{k+1}{k} + \frac{3(k+1)^2}{k(k^2-1)}} = \\ &= \sqrt{\frac{(k+1)(k+2)}{k(k-1)}}. \end{aligned} \quad (2.25)$$

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

$$= \sqrt{\frac{(k+2)(k^2+2k+13)}{k(k-1)(k+1)}}. \quad (2.26)$$

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

$n \backslash \alpha$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,1	2,35	2,13	2,01	1,94	1,89	1,86	1,83	1,81	1,80	1,78	1,77	1,76	1,75
0,05	3,18	2,78	2,57	2,45	2,36	2,31	2,26	2,23	2,20	2,18	2,16	2,14	2,13

Визначення меж для сьомого року

$$\alpha_1 = y_7^* - \varepsilon_y \cdot S(0,05;4)K(1);$$

$$\beta_1 = y_7^* + \varepsilon_y \cdot S(0,05;4)K(1).$$

Визначення меж для восьмого року

$$\alpha_2 = y_8^* - \varepsilon_y \cdot S(0,05;4)K(2);$$

$$\beta_1 = y_8^* + \varepsilon_y \cdot S(0,05;4)K(2),$$

Отримуємо числові значення

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

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

За результатами виконаних розрахунків маємо наступні інтервальні прогнози

$$6,823 \leq y_7^* \leq 7,339,$$

$$6,493 \leq y_8^* \leq 7,069.$$

Вивчення інтервальних меж для прогнозів на сьомий та восьмий роки дозволило нам отримати більш зважені та обґрунтовані результати. Завдяки цьому підходу, який враховує широкий діапазон можливих сценаріїв, компанії мають змогу більш ефективно та гнучко підходити до планування своєї діяльності. Цей метод допомагає оцінити потенційні ризики та можливості, які можуть виникнути в довгостроковій перспективі, та стимулює бізнес до розробки більш виважених стратегій.

Отже, використання інтервальних меж в прогнозуванні не тільки збільшує точність оцінок майбутніх показників, але й надає компаніям необхідний простір для адаптації їх бізнес-моделей під змінні умови ринку, що є ключовим для підтримки стійкості та зростання в довгостроковій перспективі.

3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1. Охорона праці на автотранспортному підприємстві

Для ефективного здійснення автомобільних перевезень необхідне суворе дотримання діючих на автомобільному транспорті правил охорони праці. Автомобіль є джерелом підвищеної небезпеки, і до його експлуатації пред'являються підвищені вимоги. Тому актуальним та важливим в контексті вивчення автомобільних перевезень є розгляд питання про організацію роботи з охорони праці на автомобільному транспорті.

Загальне керівництво роботою по охороні праці згідно Закону України «Про охорону праці» в цілому на підприємстві покладається на його власника (керівника). Основні обов'язки і права адміністративно-технічного персоналу по охороні праці містяться в галузевих Правилах з охорони праці і посадових інструкціях.

На створення безпечних умов праці витрачаються великі суми, які з року в рік зростають. На підприємствах, крім директора і головного інженера, відповідальних за виконання завдань по створенню безпечних умов праці, є інженери з охорони праці, які проводять систематичну роботу по техніці безпеки і виробничої санітарії.

Для організації роботи, направленої на попередження нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах з кількістю працівників 50 чоловік і більше, повинна бути створена служба охорони праці. На підприємствах з кількістю працівників менше 50 чоловік функції цієї служби можуть виконувати осіб з відповідною професійною підготовкою за сумісництвом.

На підприємствах загальна чисельність фахівців служби охорони праці

встановлюється залежно від загального числа працівників, небезпеки і шкідливості виробничих процесів, кількості окремо розташованих від основної бази автоколон. Рекомендується при чисельності працівників: від 50 до 500 чоловік в службу охорони праці включати одного фахівця, від 501 до 1000 – двох фахівців, більше 1000 чоловік – трьох фахівців. За наявності двох і більш автоколон розташованих окремо від основної бази, в службу охорони праці підприємства доцільно включати додатково ще одного фахівця. Служба охорони праці підприємства підпорядковується безпосередньо його керівникові і прирівнюється до основних виробничо-технічних служб. Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства.

Метою управління охороною праці на АТП є забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини під час трудової діяльності.

Система управління охороною праці на АТП розробляється з урахуванням особливостей його виробничої діяльності і вписується в існуючу структуру й схему управління підприємством у цілому, де органи (суб'єкти) управління діяльністю одночасно є органами (суб'єктами) управління охорони праці. Зокрема, суб'єктами управління підприємства виступає директор підприємства; об'єктами управління – діяльність функціональних служб (бухгалтерія, відділ маркетингу та логістики) і структурних підрозділів щодо забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці на робочих місцях, виробничих ділянках та на АТП в цілому.

Найважливішими завданнями охорони праці на АТП є: організація та координація роботи в галузі охорони праці; планування роботи й прогнозування виробничого ризику (ступеня небезпеки); технологічне забезпечення; технічне забезпечення; матеріально-технічне забезпечення; нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці, соціальне забезпечення; правове забезпечення; інформаційне, нормативно-медичне і методичне забезпечення; економіко-цільове регулювання та мотивація безпечної роботи; контроль за станом охорони праці; облік, аналіз і оцінка показників

стану охорони праці.

Відповідальність за керівництво роботою по охороні праці і техніку безпеки, проведення заходів щодо зниження і попередження виробничого травматизму і профзахворювань покладається на керівника автотранспортного підприємства. Відповідальним обличчям за охорону праці, техніку безпеки і виробничу санітарію є інженер (старший інженер) по техніці безпеки, підлеглий головному інженеру автотранспортного підприємства.

Профспілковий комітет контролює дотримання законодавства про працю, вимог охорони праці і виробничої санітарії, дозволяє трудові суперечки. Для поліпшення роботи з охорони праці і техніку безпеки профспілкові комітети створюють на підприємствах комісії охорони праці і виділяють суспільних інспекторів по охороні праці.

Робітники можуть бути допущені до роботи тільки після проходження інструктажу з техніки безпеки. Інструктаж проводиться по наступним видам: вступний інструктаж при надходженні на роботу, інструктаж на робочому місці, повторний інструктаж. Вступний інструктаж проводить інженер з техніки безпеки. Інструктаж на робочому місці проводить керівник виробничої ділянки, супроводжуючи його показом безпечних прийомів роботи.

Вступний інструктаж і інструктаж на робочому місці записуються в «контрольний лист», що підписується інженером по техніці безпеки, робітником, майстром і відповідальним.

Повторний інструктаж проводять не рідше одного разу в 6 місяців, а додатковий – при порушенні працюючим правил і інструкцій з техніки безпеки, технологічної і виробничої дисципліни, а також при зміні технологічного процесу, виду робіт і типу автомобілів. Повторний і додатковий інструктажі записуються в спеціальний журнал, що зберігає керівник виробничої ділянки.

Слюсарно-монтажні інструменти повинні бути справними. Не

допускається використання ключів зі зношеними гранями і невідповідними розмірами, застосування важелів для збільшення плеча гайкових ключів, а також застосування зубил і молотка для відгвинчування гайок. Рукоятки викруток, напилків, ножівок і інших подібних інструментів повинні бути виготовлені з пластмаси чи дерева, мати гладку поверхню. Дерев'яні рукоятки щоб уникнути розколювання повинні мати металеві скріпні кільця. Паяльні лампи, електричні і пневматичні інструменти дозволяється видавати тільки особам, що володіють навиками користування ними.

3.2 Дії персоналу невеликих підприємств при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій

1. Загальні положення.

1.1. Типову інструкцію розроблено Українським НДІ цивільного захисту відповідно до ст. 130 Кодексу цивільного захисту України.

1.2. Залежно від існуючої або прогнозованої обстановки з питань цивільного захисту та надзвичайних ситуацій на підприємстві, в установі, організації, закладі (далі – підприємство) може бути встановлено один з трьох режимів функціонування об'єктової ланки функціональної або територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту:

- режим повсякденного функціонування;
- режим підвищеної готовності;
- режим надзвичайної ситуації.

Режими встановлюються органами виконавчої влади, а у окремих випадках на території підприємства – його керівником.

1.3. Усі працівники підприємства, незалежно від займаних посад, повинні знати та суворо виконувати вимоги Типової інструкції щодо дій персоналу підприємства при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій.

За невиконання вимог Інструкції персонал підприємства може бути притягнутий до адміністративної відповідальності.

2. Характеристика можливої обстановки в районі підприємства при виникненні надзвичайної ситуації.

У розділі перелічуються можливі джерела потенційної небезпеки на території самого підприємства або поблизу нього, додається характеристика можливої обстановки при виникненні надзвичайних ситуацій, пов'язаної з руйнуванням або іншим негативним впливом.

Відомості про джерела небезпеки та характер їхнього впливу на підприємство надають районні державні адміністрації, виконавчі органи міських рад.

3. Порядок оповіщення адміністрації та персоналу про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій.

3.1. Оповіщення адміністрації, робітників та службовців підприємства щодо надзвичайних ситуацій проводиться за заздалегідь розробленою схемою.

3.2. Адміністрація у неробочий час оповіщається телефоном (вказується відповідальний виконавець). Залежно від обстановки оповіщається й решта персоналу.

3.3. У робочий час персонал підприємств оповіщається про надзвичайну ситуацію (вказується яким способом).

3.4. При отриманні інформації про надзвичайну подію вмикають сирени, виробничі гудки, що буде означати подання попереджувального сигналу «Увага всім», після чого негайно приводяться у готовність радіо- та телеприймачі для прийняття повідомлення.

3.5. Кожний працівник підприємства повинен знати сигнали оповіщення цивільного захисту та вміти правильно діяти в умовах загрози та виникнення надзвичайних ситуацій.

4. Порядок укриття персоналу в захисних спорудах цивільного захисту.

4.1. На випадок виникнення надзвичайної ситуації, пов'язаної із

загрозою або початком забруднення повітря хімічно небезпечною чи радіоактивною речовиною всі працівники підприємства підлягають укриттю в захисній споруді цивільного захисту (вказується адреса та приналежність споруди).

4.2. Для термінового укриття працівників у разі забруднення хімічно небезпечною речовиною використовуються за герметизовані приміщення (вказується адреса), забезпечується перебування у них без подачі повітря.

4.3. При отриманні інформації про радіоактивну небезпеку працівники укриваються в приміщенні (вказується приміщення, адреса), яке забезпечує захист осіб, що переховуються від ураження іонізуючим випромінюванням при радіоактивному зараженні.

5. Порядок видачі персоналу засобів індивідуального захисту

5.1. Засоби індивідуального захисту (вказується які) видаються після отримання відповідного розпорядження або за рішенням керівника підприємства (вказується місце видачі).

5.2. Працівники, які отримали такі засоби, повинні перевірити їх стан, провести підбір та мати постійно при собі або на робочому місці.

5.3. Протигази переводяться у бойовий стан за командою або самостійно, при наявності небезпеки забруднення повітря.

6. Порядок виділення автотранспорту для проведення евакуації

6.1. При проведенні термінової евакуації персоналу та відвідувачів з небезпечних зон залучається весь наявний службовий, а також особистий транспорт працівників підприємства, які повинні надавати його в розпорядження адміністрації.

7. Додержання протиепідемічних заходів при загрозі розповсюдження небезпечних інфекційних захворювань

7.1. Якщо на території підприємства або поблизу нього виникла небезпека розповсюдження особливо небезпечних інфекційних захворювань, усі працівники повинні суворо виконувати вимоги санітарно-епідеміологічної служби щодо проведення термінової профілактики та

імунізації, ізоляції та лікування виявлених хворих, дотримуватися режиму із запобігання розповсюдженню інфекції.

7.2. При необхідності працівники, які прибули на роботу, повинні проходити санітарну обробку (вказується місце її проведення), дезінфекцію або міняти одяг, а водії транспортних засобів — здійснювати спеціальну обробку автотранспорту (вказується місце її проведення), а також виконувати інші вимоги та заходи, які перешкоджають розповсюдженню особливо небезпечних інфекційних захворювань.

8. Збереження матеріальних цінностей у період загрози та виникнення надзвичайних ситуацій.

8.1. Усі працівники підприємства повинні вжити необхідних заходів щодо зберігання матеріальних цінностей при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій.

8.2. Заходи із захисту від надзвичайних ситуацій або з ліквідації їхніх наслідків повинні враховувати необхідність попередження або зменшення можливих збитків підприємству.

8.3. Відповідальність за організацію охорони майна підприємства під час захисту від надзвичайних ситуацій або ліквідації їхніх наслідків покладається на (вказується посада, прізвище).

9. Особливості дій працівників при деяких надзвичайних ситуаціях.

9.1. При загрозі хімічного ураження оповіщаються всі працівники та відвідувачі, які знаходяться на території підприємства.

9.2. Вентиляційні установки та кондиціонери терміново виключаються, закриваються вікна, двері, кватирки, приміщення герметизуються. Вихід із будівлі й вхід до неї припиняється до особливого розпорядження адміністрації.

9.3. Працівникам видаються засоби індивідуального захисту, одночасно вживаються заходи із забезпечення відвідувачів ватно-марлевими пов'язками.

9.4. Відповідальні за забезпечення герметизації приміщень (посада,

прізвище), за забезпечення працівників та відвідувачів засобами індивідуального захисту (посада, прізвище).

9.5. При виявленні у приміщенні, де укриваються працівники, хімічно небезпечної речовини працівники повинні вийти (вказати куди) або з дозволу адміністрації залишити зону забруднення. Виходити із зони необхідно тільки у засобах індивідуального захисту та рухатися в напрямку, перпендикулярному напрямку вітру.

9.6. При виникненні пожежі на підприємстві всі працівники зобов'язані суворо виконувати вимоги Інструкції з пожежної безпеки, евакуацію проводити згідно з Планом евакуації.

9.7. Відповідальність за дотримання заходів пожежної безпеки та організацію дій персоналу при загрозі або виникненні пожежі покладається на (посада, прізвище).

9.8. При радіоактивному забрудненні території підприємства або при загрозі забруднення всі працівники повинні уважно слідкувати за мовним повідомленням управління з питань надзвичайних ситуацій, яке передається по радіо та телебаченню після попереджувального сигналу «Увага всім», за інформацією інших засобів масової інформації про обстановку в місті та суворо виконувати рекомендації із захисту від радіоактивного зараження.

9.9. Працівник (посада, прізвище) організовує на території підприємства контроль за радіаційною обстановкою за допомогою побутового дозиметру (називається тип приладу) та постійно інформує про результати вимірювань адміністрацію підприємства, управління з питань надзвичайних ситуацій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз результатів прогнозування показав, що серед усіх методів найточніші результати отримано за допомогою геометричної прогресії, оскільки її середнє квадратичне відхилення становить найменшу величину $\varepsilon = 0,187 \text{ тис.т.}$ Це дозволило вибрати саме цей метод для подальших прогнозів. Зокрема, прогноз матеріального потоку на сьомий рік за допомогою методу арифметичної прогресії становить $y_7^* = 7,265 \text{ тис.т.}$

Для більш детального прогнозування товаропотоку на сьомий рік були використані різні методи трендів. Встановлено, що за лінійним трендом товаропотік становитиме $y_7 = 7,009$ тисяч тонн, за квадратичним трендом – $y_7 = 7,102 \text{ тис.т.}$, за експоненціальним трендом – $y_7 = 7,081 \text{ тис.т.}$, а за гіперболічним – $y_7 = 7,758 \text{ тис.т.}$

Після аналізу середніх квадратичних відхилень для кожного методу, найкращим було визнано експоненціальний тренд, який і був обраний для подальших прогнозів.

Використовуючи найточніший експоненціальний тренд, ми отримали інтервальні прогнози для матеріального потоку на сьомий і восьмий роки. Ці інтервальні прогнози забезпечують більш точне відображення можливих коливань і дозволяють фірмам більш гнучко планувати свою діяльність. Врахування інтервальних меж прогнозів дозволяє створювати бізнес-плани, які враховують всі можливі варіанти розвитку подій, забезпечуючи стабільність і гнучкість в управлінні ресурсами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Яцківський Л.Ю., Зеркалов Д.В. Загальний курс транспорту. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К. : Арістей, 2007. 504с.
2. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів: підруч. / І.А. Вікович. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 672 с.
3. Бабій М.В., Легета В.В. Квадратичний тренд як інструмент прогнозування товаропотоку для автоперевезень. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2017. Том 3. С. 20-21.
4. 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.
5. Босняк М.Г. «Вантажні автомобільні перевезення». Навчальний посібник, - К.: Видавничий Дім «Слово», 2010.- 408 с.
6. 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.
7. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я. І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с.
8. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. №3 (13) С. 87–91.
9. 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.
10. Горяїнов О.М. Вантажні перевезення: Конспект лекцій. (для студентів

напрямку підготовки – Транспортні технології)) / Харків, 2009. – 109с.

11. 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.

12. 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.

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

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi V. (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.

18. Організація перевезення вантажів у сільському господарстві/О. І. Бурлай, М.Г. Вергун, В.І. Котелянець[та ін.].Житомир : Вид-во «Полісся», 1993.162 с.

19. 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.
20. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: Підручник / В. С. Бондарев, О. І. Дубинець, М. П. Колісник та ін. – К.: Вища шк., 2009. – 734 с.: іл.
21. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій / М.В. Бабій, А.В. Бабій, А.Й. Матвійшин // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 “Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу” – Харків, 2016. С. 232–236.
22. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні. К.: Державтотрансдідпроект, 1998. – 129 с.
23. Andrii Babii, Bohdan Levytskyi, Taras Dovbush, Mariia Babii, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Volodymyr Valiashek. Mathematical model of sprayer tank loading. *Procedia Structural Integrity*. Volume 59, 2024, Pages 609-616.
24. 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.
25. Єдина транспортна система : навч. посіб. / Ю. В. Соколов [та ін.]. – Харків : ООО «Олант», 2002. – 288 с.
26. Leshchak, R.L., Babii, A.V., Varna, R.A. et al. Corrosion Resistance of the Coating of the Frame of an Agricultural Sprayer Boom. *Mater Sci* 58, 2022. 268–273.
27. 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.

28. 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.

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

30. 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.

31. Северин О.О. Вантажні роботи на автомобільному транспорті: організація і технологія. Підручник для студентів вищих навчальних закладів напрямку „Транспортні технології”. Харків: ХНАДУ, 2017. 384 с.

32. Бабій А.В., Довбуш Т.А., Бабій М.В., Ткаченко О.І., Сташків М.Я. Динаміка машин. Навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Магістр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 246 с.

33. Бабій В.А., Гащин В.І., Бабій М.В. Штучний інтелект в системах автоматизованого керування дорожнім рухом. Матеріали XII Міжнародної науковопрактичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій. Тернопіль: ТНТУ, 2023. С. 178.

34. В. О. Дзюра, М. В. Бабій, і А. П. Сташків, « Шляхи оптимізації кількості індивідуального транспорту в обмежених можливостях вулично-дорожньої мережі », *ВМТ*, вип. 19, вип. 1, с. 46–54, Лип 2024.

