


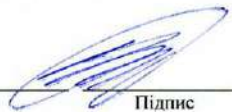
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему **Оптимізація потреби СТОА в запасних частинах**
Шифр: ДРАТТАМ 24.20146.000. ПЗ

Галузь знань 27 – Транспорт
Шифр і назва галузі знань
Спеціальність 274 – Автомобільний транспорт
Шифр і назва спеціальності
Рівень вищої освіти Перший бакалаврський
Рівень вищої освіти
Освітньо-професійна програма Автомобільний транспорт
Назва освітньої програми

Виконав: студент 4 курсу, група АТ-20-1  Валерій СТАСЮК
Курс, група виконавця Підпис Ім'я, прізвище

Керівник: д.т.н., доцент кафедри ТАМ  Ілона ДРАЧ
Науковий ступінь, посада Підпис Ім'я, прізвище

До захисту допускаю:
зав. кафедри ТАМ, д.т.н., професор  Олександр ДИХА
Підпис Ім'я, прізвище

4 06 2024 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет *інженерії, транспорту та архітектури*
Кафедра *трибології, автомобілів та матеріалознавства*
Рівень вищої освіти *перший бакалаврський*
Галузь знань *27 – Транспорт*
Спеціальність *274 – Автомобільний транспорт*
Освітньо-професійна програма *Автомобільний транспорт*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

(підпис)

д.т.н., професор Олександр ДИХА

Науковий ступінь, ім'я, прізвище

« 20.02 » 2024 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Завдання видано студенту

Стасюку Валерію Денисовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломної роботи бакалавра: «Оптимізація потреби СТОА в запасних частинах»

Керівник роботи

доцент кафедри ТАМ Драч Ілона Володимирівна

(посада, прізвище, ім'я, по батькові)

2. Затверджено наказом університету від 15 лютого 2024 р. № 8

3. Дата видачі завдання студенту: 20 лютого 2024 р.

4. Строк подання студентом роботи на кафедру: 10 червня 2024 р.

5. Вихідні дані: *техніко – економічні показники роботи Автоцентру «ЛІГА-II» м. Хмельницький, джерела інформації щодо теми ДРБ.*

6. Зміст пояснювальної записки (перелік задач): *провести аналіз предметної області, здійснити огляд методів керування запасними частинами на СТОА. Розробити імітаційну модель в стохастичній задачі керування ресурсами на сервісному автопідприємстві. Визначити оптимальну стратегію керування запасами запчастин на СТОА, яка враховує: втрати від дефіциту товару, стратегії оформлення і придбання замовлення. Визначити послідовність застосування моделі керування запасами запчастин з використанням електронних таблиць Excel. Визначити оптимальну стратегію оформлення і одержання замовлень на придбання запчастин для заданих вхідних даних.*

7. Перелік графічного матеріалу: *графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах.*

8. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

9. Календарний план виконання дипломної роботи бакалавра:

№	Назва етапів (розділів) дипломної роботи бакалавра	Термін виконання	Примітка
1	<i>Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики дипломної роботи бакалавра з керівником</i>	<i>01.02.2024</i>	<i>виконано</i>
2	<i>Ознайомлення з предметною областю, формулювання мети та задач дослідження, визначення об'єкта та предмета дослідження</i>	<i>30.02.2024</i>	<i>виконано</i>
3	<i>Робота над розділом 1 – Характеристика предметної області та постановка задачі</i>	<i>30.02.2024</i>	<i>виконано</i>
4	<i>Робота над розділом 2 – Імітаційна модель керування запасами запчастин на СТОА</i>	<i>30.03.2024</i>	<i>виконано</i>
5	<i>Робота над розділом 3 – Практична реалізація імітаційної моделі керування запасами запчастин на СТОА</i>	<i>30.04.2024</i>	<i>виконано</i>
6	<i>Оформлення пояснювальної записки згідно вимог</i>	<i>30.05.2024</i>	<i>виконано</i>

Виконавець:

студент 4 курсу, група АТ-20-1

Курс, група виконавця


Підпис

Валерій СТАСЮК

Ім'я, прізвище

Керівник:

д.т.н., доцент кафедри ТАМ

Науковий ступінь, посада


Підпис

Ілона ДРАЧ

Ім'я, прізвище

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи бакалавра: Оптимізація потреби СТОА
в запасних частинах

Виконавець дипломної роботи бакалавра: студент групи АТ-20-1
Стасюк Валерій Денисович

Керівник дипломної роботи бакалавра: д.т.н., доцент кафедри ТАМ
Драч Ілона Володимирівна

Дипломна робота бакалавра містить:

Пояснювальна записка				Кількість додатків
Сторінок	Рисунків	Таблиць	Джерел інформації	
59	14	11	27	2

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра полягає в розробці оптимальної стратегії керування запасами запчастин на СТОА з використанням імітаційного моделювання.






Для досягнення поставленої мети визначені такі задачі дослідження: проаналізувати методи керування ресурсами запасних частин на СТОА, розробити імітаційну модель для стохастичної задачі керування запасами запчастин на сервісному автопідприємстві; реалізувати запропоновану модель для визначення оптимальної стратегії оформлення і одержання замовлень на придбання запчастин для заданих вхідних даних.

Результатом виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є система прийняття рішень для визначення оптимальної стратегії організації керування запасами запчастин на СТОА з використанням імітаційного моделювання.

Ключові слова: РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ, КЕРУВАННЯ ЗАПАСАМИ ЗАПЧАСТИН, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ КЕРУВАННЯ ЗАПАСАМИ.

ЗМІСТ

Перелік скорочень	6
Вступ.....	7
1 Характеристика предметної області та постановка задачі.....	9
1.1 Аналіз предметної області	9
1.2 Аналіз відомих систем організації ресурсного забезпечення технічного сервісу автомобілів	11
1.3 Аналіз існуючих рішень для оптимізації систем організації ресурсного забезпечення технічного сервісу автомобілів	14
1.4 Мета і задачі дослідження	17
2 Методи визначення потреби в запасних частинах на підприємствах автосервісу	18
2.1 Аналіз чинників, що визначають потреби в запасних частинах на автосервісних підприємствах	18
2.2 Аналіз парку та продажів легкових автомобілів в Україні.....	21
2.3 Система забезпечення запасними частинами	25
2.4 Методи визначення потреби в запасних частинах та аналіз систем управління запасами СТОА	28
2.5 Імітаційне моделювання як інструмент прийняття рішень	33
2.6 Висновки до розділу 2.....	35

					ДРАТТАМ 24.20146.000 ПЗ			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Оптимізація потреби СТОА в запасних частинах	Літ.	Арк.	Акрюшів
Розроб.	Стасюк						4	59
Перевір.	Драч							
Реценз.	Костюк							
Н. Контр.	Бабак							
Затверд.	Диха					ХНУ група АТ 20-1		

3 Імітаційна модель керування запасами запчастин на СТОА та її практична реалізація	36
3.1 Структура інформаційної системи прийняття рішень	36
3.2 Визначення оптимальної стратегії керування запасами запчастин на сервісному автопідприємстві	43
3.3 Висновки до розділу 3	51
 Висновки.....	53
Перелік посилань	56
Додатки.....	59

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік скорочень

Скорочення, термін,
позначення

Пояснення

СТОА	Станція технічного обслуговування автомобілів
ТО	Технічне обслуговування
КЗЧ	Комплект запасних частин
РОБ	Об'єкт ремонтно-обслуговуючої бази
ІМ	Імітаційне моделювання
ІСПР	Інформаційна система прийняття рішень
ДРБ	Дипломна робота бакалавра

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Дипломна робота бакалавра присвячена розробці оптимальної стратегії керування запасами запчастин на СТОА з використанням імітаційного моделювання.

Актуальність.

В останні роки в нашій країні існує тенденція постійного росту автомобільного парку. Станом на 2018 рік офіційно зареєстровано понад 216 тис. підприємств, що надають послуги з ремонту та продажу автомобілів, із них 197 259 підприємств обслуговують легкові автомобілі, 5 272 – автобусні, 12 169 – вантажні авто. За такою кількістю автосервісів у власників автомобілів виникає проблема вибору професійної послуги із сервісу, яка повністю задовольнить їхні вимоги [1]. Це породжує конкуренцію на автосервісному ринку і змушує автосервісні підприємства ретельно дбати про свою репутацію щодо рівня надання сервісних послуг.

У структурі «задоволеності» роботою СТОА для власників автомобілів важливе місце має чинник тривалості проведення автосервісних послуг [2], який залежить, зокрема, і від наявності необхідних для ремонту запасних частин. Універсальні СТОА здійснюють діяльність для автомобілів широкого модельного ряду, при цьому витрати на утримання великих складських запасів автозапчастин є економічно недоцільними. Отже, за відсутності необхідних для ремонту запасних частин збільшується тривалість ремонту, а відтак, «втрачається» потенційний замовник автосервісної послуги. Однак, зайві складські запаси збільшують поточні витрати на утримання запасів автозапчастин.

Для автотранспортних підприємств підтримання рухомого складу в технічно справному стані є першочерговим завданням, при цьому своєчасність проведення ремонту залежить від наявності запасних частин на складі підприємства.

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, питання визначення потреби в автозапчастинах для СТОА та автотранспортних підприємств з метою підвищення їх ефективності є актуальним.

Мета дипломної роботи бакалавра полягає в розробці оптимальної стратегії керування запасами запчастин на СТОА з використанням імітаційного моделювання.

Для досягнення визначеної мети визначені наступні завдання дослідження:

- проаналізувати методи керування ресурсами запасних частин на СТОА;
- розробити імітаційну модель для стохастичної задачі керування запасами запчастин на сервісному автопідприємстві;
- реалізувати запропоновану модель для визначення оптимальної стратегії оформлення і одержання замовлень на придбання запчастин для заданих вхідних даних.

Об'єкт дослідження – процеси формування запасів запасних частин підприємства автосервісу.

Предмет дослідження – моделі, методи, алгоритми та засоби для розробки оптимальної стратегії керування запасами запчастин на СТОА.

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 Характеристика предметної області та постановка задачі

1.1 Аналіз предметної області

У міжнародній практиці технічний сервіс сприймається як комплексна послуга для споживачів у придбанні, використанні та забезпеченні працездатності транспортних засобів [3].

Гармонійний розвиток всіх складових технічного сервісу створює вигідні умови для виробничої діяльності всіх його учасників: виробників машин, їх споживачів та посередників [3].

На сучасному етапі розвитку автомобільної галузі існує гостра потреба у поліпшенні оснащення СТОА новим більш досконалим устаткуванням, оскільки основне навантаження у підтримці працездатного стану автомобілів припадає саме на неї. Для автосервісу є також важливим обґрунтоване визначення кількості та складу працівників СТОА; достатньої кількості необхідних виробничих площ; оптимізація ресурсного забезпечення і потреби в запасних частинах.

Створення розгорнутої та добре організованої у технологічному та технічному аспектах мережі підприємств технічного сервісу автомашин є необхідною умовою успішної діяльності підприємств та побуту населення.

Необхідною умовою існування якісного сервісу є ефективна організація його матеріально-технічного забезпечення. З великої кількості підсистем матеріально-технічного забезпечення основними визначимо такі підсистеми [4, 6]:

- забезпечення оптимальних запасів запасних частин і матеріалів та методів їх поповнення;
- вдосконалення процесів замовлення, придбання та доставки комплектуючих виробів та матеріалів.

										Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ					

Незадовільна робота цих підсистем матеріально-технічного забезпечення підприємства автосервісу призводить до виникнення таких проблем [2]:

- до простоїв автомобілів у ремонті, який ускладнює роботу виробничої зони та веде до необхідності виділення ще більших приміщень для зберігання автомобілів, які чекають на запчастини. Час перебування на станції таких автомобілів може досягати до 3-4 тижнів;

- до зростання кількості відмов клієнтам в обслуговуванні через відсутність запасних частин;

- до зниження конкурентоспроможності підприємства на ринку та зниження популярності окремих марок автомобілів.

Для вирішення питань забезпечення підприємства запасними частинами найчастіше застосовують ефективну методику прогнозування витрат запасних частин підприємств автосервісу.

Проблемі підвищення ефективності систем автосервісу за рахунок прогнозування закупівлі запасних частин присвячені роботи Хаврука В.О., Кривцуна В.І., Баранова А.М., Кищуна В. А., Лудченка О. А., Маркова О. Д., Редзюка А.М., Ложачевської О.М., Григоренко Р.В., Бідняка М.Н., Городецького М.Я., Jiang Y.N., Zhao Y., Song G.H., Wang X., Damand D., Lahrichi Y., Barth M. A та інших.

Увага цих науковців, переважно, спрямована на необхідності прогнозування потреби автосервісного підприємства в запасних частинах для їх закупівлі.

У статті [6] наводиться характеристика методів визначення кількості автозапчастин, які спрямовані на підвищення ефективності управління складськими запасами станцій технічного обслуговування автомобілів.

З аналізу літератури встановлено, що усі методи визначення потреби в автомобільних запасних поділяються на три групи: за номенклатурними нормами; за фактичним ринковим попитом; змішаний метод [7].

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Наближена кількість автозапчастин для спеціалізованих СТОА та центральних складів (дилерів) визначається на основі кількості автомобілів певної марки і норм витрат запчастин на конкретну модель автомобіля.

Кількість окремих запчастин, щодо яких є чітко визначений ресурс роботоздатності, залежить від інтенсивності експлуатації – пробігу автомобіля.

Також з'ясовано, що для визначення кількості запчастин за ресурсом їх роботоздатності застосовуються наближений (середня кількість запчастин) та уточнений (з використанням законів розподілу ресурсів) методи. В останній групі методів виділяють два методи визначення кількості необхідних запчастин, які ґрунтуються на елементах теорії ймовірностей: перший – на основі математичного сподівання, середньоквадратичного відхилення ресурсу деталі; другий – на основі квантиля нормального розподілу ресурсів за заданої ймовірності [6].

Отже, для визначення кількості та номенклатури автомобільних запасних частин для СТОА на очікуваний період діяльності потрібно проводити аналіз інформації про фактичні витрати автозапчастин за попередні періоди (роки, місяці). Для підвищення ефективності управління запасами СТОА доцільно розробляти відповідні математичні моделі. У зв'язку з цим подальші дослідження проблеми визначення потреби автозапчастин для СТОА необхідно здійснювати у напрямі аналізу статистичної інформації та впровадження на її основі математичних моделей управління запасами [6].

1.2 Аналіз відомих систем організації ресурсного забезпечення технічного сервісу автомобілів

Зі збільшенням технічного ресурсу машин та устаткування одночасно підвищується конструктивна складність машин. Для підтримки техніки у справному стані та проведення ремонтно-обслуговуючих робіт функціонує

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

розгалужена мережа ремонтних підприємств (СТО), що мають необхідне технологічне обладнання, матеріальні та трудові ресурси.

Ремонтна база є комплексом ремонтнообслуговуючих підприємств, які розташовані на певній території та забезпечують виконання всього обсягу робіт з підтримки техніки у справному стані [8].

У структурі ремонтної бази створено підприємства, які виконують роботи різної складності, трудомісткості, за часом та місцем виконання операцій технічного обслуговування, усунення відмов, несправностей та ремонту. Структура, розміри та функції об'єктів ремонтно-обслуговуючої бази (РОБ) технічного сервісу обумовлені роботами, що виконуються при обслуговуванні та ремонті машин. Щодо організації аналіз цих робіт показує, що об'єкти РОБ можуть бути як централізованими, так і децентралізованими. Часто повторювані та технічно нескладні види робіт, що не потребують складного обладнання та приладів, виконують на місцях роботи або зберігання машин (або поблизу них) без виведення з експлуатації (пересувні ремонтні майстерні, агрегати ТО, пункти технічного обслуговування ПТО, бази постачання) [8].

Для виконання технологічно складних ремонтних робіт необхідно мати підприємства вищої оснащеності (ремонтні майстерні підприємств, станції технічного обслуговування, цехи з ремонту складних машин, майстерні загального призначення та ін.) з частковим виведенням машин та обладнання з експлуатації.

Ремонтні та інші роботи високої складності (відновлення деталей) слід виконувати на спеціалізованих ремонтних підприємствах з високою оснащеністю виробництва технологічним обладнанням, що відповідає спеціалізації робочих місць ремонтного персоналу та інженерно-технічних працівників [9].

Ці обставини зумовили побудову триланкової структури ремонтно-обслуговуючої бази технічного сервісу, визначення функцій кожної структурної

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

одиниці та виявлення обсягів ремонтно-обслуговуючих та інших сервісних робіт, розмірів та розміщення об'єктів ремонтної бази [9].

Основне призначення діяльності ремонтно-обслуговуючої бази технічного сервісу – максимальне задоволення потреб споживача у підтримці та відновленні працездатності машин та обладнання [10].

Ремонтно-обслуговуюча база має відрізнятися різноманіттям виконавців та виробництв, забезпечувати створення ринку послуг, протидіяти монополізму у виконанні робіт технічного сервісу [10]. Метою планування річного обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт є розробка прогнозу потреби у трудових та матеріальних ресурсах для оперативного управління надійністю машин шляхом своєчасного проведення технічного обслуговування та ремонту машин.

Під ресурсами розуміють три складові [10]:

- виконавці робіт з технічного обслуговування та ремонту машин;
- запасні частини та ремонтні матеріали;
- виробничо-технологічна база.

Планування ресурсного забезпечення технічного сервісу визначається номенклатурою та розрахунком річних обсягів ремонтно-обслуговуючих робіт за видами машин та включає [9]:

- графоаналітичний метод визначення потреби у технічному обслуговуванні та ремонті машин;
- розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт за місцем виконання залежно від категорії складності їх виконання;
- складання календарного плану технічного обслуговування та ремонту машин з урахуванням специфіки використання техніки;
- розрахунок місячних номінальних фондів часу одного робітника та визначення потреби у виконавцях ремонтно-обслуговуючих робіт по місяцях;
- аналіз коефіцієнта готовності машин за минулий період та його прогнозування на будь-який наступний період року;

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ				

- розподіл ремонтно-обслуговуючих робіт у ремонтній майстерні за видами;
- розрахунок потреби та підбір технологічного обладнання для деяких ділянок ремонтної майстерні, розрахунок площ ділянок та побудова її технологічного планування;
- організаційні форми ремонтно-обслуговуючого виробництва технічного сервісу машин.

Комплексне застосування всіх складових технічного сервісу визначає показники надійності та ресурсу машин, які виражаються в кількості та обсягах ремонтно-обслуговуючих робіт. У свою чергу ці обсяги робіт є вихідними характеристиками для формування ремонтно-обслуговуючої бази технічного сервісу.

Коливання попиту на запасні частини утворюються під впливом економічних, технічних, сезонних, кліматичних чинників. Прояв і силу впливу цих чинників можна прогнозувати. План системи виявлення потреб у запасних частинах може бути поданий у вигляді рис. 1.1 [2].

1.3 Аналіз існуючих рішень для оптимізації систем організації ресурсного забезпечення технічного сервісу автомобілів

Багаторічний досвід показав, що різноманіття існуючих методів ремонту і ТО, такі як: агрегатний метод, метод послідовної заміни ремонтних комплектів; система обмінного фонду вузлів – мають спільні недоліки – постійний дефіцит запчастин і низька якість ремонту, особливо капітального [8]. Крім того на сьогодні в Україні відбувається оновлення парку авто за рахунок придбання закордонної техніки. Поповнення триває високими темпами, і в перспективі ця тенденція буде зберігатися. Однак, таке становище породжує ряд проблем. Машини інтенсивно експлуатуються, що приводить до їх зношення, а забезпечення запчастинами з часом буде все більш утрудненим. А

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отже, вже сьогодні гостро стоїть проблема якісного та своєчасного виконання ТО і Р.

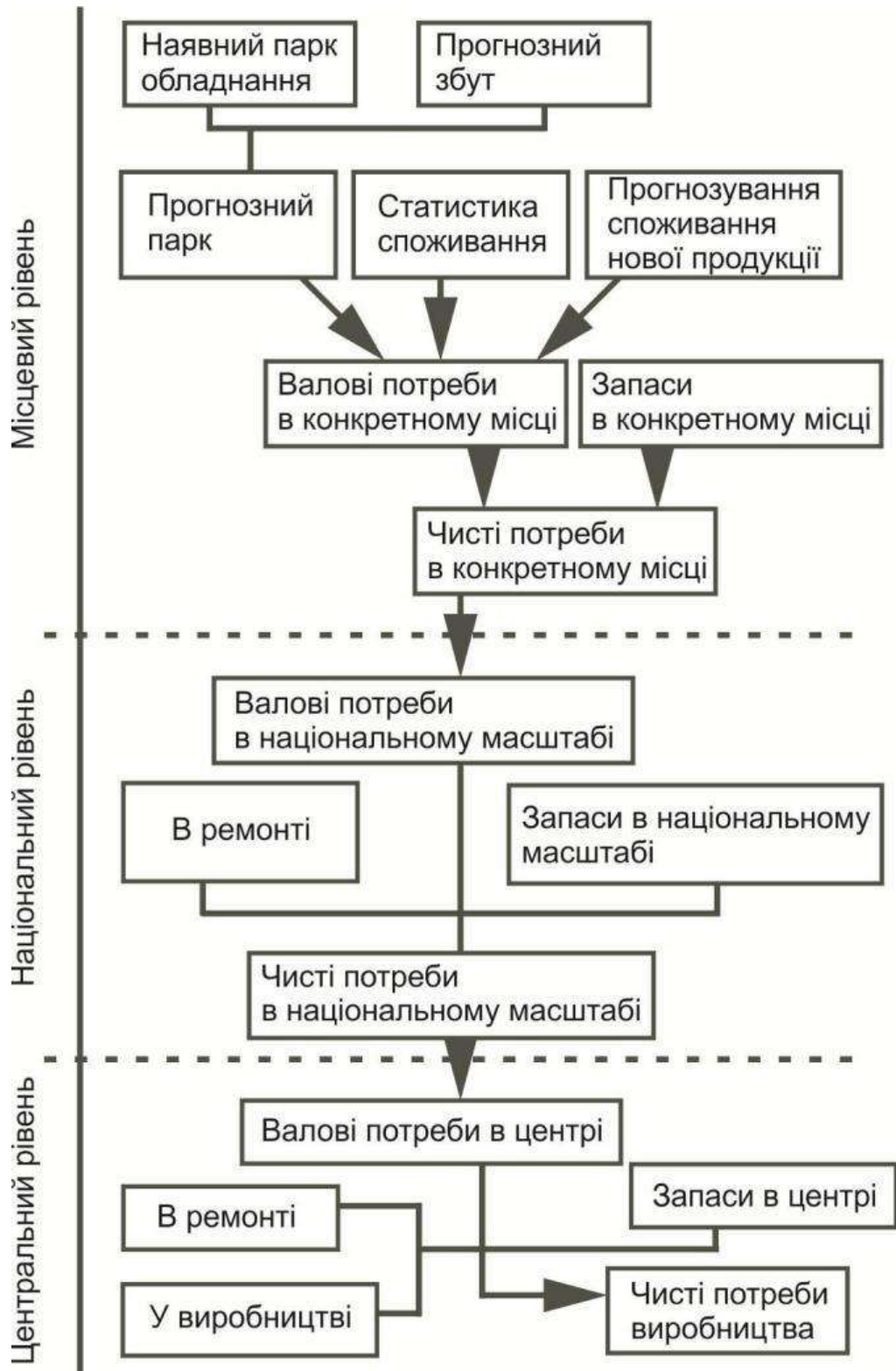


Рисунок 1.1 - План системи виявлення потреби у запчастинах [2]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

За аналізом літератури цю проблему пропонується розв'язувати такими методами:

- створити вітчизняну технічну базу щодо ТО і Р на базі наявних можливостей і виробничих площ;

- здійснювати експлуатаційний ремонт за допомогою заявочних комплектів запасних частин (КЗЧ), які комплектуються як за рахунок закупівель, так і за рахунок відновлення і виготовлення на спеціалізованих ділянках;

- в основу комплектування та доставки КЗЧ повинні бути закладені ринкові принципи господарювання, тобто мають бути враховані попит і дефіцит.

Для оптимізації систем організації ресурсного забезпечення технічного сервісу автомобілів використовують такі методи:

- прогнозування на основі економетричного моделювання на статистичних даних;

- математичного моделювання на основі кількісних даних;

- лінгвістичного моделювання на основі нечітких даних;

- системного підходу, який забезпечує взаємозв'язок неоднорідних даних і явищ;

- імітаційного моделювання, як поширеного різновиду аналогового моделювання, що реалізується з допомогою набору математичних засобів, спеціальних комп'ютерних програм-симуляторів та особливих ІТ, що дозволяють створювати в пам'яті комп'ютера процеси-аналоги, за допомогою яких можна провести цілеспрямоване дослідження структури та функцій реальної системи у режимі її «імітації», здійснити оптимізацію деяких її параметрів.

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1.4 Мета і задачі дослідження

Мета дипломної роботи полягає в розробці оптимальної стратегії керування запасами запчастин на СТОА з використанням імітаційного моделювання.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні завдання дослідження:

- проаналізувати методи керування ресурсами запасних частин на СТОА;
- розробити імітаційну модель для стохастичної задачі керування запасами запчастин на сервісному автопідприємстві;
- реалізувати запропоновану модель для визначення оптимальної стратегії оформлення і одержання замовлень на придбання запчастин для заданих вхідних даних.

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Методи визначення потреби в запасних частинах на підприємствах автосервісу

2.1 Аналіз чинників, що визначають потреби в запасних частинах на автосервісних підприємствах

З аналізу досліджень відомо, що науковці та фахівці досить не однозначно розглядають проблему запасів автозапчастин і пропонують власні шляхи та рекомендації щодо її вирішення. Зважаючи на це, необхідно здійснити аналіз чинників, що мають вплив на парк автозапчастин вітчизняних СТОА, проаналізувати системи керування запасами, які використовуються в автосервісі, узагальнити методи визначення потреби в запасних частинах.

Фактично витрата запасних частин є самостійним фактором, який впливає на їхню потребу. У багатьох дослідженнях [11-15] приділяється увага впливу конструктивних чинників на витрати запасних частин. Однак, слід зазначити, що на рівні підприємства автосервісу конструктивні чинники, які відображають рівень конструкційної надійності автомобілів, можуть враховуватися лише як сталі, оскільки на них може впливати лише виробник автомобілів та запасних частин. Для спеціалізованих автотранспортних підприємств ця група чинників є основною, оскільки від вибору виробника (постачальника) запасних частин залежить їх надійність, довговічність та ціна.

Потреба в запасних частинах автосервісного підприємства насамперед залежить від виробничих, технологічних, інформаційних чинників та витрат запасних частин на ТО та ТР автомобіля. Причому на надійність елементів автомобіля і, як наслідок, на норми витрат запасних частин впливає комплекс чинників, що складається з двох груп: потенційні (внутрішні) та експлуатаційні (зовнішні). Перехід елементів автомобільних конструкцій з одного технологічного стану до іншого обумовлені впливом експлуатаційних чинників на потенційні властивості конструкцій [16]. Потенційні чинники, які пов'язані з

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- система складів;
- швидкість постачання запасних частин;
- швидкість задоволення заявок на ТО та ремонт (час очікування);
- ціни на запасні частини та послуги.

Ефективна рекламна діяльність сприяє залученню клієнтів на підприємство автосервісу. Наявність постійних клієнтів є значним чинником. Від наявності сучасної системи складів залежить своєчасна обробка замовлень і доставка запасних частин, і, як наслідок, конкурентоспроможність підприємства на ринку. Недоліком більшості дилерських мереж підприємств автосервісу є значні терміни постачання запасних частин. Врахування впливу чинника ціни дозволяє оцінювати зміну потреби в запасних частинах залежно від встановлення та зміни цін на запасні частини та послуги автосервісу. Гнучка цінова політика робить попит керованим.

Друга група чинників – парк автомобілів, що обслуговуються.

Від різноманітності модельного ряду автомобілів, що обслуговуються, залежить обсяг номенклатури запасних частин, необхідних для його обслуговування та ремонту. Одним з найважливіших чинників другої групи є структура парку за віком та пробігом. На основі зовнішньої інформації про вік і пробіг автомобілів виділяється сегмент ринку (частина парку, власники якого скористаються послугами СТО).

Третя група чинників – умови експлуатації. До цієї групи включений такий чинник, як «кваліфікація водія, який експлуатує автомобіль». Як правило, кваліфікація водіїв – клієнтів підприємства автосервісу нижча за кваліфікацію водіїв – професіоналів, що є характерною відмінністю підприємств автосервісу від автотранспортних підприємств.

До четвертої групи чинників належать методи ТО та ремонту. Від якості ТО та ремонту залежить кількість відмов, які виникають у процесі експлуатації. Належна якість робіт дозволяє знизити витрати запасних частин в експлуатації.

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

П'ята група чинників – персонал підприємства. Якість виконуваних робіт залежить від кваліфікації ремонтних робітників. Ефективна організація виробничого процесу забезпечення запасними частинами підприємства залежить від кваліфікації інженерно-технічного персоналу. Мотивація персоналу дозволяє підвищити якість послуг.

Шоста група – це чинники, пов'язані із виробничою діяльністю СТО. До них належать потужність СТО (кількість робочих постів), спеціалізація за видами робіт та оснащеність підприємства технологічним обладнанням.

Важливим є прогнозування кількості заїздів клієнтів на станцію для проведення робіт з обслуговування, ремонту та розподілу цих заїздів за видами робіт.

Сьома група чинників – організація СТО. Ця група має істотний вплив на потреби у запасних частинах. Чинники, що містяться в цій групі, є найбільш керованими в умовах автосервісу. При прогнозуванні потреби у конкретній деталі важливо знати оптимальну кількість її запасу на складі. Ця величина визначається, виходячи із статистики витрати запасних частин у попередні періоди роботи підприємства. Вона має покривати можливі випередження попиту на цю запасну частину.

2.2 Аналіз парку та продажів легкових автомобілів в Україні

Конкретна ситуація на ринку – чинник, який є основним в стохастичній задачі оптимізації парку запасних частин на СТОА [2].

На початок 2016 року загальний парк легковиків і легких комерційних автомобілів в Україні склав 9,121 млн. одиниць, а їх середній вік – 19,6 роки. Авто віком 3 – 5 років охоплювали лише 12% автопарку, 6 – 10 років – 33%, 11 – 15 років – 19%, а старші 16 років – 30% (за результатами дослідження компанії Research&Branding Group) [18].

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найпопулярнішими серед українців автомобілями є легковики з кузовом типу «седан» (45%), далі з великим відставанням ідуть «хетчбек» (12%) і «універсал» (11%), а замикають п'ятірку найбільш популярних – мікроавтобуси (6%) і мінівени (5%) [18].

Згідно з дослідженням [18], найпоширенішими серед країн-виробників є радянські/російські авто (34%); за ними – німецькі (16%), українські (14%), французькі (7%) японські і корейські (по 5%), а також китайські (4%) автомобілі. Серед найбільш поширених в Україні на першому місці залишається марка LADA (ВАЗ) – 27,1% власників авто. Наступними з істотним відставанням йдуть автомобілі українського автовиробника ЗАЗ (7,9%). У десятку також увійшли: продукція нині неіснуючого радянського автозаводу Москвич/АЗЛК (4,4%), німецької фірми AUDI (4,2%), корейської DAEWOO і французького RENAULT (до 3,9%), радянського/російського ГАЗ (ВОЛГА) (3,7%), FORD (3,5%), MERCEDES-BENZ (3,3%) і OPEL (2,8%).

Динаміка розвитку автомобільного парку України протягом 2005-2018 років подана на рисунку 2.1 [18].

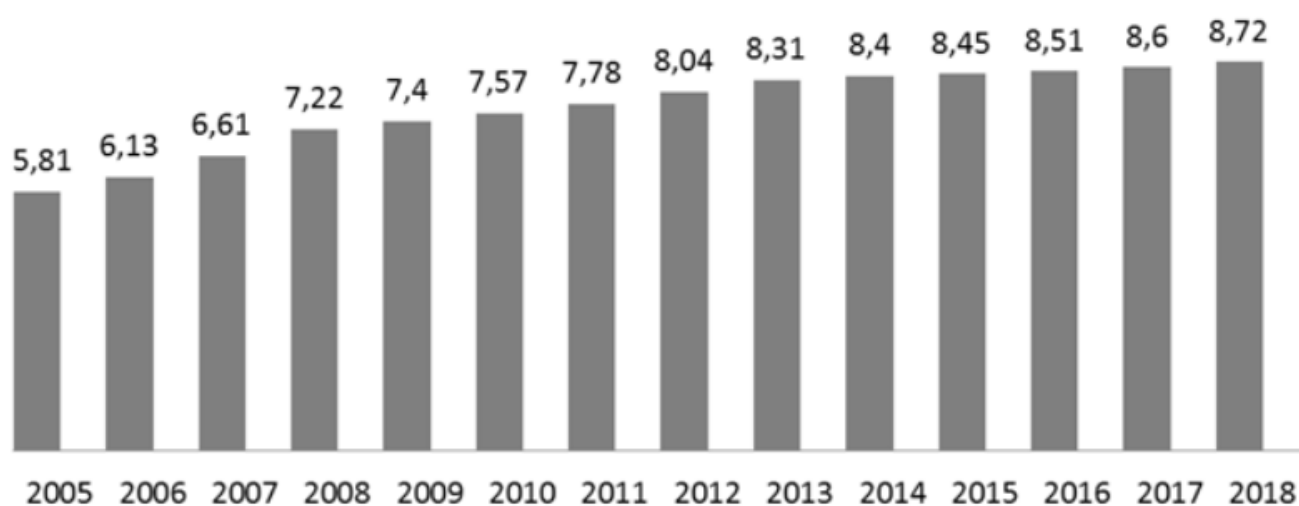


Рисунок 2.1 – Динаміка обсягу парку легкових автомобілів в Україні за роками, млн. одиниць [18]

Вітчизняний авторинок має певні особливості. До середини 90-х років лєвова частка українського авторинку забезпечувалась шляхом імпорту старих і дешевих автомобілів. Наприкінці 90-х років фіксувалась значна кількість автомобілів, що проходили другу, третю і подальші реєстрації, тобто перепродувалися декілька разів. У різні роки кількість таких трансакцій сягала 450...500 тис. і більше. Зокрема, у “піковому” 2008-му, сума операцій купівлі-продажу перевищила 1 млн. і зафіксувала максимум, так званого, потенційного обсягу ринку легкових автомобілів [18].

Ще однією причиною зростання продажу легкових автомобілів стало перенесення їх складання в Україну. Це дозволило знизити ціни на 4...10% порівняно з імпортованими аналогами.

Нарешті, зростанню попиту на нові автомобілі сприяли нормалізація економічного стану в державі, зміцнення національної валюти, зростання доходів громадян. Підвищення платоспроможності населення призвело до збільшення купівельної активності, насамперед, у ціновому сегменті 6500...22000 євро. Продажі легковиків, виготовлених у країнах СНД, й іномарок утворили співвідношення наближено 30% до 70%, а кількість їх брендів у 2008 році склала від 5 до 60 [18].

Основними країнами-виробниками автомобілів з СНД були Росія і Україна, а далекого зарубіжжя – країни ЄС, Туреччина, Південна Корея, Японія, Північна Америка, Китай та інші. Як наслідок, у 2008 році на українському автомобільному ринку склалася сприятлива ситуація, що призвела до рекорду продажів, який до сьогодні не вдалося перевершити – 623252 нових легкових авто [19].

У 2008 році за популярністю переважали моделі класів В і С. Автомобілі особливо малого класу В – це ЗАЗ “Таврія” і “Славута”, Škoda Fabia, Hyundai Getz, Chevrolet Aveo; нижнього середнього класу С – задньоприводні Lada-2107, Lada-2104, передньоприводні ВАЗи 9-го і 10-го покоління, Mitsubishi Lancer, Opel Astra Classic. Зростанню С-класу посприяв також активний продаж

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корейських моделей українського складання Daewoo Lanos (Сенс) та Chevrolet Lacetti [18].

У 2008 році Україна займала сьоме місце у Європі з продажу нових автомобілів, пропустивши вперед лише Німеччину, Росію, Францію, Великобританію, Італію та Іспанію, а за динамікою зростання продажів впевнено лідирувала [18].

Натомість рік 2015-й і три наступні стали провальним і вийти з кризи не вдалося до сьогодні. За підсумками 2018 року український ринок з показником 78386 авто зайняв 23-є місце серед ринків європейських країн. За обсягами продажів нових автомобілів. Україна розмістилася вище Словенії, однак поступилася Словаччині, Греції, Фінляндії та Ірландії, де кількість населення в рази відрізняється від нашої країни [18].

Причина такого спаду лежить на поверхні: девальвація національної валюти і як наслідок, зниження купівельної здатності населення. До того ж Україна, не з власної волі втратила значну частку ринку (25% обсягу всіх продажів) через анексію Криму та проведення бойових дій у Донецькій і Луганській областях. Практично повністю зупинилося авто кредитування [18].

Попитом користувалися дешеві і преміальні авто, які традиційно купуються за готівку. Моделі середнього класу в минулі роки оформлялися в кредит, а так як автомобільне кредитування зійшло нанівець, то розраховувати на його відновлення найближчим часом не варто. Цей тренд простерігається ще з 2014 року і підтверджується статистикою [18].

У таблиці 2.1 показана структура продажу легкових автомобілів в Україні за марками, а в таблиці 2.2 – за моделями-лідерами у 2018 році [18].

У листопаді 2018 року вступили у дію нові положення щодо правил ввезення в Україну транспортних засобів. Раніше легальний імпорт частини автомобілів був неможливий через заборону на митне оформлення автомобілів старше 8 років. Обмеження за віком, відповідності екологічним стандартам не нижче “Євро-5” та висока вартість розмитнення авто призвели до появи в

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

для легковиків. Так, дозволено ввозити авто, що відповідають екостандарту, не нижчому за “Євро-2”.

Запропоновані зміни, на думку законодавців, мають усі шанси врегулювати проблему ввезення з Європи вживаних автомобілів і їхньої подальшої легалізації.

2.3 Система забезпечення запасними частинами

Отже, середній вік автомобіля в Україні сьогодні досить великий. Переважна більшість транспортних засобів у країні експлуатується десять і більше років. Нормальне вибуття парку за терміном експлуатації має складати 6...10% на рік, а фактично в останні двадцять років ця частка в Україні становила всього 0,1%. Тобто, зі 1000 автомобілів вибував з експлуатації лише один [18, 20].

При запланованому терміні експлуатації витрати на технічне обслуговування, ремонт і запасні частини складають більше ніж вартість самого автомобіля. З часом ці витрати починають катастрофічно зростати. Автомобіль, який переступив амортизаційний термін служби (понад 10 років), “поглинає” запасних частин, як 4-5 його „молодших колег”. Безперечно, цей чинник має суттєвий вплив як на розвиток автосервісу в цілому, так і на пропозиції конкретної СТО. Крім того, у створенні системи автосервісу зацікавлені заводи-виробники, хоча можливості у них обмежені [19].

Якісний автосервіс передбачає своєчасне і безперервне забезпечення необхідними запасними частинами, а з точки зору споживача наявність запасних частин означає їх заміну у терміни та на умовах, які його задовольняють.

Організація системи забезпечення запасними частинами обумовлена такими чинниками [21]:

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

а) чисельною номенклатурою запасних частин по кожній моделі автомобіля (на деяких складах є понад 120 тис. найменувань);

б) великою кількістю моделей та модифікацій автомобілів, що експлуатуються;

в) порівняно великим терміном експлуатації автомобілів (від початку випуску моделі до її виходу з експлуатації минає 20...35 років (як наприклад ВАЗ-2101);

г) частою зміною моделей і модифікацій автомобілів;

д) складністю в отриманні інформації про надійність і неоднаковими значеннями її показників у різних експлуатаційних умовах;

е) невизначеністю чинників інтенсивності експлуатації автомобілів;

є) великою кількістю постачальників запасних частин;

ж) сезонними та іншими нерівномірностями у зношуванні та заміні деталей, вузлів.

Потреба у запасних частинах значною мірою залежить також від інтенсивності експлуатації та структури парку. Істотним також для системи забезпечення запчастинами є вирішення таких проблем як [22]:

- 1) планування випуску запчастин;
- 2) організація систем управління запасами;
- 3) доставка запасних частин;
- 4) облік та контроль за витратами;
- 5) зберігання і рух запчастин;
- 6) організація інформаційного забезпечення.

Фірми вважають завершеною підготовку до виходу на ринок нової моделі автомобіля, якщо на регіональних складах майбутніх ринків є необхідний мінімум запасних частин [11].

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.4 Методи визначення потреби в запасних частинах та аналіз систем управління запасами СТОА

Для визначення потреби (кількості і номенклатури) в автомобільних запасних частинах є багато методів. Умовно всі методи можна поділити на три групи [6]:

– за номенклатурними нормами, що встановлюють середню річну витрату конкретної деталі на 100 автомобілів на рік. Основою для визначення номенклатурних норм є дані щодо надійності деталей. Метод розрахунку їх потреб подано у [7]. Зазвичай номенклатурна норма розраховується для певних еталонних умов. Цей метод використовують автовиробники для визначення обсягу виробництва запасних частин для автомобілів, які перебувають в експлуатації [6]. Для СТОА та автотранспортних підприємств також можна використати цей метод для розрахунку потреби в запасних частинах, а за відсутності таких норм - за фактичною потребою;

– за фактичним ринковим попитом на запасні частини (потоків вимог), які належним чином збираються, систематизуються та аналізуються. Такі методи дозволяють отримувати найбільш точні результати про дійсну потребу в автомобільних запасних частинах. Але для збору інформації потрібно деякий період часу (зазвичай не менше року);

– змішаний метод, що передбачає комбінацію перших двох. До прикладу, для спеціалізованих СТОА, які здійснюють ремонт певних марок автомобілів та автотранспортних підприємств, наближену кількість автозапчастин визначають за методом, який є більш прийнятним для автотранспортних підприємств, а саме на основі залежності [6, 7]:

$$q = \frac{N \cdot c_0}{100} \cdot k_n \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (2.1)$$

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де N – номенклатурна норма витрати деталі, шт. на 100 автомобілів на рік;

c_0 – наявна кількість автомобілів, шт.;

k_n – коефіцієнт, що враховує відхилення середньорічного пробігу автомобіля від пробігу, закладеного в норму;

k_1, k_2, k_3 , – коефіцієнти, що враховують умови експлуатації, модифікацію рухомого складу та природньо-кліматичні умови.

Наближена кількість автозапчастин для спеціалізованих СТОА та центральних складів (дилерів) визначається на основі кількості автомобілів певної марки і норм витрат запчастин на конкретну модель автомобіля. Кількість окремих запчастин, щодо яких є чітко визначений ресурс роботоздатності, залежить від інтенсивності експлуатації – пробігу автомобіля [7].

Для визначення кількості запчастин за ресурсом їх роботоздатності застосовуються наближений (середня кількість запчастин) та уточнений (з використанням законів розподілу ресурсів) методи. В останній групі методів виділяють два методи визначення кількості необхідних запчастин, які ґрунтуються на елементах теорії ймовірностей: перший – на основі математичного сподівання, середньоквадратичного відхилення ресурсу деталі; другий – на основі квантиля нормального розподілу ресурсів за заданої ймовірності [6].

У дослідженні [16] сформульовані основні методичні принципи прогнозування потреби у запасних частинах підприємств автотранспортного комплексу. Основними принципами є:

- розробка балансу запасних частин на основі уточнених прогностичних оцінок норм витрат, норм запасів та планованого обсягу відновлення зношених деталей;

- повна відповідність за ступенем узагальненості, періодом планування, умовами експлуатації та рівнем надійності машин, а також між прогностичними

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ				

значеннями норм витрати та всією системою показників, що використовується в розрахунках потреби.

У [23] також зазначається, що для ремонтних підприємств прогнозування потреби у запасних частинах базується на чітко спланованій програмі ТО та ТР на весь період прогнозування.

У роботах [12, 16, 23] виділяють три рівні прогнозування потреби у запасних частинах. Прогнозування на першому рівні проводиться на етапах проектування та доведення нової конструкції (прогнозування потреби на стадії розробки нової моделі автомобіля); другий рівень відповідає етапу експлуатаційних випробувань дослідженої партії автомобілів; третій відповідає етапу безпосередньої експлуатації серійної партії автомобілів.

У [24] зазначається, що для прогнозування потреби у запчастинах на третьому рівні доцільно використовувати метод екстраполяції.

У загальному випадку модель прогнозу включає три складові і записується у вигляді:

$$y_t = \bar{y}_t + v_t + \varepsilon_t, \quad (2.2)$$

де y_t – прогнозне значення часового ряду;

\bar{y}_t – середнє значення прогнозу (тренд);

v_t – складова прогнозу, що відображає сезонні коливання (сезонна хвиля);

ε_t – випадкова величина відхилення прогнозу.

За наявності інформації про чинники, що суттєво впливають на потребу в запасних частинах, використовують багатофакторну регресійну модель прогнозування. У випадку відсутності інформації про зазначені фактори доцільніше застосовувати адаптивну модель прогнозування. При значних сезонних коливаннях витрати запасних частин для прогнозування

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ				

- розраховується величина необхідних запасів як сума кількостей, що продаються за період контролю запасів і за час очікування постачання;
- складається і виконується графік проведення контролю рівня запасів, наприклад, 10, 20 і 30 число кожного місяця;
- приймається рішення про обсяг замовлення – виписується кількість деталей, що необхідна для приведення кількості деталей до розрахункового необхідного запасу;
- замовлення висилається у встановлений графіком день.

Така модель керування замовленнями найчастіше використовується для здійснення замовлень великими регіональними або дилерськими складами (у тому числі складами великих СТОА кількістю більше 8 постів). Іноді в систему вводиться рівень страхового запасу.

У діяльності СТОА можливе поєднання двох моделей управління запасами (комбінована). Використання тої чи іншої моделі в СТОА перевіряється на практиці, протягом періоду часу (рік) і не завжди запроваджена система постачань буде відповідати очікуваним продажам запчастин. А тому проблема визначення необхідної кількості і номенклатури автозапчастин для суб'єктів ринку автосервісних послуг залишається невирішеною.

З аналізу літератури визначено, що для оптимізації систем організації парку запчастин автомобілів використовують методи:

- прогнозування на основі економетричного моделювання на статистичних даних;
- математичного моделювання на основі кількісних даних;
- лінгвістичного моделювання на основі нечітких даних;
- системного підходу, який забезпечує взаємозв'язок неоднорідних даних і явищ;
- імітаційного моделювання.

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2.5 Імітаційне моделювання як інструмент прийняття рішень

Імітаційне моделювання – один із видів комп'ютерного моделювання, що використовує методологію системного аналізу, центральною процедурою якого є побудова узагальненої моделі, що відображає всі фактори реальної системи, як методологія дослідження виступає обчислювальний експеримент [17].

Імітаційна модель будується строго цілеспрямовано, тому для неї є характерним адекватне відображення об'єкта, що досліджується, логіко-математична модель системи є програмно реалізованим алгоритмом функціонування системи. При імітаційному моделюванні структура системи, що моделюється, адекватно відображається в моделі, а процес її функціонування імітується на побудованій моделі. Під імітацією розуміють проведення на комп'ютерах різних серій експериментів з моделями, які представлені деяким набором (комплексом) комп'ютерних програм. Порівняння характеристик (конструкцій, управлінь) об'єкта, що моделюється, здійснюється шляхом варіантних розрахунків. Особливу роль має можливість багаторазового відтворення моделюваних процесів з подальшою їхньою статистичною обробкою, що дозволяє враховувати випадкові зовнішні впливи на об'єкт, що вивчається. На основі статистики, що набирається в ході комп'ютерних експериментів, робляться висновки на користь того чи іншого варіанту функціонування, або конструкції реального об'єкта, або сутності явища.

У деяких випадках формувати рішення за допомогою формальних методів не вдається – експерт має бути включений до процесу ухвалення рішення. Він стає активним компонентом інформаційної системи, деталізує проблему та модель, здійснює постановку спрямованого обчислювального експерименту на моделі, генерацію та ранжування альтернатив, вибір критеріїв для прийняття рішень.

Імітаційне моделювання значно розширює можливості та ефективність роботи осіб, які приймають рішення, надаючи їм зручний інструмент та засоби

					ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для досягнення поставлених цілей. Імітаційне моделювання реалізує ітеративний характер розробки моделі системи, поетапний характер деталізації підсистем, що моделюються, що дозволяє поступово збільшувати повноту оцінки прийнятих рішень у міру виявлення нових проблем і отримання нової інформації.

Імітаційна модель не дає оптимального рішення подібно до класичного вирішення завдань оптимізації, але вона є зручним для системного аналітика допоміжним засобом для пошуку вирішення певної проблеми. Область застосування імітаційних моделей практично не обмежена, це можуть бути завдання: дослідження структур складних систем та їх динаміки, аналізу вузьких місць, прогнозування та планування тощо.

Головною перевагою імітаційного моделювання і те, що може відповісти питанням: «Що буде, якщо ... », тобто. з допомогою експерименту моделі виробляти стратегію розвитку [25].

Останнім часом ведуться роботи з розробки систем, здатних надати допомогу експерту у відповідь на зворотне запитання «Що треба, щоб...». Це можна назвати «цільовим моделюванням», при якому на вхід системи подаються показники цільового стану, а також перелік можливих регуляторів із зазначенням діапазону та кроку їхньої зміни. Система в автоматичному або напівавтоматичному режимі знаходить поєднання значень цих регуляторів досягнення заданого цільового стану [25].

Після того, як модель побудована, в ній виділяються керовані параметри і вибираються такі значення цих параметрів, при яких проблема знімається або перестає бути критично важливою.

Багаторазове використання імітаційної моделі при різних реалізаціях вхідних випадкових величин дозволить оцінити параметри розподілів тих випадкових величин, які становлять найбільший інтерес і є вихідними в імітаційній моделі.

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Висновки до розділу 2

1. На основі аналізу існуючих досліджень виконаний аналіз чинників, що мають вплив на парк автозапчастин вітчизняних СТОА.
2. Проаналізовано системи керування запасами, які використовуються в автосервісі.
3. Узагальнено методи визначення потреби в запасних частинах.
4. Визначено основні методи оптимізації в стохастичній задачі керування парком автозапчастин на сервісному автопідприємстві.

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 Імітаційна модель керування запасами запчастин на СТОА та її практична реалізація

3.1 Структура інформаційної системи прийняття рішень

Для підприємства автосервісу задача керування запасами запасних частин полягають у аналізі динаміки їх товарообігу, визначенні їх оптимальної кількості, прогнозуванні їх обігу та витрат запасів. Розв'язання такої задачі зводиться до двох основних питань: коли робити замовлення та скільки деталей замовляти.

Метою імітаційного моделювання процесів функціонування системи керування запасами є формування послідовності подій у моменти часу $t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_N$, для кожного з яких задається перетворення стану моделі $Y_i \rightarrow Y_{i+1}$, $i = 1, 2, \dots, N - 1$, де $Y_i = (y_1^i, y_2^i, \dots, y_n^i)$ – вектор стану моделі. В моделі враховуються стани зовнішнього середовища у вигляді вектора $X_i = (x_1^i, x_2^i, \dots, x_m^i)$ і вектор керування $U_i = (u_1^i, u_2^i, \dots, u_l^i)$. При реалізації імітаційного експерименту враховуються значення неконтрольованих латентних параметрів об'єкта моделювання $E_i = (e_1^i, e_2^i, \dots, e_q^i)$. Отже, стан модельованої системи керування запасами встановлюється заданням оператора F , який визначає перетворення станів у рекурентній формі [17]:

$$Y_{i+1} = F^*(Y_i, X_{i+1}, U_{i+1}, E_{i+1}), i = 1, 2, \dots, N - 1. \quad (3.1)$$

Алгоритми побудови моделі та проведення експериментів включають датчики випадкових чисел, модель керованого об'єкта, моделі вхідного потоку замовлень, характеристики розподілу поставок замовлень від різних постачальників [17, 26], безпосередньо стратегію керування запасами запчастин, вузлів та агрегатів та інші компоненти.

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ				

У рамках задач експериментування імітаційна модель може бути подана у вигляді чорної скриньки з множиною входів та виходів.

Уся сукупність параметрів може бути розбита на:

- вхідні неконтрольовані - $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_k)$;
- вхідні контрольовані некеровані - $U = (U_1, U_2, \dots, U_k)$;
- вхідні контрольовані керовані - $V = (V_1, V_2, \dots, V_k)$;
- вихідні - $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_k)$ [17].

Найважливішими складовими імітаційної моделі системи керування запасами підприємства автосервісу є такі формальні моделі та відповідні алгоритми:

1) модель вхідного потоку заявок на певну номенклатуру запчастин із зазначенням всіх необхідних характеристик випадкового процесу (контрольовані некеровані параметри) [17];

2) стратегії керування запасами, що характеризуються множиною показників [25], пов'язаних із використовуваними специфічними методами прийняття рішень (контрольовані параметри);

3) збої поставок, які виражаються в невизначеності показників доставки відповідної номенклатури запчастин, зміна рівня цін на запасні частини та інші неконтрольовані показники [24];

4) критерії та показники ефективності діяльності автосервісного підприємства в цілому та системи керування запасами зокрема, які подають сукупність вихідних показників [17].

Як полігон проведення досліджень обрано сервіс Автоцентр «ЛІГА-ІІ» (м. Хмельницький) офіційного дилера NISSAN.

Загальна пропускна здатність станції – близько 10 од. на добу на ТО-ТР та 2 од. за добу на кузовний ремонт. При цьому мають місце сезонні коливання кількості заїздів, аналогічні коливанням у витраті запасних частин у автосервісній службі. Обслуговуються автомобілі марок Nissan, Lexus, Toyota.

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ				

Для статистичного аналізу витрат запасних частин уся номенклатура розділена на групи за принципом взаємозв'язку при обслуговуванні або ремонті автомобіля. В основі гіпотези зв'язаності деталей при замовленні лежить припущення про взаємозв'язок деталей при поточному ремонті автомобіля, тобто заміна одних деталей спричиняє одночасну заміну й інших.

Розподіл обраної номенклатури деталей на групи наведений в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Об'єми замовлень для Автоцентру «ЛІГА-ІІ»

№ з/п	Позиція на складі	Назва у БД	Кількість за рік	Група	Деталь
1	3	OIL FILTER	22211	I	масляний фільтр
2	4	AIR REFRESHER ASSY	14949	I	салонний фільтр
3	5	ELEMENT,AIR CLEANER	10025	I	повітряний фільтр
4	7	SPARK PLUG	4792	I	свічка запалювання
5	27	CLIP,RR BUMPER	1120	II	кліпса кріплення бампера
6	47	FACE KIT,FR BUMPER	735	II	кріплення бампера
7	49	REINFORCEMENT,FR BUMPER	725	II	підсилювач бампера
8	50	MUDGUARD SET, FRONT	721	II	підкрилки
9	39	BELT,VALVE TIMING	856	III	ремінь ГРМ
10	78	ADJUSTER,TIMING BELT T	445	III	гідронатягувач ременя
11	87	PULLEY,TIMING BELT IDL	372	III	натяжний ролик ременя ГРМ
12	110	TENSIONER,TIMING BELT	303	III	натягувач ременя ГРМ

Деталі, взаємозалежні при ТО – група I: 3 (масляний фільтр), 4 (салонний фільтр), 5 (повітряний фільтр двигуна), 7 (свічка запалювання). Деталі кузовного ремонту – група II: 47 (кріплення бампера), 49 (підсилювач бампера), 50 (підкрилки), 7 (кліпса кріплення бампера). Попереджувальний ремонт – група III: 78 (гідронатягувач ременя ГРМ), 39 (ремінь ГРМ), 87 (натяжний ролик ременя ГРМ), 110 (натягувач ременя ГРМ).

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>				

2. Аналіз часового ряду замовлень деталі ЗП-4 свічка запалювання показав наявність трендів (рис. 3.2)

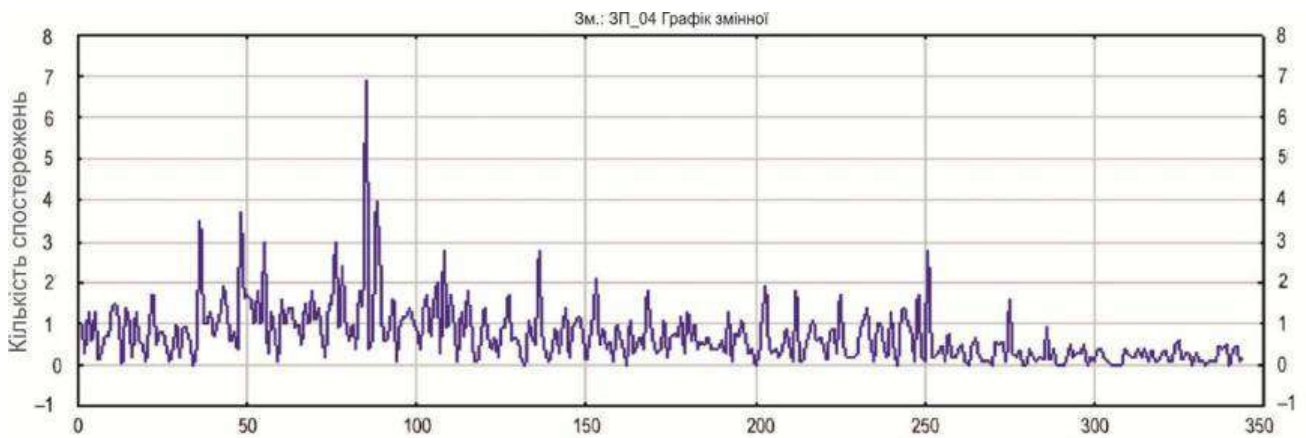


Рисунок 3.2 – Графік часового ряду об’ємів замовлень деталі ЗП-4 свічка запалювання

Важливим елементом імітаційної моделі є характеристики часових рядів потоків замовлень на обрану групу деталей [27]. Часовий ряд замовлень із ремонтної зони використовується для одержання вхідних даних про витрати запасних частин при імітаційному моделюванні системи керування запасами.

3. Для оцінки сезонності проведений спектральний аналіз часового ряду. У рамках проведеного аналізу одержано спектральні щільності досліджуваного ряду об’ємів замовлень деталі ЗП-4 свічка запалювання (рис. 3.3). Спектральна щільність необхідна для аналізу періодичності ряду, яку не можливо побачити з графіка часового ряду об’ємів замовлень [17, 27].

На рис. 3.3 виявлено два піки для значень частоти 0,14 і 0,28, які відповідають тижневому й напівтижневому циклу. Така сама тенденція прослідковується практично для всіх позицій деталей.

Така тенденція сформована традиційним приїздом автовласників на обслуговування й ремонт у середині й ближче до кінця тижня для забезпечення справного стану автомобіля для поїздок на вихідні.

Отриманий результат приводить до необхідності моделювання часових рядів з накладеною сезонною складовою.

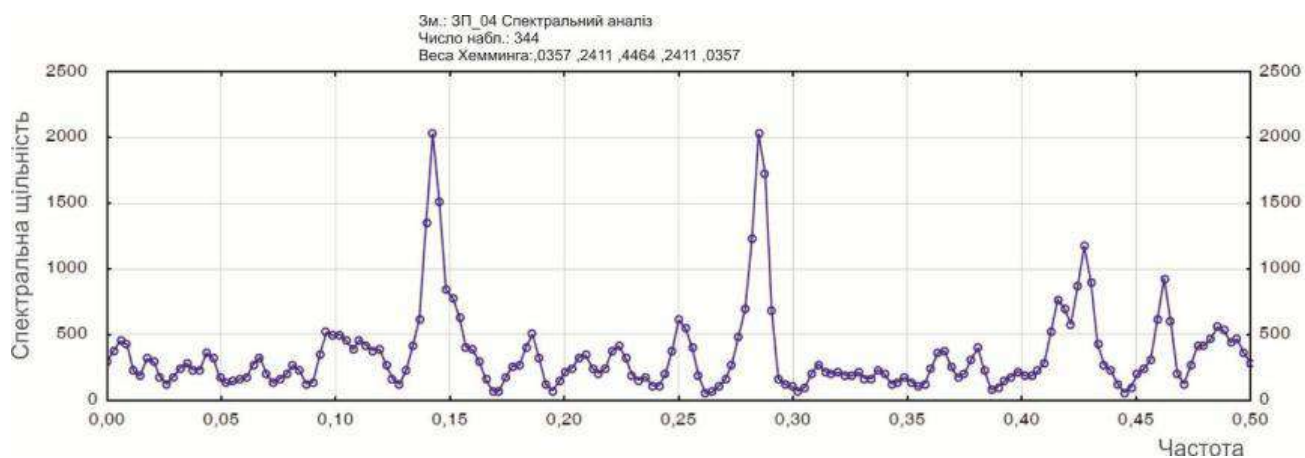


Рисунок 3.3 – Спектральна щільність об’ємів замовлень деталі ЗП-4 свічка запалювання

Отримані характеристики реальної системи керування запасами використані при розробці й реалізації алгоритму моделювання однопродуктової (як найпростішої) системи керування запасами.

4. Укрупнена блок-схема алгоритму підпрограми моделювання однопродуктової системи керування запасами (рис. 3.4) містить етапи генерації модельного ряду обсягів запитів, ухвалення рішення планування замовлення, контролю кількості залишків на складі й ін.

Наведена імітаційна модель дозволяє моделювати окремі вибірккові траєкторії для різних комбінацій параметрів, а також різних використовуваних моделей, у тому числі моделей без дефіциту й моделей з дефіцитом.

Питання аналізу експериментів є окремою підсистемою, для якої виконується програмна реалізація варіації всіх чинників моделі та побудова графіків і таблиць результатів.

5. За результатами прогону моделі проведений аналіз впливу на критеріальну функцію (річні витрати) контрольованих параметрів моделі, а

саме: T_{mod} – горизонт планування; Z_{min} – точка замовлення; Z_{max} – максимальний обсяг замовлення; T_{zak} – час виконання замовлення; s – плата за зберігання; g – плата за доставку; h – штраф за відсутність; VR – тип часового ряду; $m_{ц}$ – параметри ряду витрат.

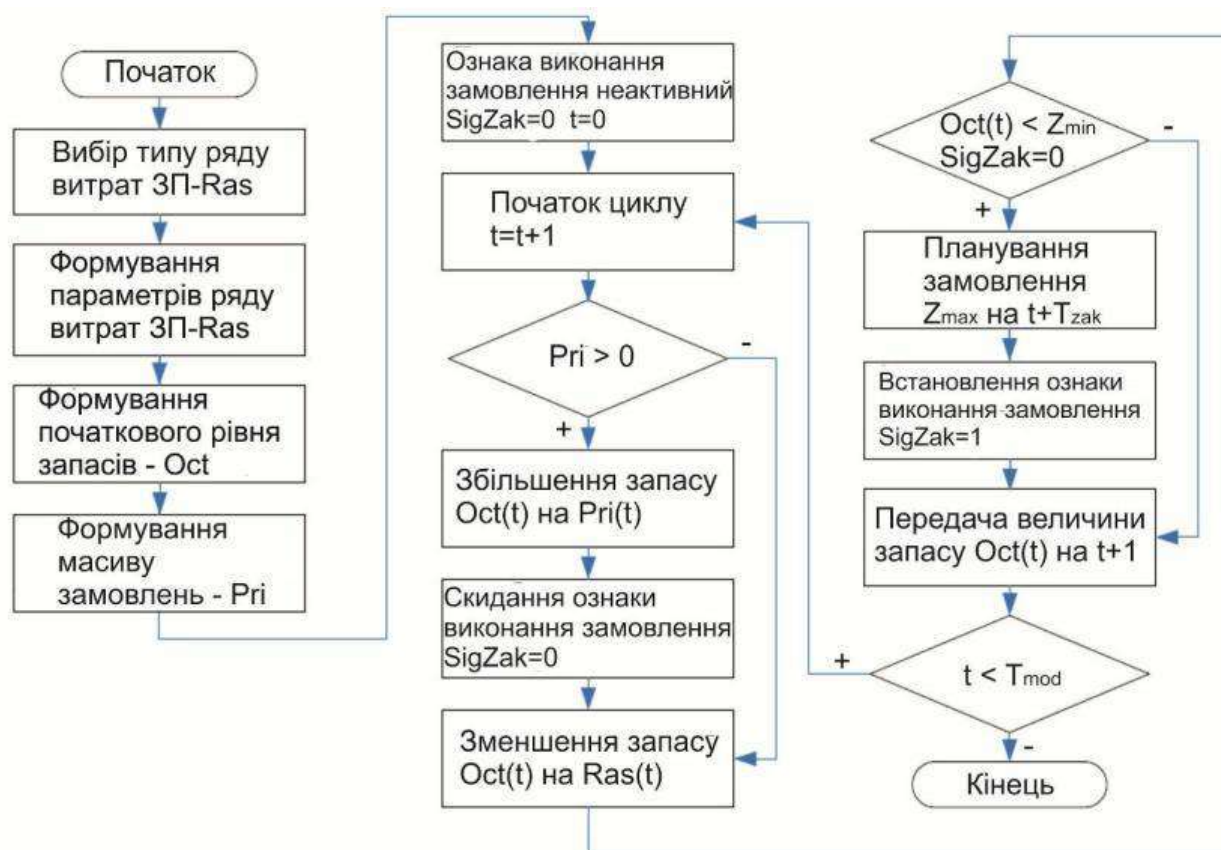


Рисунок 3.4 – Укрупнена блок-схема алгоритму підпрограми моделювання однопродуктової системи керування запасами

На рис. 3.5 наведена залежність величини сумарних витрат $F(Z_{min})$ від максимального обсягу замовлення деталі ЗП-4 свічка запалювання.

З рисунка 3.5 робимо висновок, що оптимальним замовленням деталі ЗП-4 свічка запалювання є обсяг 16 шт. Для цього замовлення маємо найнижчий показник витрат 9 тис.грн.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

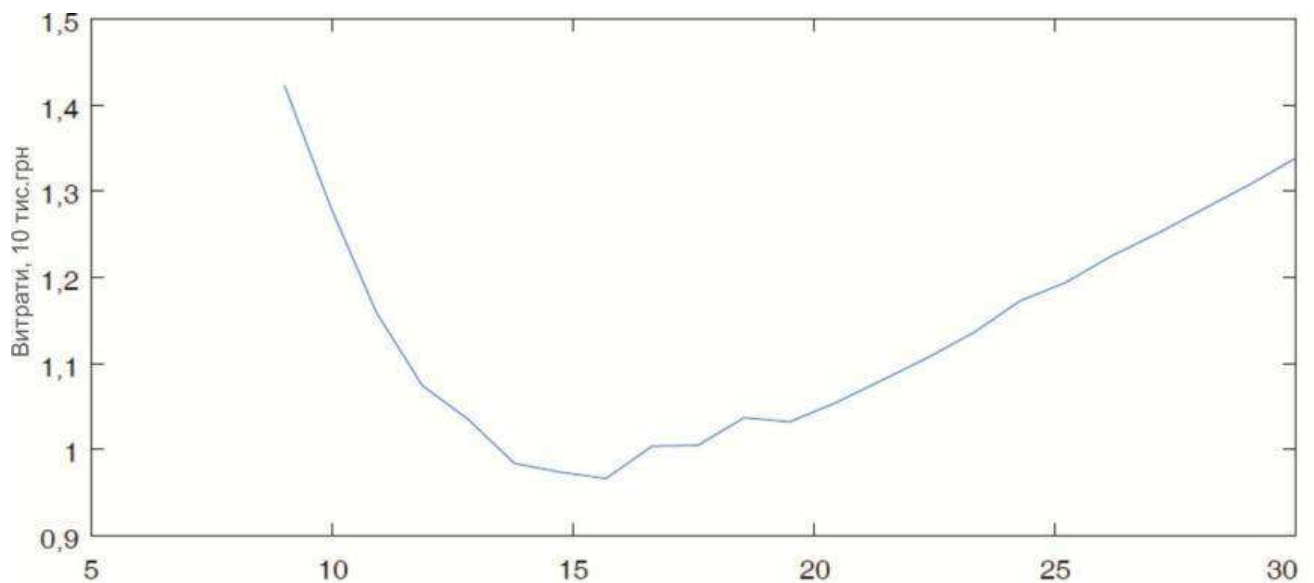


Рис. 3.5. Вплив параметра максимального обсягу замовлення деталі ЗП-4 на величину витрат $F(Z_{min})$

На практиці оптимальний розмір замовлення може виявитися меншим, ніж прогнозована потреба в запасних частинах. Ухвалення рішення про розмір замовлення залежить від стратегії управління запасами. Якщо підприємство прагне мінімізації витрат, то при замовленні має керуватися значенням q , знайденим за (2.1). Якщо стратегія спрямована на отримання максимального прибутку, то при замовленні керуються прогнозованою потребою в запасних частинах.

3.2 Визначення оптимальної стратегії керування запасами запчастин на сервісному автопідприємстві

Скористаємось статистикою щоденного попиту на ЗП-4 свічка запалювання (таблиця 3.2).

Відомо, що рівень запасів деталі ЗП-4 свічка запалювання перевіряється на початку кожного дня; запаси зазвичай поповнюються при досягненні рівня в 6 одиниць і менше, при цьому розмір замовлення становить 8 одиниць, а цикл

замовлення триває 3 дні. За умови, що початковий запас деталі ЗП-4 становить 10 одиниць, визначимо за допомогою імітаційного моделювання попит на цей товар протягом 20 днів. Визначимо яка ймовірність виникнення дефіциту при проведенні такої політики розміщення замовлень?

Таблиця 3.2 – Щоденний попит на деталь ЗП-4 свічка запалювання

Кількість деталей	1	2	3	4	5	6
Відсоткова частота	10	42	18	20	5	5

Визначимо методом :

- 1) середній рівень запасів;
- 2) кількість замовлень, яке необхідно розмістити протягом 20 днів;
- 3) імовірність виникнення дефіциту при проведенні зазначеної стратегії розміщення замовлень.

Для побудови моделі візьмемо випадкові числа з інтервалу з 0 до 99. Перші 10% випадкових чисел (00-09) показують попит на одну деталь ЗП-4, наступні 44% - попит на 2 деталі ЗП-4, тощо.

У таблиці 3.3 показаний розподіл випадкових чисел, який використовується при моделюванні попиту на деталі ЗП-4 протягом 20 днів.

Таблиця 3.3 – Розподіл випадкових чисел в задачі моделювання попиту на деталь ЗП-4 свічка запалювання

Кількість деталей	1	2	3	4	5	6
Відсоткова частота	10	42	18	20	5	5
Розподіл випадкових чисел	00-09	10-51	52-69	70-89	90-94	95-99

У Excel-таблиці 3.4 показана робота імітаційної моделі попиту:

Таблиця 3.4 – Моделювання попиту на деталь ЗП-4 свічка запалювання

День	Початковий рівень запасів	Попит		Розміщення замовлення	Отримання замовлення	Рівень запасів при закритті	Дефіцит
		Випадкове число	Значення				
1	10	36	2	0	0	8	6
2	8	75	4	0	0	4	0
3	4	28	2	8	0	2	0
4	2	80	4	0	0	-2	-6
5	-2	73	4	0	0	-6	-10
6	-6	67	3	8	8	-1	-4
7	-1	58	3	0	0	-4	-7
8	-4	38	2	0	0	-6	-8
9	-6	73	4	8	8	-2	-6
10	-2	5	1	0	0	-3	-4
11	-3	67	3	0	0	-6	-9
12	-6	66	3	8	8	-1	-4
13	-1	72	4	0	0	-5	-9
14	-5	87	4	0	0	-9	-13
15	-9	63	3	8	8	-4	-7
16	-4	63	3	0	0	-7	-10
17	-7	76	4	0	0	-11	-15
18	-11	56	3	8	8	-6	-9
19	-6	34	2	0	0	-8	-10
20	-8	92	5	0	0	-13	-18

У цій таблиці значення в стовпчиках отримані таким чином:

1. *Попит* змодельований за допомогою випадкових чисел і відповідає даним таблиці 3.3.
2. *Початковий рівень запасів* у перший день дорівнює 10. У наступні дні початковий рівень запасів дорівнює «рівню при закритті» попереднього дня.
3. *Розміщення замовлень* відбувається у кількості 8 одиниць деталі ЗП-4, за умови якщо рівень запасів дорівнює 6 або менше. До отримання поточного замовлення інші замовлення не розміщуються.
4. *Отримання замовлень*: 8 одиниць деталі ЗП-4 надходять через 3 дні після розміщення замовлення.
5. *Рівень запасів при закритті* при кінці кожного дня розраховується наступним чином: $\text{Рівень запасів при закритті} = \text{Початковий рівень запасів} - \text{Попит} + \text{Отримані замовлення}$.

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ				

6. *Дефіцит* відображає скільки одиниць товару бракує, коли «Попит» перевищує *Початковий рівень запасів* даного дня.

У таблиці 3.5 подано результати моделювання (усереднені значення показників, одержані внаслідок 10 прогонів моделі (табл. А1 Додаток А)), де відповідні значення параметрів обчислено за формулами:

- 1) середній рівень запасів = сумі значень усіх запасів / 20;
- 2) кількість розміщень замовлень = перевірка стовпчика розміщення замовлень: якщо замовлення було розміщено то +1, якщо ні то 0.
- 3) ймовірність виникнення дефіциту: сума кількості днів, коли спостерігався дефіцит, / загальна кількість днів.

Таблиця 3.5 – Усереднені результати моделювання попиту
на деталі ЗП-4 свічка запалювання

Середній рівень запасів, шт	-4
Кількість замовлень на 10 діб	6
Ймовірність виникнення дефіциту	0,85

Доповнимо попередню модель такими параметрами:

- ціна одиниці деталі ЗП-4 - 400 грн. за штуку;
- вартість придбання у виробника однієї одиниці деталі ЗП-4 - 250 грн;
- витрати на оформлення замовлення - 140 грн. за одне замовлення у вигляді адміністративних витрат і витрат з доставки.
- незадоволена потреба вартує сервісу 300 грн.

Визначимо кращу стратегію розміщення замовлень з наступних:

- 1) замовлення по 10 одиниць деталі ЗП-4 в одній партії при точці замовлення в 8 одиниць або менше;
- 2) замовлення по 20 одиниць деталі ЗП-4 при точці замовлення від 10 і нижче.

Таблиця 3.7 – Результати моделювання попиту
на деталь ЗП-4 свічка запалювання при функціонуванні системи замовлень за
першою стратегією

Середній рівень запасів, шт	5,05
Кількість замовлень на 10 діб	7
Імовірність виникнення дефіциту	0,3
Прибуток, грн	1350

Таблиця 3.8 – Моделювання попиту на деталь ЗП-4 свічка запалювання при
другій стратегії розміщення замовлень

День	Початковий рівень запасів	Попит		Розміщення замовлення	Отримання замовлення	Рівень запасів при закритті	Дефіцит	Продано	Виручка	Затрати на придбання	Затрати на оформлення	Затрати в наслідок дефіциту	Рівень при закритті	Прибуток підприємства
		Випадкове число	Значення											
1	10	88	4	0	0	6	2	4	1600	0	0	0	6	600
2	6	22	2	20	0	4	2	2	800	-5000	0	0	4	300
3	4	9	1	0	0	3	2	1	400	0	0	0	3	150
4	3	64	3	0	0	0	-3	3	1200	0	0	-900	0	-450
5	0	60	3	20	20	17	14	-17	0	-5000	-2800	0	17	0
6	17	88	4	0	0	13	9	4	1600	0	0	0	13	600
7	13	88	4	0	0	9	5	4	1600	0	0	0	9	600
8	9	90	5	20	20	24	19	-15	0	-5000	-2800	0	24	0
9	24	62	3	0	0	21	18	3	1200	0	0	0	21	450
10	21	11	2	0	0	19	17	2	800	0	0	0	19	300
11	19	23	2	0	20	37	35	-18	0	0	-2800	0	37	0
12	37	36	2	0	0	35	33	2	800	0	0	0	35	300
13	35	35	2	0	0	33	31	2	800	0	0	0	33	300
14	33	5	1	0	0	32	31	1	400	0	0	0	32	150
15	32	87	4	0	0	28	24	4	1600	0	0	0	28	600
16	28	43	2	0	0	26	24	2	800	0	0	0	26	300
17	26	96	6	0	0	20	14	6	2400	0	0	0	20	900
18	20	31	2	0	0	18	16	2	800	0	0	0	18	300
19	18	18	2	0	0	16	14	2	800	0	0	0	16	300
20	16	96	6	0	0	10	4	6	2400	0	0	0	10	900

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			48

Відповідно результати моделювання попиту при розміщенні замовлень за другою стратегією подано в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Результати моделювання попиту на деталь ЗП-4 свічка запалювання при функціонуванні системи замовлень за другою стратегією

Середній рівень запасів, шт	18,55
Кількість замовлень на 20 діб	3
Імовірність виникнення дефіциту	0,05
Прибуток, грн	6600

Проаналізуємо результати моделювання.

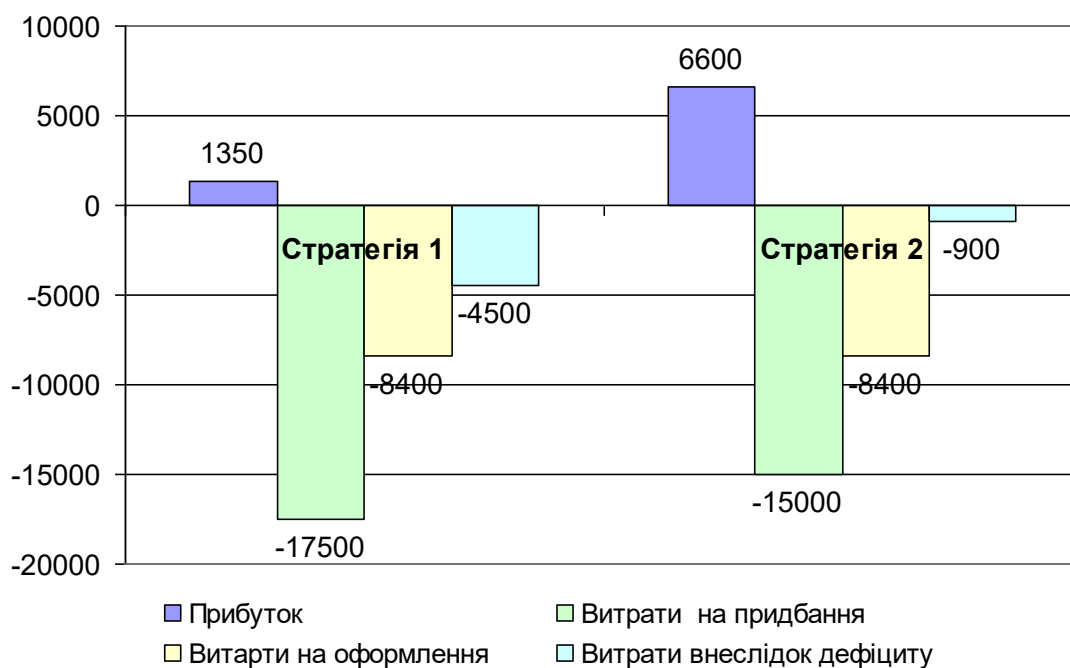


Рисунок 3.10 – Порівняльний аналіз стратегій розміщення замовлень деталі ЗП-4 свічка запалювання

Рис. 3.10 ілюструє висновок, що стратегія замовлення 20 одиниць деталей при точці замовлення 10 і менше є для сервісного підприємства оптимальною, оскільки дозволяє одержати в 4 рази більший прибуток при суттєво менших витратах внаслідок дефіциту цього товару на складі. Крім того, як результат дослідження є суттєво велика імовірність виникнення дефіциту деталі ЗП-4 при застосуванні стратегії замовлення 8 одиниць деталей при точці замовлення 6 і менше.

Аналогічні висновки проілюстровано на рис. 3.11 і 3.12, де показані теоретичні криві початкового рівня запасів, попиту і дефіциту, визначені на період 20 діб роботи автосервісу при застосуванні стратегії 1 (рис. 3.11) і стратегії 2 (рис.3.12).

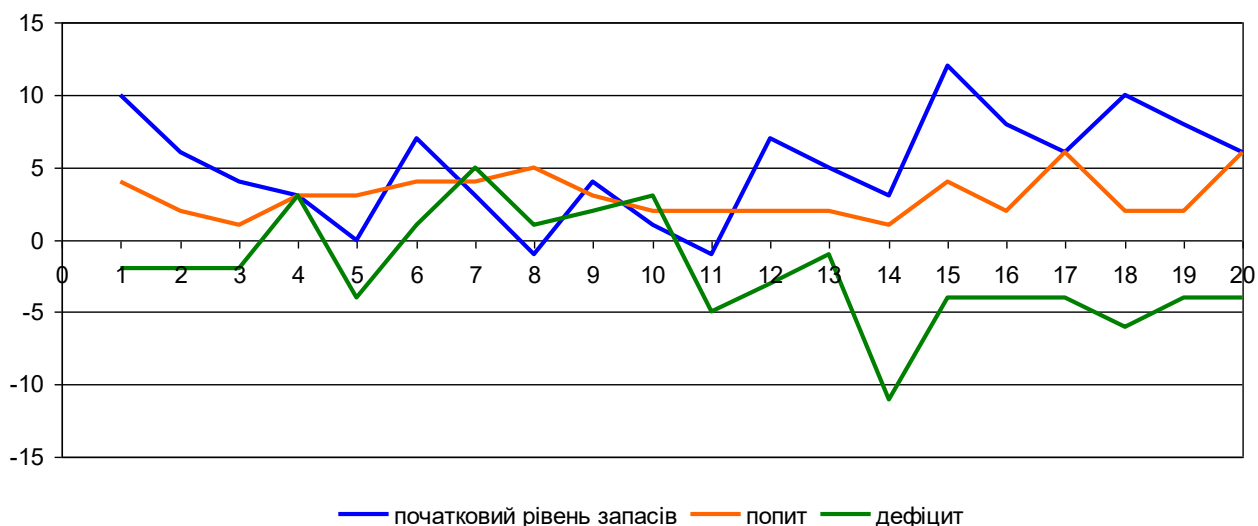


Рисунок 3.11 – Теоретичні криві початкового рівня запасів, попиту та дефіциту деталі ЗП-4 при застосуванні першої стратегії

Рис. 3.12 вказує на стабільну роботу автопідприємства при застосуванні стратегії замовлень 2. Крива «попит» є більш плавною, ніж на рис. 3.11, а починаючи з 4 доби попит на деталь ЗП-4 повністю задовольняється при суттєвому зменшенні дефіциту.

залежності рядів. Спектральний аналіз показав наявність сезонного характеру потреб у запчастинах.

4. Розроблена однопродуктова імітаційна модель керування запасами запчастин різної номенклатури, яка враховує специфічні випадкові часові характеристики обсягів замовлень для реалізації робіт з технічного обслуговування й ремонту автомобілів.

5. Подано покрокова практична реалізація побудованої моделі за допомогою табличного процесора Microsoft Excel для стохастичної задачі керування парком запасних частин на сервісному автопідприємстві.

6. Визначено для заданих умов функціонування автопідприємства оптимальну стратегію потреб підприємства автосервісу в запасній частині свічка запалювання.

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Для підприємств автосервісу керування резервом запасних частин є одним з актуальних управлінських завдань із погляду ефективності роботи підприємства в цілому.

Нестача запасних частин призводить до збільшення термінів виконання замовлень, погіршення репутації автосервісу, втрати клієнтів, зниження обсягів замовлень, доходів і прибутків. Надмірне збільшення запасів призводить до затоварення складів, збільшення обігових коштів підприємства та, в підсумку, до зниження його економічних показників.

У роботі за аналізом інформаційних джерел:

1) розроблено класифікацію та проведено дослідження чинників, що впливають на потребу підприємств автосервісу у запасних частинах. Основними серед них є:

- середній вік автомобілів, що заїжджають на станцію;
- середній пробіг автомобілів;
- обсяг продажів нових автомобілів;

2) узагальнено методи визначення потреби в запасних частинах:

- за номенклатурними нормами, що встановлюють середню річну витрату конкретної деталі на 100 автомобілів на рік;
- за фактичним ринковим попитом на запасні частини (потоків вимог), які належним чином збираються, систематизуються та аналізуються;
- змішаний метод, що передбачає комбінацію перших двох;

3) визначено, що для оптимізації систем організації парку запчастин автомобілів використовують методи:

- прогнозування на основі економетричного моделювання на статистичних даних;
- математичного моделювання на основі кількісних даних;
- лінгвістичного моделювання на основі нечітких даних;

									Арк.
									53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ				

- системного підходу, який забезпечує взаємозв'язок неоднорідних даних і явищ;
- імітаційного моделювання.

При моделюванні потреби у конкретній деталі важливо знати оптимальну кількість її запасу на складі. Ця величина визначається, виходячи із статистики витрати запасних частин у попередні періоди роботи підприємства. Вона має покривати можливі випередження попиту на цю запасну частину. Врахування впливу чинників, пов'язаних із виробничою діяльністю СТО, дозволяє оцінювати зміну потреби в запасних частинах залежно від встановлення та зміни цін на запасні частини та послуги автосервісу. Гнучка цінова політика робить попит керованим.

Задача керування запасами, як організаційно-управлінська задача, є стохастичною та погано формалізуються. Для розв'язання таких задач найбільш ефективними інструментами є методи імітаційного моделювання.

У роботі для оптимізації стохастичної задачі керування парком автозапчастин на сервісному автопідприємстві запропоновано використати імітаційне моделювання. Для цього:

- 1) визначена формальна декомпозиція параметрів моделі на вхідні неконтрольовані, вхідні контрольовані некеровані, вхідні контрольовані керовані, вихідні;
- 2) сформована сукупність номенклатури деталей, попередньо розділена на групи, що володіють апріорною зв'язністю потреб і поставок, для проведення статистичного аналізу з метою наступної параметризації імітаційної моделі;
- 3) проаналізовано потоки замовлень запчастин і показана наявність сезонного характеру потреб у запчастинах;
- 4) розроблено однопродуктову імітаційну модель керування запасами запчастин різної номенклатури, яка враховує специфічні випадкові часові характеристики обсягів замовлень для реалізації робіт з технічного обслуговування й ремонту автомобілів;

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) здійснено покрокову практичну реалізацію побудованої моделі за допомогою табличного процесора Microsoft Excel;

6) визначено для заданих умов функціонування автопідприємства оптимальну стратегію потреб підприємства автосервісу в запасній частині свічка запалювання.

Для розрахунків взято дані підприємства Автоцентр «ЛІГА-ІІ» м. Хмельницький.

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

Перелік посилань

1 Ложачевська О.М., Григоренко Р.В. Узагальнена класифікація послуг сучасного автосервісу // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління Том 29 (68). № 2, 2018. с. 31-36.

2 Бідняк М.Н. Методичні засади підвищення конкурентоспроможності підприємств автосервісу / М. Н. Бідняк, М. Я. Городецький // Економіка та управління на транспорті - 2017. - Вип. 4. - С. 3–8.

3 Horodetskyu M., Mazur V. Management of international competitive capacity of an enterprise // Mechanisms of interaction between competitiveness and innovation in modern international economic relations: collective monograph / edited by M. Bezpartochnyi, in 4 Vol. / ISMA University. – Riga: “Landmark” SIA. 2017. – Vol. 3. – 248 p. P. 48–71.

4 Городецький М. Я. Детермінанти впливу на конкурентоспроможність автосервісів // Матеріали LXXIII Наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету (м. Київ, 17–19 травня 2017 р.). Київ: Національний транспортний університет, 2017. С. 322.

5 Городецький М. Я. Імплементация методики підвищення конкурентоспроможності автосервісних підприємств. // Підприємництво та інновації. 2019 . Вип. 9. С. 83–88.

6 Хаврук В.О. Аналіз методів визначення кількості та номенклатури автомобільних запасних частин // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. Том 30 (69) Ч. 2 № 6 2019 ст. 182-188.

7 Кривцун В.І., Баранов А.М. Аналіз методів визначення номенклатури та кількості запасних частин, що застосовуються для технічного обслуговування і ремонту машин інженерного озброєння. // Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця, 2015. № 2. С. 36–48.

					ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

8 Транспортні технології (на автомобільному транспорті) денної і заочної форм навчання / В. Кищун. – Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2017. – 56 с.

9 Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.

10 Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник / В.М. Дембіцький, В.І. Павлюк, В.М. Придюк – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 473 с.

11 Shofa M.J., Widyarto W.O. Effective production control in an automotive industry: MRP vs. demand-driven MRP. AIP Conf. Proc. 2017, 1855, 020004. <https://doi.org/10.1063/1.4985449>.

12 Peкарčiková M., Trebuna P., Kliment M., Trojan J. Demand Driven Material Requirements Planning. Some methodical and practical comments. Manag. Prod. Eng. Rev. 2019, 10, 50–59. <https://doi.org/10.24425/mper.2019.129568>.

13 Shofa M.J., Moeis A.O., Restiana N. Effective production planning for purchased part under long lead time and uncertain demand: MRP vs demand-driven MRP. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2017, 337, 012055. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/012055>.

14 Damand D., Lahrichi Y., Barth M. A simulation-optimization approach to parameterize Demand-Driven Material Requirements Planning. IFAC PapersOnLine 2022, 55, 263–268. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.626>.

15 Saceani N., Pna M., Persson F. Spare Parts classification and inventory // Decisions a Preliminary Study, 2015.

16 Jiang Y.N. Research on the demand forecast of parts and components for A-car 4S stores. // Beijing Jiaotong University, 2017.

17 Logachev M., Bugrimov V., Kondrat'ev, A. Simulation model of the car service inventory management system: input parameters. // Transportation Research Procedia. 63. 2335-2340. 2022. [10.1016/j.trpro.2022.06.267](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.267).

18 Парк і продаж легкових автомобілів в Україні. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%9A%D0%B8%D1%89%D1%83%D0%BD/page9.html (дата звернення: 15.05.2024).

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

19 Кищун В. А. Інфраструктура та ринок дорожніх транспортних засобів (ДТЗ): навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. – 224 с.

20 Сокол М. Маркетинг на ринку легкових автомобілів /Сокол М. – К.: Альфа Реклама, 2022. – 500 с.

21 Автогід. Література. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%9A%D0%B8%D1%89%D1%83%D0%BD/page78.html (дата звернення: 15.05.2024).

22 Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: Монографія / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; За заг. ред. А. М. Редзюка. – К.: ДП “Державтотранс-НДІпроект”, 2005. – 400 с.

23 Lee C.-J., Rome, S.-C. A Mathematical Safety Stock Model for DDMRP Inventory Replenishment. // Math. Probl. Eng. 2019, 2019, 6496309. <https://doi.org/10.1155/2019/6496309>.

24 Zhao Y. Study on Automobile Spare Parts Optimization Model and Order Decision-Making of Tongliao Dongfeng Yueda Kia 4S // Jilin University of Finance and Economics, 2014.

25 Шевчук Я. В. Імітаційне моделювання транспортних систем / Я. В. Шевчук // International scientific journal. - 2016. - № 1(2). - С. 116-121.

26 Song G.H. Discussion on the Control and Optimization of Parts Inventory Based on Automobile 4S, 2015(27).

27 Wang X. Optimization of ABC Classification Method for Automobile Spare Parts based on DEA. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 252. 022005. 2019. 10.1088/1755-1315/252/2/022005.

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

ДОДАТКИ

					<i>ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59

Додаток А
Результати моделювання

Таблиця А.1 – Результати моделювання попиту
на деталь ЗП-4 свічка запалювання

Параметри моделювання	Прогони моделі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Середній рівень запасів	-4	-3	-3	-4	-5	-6	-2	-4	-5	-4
Кількість замовлень	6	6	7	6	6	5	6	6	6	6
Імовірність виникнення дефіциту	0,87	0,89	0,83	0,85	0,84	0,84	0,85	0,84	0,85	0,85

Таблиця А.2 – Результати моделювання попиту
на деталь ЗП-4 свічка запалювання при застосуванні стратегії 1

Параметри моделювання	Прогони моделі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Середній рівень запасів	5	4	6	5	6	5	6	4	4	5
Кількість замовлень	6	7	7	6	6	5	7	6	9	8
Імовірність виникнення дефіциту	0,27	0,29	0,33	0,25	0,29	0,384	0,25	0,24	0,35	0,25
Прибуток	1380	1360	1340	1320	1360	1380	1330	1340	1350	1340

Таблиця А.3 – Результати моделювання попиту
на деталь ЗП-4 свічка запалювання при застосуванні стратегії 2

Параметри моделювання	Прогони моделі									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Середній рівень запасів	18	20	17	19	19	18	17	18	19	20
Кількість замовлень	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3
Імовірність виникнення дефіциту	0,07	0,09	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05
Прибуток	6570	6600	6540	6550	6640	6600	6630	6640	6650	6580

Додаток Б
Презентаційний матеріал

КАФЕДРА ТРИБОЛОГІЇ, АВТОМОБІЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

ДИПЛОМНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПОТРЕБИ СТОА В
ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ**

ВИКОНАВ СТУДЕНТ 4 КУРСУ, ГРУПИ АТ-20-1 СТАСЮК ВАЛЕРІЙ
КЕРІВНИК Д.Т.Н., ДОЦЕНТ КАФЕДРИ ТАМ ІЛОНА ДРАЧ

МЕТА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ :

розробка оптимальної стратегії керування запасами запчастин на СТОА з використанням імітаційного моделювання.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ :

процеси формування запасів запасних частин підприємства автосервісу.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ :

моделі, методи, алгоритми та засоби для розробки оптимальної стратегії керування запасами запчастин на СТОА.

2

ЗАВДАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ :

- проаналізувати методи керування ресурсами запасних частин на СТОА;
- розробити імітаційну модель для стохастичної задачі керування запасами запчастин на сервісному автопідприємстві;
- реалізувати запропоновану модель для визначення оптимальної стратегії оформлення і одержання замовлень на придбання запчастин для заданих вхідних даних.

3

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ

Арк.

61

АКТУАЛЬНІСТЬ

- В останні роки в країні існує тенденція постійного росту автомобільного парку.
- Збільшується кількість автосервісних підприємств (станом на 2018 рік офіційно зареєстровано понад 216 тис. підприємств, що надають послуги з ремонту та продажу автомобілів). Це породжує конкуренцію на автосервісному ринку і змушує автопідприємства ретельно дбати про свою репутацію щодо рівня надання сервісних послуг.
- За відсутності необхідних для ремонту запасних частин збільшується тривалість ремонту, а відтак, «втрачається» потенційний замовник автосервісної послуги. Однак, зайві складські запаси збільшують поточні витрати на утримання запасів автозапчастин.
- Питання визначення потреби в автозапчастинах для СТОА та автотранспортних підприємств з метою підвищення їх ефективності є актуальним.

4

СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РЕСУРСНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ АВТОМОБІЛІВ

- Важливими аспектами є оснащення станцій технічного обслуговування автомобілів (СТОА) сучасним обладнанням, визначення кількості та складу працівників, необхідних виробничих площ, оптимізація ресурсів і забезпечення запасними частинами.
- Основні підсистеми включають оптимізацію запасів запчастин і матеріалів, вдосконалення процесів замовлення, придбання та доставки.
- Методи оптимізації систем ресурсного забезпечення включають економетричне моделювання на основі статистичних даних, математичне та лінгвістичне моделювання, системний підхід для взаємозв'язку неоднорідних даних і явищ, імітаційне моделювання для дослідження і оптимізації параметрів системи.

5

РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ СТОХАСТИЧНОЇ ЗАДАЧІ КЕРУВАННЯ ЗАПАСАМИ ЗАПЧАСТИН НА СЕРВІСНОМУ АВТОПІДПРИЄМСТВІ:

- визначення параметрів моделі
- створення бази даних
- розробка моделі попиту на запасні частини
- розробка моделі часу постачання:
- реалізація стратегій керування запасами:
- симуляція моделі
- оцінка ефективності стратегій керування запасами
- уточнення моделі
- впровадження в практику

6

					ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ КЕРУВАННЯ ЗАПАСАМИ ЗАПЧАСТИН НА СЕРВІСНОМУ АВТОПІДПРИЄМСТВІ

Для статистичного аналізу взято деталь ЗП-4 – свічка запалювання: ціна одиниці деталі ЗП-4 - 400 грн. за шт.; вартість придбання у виробника однієї одиниці деталі ЗП-4 - 250 грн; витрати на оформлення замовлення - 140 грн. за одне замовл. у вигляді адмін.витрат і витрат з доставки; незадоволена потреба вартує сервісу 300 грн.

СТРАТЕГІЯ 1

Дано: початковий запас деталі 10 од.
Розмір замовлення 8 од.
Залишок на складі <6
Цикл замовлення триває 3 дні

СТРАТЕГІЯ 2

Дано: початковий запас деталі 10 од.
Розмір замовлення 20 од.
Залишок на складі <8
Цикл замовлення триває 3 дні

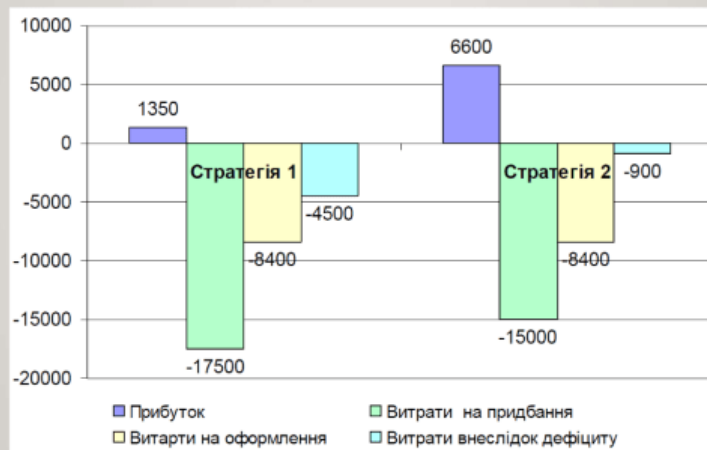
Результати моделювання:

Середній рівень запасів, шт	5,05
Кількість замовлень на 10 діб	7
Імовірність виникнення дефіциту	0,3
Прибуток, грн	1350

Середній рівень запасів, шт	18,55
Кількість замовлень на 20 діб	3
Імовірність виникнення дефіциту	0,05
Прибуток, грн	6600

7

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТРАТЕГІЙ РОЗМІЩЕННЯ ЗАМОВЛЕНЬ ДЕТАЛІ ЗП-4 СВІЧКА ЗАПАЛЮВАННЯ



8

ВИСНОВКИ

У роботі для оптимізації стохастичної задачі керування парком автозапчастин на сервісному автопідприємстві запропоновано використати імітаційне моделювання.

Для цього:

- 1) сформована сукупність номенклатури деталей, попередньо розділена на групи, що володіють апріорною зв'язністю потреб і поставок, для проведення статистичного аналізу з метою наступної параметризації імітаційної моделі;
- 2) проаналізовано потоки замовлень запчастин і показана наявність сезонного характеру потреб у запчастинах;
- 3) розроблена однопродуктова імітаційна модель керування запасами запчастин різної номенклатури, яка враховує специфічні випадкові часові характеристики обсягів замовлень для реалізації робіт з технічного обслуговування й ремонту автомобілів;
- 4) здійснена покрокова практична реалізація побудованої моделі за допомогою табличного процесора Microsoft Excel;
- 5) визначена для заданих умов функціонування автопідприємства оптимальна стратегія потреб підприємства автосервісу в запасній частині свічка запалювання.

9

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ДРАТТАМ 24 20146. 000 ПЗ

Арк.

63