

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

*Удосконалення забезпечення сервісних підприємств
запасними частинами і матеріалами*

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-1-19

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

	_____	_____
	(підпис)	Волков М.І. (прізвище та ініціали)
Керівник	_____	_____
	(підпис)	Субочев О.І. (прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Дніпро
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
 КАФЕДРА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ

Освітній ступінь «Магістр»
 Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри
 «Експлуатація машинно –
 тракторного парку», доцент

_____ О.Д. Деркач _____
 (підпис) (прізвище, ініціали)
 « _____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Волкову Максиму Ігоровичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Удосконалення забезпечення сервісних підприємств
запасними частинами і матеріалами

Керівник проекту Субочев О.І., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ДДАЕУ від « 08 » жовтня 2020р. № 2556

2. Термін подання студентом проекту « 02 » грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи: Існуюча структура і кількість
сільськогосподарської техніки, Вартісні величини залишку. дефіциту
запасних частин, Прибуток від задоволення виробництва в запасних
частинах, , Способи поповнення запасних частин – за однаковим часом, або
за однаковим об'ємом

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз існуючих методів управління запасами запасних частин на
машинно-технологічних станціях, Теоретичні дослідження визначення
величини запасів і номенклатури запасних частин, Моделювання необхідної
кількості та номенклатури запасних частин, оцінка ефективності
постачання підприємств технічного сервісу запасними частинами,
Економічне обґрунтування роботи

5. Перелік демонстраційного матеріалу Мета дипломної роботи, задачі, об'єкт дослідження, предмет дослідження, фактори, що визначають попит запасних частин у сфері експлуатації, Аналіз існуючих систем управління запасами запасних частин в підприємствах технічного сервісу, теоретичні дослідження визначення величини запасів і номенклатури запасних частин, моделювання необхідної кількості та номенклатури запасних частин, результати розрахунків оптимально стратегії функціонування системи забезпечення запасними частинами, основні висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3, 4	Субочев О.І.		
5	Кравець В.В.		
6	Вініченко І.І.		
1 - 6	Харченко Б.Г.		

7. Дата видачі завдання « 10 » жовтня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз існуючих методів управління запасами запасних в сервісних підприємствах	10.10 – 15.10.20	
2	Теоретичні дослідження визначення величини запасів і номенклатури запасних частин	16.10 – 24.10.20	
3	Моделювання необхідної кількості та номенклатури запасних частин	25.10 – 07.11.20	
4	Оцінка ефективності постачання підприємств технічного сервісу станцій запасними частинами	08.11 – 15.11.20	
5	Охорона праці та захист в надзвичайних ситуаціях	16.11 – 23.11.20	

Студент

_____ (підпис)

Волков М.С.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис)

Субочев О.І.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Волков М.С. Удосконалення забезпечення сервісних підприємств запасними частинами і матеріалами / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Рослинництво»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2020.

Метою дипломної роботи є розробка логістичної моделі запасними частинами сервісних підприємств, що базується на критеріях економічності, інформаційних технологіях та індивідуальному підході до нормування.

Задачі дослідження: проаналізувати: фактори, що впливають на споживання запасних частин, існуючі принципи побудови систем управління запасами, методи моделювання попиту та часу поповнення запасів; провести дослідження в області прийняття рішень в умовах невизначеності, конфліктності та породженого ними ризику; визначити оптимальну методику розрахунку потоку відмов з урахуванням ремонтних впливів, користуючись статистичними даними; розробити модель, що визначає оптимальну стратегію функціонування в системі управління запасами, керуючись методом АВС; отримати залежності виграшів та ризику утримання запасних частин від кількості рухомого складу.

Об'єктом дослідження є система матеріально-технічного постачання.

Предметом дослідження - модель управління запасами і номенклатурою запасних частин.

Методи дослідження обумовлені властивостями функціонування виробництва сервісних підприємств з урахуванням прогнозування попиту на запасні частини і матеріали. В роботі використані такі методи: логістика, імітаційне та економіко – математичне моделювання, статистичні методи дисперсійного аналізу, кореляції і регресії.

В ході виконання дипломної роботи було використано наступні програмні продукти: MS Word пакету Microsoft Office, програмний продукт Mathcad Professional (розрахунок показників, імітаційне моделювання), редактор формул Microsoft Equation, редактор таблиць MS Excel, програмний продукт АБВУД FineReader (робота зі сканером).

МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ ПАРК, СЕРВІСНЕ ПІДПРИЄМСТВО,
ПОПИТ, ЗАПАСНІ ЧАСТИНИ, НОМЕНКЛАТУРНІ ГРУПИ, ЛОГІСТИЧНІ
МЕТОДИ, ЗАПАС ОПТИМАЛЬНИЙ, МЕТОД СТАТИСТИЧНИЙ

Публікація: Subochev Alexander. Increasing the level of providing service enterprises with spare parts and materials / Subochev Alexander, Sichko Alexander, Volkov Maxim // VIII international scientific congress agricultural machinery proceedings 24.06 – 27.06.2020 Varna, Bulgaria, 2020 – Year IV, Vol. 1/7 – P. 26 – 30.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН В СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ	7
1.1. Аналіз факторів, що впливають на споживання запасних частин	7
1.2. Аналіз ринку запасних частин	9
1.3. Аналіз форм матеріально-технічного постачання	11
1.4. Організація системи постачання запасних частин	13
1.5. Обґрунтування теми дипломної роботи	19
2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗАПАСІВ І НОМЕНКЛАТУРИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН	21
2.1. Аналіз розробки обґрунтованої номенклатури запасних частин	21
2.2. Аналіз визначення оптимального запасу агрегатів та запасних частин	24
2.3. Аналіз визначення потоку відмов з урахуванням ремонтних впливів	25
2.4. Аналіз концепції теорії гри та статистичних рішень в умовах невизначеності	30
Висновки за другим розділом	33
3 МОДЕЛЮВАННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ТА НОМЕНКЛАТУРИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН	35
3.1. Обґрунтування вимог до моделі	35
3.2. Формування моделі керування запасними частинами	35
3.3. Розробка програмного забезпечення	39
3.4. Послідовність розрахунку норми витрат запасних частин	41
3.4.1. Алгоритм визначення норми витрати запасних частин з урахуванням середнього ресурсу деталей	41
3.4.2. Методика розрахунку запасних частин для випадку раптових відмов деталей	43
3.5. Визначення оптимальної потреби запасних частин на машинно-технологічній методами логістики	46
3.5.1 Прийняття рішень в умовах недоліку інформації	46

3.5.2	Прийняття рішень в умовах ризику	47
3.5.3	Прийняття рішень в умовах часткової визначеності	48
	Висновки за третім розділом	49
4	ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПОСТАЧАННЯ СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ	50
4.1.	Розрахунок необхідної номенклатури запасних частин	50
4.2.	Розрахунок норми витрати запасних частин з урахуванням середнього ресурсу деталей та заданої ймовірності	54
4.3.	Оптимізація потреби запасних частин методами логістики	58
	Висновки за четвертим розділом	62
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	64
5.1.	Аналіз стану охорони праці на ТОВ «Паритет-СП»	64
5.2.	Аналіз і характеристика основних виробничих шкідливостей і небезпечностей на підприємстві технічного сервісу	64
5.3.	Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників від дії вказаних вами вище шкідливих та небезпечних факторів	66
5.4.	Правила безпечного виконання ковальсько-ресорних робіт	68
5.5.	Розрахунок вентиляції ковальсько – ресорної дільниці	71
	Висновок за п'ятим розділом	72
6	ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ	73
6.1	Забезпеченості СП основними засобами виробництва	73
6.2	Визначення річних поточних витрат функціонування СП	75
6.3.	Розрахунок фонду заробітної платні працівників СП	78
6.4	Сумарні експлуатаційні витрати	80
6.5.	Розрахунок доходу від діяльності підприємства	83
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	84
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	87
	ДОДАТКИ	90

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН В СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

1.1. Аналіз факторів, що впливають на споживання запасних частин

Потреби сервісних підприємств (СП) у запасних частинах для забезпечення нормального функціонування рухомого складу і його якісного ремонту визначаються великою кількістю факторів, що характеризують як споживачів, так і існуючу систему постачання автомобільними запасними частинами (ЗЧ). Вплив цих факторів проявляється в організації транспортного й виробничого процесів, залежить від режиму й умов експлуатації, організації системи планування й розподілу ЗЧ, інформаційної бази, нормативно-методичного забезпечення та ін.

Забезпечення організації постачання машинно-тракторного парку (МТП) ЗЧ пов'язане з рішенням двох основних завдань: установленням номенклатури елементів автомобіля, що поставляються в ЗЧ, і визначенням обсягів їхнього виробництва й розподіли споживачам.

Процес споживання ЗЧ найбільшою мірою залежить від особливостей сфери експлуатації. У цій сфері можна виділити кілька груп факторів. Зокрема до них ставляться: система організації ТО та ремонту, рухомий склад і структура парку, виробнича база, персонал і умови експлуатації [1, 2]. Значимі для дослідження споживання ЗЧ фактори кожної групи наведені на схемі (рис. 1.1).

Потреба в ЗЧ на ремонтно-експлуатаційні потреби визначається в основному надійністю автомобілів (деталей, вузлів, агрегатів) на стадіях їхнього виробництва, експлуатації й ремонту. До факторів, що визначають надійність автомобілів при проектуванні, ставляться загальне компонування МТП й агрегатів, потужність двигуна, передаточні числа трансмісії й інші проектно-конструкторські рішення, конструкційні матеріали, що також застосовуються, паливо, змащення. Великий вплив на споживання ЗЧ роблять такі властивості автомобільної конструкції, як зручність доступу до обслуговуються агрегатом, що, і вузлам, число крапок змащення, ергономічні властивості машини.

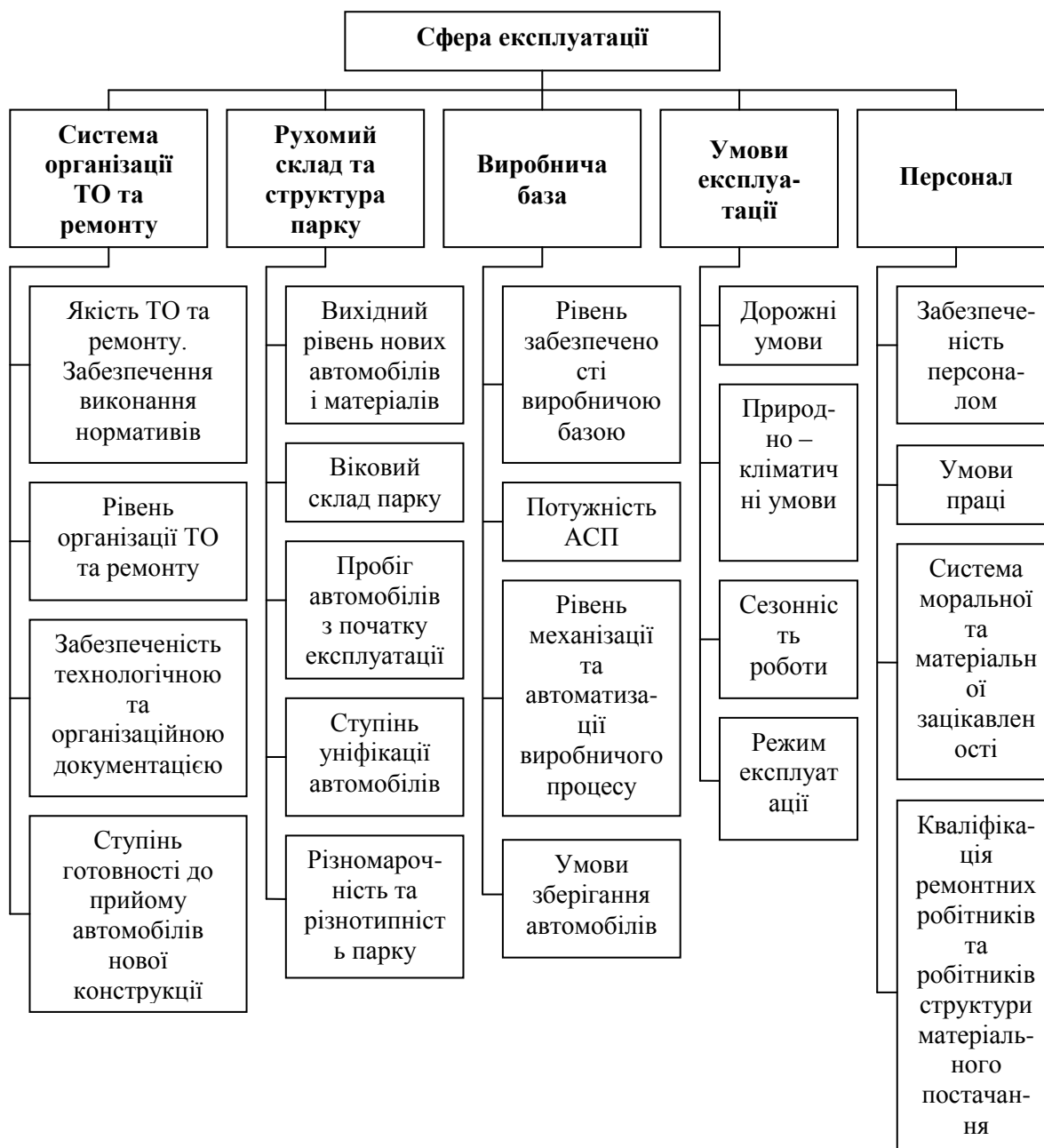


Рис. 1.1. Фактори, що визначають попит запасних частин у сфері експлуатації

Можна виділити наступні основні фактори, що впливають на споживання ЗЧ у сфері капітального ремонту: організація виробничого процесу; якість технологічних процесів ремонту; виробничо-технічна база, потужність і спеціалізація МТС; організація й технологія відновлення деталей, що були у вживанні; технічний стан і комплектність машин і агрегатів, що надходять у капітальний ремонт; кваліфікація кадрів та ін.

Проведення організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення якості капітального ремонту з урахуванням зазначених факторів, дозволить

підвищити надійність відремонтованих автомобілів і агрегатів, зменшити видаток ЗЧ в експлуатації.

Важлива роль у забезпеченні запасними матеріалами СП належить прийнятій системі постачання на даному підприємстві. Від стану її організаційної структури, планування потреби й керування запасами ЗЧ багато в чому залежить ефективність забезпечення споживачів даним видом матеріальних ресурсів, загальні економічні результати роботи СП.

У цей час система постачання машинно-тракторного парку ЗЧ має досить складну, багатоступінчасту структуру. Якість планування й ефективність керування ними істотно залежать від стану нормативно-методичного забезпечення й інформаційної бази.

1.2. Аналіз ринку запасних частин

Ринок запасних частин, будучи складовою частиною загального автомобільного ринку, володіє, разом з тим, відносною самостійністю та має ряд своїх особливостей. Це обумовлено, насамперед, наявністю значної кількості заводів і підприємств, що роблять запасні частини та комплектуючі, великою рухливістю широкої мережі посередників, що здійснюють їхній збут, а також відсутністю досить повної та оперативної інформації про номенклатуру вироблених запчастин, їхній наявності в продажі та цінах на них [3].

Що стосується цінової ситуації на ринку запасних частин, то ринкові ціни, як показує статистика, більше інертні, чим ціни на самі автомобілі, більше локальні (різні по регіонах) і мають досить значний розкид. По окремих виробках (ремкомплектам, гумовотехнічним виробам, підшипникам, електроустаткуванню й ін.) він досягає 70 - 80%. На ціні, крім якості виробів, що залежить від виробника, істотно позначається далекість від заводу-виготовлювача, а також рівень ділової активності в регіоні (рис. 1.2).

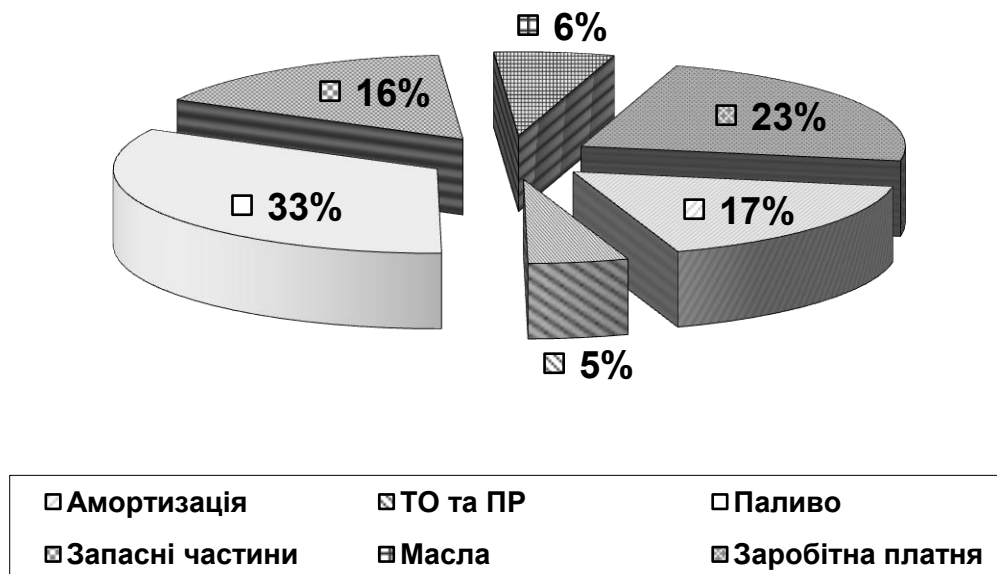


Рис. 1.2. Витрати за основними експлуатаційними видатками.

Ціни на запасні частини в цілому в меншому ступені піддаються впливу таких макроекономічних факторів, як фінансові кризи, різкі перегони інфляції. У той же час ринкові ціни досить чутливі до сезонності, активізації діяльності в регіоні (проведення сільськогосподарських робіт, дорожнього та цивільного будівництва, лісозаготівельних і інших робіт) (рис. 1.3).

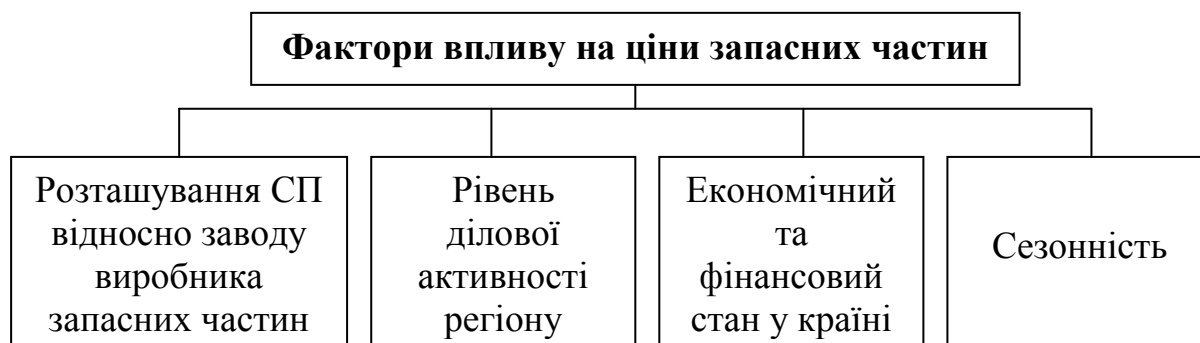


Рис. 1.3. Показники впливу на ринкові ціни запасних частин

Процес формування ринкових відносин у країні зробив вирішальний вплив як на виробництво, так і на збут запасних частин [4]. Якщо раніше основні показники в цій галузі визначалися в плановому порядку, то до теперішнього часу можна із упевненістю сказати, що головну роль тут грає споживчий попит. Відсутність досить повної та надійної статистики не

дозволяє зробити точну оцінку попиту. Разом з тим уже зараз представляється можливим дати його загальну, в основному якісну, характеристику.

Аналіз сегмента ринку запчастин і агрегатів автотехніки виробництва країн СНД традиційними методами технічного, фінансового та маркетингового дослідження утруднений через недолік статистичних даних і низького рівня їхньої вірогідності. Деякі причини цього [5]:

- 1) відсутність чіткої географічної локалізації виробників. Запчастини до автомобілів випускають як вітчизняні підприємства, так і заводи інших країн СНД, а також безліч виробників з далекого зарубіжжя - від Туреччини до США;
- 2) значна кількість контрабандної продукції на ринку;
- 3) наявність значної кількості неврахованої, а також некондиційної продукції на ринку;
- 4) використання імпортерами схем роботи через офшори, заниження фактурної вартості та застосування інших схем мінімізації оподаткування, які спотворюють митну статистику.

В умовах здорової конкуренції, видимо, витримають ті фірми-посередники, які найбільше успішно зможуть вирішувати такі питання, як пошук нових надійних партнерів, налагодження гнучкої системи платежів, удосконалювання обліку руху товарно-матеріальних цінностей, доведення складських запасів до оптимальних, забезпечення широкої номенклатури запчастин, грамотна оцінка кон'юнктури ринку й проведення продуманої цінової політики.

1.3. Аналіз форм матеріально-технічного постачання

Для придбання матеріалів і запасних частин у цей час підприємства застосовують наступні способи:

- 1) прямі господарські зв'язки між виробниками й споживачами;
- 2) оптова торгівля;
- 3) придбання матеріалів на підприємствах дрібної роздрібною торгівлі.

При прямих зв'язках між постачальником і споживачем полягає договір на поставку продукції, у якому обмовляються вимоги до продукції, строки й обсяги поставок, форми та строки оплати, взаємна відповідальність за порушення умов договору. У цьому випадку можуть використовуватися договірні ціни, установлені продавцем і покупцем у процесі укладання договору на поставку продукції.

Транзитна форма матеріально-технічного забезпечення (безпосередньо від виготовлювача до споживача) сприяє скороченню строків перебування матеріальних ресурсів у сфері обігу, а також витрат на вантажно-розвантажувальні роботи та зберігання на проміжних складах і базах підприємств оптової торгівлі.

Широке поширення при забезпеченні автотранспортних підприємств матеріально-технічними ресурсами одержала оптова торгівля, при якій договори на поставку полягають із оптовими організаціями. Виступаючи як посередник між виготовлювачем і споживачем, оптова організація здійснює поставку широкого переліку найменувань запасних частин і матеріалів, і часто виявляється економічно більше вигідною формою забезпечення споживачів необхідними матеріально-технічними ресурсами. Оптова торгівля передбачає застосування складської форми організації збуту (регіональних баз і складів). Ця форма може застосовуватися на великі та середніх СП.

На великих МТС доцільно створювати свою інформаційну службу, одне із завдань якої - визначення потрібної кількості запасних частин. Для невеликих СП із великий багатомарочністю рухомого складу можливі різні варіанти рішення проблеми запасних частин, зокрема перехід на сервісне обслуговування машинно-технологічними станціями.

Всі вітчизняні заводи-виготовлювачі автомобілів у цей час створюють сучасну збутову інфраструктуру, що включає центральний і регіональний склади ЗЧ і підприємства дилерів. Вони здійснюють продаж техніки і запасних частин до них, а також ремонтні роботи в невеликих обсягах.

Продажем запасних частин до вітчизняного машинно-тракторного парку займаються безліч дрібних, середніх і більших підприємств (оптовики,

магазини, ринки), які одержують деталі як у заводів-виробників автомобілів і запасних частин, так і в імітаторів (вітчизняних і закордонних). З'явилися на ринку та незалежних ремонтниках, що здобувають запасні частини в перерахованих вище підприємств, включаючи підприємства, що торгують старими та відновленими деталями.

Невід'ємною частиною керування постачанням, що безпосередньо впливає на кількість і доставку ЗЧ, є прогнозування. Прогнозування витрат, постачання, умов ринку, технології, ціни та інші, завжди необхідно для прийняття правильних рішень.

1.4. Організація системи постачання запасних частин

Основою якісного керування постачанням ЗЧ для експлуатуючих і ремонтних організацій автомобільного транспорту є прогресивні технічно та економічно обґрунтовані норми їхньої витрати, які повинні об'єктивно відбивати особливості експлуатації, надійність автомобіля і його елементів, систему ремонту та інші фактори. Обґрунтованість норм витрати у свою чергу визначається вірогідністю вихідної інформації, що вимагається, для розрахунку й правомірністю вибору методів їхнього визначення. Важливість достовірного визначення норм витрати на ремонтно-експлуатаційні потреби треба також і з того, що вони є базою для розробки норм запасів автомобільних ЗЧ на різних рівнях складської системи підприємств автотранспорту.

Розрізняють системи з фіксованим розміром замовлення, постійним інтервалом часу між замовленнями та їхні комбінації [6, 7].

Система з фіксованим розміром замовлення. Сама назва говорить про основний параметр системи. Це - розмір замовлення. Він строго зафіксований і не міняється ні при яких умовах роботи системи. Визначення розміру замовлення є, тому першим завданням, що вирішується при роботі з даною системою керування запасами.

Тим часом у системі з фіксованим розміром замовлення (рис. 1.4) обсяг закупівлі повинен бути не тільки раціональним, але і оптимальним, тобто

найкращим критерієм оптимізації повинен бути мінімум сукупних витрат на зберігання запасів і повторення замовлення. Даний критерій ураховує три фактори, що діють на величину названих сукупних витрат:

1. Використовувана площа складських приміщень.
2. Витрати на зберігання запасів.
3. Вартість оформлення замовлення.

Ці фактори тісно взаємозалежні між собою, причому сам напрямок їхньої взаємодії неоднаково в різних випадках. Бажання максимально заощадити витрати на зберігання запасів викликає ріст витрат на оформлення замовлень.

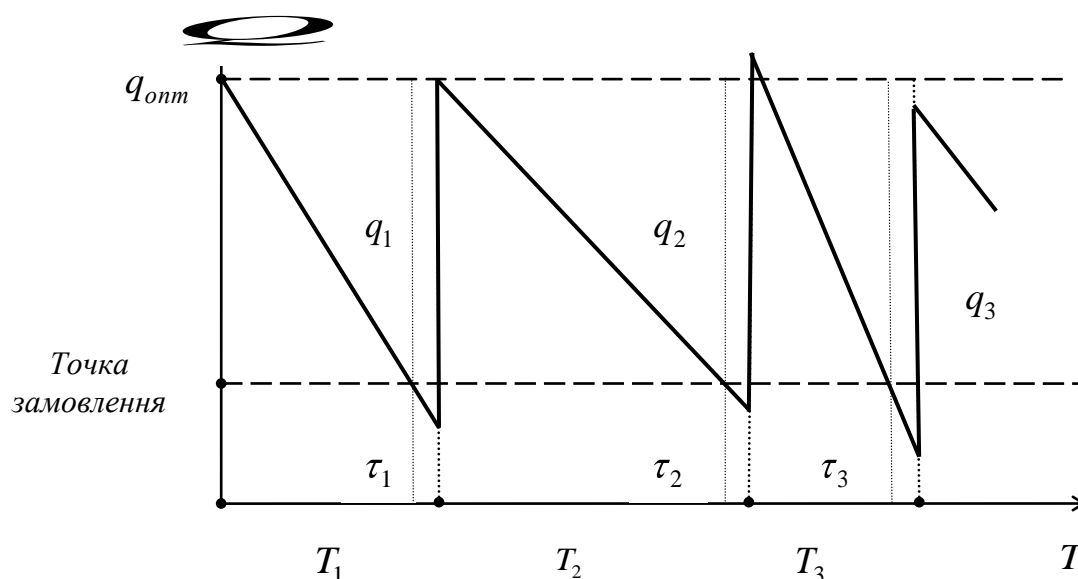


Рис. 1.4. Діаграма періодичності поповнення запасів: $T_1 \neq T_2 \neq T_3$ - періодичність замовлення; $q_1 = q_2 = q_3$ - об'єм замовлення, $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ - час поповнення.

Економія витрат на повторення замовлення приводить до втрат, пов'язаних зі змістом зайвих складських приміщень, і, крім того, знижує рівень обслуговування споживача. При максимальному завантаженні складських приміщень значно збільшуються витрати на зберігання запасів, більше ймовірний ризик появи неліквідних запасів.

Система з фіксованим інтервалом часу між замовленнями. Система з фіксованим інтервалом часу між замовленням - друга та остання система

керування запасами, що ставиться до основного. Класифікація систем на основні та інші викликана тим, що дві розглянуті системи лежать в основі всіляких інших систем керування запасами.

Визначити інтервал часу між замовленнями можна з урахуванням оптимального розміру замовлення. Оптимальний розмір замовлення дозволяє мінімізувати сукупні витрати на зберігання запасу та повторення замовлення, а також досягти найкращого сполучення взаємодіючих факторів, таких, як використовувана площа складських приміщень, витрати на зберігання запасів і вартість замовлення.

Система із установленою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня. У даній системі (рис. 1.5), як і в системі з фіксованим інтервалом часу між замовленнями, вхідним параметром є період часу між замовленнями.

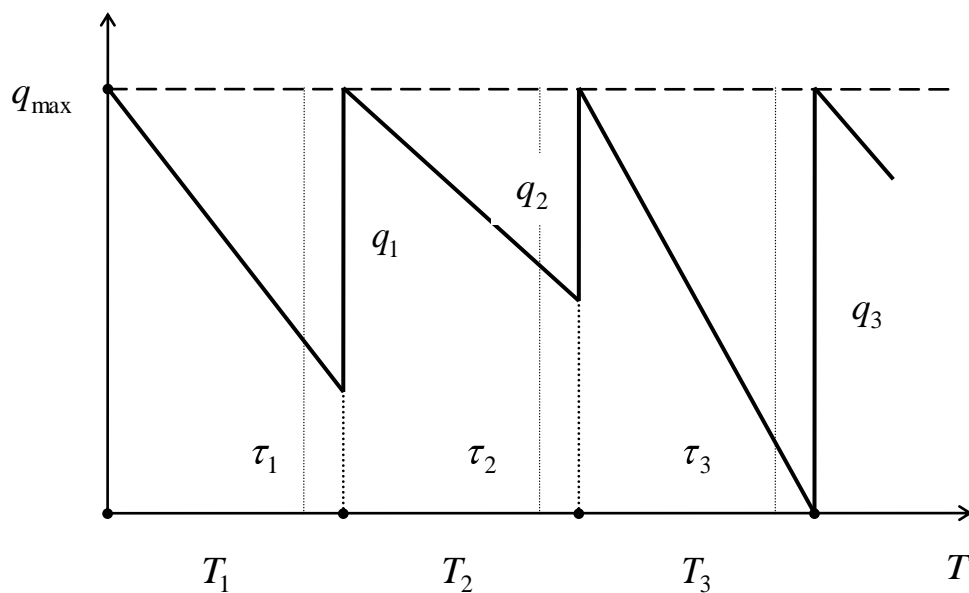


Рис. 1.5. Діаграма періодичності поповнення запасів: $T_1 = T_2 = T_3$ - періодичність замовлення; $q_1 \neq q_2 \neq q_3$ - об'єм замовлення, $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ - час поповнення.

На відміну від основної системи, вона орієнтована на роботу при значних коливаннях споживання. Розглянута система містить у собі елемент системи з фіксованим інтервалом часу між замовленнями (установлену періодичність

оформлення замовлення) і елемент системи з фіксованим розміром замовлення (відстеження граничного рівня запасів).

Параметром, що розраховується постійно, у системі керування запасами із установленою періодичністю поповнення запасів до постійного рівня є розмір замовлення. Як і в системі з фіксованими інтервалом часу між замовленнями, його обчислення ґрунтується на прогнозованому рівні споживання до моменту надходження замовлення на склад організації.

Система "Мінімум-Максимум". Ця система, як і система із установленою періодичністю поповнення запасів до постійного рівня, містить у собі елементи основних систем керування запасами (рис. 1.6).

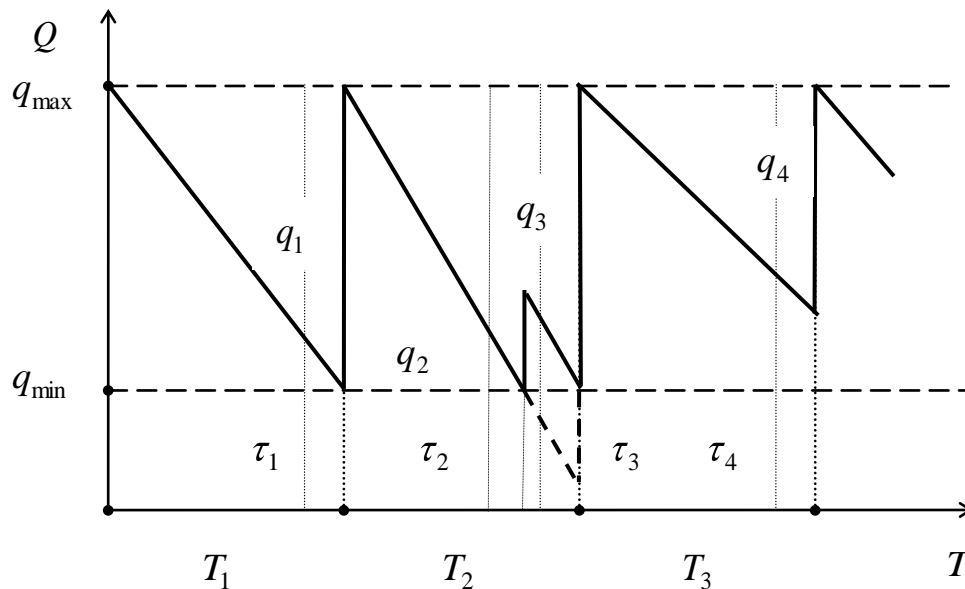


Рис. 1.6 - Діаграма періодичності поповнення запасів: $T_1 = T_2 = T_3$ - періодичність замовлення; $q_1 \neq q_2 \neq q_3$ - об'єм замовлення; $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ - час поповнення

Як і в системі з фіксованим інтервалом часу між замовленнями, тут використовується постійний інтервал часу між замовленнями. Система "Мінімум-Максимум" орієнтована на ситуацію, коли витрати на облік запасів і витрати на оформлення замовлення настільки значні, що стають порівнянні із втратами від дефіциту запасів. Тому в розглянутій системі замовлення, виробляються не через кожний заданий інтервал часу, а тільки за умови, що

запаси на складі в цей момент виявилися рівними або менше встановленого мінімального рівня.

Граничний рівень запасу в системі "Мінімум-Максимум" виконує роль "мінімального" рівня. Якщо у встановлений момент часу цей рівень пройдений, тобто

наявний запас дорівнює граничному рівню, або не досягає його, то замовлення оформляється. У протилежному випадку замовлення не видається, і відстеження граничного рівня, а також видача замовлення будуть зроблені тільки через заданий інтервал часу.

Максимальний бажаний запас у системі "Мінімум-Максимум" виконує роль "максимального" рівня. Його розмір ураховується при визначенні розміру замовлення. Він побічно (через інтервал часу між замовленнями) пов'язаний з найбільш раціональним завантаженням площі складу при обліку можливих збоїв поставки й необхідності безперебійного постачання споживання.

Максимальний поточний запас

$$Z_{\max} = P_m T, \quad (1.1)$$

де P_m - середньодобова витрата матеріалів;

T - періодичність поставок (дн).

Величина поточного запасу коливається від максимуму в момент надходження чергової партії до мінімуму перед прибуттям новин партії. Тому прийнято враховувати середній поточний запас, що при рівномірному споживанні матеріалів дорівнює максимальному запасу, діленому на два, тобто

$$Z_{cp} = P_m T / 2. \quad (1.2)$$

Величину страхового запасу визначають по середньому відхиленню фактичних строків поставки від планових або як суму днів, необхідних для термінового оформлення замовлення й доставки матеріалів від постачальника СП:

$$Z_{стр} = P_m (T_1 + T_2 + T_2 + T_4), \quad (1.3)$$

де P_m - середньодобова витрата матеріалів;

T_1 - час, необхідний для термінового розпорядження постачальникові про відвантаження матеріалів, дн;

T_2 - час, витрачений постачальником на виробництво й оформлення відвантаження, дн;

T_3 - час, необхідний для доставки матеріалів, дн;

T_4 - час, необхідний для прийому та оприбуткування матеріалів на складі споживача, дн.

При чіткій організації системи матеріально-технічного забезпечення та належній роботі всіх видів транспорту необхідність у подібного роду страхових запасів може бути зведена до мінімуму.

Загальний розмір виробничих запасів

$$Z_{об} = P_m (T_{тек} + T_{стр}), \quad (1.4)$$

де $T_{тек}$ - норматив поточного запасу, дн;

$T_{стр}$ - норматив страхового запасу, дн.

При цьому для обліку відхилень у величині поставок і споживання матеріалів розрахунок страхового запасу може вироблятися по формулі

$$T_{стр} = \Delta C_m (B + П) + \Delta П (C_m + \Delta C_m), \quad (1.5)$$

де B - період між строками поставки матеріалів;

$П$ - період між строками видачі замовлення на чергову поставку матеріалів і строком його поставки (заготівельний період);

C_m - місячна з у матеріалах;

ΔC_m - збільшення місячної потреби в матеріалах;

$\Delta П$ - збільшення заготівельного періоду.

У випадку, коли постачальниками точно дотримуються строки поставки, тобто коли $\Delta П = 0$, страховий запас залежить від збільшення місячної потреби в матеріалах і становить

$$T_{стр} = \Delta C_m (B + П). \quad (1.6)$$

Зниження рівня не тільки страхових, але і виробничих запасів шляхом ліквідації зайвих і наднормативних залишків і залучення їх у процес виробничого споживання сприяє підвищенню ефективності роботи виробництва.

1.5. Обґрунтування теми дипломної роботи

На сервісних підприємствах накопичено великий досвід нормування витрат ресурсів, організації планової та економічної роботи, техніко-економічних обґрунтувань, оцінок економічної ефективності різноманітних заходів, що не варто ігнорувати.

Проте ситуація переходу до ринку не дозволяє застосувати ці напрацювання без істотного їх корегування. Необхідно провести дослідження і розробити нові моделі нормування на основі інформації про реальні умови роботи транспорту.

Метою дипломної роботи є розробка логістичної моделі запасними частинами сервісних підприємств, що базується на критеріях економічності, інформаційних технологіях та індивідуальному підході до нормування.

Задачі дослідження:

1. Проаналізувати: фактори, що впливають на споживання запасних частин, існуючі принципи побудови систем управління запасами, методи моделювання попиту та часу поповнення запасів.

2. Провести дослідження в області прийняття рішень в умовах невизначеності, конфліктності та породженого ними ризику.

3. Визначити оптимальну методику розрахунку потоку відмов з урахуванням ремонтних впливів, користуючись статистичними даними.

4. Розробити модель, що визначає оптимальну стратегію функціонування в системі управління запасами, керуючись методом ABC.

5. Отримати залежності виграшів та ризику утримання запасних частин від кількості рухомого складу.

Об'єктом дослідження є система матеріально-технічного постачання.

Предметом дослідження - модель управління запасами і номенклатурою запасних частин.

Методи дослідження обумовлені властивостями функціонування виробництва сервісних підприємств з урахуванням прогнозування попиту на запасні частини і матеріали. В роботі використані такі методи: логістика,

імітаційне та економіко – математичне моделювання, статистичні методи дисперсійного аналізу, кореляції і регресії.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗАПАСІВ І НОМЕНКЛАТУРИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

2.1. Аналіз розробки обґрунтованої номенклатури запасних частин

Забезпечення організації постачання автомобільного транспорту ЗЧ пов'язане з рішенням двох основних завдань: установленням номенклатури елементів автомобіля, що поставляються в ЗЧ, і визначенням обсягів їхнього виробництва й розподіли споживачам.

Реалізація логістичної функції сервісного підприємства - прогнозування, планування та нормування матеріальних запасів - вимагає рішення завдання оптимізації номенклатури запасних частин, що входять до складу матеріальних запасів підприємства.

Під номенклатурою запасних частин розуміється перелік найменувань елементів автомобіля, складених у певній послідовності відповідно до технічної документації підприємств-виготовлювачів.

Номенклатурні зошити, по яких здійснюється замовлення запасних частин СП, містять 700 - 800 найменувань по кожній моделі автомобіля. Реальну картину кількісної зміни номенклатури запасних частин, у відмінності від номенклатурних зошитів, представляють результати спостережень за групами автомобілів в експлуатації. Вибір даних про зміну номенклатури запасних частин приводяться залежно від пробігу автомобілів. Номенклатура запасних частин зростає в кілька разів у міру збільшення пробігу автомобілів з початку експлуатації.

Для нормальної роботи СП повинне мати у своєму розпорядженні необхідні виробничі запаси. У загальному обсязі виробничих запасів підприємства матеріали становлять приблизно 17%, паливо – 8%, запасні частини та агрегати – 41%, шини в запасі – 7%, малоцінні й швидкозношувані предмети та спецодяг - 27 % (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Розподіл загального обсягу виробничих запасів

Для визначення й регулювання запасів запасних частин на МТС може бути використаний метод, іменований методом ABC [8]. Суть його полягає в тому, що весь обсяг запасів запасних частин розділяється на три групи. У групу А входять запасні частини, які споживаються в найбільшій мірі. По кількості найменувань ця група нечисленна (приблизно 10%), але за вартістю становить приблизно 75% загальної вартості запасів по групі запасних частин. Друга група В більше численна по кількості найменувань (приблизно 25%) і в загальній вартості становить приблизно 20%. І нарешті, до групи Зі ставиться 65% найменувань всіх деталей з річною вартістю споживання приблизно 5% від загальної вартості (рис. 2.2).

Розробці графіка за вказаним методом повинна передувати велика підготовча робота. У ході здійснення її потрібно скласти перелік запасних частин, вузлів і деталей, розташовуючи їх по убутній вартості; з'єднати їх у групи й визначити їхню питому вагу; кількість деталей кожного виду

помножити на діючу ціну й тим самим установити загальну вартість по видах і групам запасних частин.

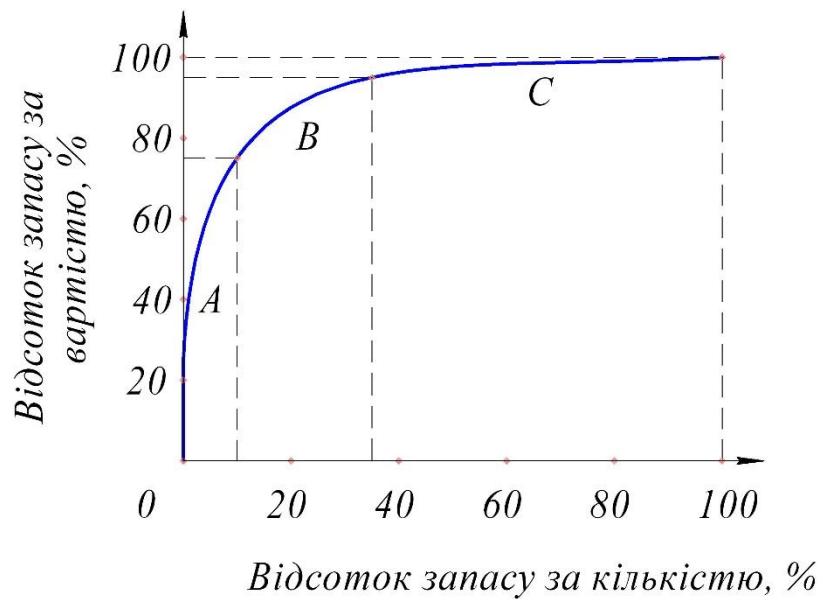


Рис. 2.2 - Аналітичний графік розподілу запасів за вартістю та кількістю (метод ABC)

Крім методу ABC застосовується метод XYZ, що теж дозволяє виділити номенклатурні групи, з метою виконання для кожної позиції номенклатури прогнозних розрахунків, оцінки й прогнозування ймовірності настання дефіциту й величини страхового запасу.

Проведені дослідження показали, що можливий варіант рішення - це використання методів прогнозування (екстраполяції) і перехід до "динамічного" коефіцієнту варіації, що розраховується як відношення середнього квадратичного відхилення динамічного ряду до прогнозного значення динамічного ряду, розрахованому з урахуванням тренду й сезонній складовій.

Методична база визначення норм витрати й номенклатури ЗЧ багато в чому залежить від методів обробки вихідної інформації з надійності автомобілів і їхніх елементів на стадіях проектування, виробництва, випробувань і експлуатації, а також від методичного забезпечення стратегій обслуговуванні й ремонтів автомобілів і їхніх агрегатів. У зв'язку із цим важливого значення набуває стан інформаційної бази, що містить необхідні

вихідні дані для визначення й уточнення номенклатури та норм витрати ЗЧ в експлуатації й ремонті, розрахунку необхідних виробничих потужностей і встаткування для їхнього виготовлення, розмірів і кількості складів, виробничих потужностей для відновлення деталей, вузлів і агрегатів автомобіля й рішення інших завдань.

За результатами спостережень визначаються типові відмови елементів, установлюються можливі причини їхнього виникнення, виявляються деталі, що лімітують надійність, перебувають параметри й види законів розподілу ресурсів елементів автомобіля, фіксується фактична витрата ЗЧ та ін. Зазначена інформація використовується в автомобільній з і на автотранспорті для підвищення надійності автомобілів, удосконалювання системи технічної експлуатації, а також для планування й керування витратою ЗЧ.

2.2. Аналіз визначення оптимального запасу агрегатів та запасних частин

При розрахунку потреби в матеріалах і запасних частинах необхідних для проведення ТО і ремонті МТП, також користуються нормами їхньої витрати. Норми витрати встановлені в натуральному вираженні на 1000 км пробігу по видах технічного впливу (ЩТО, ТО-1, ТО-2, ПР). При цьому необхідну кількість запасних частин або матеріалів варто визначити розподілом запланованого пробігу автомобілів даної марки на 10 тис. км і множенням отриманого результату на відповідну норму витрати.

На великі й середніх МТС, що мають розвинену виробничо-технічну базу, потребу в запасних частинах ($P_{зч}$) може бути розрахована за допомогою номенклатурних норм, який враховує середню річну витрату конкретної деталі на 100 автомобілів у рік.

$$P_{зч} = \frac{H * A}{100} \kappa_n * \kappa_1 * \kappa_2 * \kappa_3, \quad (2.1)$$

де H - номенклатурна норма витрати деталі, од. на 100 автомобілів у рік;

A - наявний помодельний парк, од.;

κ_n - коефіцієнт, що враховує відхилення середньорічного пробігу автомобіля від пробігу, закладеного в норму;

$\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ - коефіцієнти, що враховують умови експлуатації, модифікацію рухомого складу та природно-кліматичні умови.

За результатами розрахунків складається номенклатурна заявка по всіх видах (найменуванням) запасних частин і матеріалів у натуральному вираженні.

Потреба в автомобільних агрегатах. Для заміни знятих з автомобілів і відправлених у ремонт агрегатів створюється незнижуваний їхній складський запас (незнижуваний оборотний фонд.). Річна потреба в агрегатах

$$P_{азр} = \frac{\sum_j L_j n_j^{азр}}{1000}, \quad (2.2)$$

де $n_j^{азр}$ - норматив числа оборотних агрегатів на 1000 км пробігу j -ої моделі автомобіля.

Якщо цю потребу помножити на середню вартість одного оборотного агрегату кожної марки, то одержимо річну потребу в агрегатах у вартісному вираженні.

2.3. Аналіз визначення потоку відмов з урахуванням ремонтних впливів

Формування потоку відмов з урахуванням ремонтних впливів фактично означає перемішування як мінімум двох потоків (наприклад, деталей і агрегату), то назвемо такі процеси відновлення нестационарними, а відповідні їм потоки - *нестационарними потоками відмов* (НПВ).

Для аналізу НПВ доцільно розділити деталі автомобіля на три групи. *Перша група* включає деталі, які повністю замінюються при ремонтних впливах (прокладки, сальники й т.д.). *Друга група* - це невідновлювані, але що піддаються дефектації деталі, які у випадку придатності встановлюються на відремонтованих агрегатах (підшипники кочення, шестірні і т.д.). *Третя група* включає відновлювані деталі.

При формуванні НПВ необхідно враховувати наступні ремонтні впливи: капітальні ремонти агрегату L_a ; капітальні ремонти автомобіля L_A , а також списання автомобіля L_c . Наробітку до зазначених ремонтних впливів і списання є випадковими величинами й підкоряються відповідним законам розподілу.

Розглянемо формування НПВ для першої групи деталей за допомогою графіка (рис. 3.1). Якщо ремонтних впливів не виробляється, то з урахуванням випадкових наробітків між відмовами формується реалізація основного потоку відмов (потік 1). На пробігу L_{aj} , що відповідає випадковій величині наробітку агрегату до першого капітального ремонту, відбувається "відсічення" потоку, при цьому залишковий ресурс деталі L_0 виявляється недовикористаним. З моменту L_{aj} формується новий потік відмов (потік 2). На пробігу L_{Aj} , що відповідає випадковій величині наробітку до капітального ремонту МТП, знову відбувається відсічення потоку, а залишковий ресурс дорівнює L'_0 .

Таким чином, у наведеній схемі (рис. 2.3) реалізації основного потоку є 7 замін, у реалізації нестационарного потоку відмов - 9 замін, при цьому 3 з них виробляються при капітальних ремонтах.

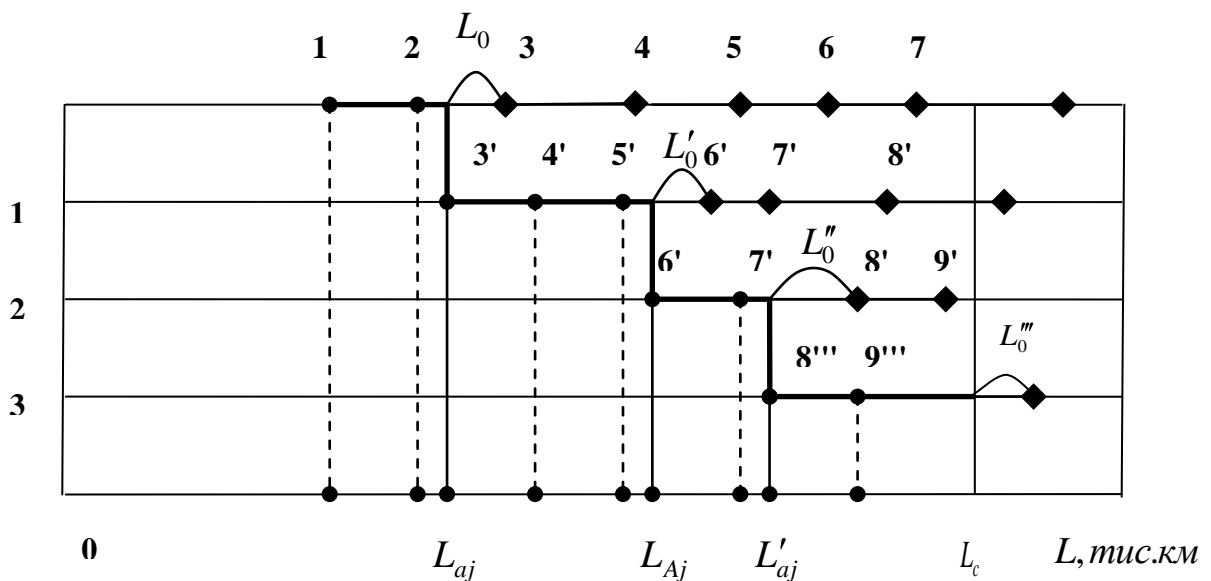


Рис. 2.3. Формування нестационарних потоків відмов з урахуванням ремонтних впливів для деталей першої групи

При формуванні НПВ деталей другої групи (рис. 2.4) при усіканні основного потоку відмов капітальним ремонтом агрегату спостерігаються дві події: подія A - деталь із залишковим ресурсом L_0 буде встановлена без відновлення на відремонтованому агрегаті; подія B - деталь вибраковується та замінюється на іншу, що поставляється як ЗЧ. Кожне із зазначених подій реалізується з імовірністю $P(A)$ й $P(B)$, причому $P(A) + P(B) = 1$. Очевидно, імовірність події $P(B)$ відповідає коефіцієнту змінності деталі k_c при капітальному ремонті. Отже, при наробітку L_{aj} ; відбувається поділ основного потоку: з імовірністю $P(A)$ його характеристики не порушуються, тому що буде реалізований залишковий ресурс деталі; з імовірністю $P(B)$ відбудеться відсічення потоку. В останньому випадку формування потоку відповідає НПВ деталей першої групи.

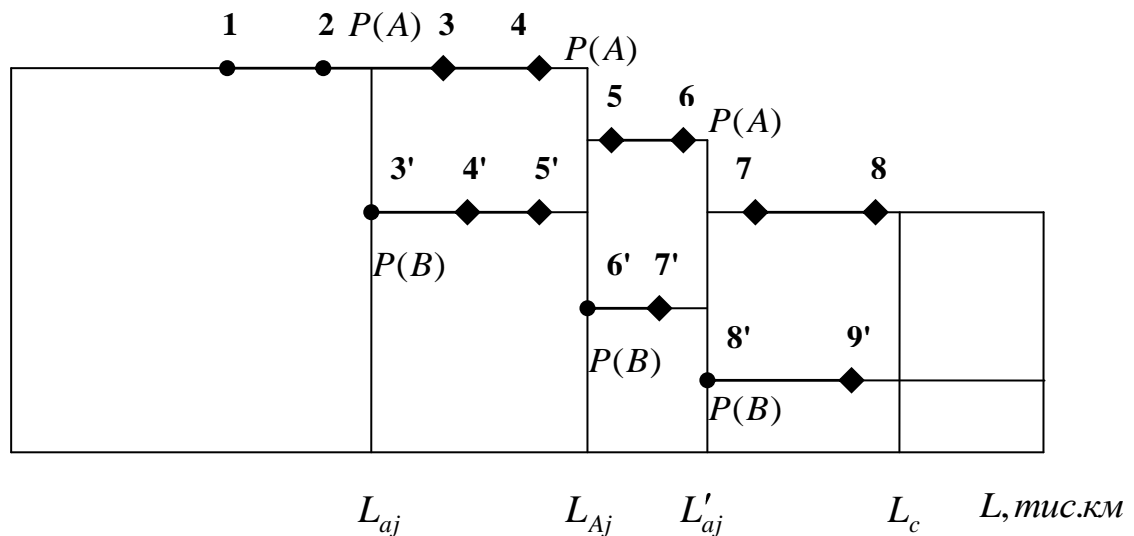


Рис. 2.4. Формування нестаціонарних потоків відмов з урахуванням ремонтних впливів для деталей другої групи

Нарешті, для деталей третьої групи при наробітку L_{aj} можуть спостерігатися три події (рис. 2.5): подія A - деталь вважається придатною й встановлюється на відремонтованому агрегаті, при цьому залишковий ресурс дорівнює L_0 ; подію B - деталь вибраковується (списується) і замінюється на

ЗЧ; подія C - деталь відновлюється й потім установлюється на відремонтованому агрегаті.

З великої кількості різних процесів, розглянутих у теорії відновлення, найбільший інтерес із погляду розрахунку ЗЧ представляють процеси, сформовані у вигляді суми незалежних ненегазивних величин - наробітків деталей до першої відмови L_1 й між наступними відмовами $L_{i,i+1}$. Розрізняють наступні типи процесів: *простий*, при якому функції розподілу наробітків деталі до першого $F_1(L)$ та між наступними відмовами $F_{i,i+1}(L)$ рівні, тобто $F_1(L) = F_{i,i+1}(L) = F(L)$; *загальний*, при якому обмеження на рівність функцій розподілу не поширюється на першу з них, тобто $F_{i,i+1}(L) = F(L)$, $F_1(L) \neq F(L)$; *складний*, при якому $F_1(L)$ та всі $F_{i,i+1}(L)$ різні.

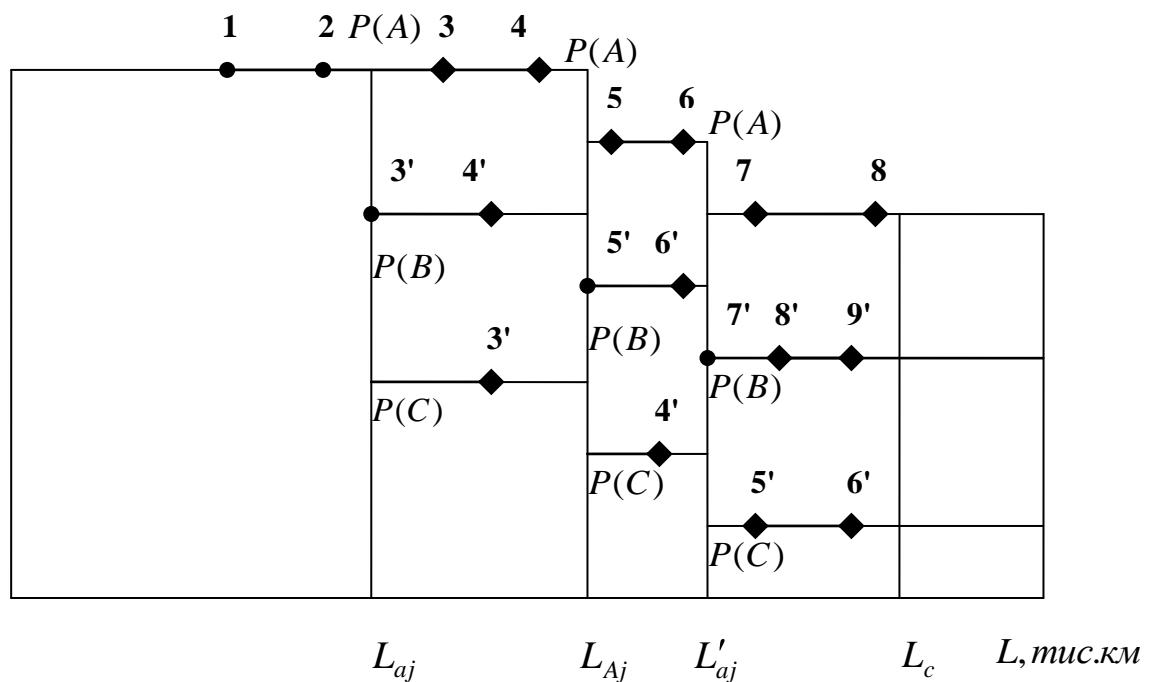


Рис. 2.5. Формування нестационарних потоків відмов з урахуванням ремонтних впливів для деталей третьої групи

Відповідно до класифікації (див. рис. 2.6) для розрахунку нестационарних потоків відмов можуть із використанням аналітичних та чисельних методів [8].

Розглянемо *аналітичну методу* розрахунку. Для одержання формули, що дозволяє врахувати відсічення потоку відмов капітальним ремонтом

агрегату, необхідно зіставити дві випадкові величини: наробіток деталі до i -ї відмови L_i , і наробіток агрегату до капітального ремонту R . Якщо $L_i < R$, то деталь замінюється при поточному ремонті й i -та відмова враховується в потоці відмов.

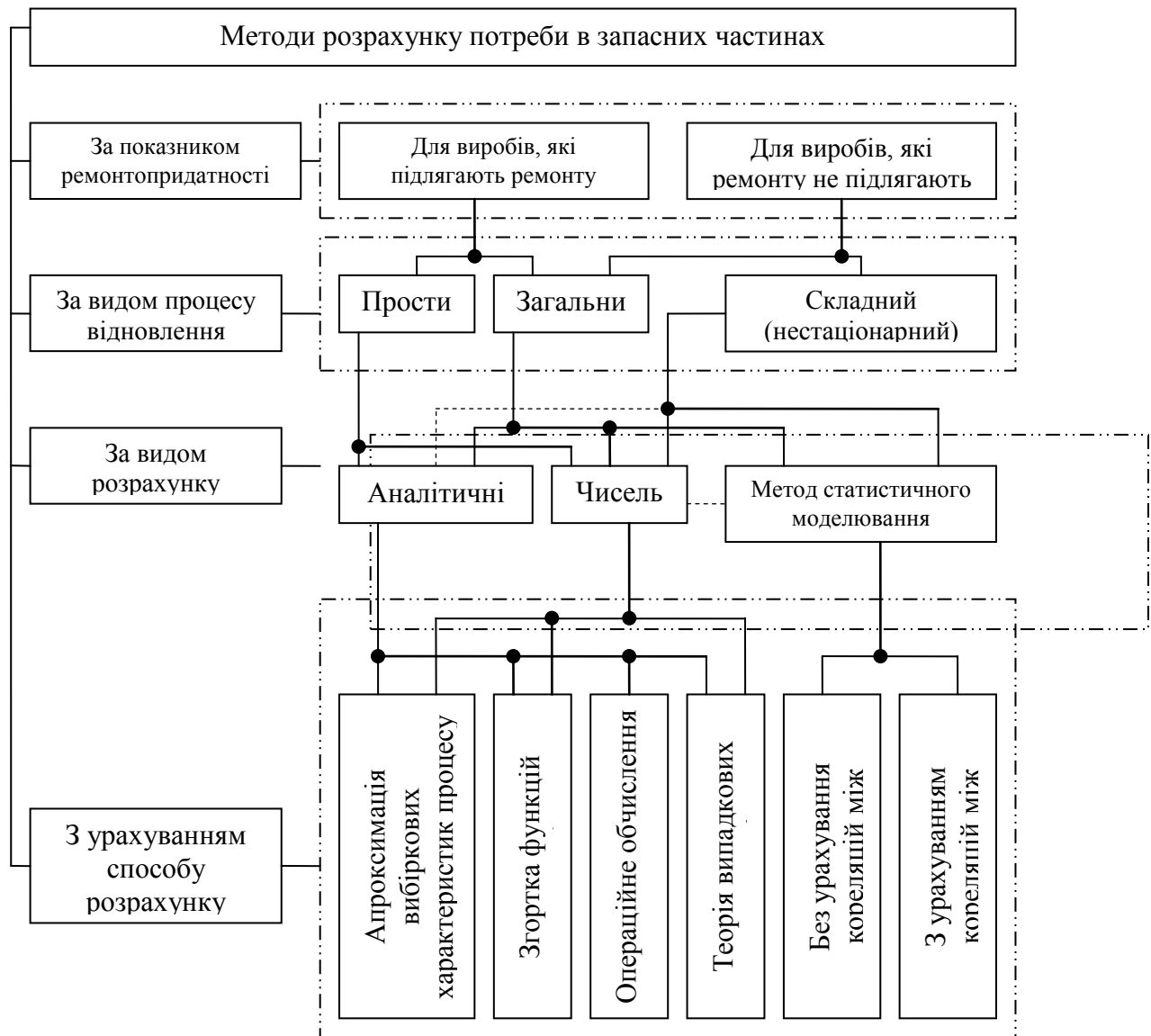


Рис. 2.6. Класифікація методів розрахунку запасних частин,

заснованих на теорії процесів відновлення У випадку $L_i < R$ i -та відмова деталі не враховується; у деталі є залишковий ресурс L_0 . Дана методика розрахунку дозволяє врахувати вплив основних з на формування нестационарних потоків відмов: наробітків деталей до відповідних відмов, наробітків агрегатів і автомобіля до капітального ремонту й списання, залишкових ресурсів деталей і коефіцієнтів змінності при, ремонтах.

Незважаючи на те, що аналітична методика з дозволяє врахувати вплив основних факторів на формування нестационарного потоку відмов деталей, її використання стає скрутним через ускладнення розрахункових формул при наявності взаємозв'язку між наробітками деталей до відмов (а також між наробітками деталей і агрегатів) і обліку одночасного відсічення потоку при поточних (за рахунок стратегії заміни) і капітальних ремонтах агрегатів і автомобіля.

2.4. Аналіз концепції теорії гри та статистичних рішень в умовах невизначеності

Вітчизняним підприємствам у своїй повсякденній діяльності доволі часто доводиться приймати рішення, які реалізуються в умовах повної невизначеності. При цьому менеджери здебільшого діють на вгадку, спираючись на власний досвід та інтуїцію. Раціональні управлінські рішення мають спиратись на певні правила прийняття рішень в умовах невизначеності, конфліктності та зумовленого ними ризику, які базуються на різних концепціях. Найвідомішою, достатньо дослідженою й широко використовуваною в теорії та на практиці є концепція теорії гри та статистичних рішень [12]. Найбільш математичні моделі побудовані на тому, що беруться до уваги стратегії двох гравців, одним з яких є ринок, а іншим - підприємство. Якщо побудова стратегій підприємства - хоч і складна, але достатньо досліджена і вирішувана задача, то побудова стратегій розвитку ринку є недослідженою проблемою [13, 14]. Наукова новизна даної статті полягає у тому, що запропоновано в наявні математичні моделі включити прогноз розвитку стану ринку, який і буде визначати його стратегії.

Для дослідження статистичних моделей в умовах невизначеності, конфліктності та породженого ними ризику використовують схему гри з економічним середовищем, складовими якої є:

1) перший гравець - суб'єкт керування (СК), вибір стратегії поведінки якого базується на множині $S = (s_1; \dots; s_m)$ рішень (чистих стратегій), одне з

яких йому необхідно прийняти;

2) другий гравець - економічне середовище, яке може знаходитися в одному з n попарно несумісних станів $\Theta = (\theta_j; \dots; \theta_n)$, які утворюють множину $\Theta = (\theta_j; \dots; \theta_n)$, й один з яких обов'язково настане;

3) відсутність у СК апріорної інформації про те, в якому зі своїх станів знаходиться економічне середовище (яке рішення прийме другий гравець);

4) точне знання СК функціоналу оцінювання (матриці) $F = (f_{kj} : k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$, елемент f_{kj} у якого є кількісною оцінкою ефективності результату діяльності СК у випадку вибору ним стратегії s_k за реалізації стану економічного середовища $\Theta_j (k = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$.

Можна припустити, що $V = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n p_k q_j f_{kj} \geq 0$. Дійсно, для того, щоб здійснилась умова $V > 0$, достатньо, щоб усі елементи f_{kj} платіжної матриці F були додатними. Цього завжди можна досягти, збільшуючи всі елементи f_{kj} на одну й ту саму достатньо велику величину $c = const$. При цьому ціна гри збільшується на $c = const$, а розв'язок, тобто пара оптимальних змішаних стратегій s_p^* та θ_Q^* гравців, не зміниться [15]. Тому вважатимемо надалі, що $V > 0$.

Для першого гравця вектор P^* що задає оптимальну змішану стратегію s_p^* , визначається згідно з умовою:

$$V^* = V(P^*) = \max_{P \in \Delta_p} \left(\min \left\{ \sum_{k=1}^m p_k f_{k1}; \dots; \sum_{k=1}^m p_k f_{kn} \right\} \right), \quad (2.3)$$

якщо $P = (p_1, \dots, p_m)$; $\sum_{k=1}^m p_k = 1$; $p_k \geq 0$; $k = 1, \dots, m$.

Зафіксуємо вектор P . Тоді ціна гри

$$V^* = V(P) = \min \left\{ \sum_{k=1}^m p_k f_{k1}; \dots; \sum_{k=1}^m p_k f_{kn} \right\}. \quad (2.4)$$

Враховуючи, що оптимальна змішана стратегія s_p^* першого гравця забезпечує йому виграш, не менший ціни гри $V \in \mathbb{R}$, за умови вибору другим гравцем будь-якої своєї стратегії, робиться висновок, що:

$$\sum_{k=1}^m p_k^* f_{kj} \geq V \in \mathbb{R}. \quad (2.5)$$

А тому, враховуючи, що перший гравець прагне максимізувати свій гарантований виграш, задачу пошуку оптимальної змішаної стратегії s_p^* можна представити у вигляді такої задачі лінійного програмування:

$$U = V \rightarrow \max_{P \in \Delta_p} \quad (2.6)$$

за умов

$$\sum_{k=1}^m p_k f_{kj} \geq V, \quad j = 1, \dots, n; \quad \sum_{k=1}^m p_k = 1; \quad p_k \geq 0, \quad k = 1, \dots, m. \quad (2.7)$$

Ціна гри V невідома і має бути розрахована під час розв'язування задачі. Як було показано раніше, можна вважати, що $V > 0$, тоді задача лінійного програмування щодо визначення структури оптимальної змішаної стратегії першого гравця (вектору P^*) може бути спрощена.

Для цього вводяться до розгляду змінні $t_k = \frac{p_k}{V}$, $k = 1, \dots, m$. З

урахуванням того, що $\sum_{k=1}^m p_k = 1$, $p_k \geq 0$, $k = 1, \dots, m$, отримуємо таку задачу

лінійного програмування

$$Z = t_1 + t_2 + \dots + t_m = \frac{1}{V} \rightarrow \min_{t_1, \dots, t_m} \quad (2.8)$$

за виконання умов

$$\sum_{k=1}^m t_k f_{kj} \geq 1, \quad j = 1, \dots, m; \quad (2.9)$$

$$t_k \geq 0, \quad k = 1, \dots, m. \quad (2.10)$$

Розв'язавши задачу (2.8) - (2.10), знаходять оптимальні значення змінних t_1^*, \dots, t_m^* , далі легко обчислити оптимальну ціну гри

$$V^* = \frac{1}{z_{\min}} = \frac{1}{\left(\sum_{k=1}^m t_k^* \right)}, \quad (2.11)$$

потім значення ймовірностей $p_k^* = V^* t_k^*$ $k = 1, \dots, m$. Ймовірності, для яких має місце строга оцінка $p_k^* > 0$, відповідають активним стратегіям першого гравця, а ті, для яких справедлива рівність $p_k^* = 0$, - пасивним.

Висновки за другим розділом

1. Основою розробки моделі забезпечення необхідної номенклатури запасних частин є метод ABC, згідно з яким вся номенклатура деталей автомобілів поділяється за різним попитом: перша група А - деталі високого попиту; друга група В - деталі середнього попиту та третя група С - деталі рідкого попиту.

2. У всіх моделях автомобілів є досить обмежена номенклатура деталей, вузлів, складальних одиниць, потреба в які при усуненні відмов виникає найбільше часто, це так звані деталі, що лімітують надійність (ДЛН).

3. Потреба підприємства в запасних частинах залежить від великої кількості факторів, які можна по характерних ознаках представити наступними групами: конструктивні, експлуатаційні, технологічні та організаційні.

4. Формування потоку відмов з урахуванням ремонтних впливів фактично означає перемішування як мінімум двох потоків (наприклад, деталей і агрегату), такі процеси відновлення називаються нестационарними, а відповідні їм потоки - нестационарними потоками відмов (НПВ).

5. Для аналізу НПВ доцільно розділити деталі автомобіля на три групи. Перша група включає деталі, які повністю замінюються при ремонтних впливах (прокладки, сальники та інші). Друга група - це невідновлювані, але що піддаються дефектації деталі, які у випадку придатності встановлюються на

відремонтованих агрегатах (підшипники кочення, шестірні та інші). Третя група включає відновлювані деталі.

6. З застосуванням методів логістики визначають оптимальний запас агрегатів, що дозволяє отримати найвигідніші стратегії в різних випадках: в умовах недоліку інформації; в умовах ризику; в умовах часткової визначеності.

3 МОДЕЛЮВАННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ТА НОМЕНКЛАТУРИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

3.1. Обґрунтування вимог до моделі

Ефективність функціонування підприємств автомобільного транспорту залежить від обґрунтованих нормування і планування, а також раціонального використання матеріальних ресурсів.

Важливою складовою нормування ресурсів є нормування запасу та витрат запасних частин. Тому модель повинна бути адекватною і відповідати наступним вимогам:

1. Модель повинна підходити для кожного підприємства не залежно від чисельності рухомого складу: розвиток ринкових відносин привів до утворення великої кількості малих підприємств.

2. Дані, що необхідні для моделювання витрат запасних частин, повинні бути на кожному підприємстві, тобто вони повинні відповідати критерію легко доступності.

3. Модель повинна враховувати конкретні умови експлуатації транспортних засобів та економічні умови роботи підприємства: матеріальні витрати на підтримку автомобілів у працездатному стані, ринкову вартість запасних частин та утрати прибутку підприємства, зв'язані з простоем автомобіля в ремонті.

3.2. Формування моделі керування запасними частинами

Особливо гостро проблема постачання запасними частинами лежить перед державними СП, які страждають від хронічної недостачі коштів через недостатнє бюджетне фінансування. Ситуація для них ускладнюється зношеністю рухомого складу, його різномарочністю; відсутністю якісної нормативної й методичної інформації, необхідної для визначення потреби в запасних частинах і бюджетування витрат у системі постачання.

Таким чином, при рішенні проблеми забезпечення СП запасними частинами виникають наступні завдання:

- визначення потреби підприємства в запасних частинах;
- визначення оптимального розміру та періодичності замовлень запасних частин;
- вибір постачальників;
- оптимізація запасів запасних частин на складах підприємств;
- формування збалансованих бюджетів закупівлі в умовах обмеженого фінансування.

Перші спроби вирішити проблему постачання СП запасними частинами були зроблені ще в 80-х роках ХХ століття [10]. Однак в умовах планової економіки основною проблемою, що хвилювала вчених і працівників СП була проблема визначення потреби в запасних частинах з виходом на чіткі нормативи.

Для визначення потреби в запасних частинах була налагоджена система збору й обліку інформації про вихід з ладу запасних частин в СП, що привело до можливості розробки досить точних розрахункових моделей, заснованих на теорії експлуатаційної надійності та теорії відновлення. В основі цих моделей лежить припущення про те, що потреба СП у запасних частинах визначається надійністю деталей (вузлів, агрегатів), що залежить від інтенсивності експлуатації та вікової структури парків і визначається такими показниками як наробіток до першої відмови наробіток до наступних відмов і наробіток до капітального ремонту.

У загальному випадку прогноз потреби в запасних частинах пропонувався здійснювати по формулі [9]:

$$Q_f = r \cdot \sum_{jj=1}^{hh} \left[\Omega_f(L_{jj}) - \Omega_f(L_{0jj}) \right] \cdot A_{jj} \quad (3.1)$$

де $\Omega_f(L_{0jj}), \Omega_f(L_{jj})$ - значення ведучої функції потоку відказів f-ї деталі jj-го віку на початок і кінець планового періоду відповідно;

$L_{0jj}; L_{jj}$ – пробіг автомобіля jj -го віку відповідно з початку його експлуатації на початок і кінець планового періоду, тис. км;

A_{jj} – кількість автомобілів jj -го віку, од.;

r – кількість однойменних деталей на автомобілі, од.

І тепер дана методика зізнається багатьма фахівцями найбільш справною. Однак вона не дозволяє вирішувати всього комплексу проблем, пов'язаних з поставками запасних частин. Крім того, розрахунок потреби в запасних частинах за даною методикою має на увазі створення та використання в МТП єдиної інформаційної системи, що містить всю повноту відомостей про експлуатаційну надійність деталей, вузлів і агрегатів автомобіля, що в цей час являє собою серйозну проблему у зв'язку з відсутністю на автотранспортних підприємствах відповідної системи збору та обробки інформації.

Сучасні умови поставили нові проблеми та завдання в області постачання запасними частинами. Недостача експлуатаційної інформації привела до практичної неможливості використовувати моделі визначення потреби в запасних частинах, засновані на теорії відновлення та теорії експлуатаційної надійності. Недостача коштів зробила актуальними рішення таких проблем як оптимізація запасів запасних частин на складах підприємств, формування збалансованих бюджетів закупівлі в умовах обмеженого фінансування.

Комплексному рішенню проблем поставок запасних частин для автотранспортних підприємств повинне сприяти активне застосування моделей, методів і принципів логістики, сама ідеологія якої має на увазі цілісний розгляд процесів постачання, складування й експлуатації.

Таким чином, для рішення проблем постачання СП запасними частинами для ТО та ремонту рухомого складу розроблена система керування поставками запасних частин. Алгоритм формування системи керування поставками запасних частин наведений на рис. 3.1 [16].

В основі пропонованої системи керування поставками запасних частин лежить інформаційно-аналітична система (або база даних), що містить всю повноту відомостей про експлуатаційну надійність деталей, вузлів і агрегатів, а

також дані складського обліку (обсяги поставок, періоди часу між поставками, обсяги вимог, періоди часу між вимогами та ін.) і бухгалтерську інформацію (відомості про постачальників, номенклатура постачаємої продукції, ціни на запчастини та витрати на їх встановлення).

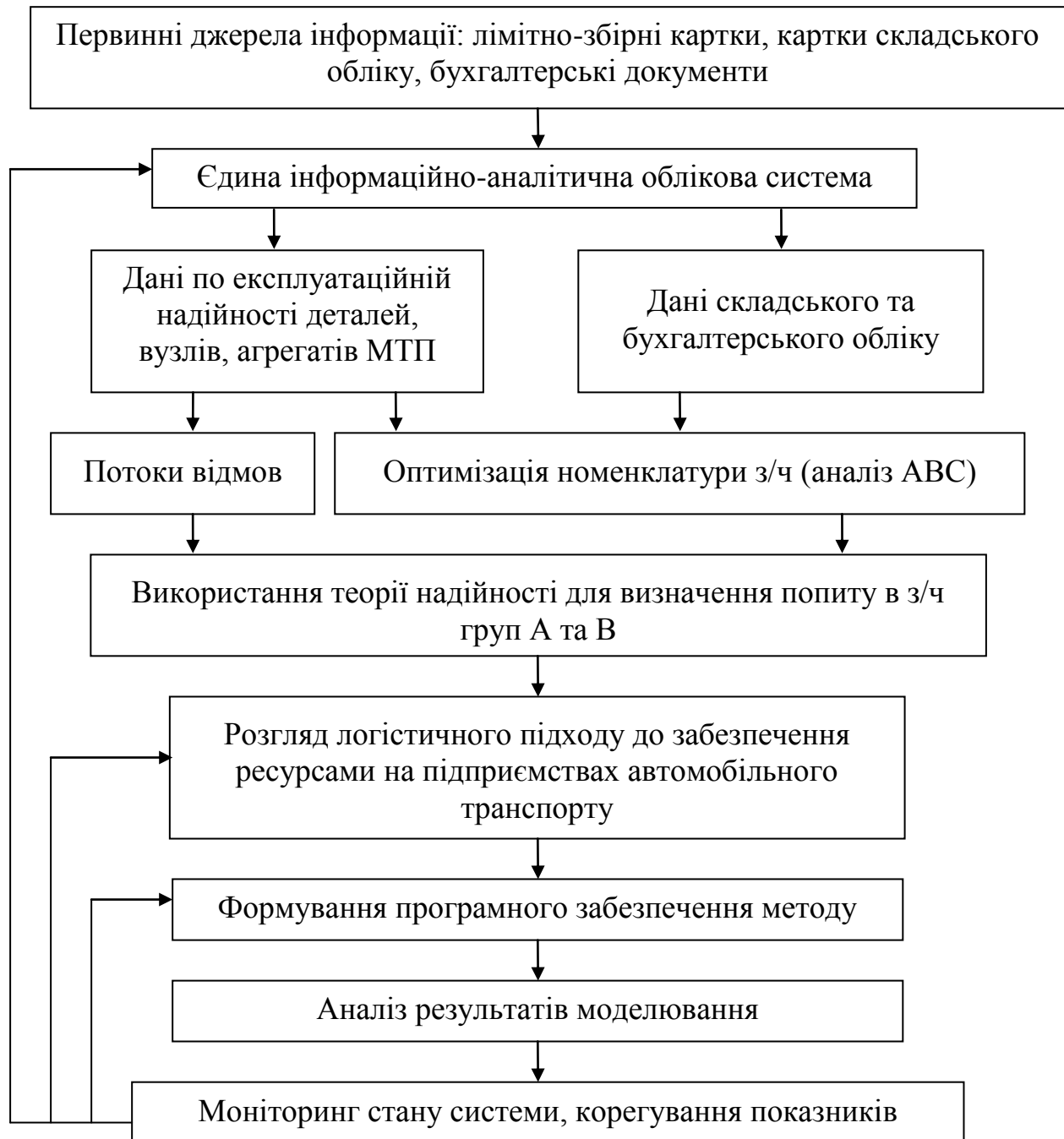


Рис. 3.1. Схема моделі керування запасними частинами

Аналіз динаміки та обсягів появи екстремальних продажів (витрати запасу) указує ті періоди часу, у які найбільш імовірна поява дефіциту. Очевидно, що в дані періоди варто збільшувати обсяг страхового запасу. Так

само, варто врахувати і додаткові джерела інформації, такі як дані маркетингових досліджень та ін. У цьому і є суть комбінованих методів.

3.3. Розробка програмного забезпечення

На ЕОМ виконуємо моделювання витрат запасних частин та обробку результатів експерименту. Для цього використовується пакет програм MathCAD, що дозволяє в процесі її набору та налагодження виконувати розрахунки значень показників і, при необхідності, визначити між окремими показниками залежності та представити їх у вигляді графіків.

При розробці моделі на основі метода АВС деякі величини мають випадковий характер. Тому числові характеристики цих випадкових величин будемо моделювати за методом статистичних випробувань (метод Монте - Карло).

Другий засіб був заснований на використанні додаткового обладнання на ЕОМ– генератора випадкових величин, що дозволяє на кожному такті роботи ЕОМ у фіксованій стандартній комірці пам'яті отримати нове випадкове число. Хоч цей засіб характеризується швидкою дією отримання випадкових величин, але потребує деякої переробки ЕОМ для забезпечення зв'язку з генератором випадкових величин.

Моделювання по визначенню номенклатурних груп АВС проводиться згідно алгоритму (рис. 3.2).

У даній роботі застосовуємо метод Неймана – це один з найбільш універсальних засобів отримання псевдовипадкових величин з заданим законом розподілу. Суть його укладається в тому, щоб отримати випадкові величини не виходячи за межі деякого обмеженого інтервалу (а, в).

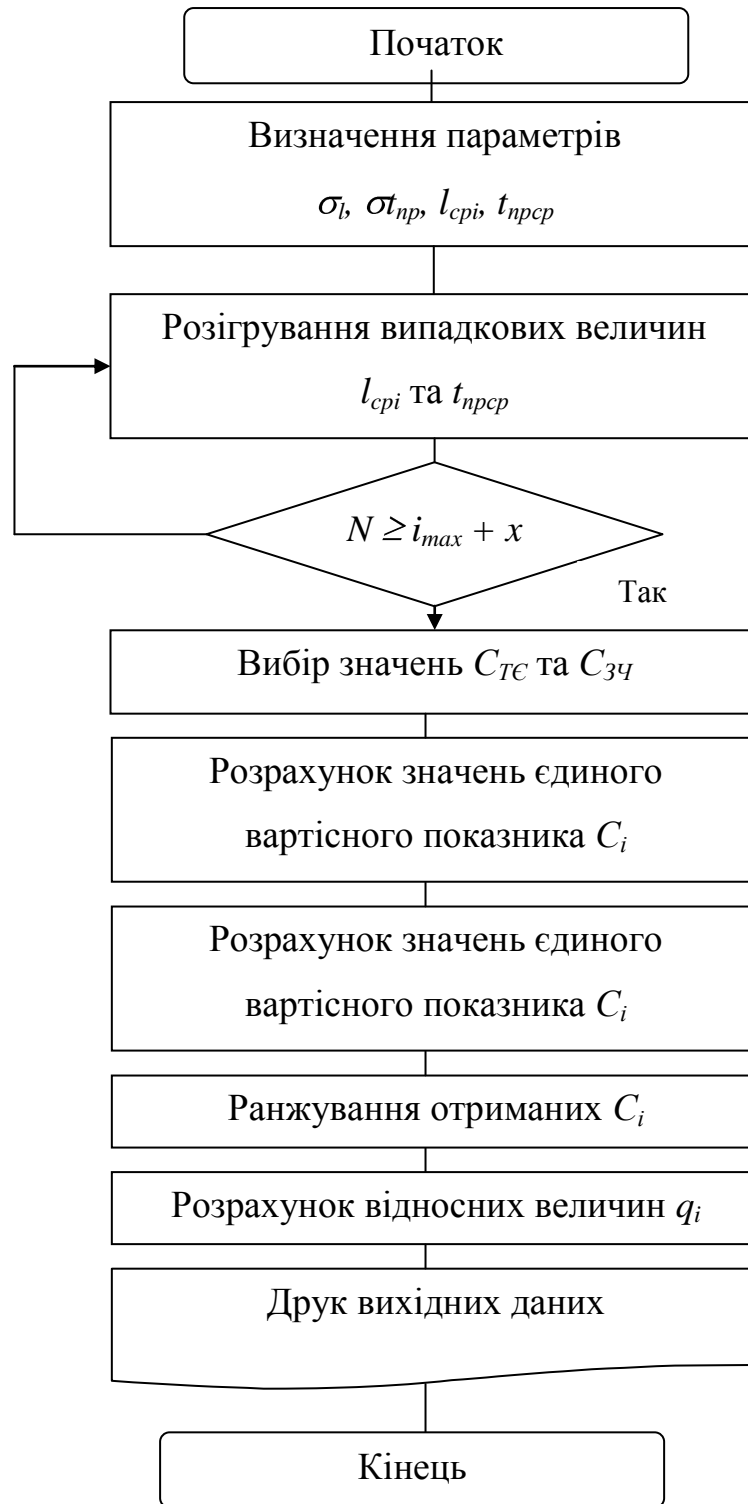


Рис. 3.2 - Блок-схема оптимізації запасу запасних частин

У даній роботі застосовуємо метод Неймана – це один з найбільш універсальних засобів отримання псевдовипадкових величин з заданим законом розподілу. Суть його укладається в тому, щоб отримати випадкові величини не виходячи за межі деякого обмеженого інтервалу (а, в).

В програмі MathCAD моделюємо за функцією:

$$rnorm(N, \mu, s) \quad (3.2)$$

де N – кількість раз програвання;

μ - математичне очікування випадкових величин;

s – середнє квадратичне відхилення.

3.4. Послідовність розрахунку норми витрат запасних частин

3.4.1. Алгоритм визначення норми витрати запасних частин з урахуванням середнього ресурсу деталей

Знаходження провідної функції потоку відмов деталей і річного пробігу автомобіля на єдиній інформаційній базі можливо, якщо останній показник обчислювати на основі моделювання ймовірності безвідмовної роботи (коефіцієнта випуску) рухомого складу з урахуванням надійності агрегатів, вузлів, деталей автомобіля. Дана методика прогнозування приводиться в роботі [17].

Використання методики прогнозування для малих підприємств, що мають невеликі партії одномарочних автомобілів, важке через малі обсяги інформації. Прогнозування необхідної кількості запасних частин на рівні малих підприємств може бути виконане також з використанням методу статистичного моделювання (методу Монте-Карло).

Потік відмов деталей істотно змінюється залежно від пробігу з початку експлуатації, особливо на пробігу, що відповідає першим трьом замінам. Необхідно робити моделювання пробігів автомобілів на початок розрахункового періоду з урахуванням числа років експлуатації.

Дані обстежень АТП показують, що тут може спостерігатися досить велику розмаїтість у розподілах початкових пробігів, але при цьому можна виділити два особливих випадки: перший, коли спостерігається однакове число автомобілів всіх віків (рівномірний розподіл); і другий, коли вся група автомобілів одного року випуску. Відповідно аналогічна картина складається та по пробігах: або рівномірний розподіл, або пробіги зосереджені в досить

вужькому інтервалі. У всіх інших випадках початкові пробіги повинні бути змодельовані з урахуванням залежності середніх річних пробігів від терміну служби $L_c = f(T_c)$; пробігів, накопичених з початку експлуатації $L_n = f(T_c)$ а також відповідних залежностей для середніх квадратичний відхилень $\delta_c = f(T_c)$, $\delta_n = f(T_c)$ і заданих (обраних) законів розподілу.

Наступний крок - моделювання річних пробігів ΔL_{ij} i -го автомобіля для j -го року експлуатації.

Для формування бази вихідних даних використовуються фактичні дані АТП, нормативні дані, скоректовані з урахуванням умов експлуатації автомобілів.

Розрахунки проводять для автотранспортних підприємств, що мають A "різновікових" автомобілів визначеної марки. За результатами спостереження протягом року отримують інформацію про заміни деталей. Отримані дані заносяться в таблицю.

Обробка результатів спостережень виробляється по методу обробки випробувань, відсічених ліворуч. Імовірність відмов розраховується за формулою:

$$P_i^0 = \frac{m_i}{V_i}, \quad (3.3)$$

де m_i - кількість замін i -ї деталі;

V_i - кількість автомобілів у групі.

Імовірність відмов за віковими групами

$$P_K = P_K^0 - \sum_{i=1}^n P_i * P_{K-i}^0, \quad K = 1, \dots, n, \quad (3.4)$$

де n - максимальний середній вік автомобіля;

$P_{K=1} = P_1^0$ - імовірність відмови для першого року експлуатації.

Загальна ймовірність відмов

$$F_i = P_{i-1} + \sum_{i=1}^n P_i. \quad (3.5)$$

За результатами розрахунків визначають термін служби досліджуваної деталі для загальної ймовірності відмови $F(\infty) = 0,5$.

Розрахунок необхідної кількості запасних частин виконується на основі змодельованих потоків відмов для N автомобілів, при цьому для кожного i -го автомобіля відомий початковий пробіг на початок планованого року (кварталу) L_{ij} і відповідно планований або прогнозований річний (квартальний) пробіг ΔL_{ij} .

Знаючи середнє значення терміну служби (t) і річний пробіг (ΔL) середній ресурс деталі визначається:

$$x = \Delta L t, \quad (3.6)$$

де x - середнє значення терміну служби деталі, тис. км.

Підсумовування числа відмов (замін) деталей i , по всіх V машинах дозволяє визначити необхідну кількість запасних частин.

Середня норма витрати запасних частин на 100 машин і ресурсу деталей η , що встановлюють у процесі ремонту, приймається рівною

$$H = \frac{100n}{\eta} \left(\frac{\Delta L}{x} - \frac{1}{t_a} \right), \quad (3.7)$$

де t_a - плановий термін служби машини, років;

n - число однойменних деталей на одній машині.

Для малих вибірок (малих підприємств) важливо проводити оцінку стабільності результатів моделювання з використанням статистичних методів.

3.4.2. Методика розрахунку запасних частин для випадку раптових відмов деталей

У роботі автомобілів мають місце постійні й раптові відмови. Визначати потреба в запасних частинах необхідно з обліком обох видів відмов. Розглянемо випадок раптових відмов для деталей не підлягаючих ремонту для випадку, коли деталь, що раптово відмовила замінюється новою [22]. Процес відновлення працездатності автомобіля в цьому випадку полягає в послідовній

заміні деталей, що відмовили, даного найменування [23]. При цьому на пробігу автомобіля L може мати місце один з наступних станів:

C_0 - не замінена жодна деталь даного найменування (випадок, коли ресурс деталі більше або дорівнює пробігу автомобіля);

C_1 - замінена одна деталь;

.....

C_m - замінено m деталей даного найменування.

Знайдемо ймовірності кожного із цих станів. Для спрощення висновків приймаємо допущення, що потік відновлення є ординарним, без післядії, з інтенсивністю

$$\omega = \frac{f(L)}{\int_0^{\infty} f(L) dL}, \tag{3.8}$$

де $f(L)$ - щільність функції відновлення (наробіток деталі до відмови), а наробіток деталі до відмови підкоряється експонентному закону.

З урахуванням прийнятого допущення розглянемо події, що приводять процес відновлення до одного зі станів C_m .

Очевидно події, що полягають у тім, що на пробігу $L + \Delta L$ не замінена жодна деталь даного найменування, можуть відбутися двома спільними способами: на пробігу L не була замінена жодна деталь і не було замін на пробігу ΔL . З того, що ці події є спільними, то по теоремі множення ймовірностей [20, 21]:

$$P(C_0) = P_0(L)e^{-\omega\Delta L}, \tag{3.9}$$

де $P_0(L)$ - імовірність того, що на пробігу L не було замін;

$e^{-\omega\Delta L}$ - імовірність відсутності замін на пробігу ΔL .

Розкладемо функцію $e^{-\omega\Delta L}$ в ряд

$$e^{-\omega\Delta L} = 1 - \frac{\omega\Delta L}{1!} + \frac{\omega^2(\Delta L)^2}{2!} - \dots + \frac{\omega^n(\Delta L)^n}{n!}. \tag{3.10}$$

Зневажаючи нескінченно малими вищого порядку, одержимо:

$$P(C_0) \approx P_0(L) - \omega\Delta L = P_0(L + \Delta L). \tag{3.11}$$

Подія C_1 може відбутися наступними неспільними способами: на пробігу L замінена одна деталь, а на пробігу ΔL замін не було або на пробігу L замін не було, а на ΔL - замінена одна деталь. Тому що кожний із цих випадків здійснюється спільними способами, а самі випадки несумісні, то, застосувавши теорему множення ймовірностей (для спільних подій) і додавання (для неспільних), після розкладання функції $e^{-\omega\Delta L}$ в ряд і відкидання нескінченно малих вищих порядків одержимо ймовірність події C_1 :

$$P(C_1) \approx P_1(L + \Delta L) \approx P_0(L)\omega\Delta L + P_1(L)(1 - \omega\Delta L). \quad (3.12)$$

Виконуючи аналогічні дії, знайдемо, нарешті, ймовірність того, що на пробігу $L + \Delta L$ проведено m замін деталей, що відмовили, даного найменування:

$$P(C_m) \approx P_m(L + \Delta L) = P_{m-1}(L)\omega\Delta L + P_m(L)(1 - m\omega\Delta L). \quad (3.13)$$

Розділивши праві й ліві частини рівнянь (3.11), (3.12) і (3.13) на ΔL й перейшовши до межі при $\Delta L \rightarrow 0$, одержимо лінійні диференціальні рівняння, які можна об'єднати в систему:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dP_0(L)}{dL} &= -\omega P_0(L); \\ \frac{dP_1(L)}{dL} &= \omega P_0(L) - \omega P_1(L); \\ \dots\dots\dots \\ \frac{dP_m(L)}{dL} &= \omega P_{m-1}(L) - m\omega P_m(L). \end{aligned} \right\} \quad (3.14)$$

Вирішивши отриману систему одним з відомих у математичному аналізі методів (наприклад, методом послідовних підстановок), знайдемо, що ймовірність виконання m замін даної деталі за амортизаційний пробіг автомобіля L описується рівнянням

$$P_m(L) = \frac{(\omega L)^m}{m!} e^{-\omega L}. \quad (3.15)$$

Тому що витрата запасних частин на пробігу L дорівнює сумі всіх замін, то ймовірність витрати дорівнює сумі ймовірностей замін:

$$P_m = \sum_0^m \frac{(\omega L)^m}{m!} e^{-\omega L}. \quad (3.16)$$

Отримане рівняння показує залежність імовірності замін від кількості замін даної деталі на пробігу L .

3.5. Визначення оптимальної потреби запасних частин на машинно-технологічній методами логістики

Однією із стратегій забезпечення працездатності є її відновлення шляхом проведення ремонту, який в більшості випадків полягає в знятті агрегату або вузла з машини і заміні зношених деталей у ремонтних дільницях.

На величину запасу агрегатів впливає значна кількість факторів. Такий вид задач є прийняттям рішень в умовах невизначеності [22].

3.5.1 Прийняття рішень в умовах недоліку інформації

В реальній виробничій ситуації на автосервісному підприємстві відсутня повна інформація про зовнішні фактори, тобто про умови, у яких буде функціонувати виробництво (зона, цех, дільниця, бригада, виконавець).

При рішенні виробничих задач розглядають взаємодію двох неантагоністичних сторін:

« A » - організатори виробництва (активна сторона), тобто робітники виробничих систем. Активна сторона має обрати таку стратегію, щоб прийняти рішення для отримання максимального ефекту. Організатори виробництва ремонту автомобілів « A » будуть приймати стратегії A_j , що полягають отримання визначного запасу агрегатів на складі.

« P » - сукупність випадково виникаючих виробничих ситуацій («природа», зовнішні фактори). «Природа» активно не протидіє заходам організаторів виробництва, але точна дія зовнішніх факторів не відома. Сторона « P » приймає стратегії P_i , що складаються в тому, що фактично буде потрібно для ремонту визначна кількість однотипних агрегатів. Стратегії сторони P наведені в табл. 3.3.

Величина оптимального запасу агрегатів визначається з застосуванням методів статистичних рішень на підставі даних про роботу реального виробництва з використанням поняття ведучої функції.

В умовах недоліку інформації визначаються величини елементів платіжної матриці.

Елементами платіжної матриці є прибуток від випадкового сполучення стратегії активної сторони A_j и стратегії «природи» P_i , які вирішується за формулою:

$$a_{ij} = f_j \cdot b_1 + g_j \cdot b_2 + h_j \cdot b_3, \quad (3.17)$$

де f_j, g_j, h_j - кількість відповідно незатребуваних, задоволених и відсутніх агрегатів для ремонту автомобілів;

b_1 - збиток от утримання одного незатребуваного агрегату;

b_2 - прибуток від задоволення потреби в одному агрегаті;

b_3 - збиток від відсутності одного агрегату.

Для прийняття рішень в умовах недоліку інформації існують критерії, які не враховують поведінку зовнішніх факторів («природи»):

- критерій Вальда;
- критерій Лапласа (недостатньої підставі);
- критерій Гурвиця;
- критерій Севіджа.

3.5.2 Прийняття рішень в умовах ризику

Одним з критеріїв прийняття рішень виробничими структурами є ризик, який полягає у визначенні величин елементів матриці ризику.

Елементами матриці ризику є ризик від випадкового сполучення стратегії активної сторони A_j и стратегії «природи» P_i , які вирішуються за формулою:

$$r_{ij} = \beta_i - a_{ij}, \quad (3.18)$$

де β_i - максимуми з елементів стовпців платіжної матриці.

Критерій Севіджа визначається за формулою:

$$K_{IV} = \min_i \max_j r_{ij} = \min_i \gamma_i = \gamma, \quad (3.19)$$

де γ_i - максимуми з елементів строк матриці ризику.

Севіджа називається верхньою ціною гри, забезпечує вибір стратегії A_j , при якій в любых умовах гарантовано програвш не більш K_{IV} .

Величини критерію Севіджа (K_{IV}) гарантує обмеження виробництва від надзвичайно великих витрат в умовах ризику та відсутності інформації про стан «природи».

3.5.3 Прийняття рішень в умовах часткової визначеності

Частковою визначеністю називається випадок, в якому звісні імовірності появи стратегій зовнішнього середовища («природи»). При цьому визначають елементи матриці виграшів.

Елементами матриці виграшів є величини виграшу від випадкового сполучення стратегії активної сторони A_j та стратегії «природи» P_i , які вирішується за формулою:

$$v_{ij} = a_{ij} \cdot q_j, \quad (3.20)$$

де q_i - імовірність появи стратегії «природи» P_i .

Середній виграш по кожній строчці для i - той стратегії

$$\bar{v}_j = v_1 + v_2 + \dots + v_i = \sum_{i=1}^m v_i. \quad (3.21)$$

Виграш при оптимальній стратегії визначається за формулою

$$\bar{v}_0 = \max_j \bar{v}_j. \quad (3.22)$$

Висновки за третім розділом

1. При розробці загальної методики розрахунку потоків відмов з урахуванням ремонтних впливів повинні бути враховані три моменти: по-перше, відсічення потоку відмов капітальними ремонтами, списанням або стратегією замін; по-друге, формування потоку після ремонтних впливів; по-третє, визначення показників залишкового ресурсу деталей.

2. Модель оптимізації запасу і номенклатури запасних частин повинна враховувати конкретні умови експлуатації транспортних засобів та економічні умови: матеріальні витрати на підтримку автомобілів у працездатному стані, ринкову вартість запасних частин та втрати прибутку підприємств, що пов'язані з простоем автомобілів в ремонтах.

3. Відмінною рисою методу оптимізації запасу запасних частин є поєднання методу оцінки надійності автомобіля і методу прогнозування потреби в запасних частинах шляхом створення єдиної інформаційної бази.

4. У роботі автомобілів мають місце постійні й раптові відмови. Визначати потреба в запасних частинах необхідно з обліком обох видів відмов.

4 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПОСТАЧАННЯ СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ

4.1. Розрахунок необхідної номенклатури запасних частин

Під час визначення номенклатури і об'ємів запасних частин для зберігання на складах використовують метод АВС. Згідно даному методу вся номенклатура деталей конкретного автомобіля (з точки зору попиту) поділяється на групи А, В, С:

I група А – деталі високого попиту,

II група В – деталі середнього попиту,

III група С – деталі виняткового попиту.

Результати досліджень експлуатаційної надійності автомобілів показують, що існує обмежена кількість деталей, які частіше за інші виходять зі строю і тим самим визначають трудові і матеріальні витрати на підтримку автомобілів у працездатному стані

Між номенклатурами ДЛН, визначеними різними методами за даними експлуатації, і методом АВС, який використовується для керування постачанням і складськими запасами, спостерігається зв'язок. Єдиний вартісний критерій надає можливість визначити номенклатуру деталей групи А і надає їхню верхню вартісну оцінку; комплексний критерій обмежує загальну номенклатуру деталей груп А і В і також надає їхню вартісну оцінку. Всі інші деталі повинні увійти до групи С.

На першому етапі розрахунків вводиться єдиний вартісний показник, що відбиває всі види витрат, пов'язаних з i -ю запасною частиною.

Даний показник розраховується для кожної деталі з використанням формули:

$$C_i = M_i(C_{зчi} + C_{мзi} + C_{ні}), \quad (4.1)$$

де M_i - кількість i -х деталей, витрачених за певний інтервал часу (або пробіг автомобіля), од.;

$C_{зci}$ - оптова вартість i -ї деталі, грн.;

C_{mzi} - вартість трудовитрат на усунення відмови i -ї деталі, грн.;

C_{ni} - втрати прибутку підприємства, пов'язані із простоем автомобіля в ремонті, зокрема, через відсутність i -ї запасної частини, грн.

Отримані значення C_i , ранжируються, розташовуються в убутній послідовності

$$C_a \geq C_b \geq \dots \geq C_i \geq \dots \geq C_m \quad (4.2)$$

і виробляється присвоєння нових індексів: $a=1, b=2, \dots, m=N$, де N - загальна кількість найменувань деталей (номенклатура), тобто

$$C_1 \geq C_2 \geq \dots \geq C_j \geq \dots \geq C_N. \quad (4.3)$$

Для зручності розрахунків вводяться відносні величини розглянутих вартісних показників q_i (у відсотках), тим самим робимо нормування показників.

$$q_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^N C_i}. \quad (4.4)$$

Для розрахунку абсциси точки дотику використаємо рівняння 4.5. Так як:

$$f'(x) = \left(\sqrt{a_0 x + a_1 x^2} \right)' = \frac{a_0 + 2a_1 x}{2\sqrt{a_0 x + a_1 x^2}} \quad (4.6)$$

і, враховуючи, що в загальному вигляді

$$\frac{f(x_m) - f(x_k)}{x_k - x_m} = C \quad (4.7)$$

В результаті отримаємо

$$a_0 + 2a_1 x = 2 \cdot C \cdot \sqrt{a_0 x + a_1 x} \quad (4.8)$$

В результаті перетворення знаходимо:

$$x = -\frac{a_0}{2a_1} \left[1 \pm C \cdot \sqrt{\frac{1}{C^2 - a_1}} \right] \quad (4.9)$$

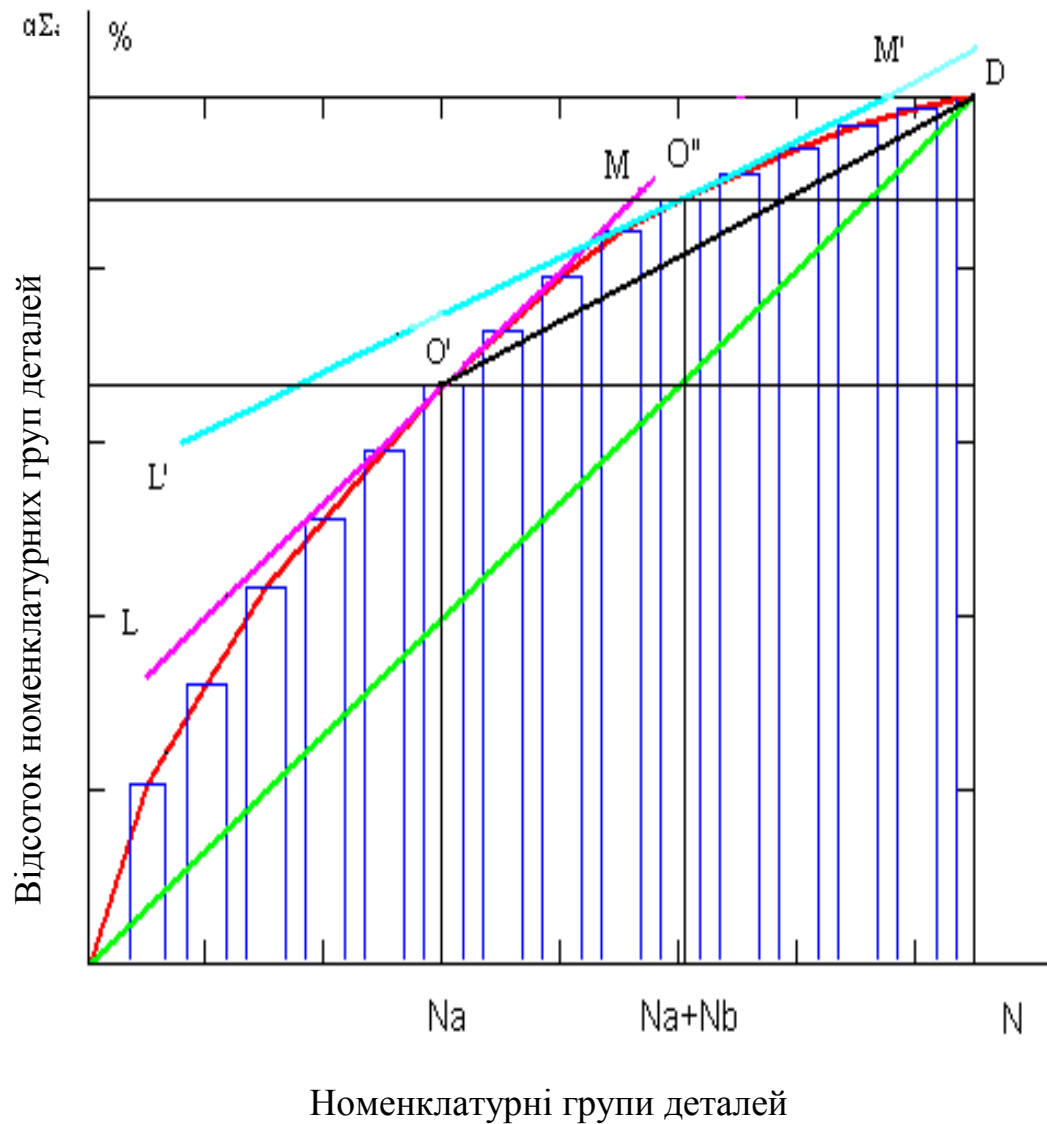


Рис. 4.1. Визначення номенклатури запасних частин груп А, В, С за аналітичною методикою

При графічному способі на вісі ординат наносять значення $q_{\Sigma i}$; на вісі абсцис - індекси $1; 2; \dots; i; \dots; N$, які відповідають наданим номерам позицій номенклатури запасних частин. Точки з координатами $(q_{\Sigma i}; i)$ на графіку з'єднуються плавною кривою $OO'D$, яка в загальному випадку є випуклою. Потім проводиться дотична LM до кумулятивної кривої $OO'D$, паралельно кривій OD . Пряма OD відповідає рівномірному розподіленню витрат по всій номенклатурі, тобто характеризує частку «визначеної» деталі в загальному випадку:

$$\bar{q}_{\Sigma i} = \frac{100}{N} \quad (4.10)$$

Абсциса точки O' , яка округляється до ближнього значення, відокремлює від всієї номенклатури деталей першу групу N_A (група А), до якої входять деталі з показниками $q_{\Sigma i} \geq \bar{q}_{\Sigma i}$. Відповідно ордината ($O' - q_{\Sigma A}$) показує частку деталей в загальному показнику $q_{\Sigma i}$.

Для продовження ділення на групи номенклатури деталей, залишилися до всього обсягу, користуються аналогічно вказаним прийомом. З'єднують точку O' з точкою D, проводять дотичну до кривої $O'O''D$, яка паралельна до прямої $O'D$.

Абсциса точки дотику O'' розподіляє номенклатуру деталей, яка залишилась, також на дві групи (група В та група С).

Для залишеної «осередненої» деталі складає

$$\bar{q}_{\Sigma j} = \frac{100 - q_{\Sigma A}}{N - N_A} \quad (4.11)$$

де N_A - кількість деталей номенклатури групи А.

Таким чином до групи В потрапляють деталі з показником $q_{\Sigma B}$, які підкорюються нерівності

$$q_{\Sigma j} \leq \bar{q}_{\Sigma B} \leq \bar{q}_{\Sigma N} \quad (4.12)$$

Аналіз форм одержаних кривих дозволяє зробити висновки:

1 - якщо крива $OO'O''D$ не випукла, то неможливо відокремити жодну з груп деталей;

2 - якщо крива $O'O''D$ випукла то неможливо відокремити групи В і С.

Вказана методика реалізована за допомогою обчислювальної техніки з використанням програмного продукту Mathcad Professional [23]. Ранжирування запасних частин виконувалось за стандартною програмою. Розроблена програма для побудови кумулятивної залежності. Визначення меж номенклатурних груп деталей (група А, група В та група С) виконується з використанням відношень (4.10) та (4.11).

Для подальших розрахунків, з міркувань економічної доцільності утримання оптимальної кількості запасних частин, обираються лише деталі, що увійшли до групи А та В.

4.2. Розрахунок норми витрати запасних частин з урахуванням середнього ресурсу деталей та заданої ймовірності

Розглянемо автотранспортне підприємство, що має 300 "різновікових" тракторів John Deere. За результатами спостереження протягом року була отримана інформація про заміни відомих дисків зчеплення. Отримані дані занесені в таблицю 4.3.

Обробка результатів спостережень виробляється по методу обробки випробувань, відсічених ліворуч. Ймовірність відмов розраховується за формулою:

$$P_i^0 = \frac{m_i}{V_i}, \quad (4.13)$$

де m_i - кількість замін i -ї деталі;

V_i - кількість автомобілів у групі.

Ймовірність відмов за віковими групами

$$P_K = P_K^0 - \sum_{i=1}^n P_i * P_{K-i}^0, \quad K = 1, \dots, n, \quad (4.14)$$

де n - максимальний середній вік автомобіля;

P_K при $K = 1$ дорівнює ймовірності P_1^0 , тобто $P_1 = 0,033$.

Загальна ймовірність відмов

$$F_i = P_{i-1} + \sum_{i=1}^n P_i. \quad (4.15)$$

За результатами розрахунків будуються графіки щільності ймовірності (рис. 4.2) та ймовірності відмови (4.3) по віковим групам, а також терміну служби досліджуваної деталі (рис. 4.4). Середній термін служби деталі t визначається по крапці $F \left(\right) = 0,5$. Згідно розрахованих даних $t \approx 5,3$ роки.

Таблиця 4.1

Результати обчислень

Середній вік автомобіля, роки	Річні пробіги автомобіля, тис. км	Кількість автомобілів в у групі, V_i	Кількість замінів деталей, m_i	Імовірність з дослідження, P_i^0	Імовірність відмови, P_i	Загальна імовірність відмови, F_i
1	2	3	4	5	6	7
1	0-60	30	1	0,033	0,033	0,033
2	60-120	27	1	0,037	0,036	0,069
3	120-180	25	3	0,120	0,118	0,187
4	180-240	40	5	0,125	0,116	0,303
5	240-300	40	7	0,175	0,158	0,461
6	360-420	45	8	0,178	0,144	0,605
7	420-480	35	7	0,200	0,149	0,754
8	480-540	30	7	0,200	0,123	0,877
9	540-600	28	5	0,179	0,077	0,954
Разом		300	43			

Розрахунок необхідної кількості запасних частин виконується на основі змодельованих потоків відмов для N автомобілів, при цьому для кожного i -го автомобіля відомий початковий пробіг на початок планованого року (кварталу) L_{ij} і відповідно планований або прогнозований річний (квартальний) пробіг ΔL_{ij} .

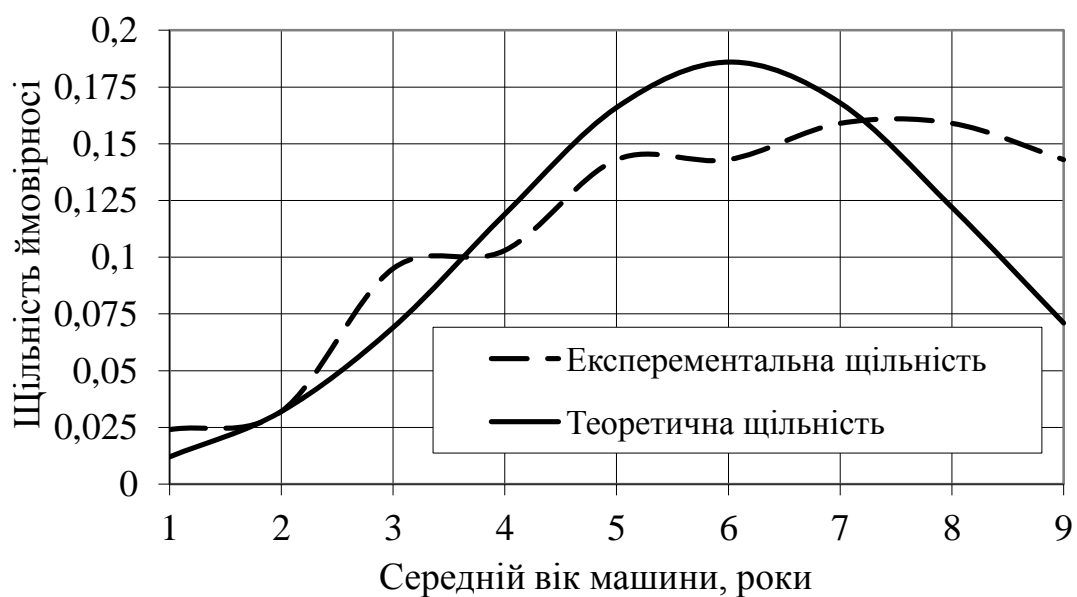


Рис. 4.2. Залежність щільностей ймовірності машини від напрацювання за віковими групами

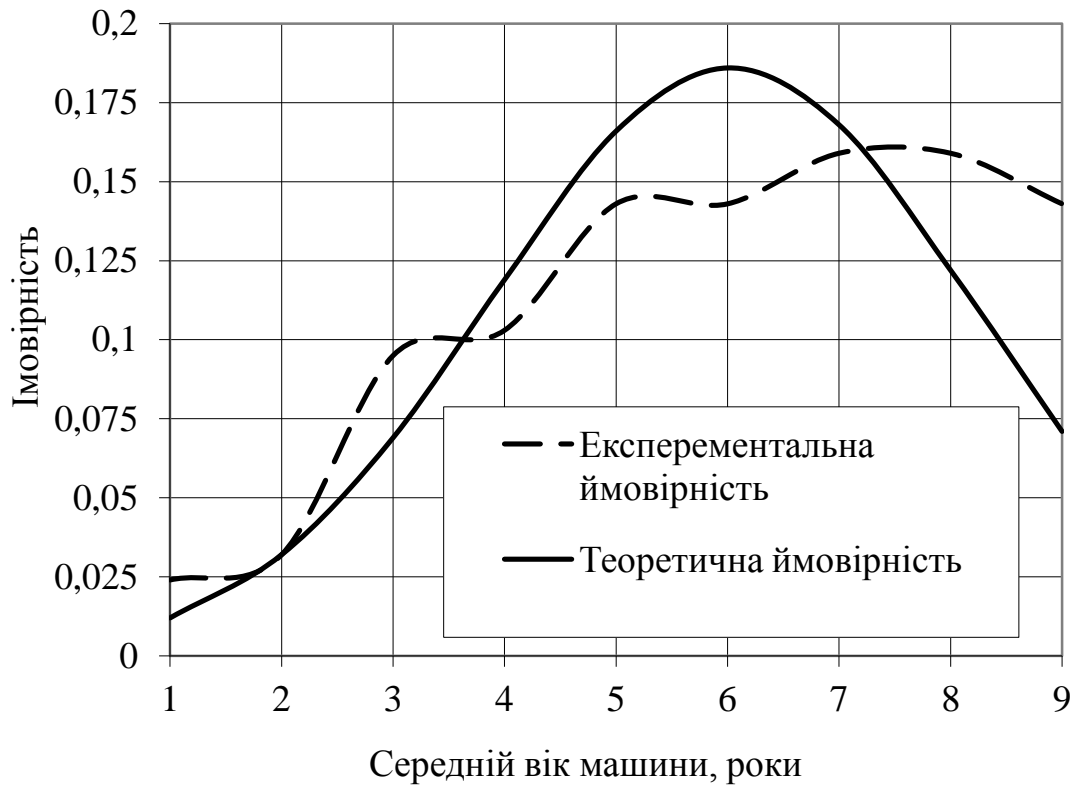


Рис. 4.3. Залежність ймовірностей відмови машини від напрацювання за віковими групами

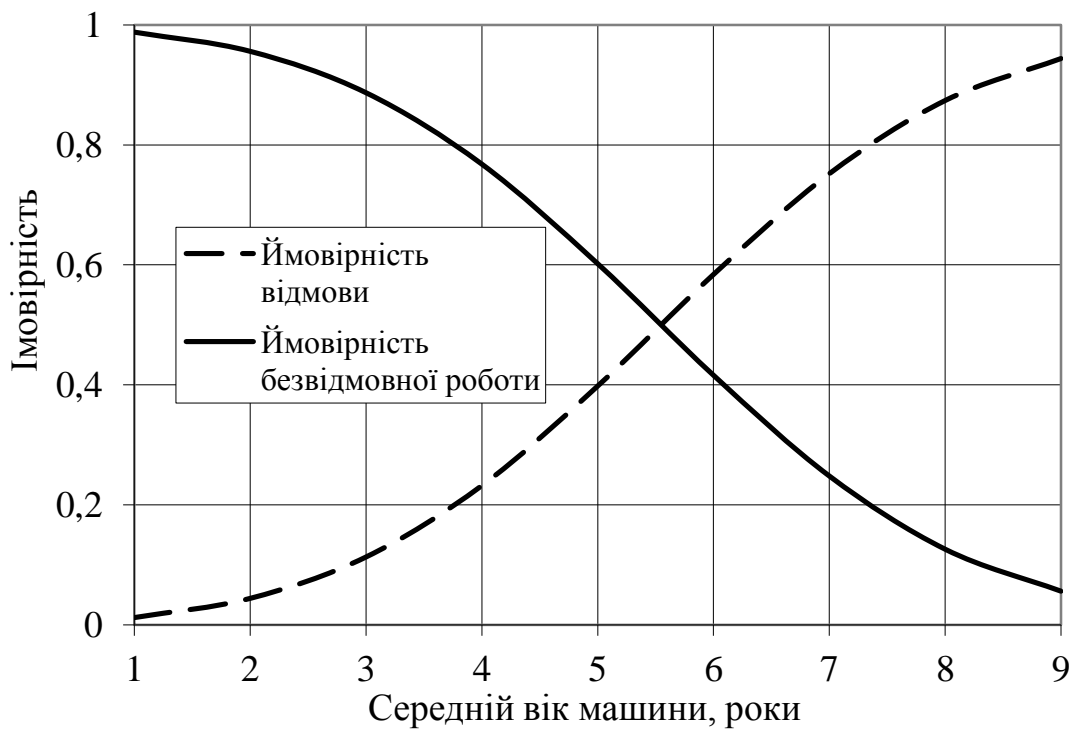


Рис. 4.4. Залежність ймовірностей за віковими групами

Підсумовування числа відмов (замін) деталей i , по всіх N автомобілях дозволяє визначити необхідну кількість запасних частин.

Середня норма витрати запасних частин на 100 автомобілів і ресурсу деталей η , що встановлюють у процесі ремонту, приймається рівною

$$H = \frac{100n}{\eta} \left(\frac{\Delta L}{x} - \frac{1}{t_a} \right), \quad (4.17)$$

де t_a - плановий термін служби автомобіля, років;

n - число однойменних деталей на одній машині.

Оперуючи середньою річною нормою витрати запасних частин на 100 машин H , розраховується середня витрата N на A машин протягом одного місяця

$$N = \frac{H}{12} \times \frac{A}{100}. \quad (4.18)$$

Перетворимо рівняння (3.15) $P_m = \sum_0^m \frac{(\omega L)^m}{m!} e^{-\omega L}$, виконавши два послідовних кроки:

1) замінимо добуток ωL , що дорівнює середньому числу замін деталей на пробігу L , на знайдену раніше по формулі (4.18) величину N , одержавши:

$$P_m = \sum_0^m \frac{N^m}{m!} e^{-N}; \quad (4.19)$$

2) для зручності перенесемо e^{-N} в ліву частину

$$P_m e^N = \sum_0^m \frac{N^m}{m!}. \quad (4.20)$$

Змінюючи чисельні значення ймовірності $P_m \in [0; 1]$ із кроком $h \rightarrow 0$ і підставляючи значення N , шляхом перебору величини $m = H'$, доти, поки сума $\sum_0^m \frac{N^m}{m!}$ не перевищить ліву частину формули (4.20), знаходять шукані норми запасних частин H' , що гарантують відсутності простоїв автомобільного парку із заданими ймовірностями.

З отриманих даних визначають частість q_i випадання кількості запасних частин m на інтервалі ймовірностей $P_m \in [0;1]$ для A автомобілів (табл.2).

Так для парку у 600 автомобілів розраховані ймовірності занесені в таблицю 4.4.

Таблиця 4.2

Ймовірності виникнення потреби у заданій кількості запасних частин

Кількість запасних частин, m	0	1	2	3	4	5	6	7
Ймовірність, q_i	0,090	0,211	0,261	0,211	0,131	0,060	0,025	0,010

Визначення необхідної кількості запасних з безпосередньо по формулі (4.8) пов'язане з більшим обсягом обчислень і тому для практичного використання незручно. Простіше вирішувати рівняння (3.15) графічним методом або за допомогою Microsoft Office Excel ПК. Для цього представимо величину m (кількість запасних частин) як функцію, що залежить від кількості автомобілів A , середньомісячної витрати запасних частин N та довірчої ймовірності P_m тобто:

$$m = f(A, N, P_m). \quad (4.21)$$

Для полегшення розрахунків заданим величинам кількості запасних частин m надається стан A_{m-1} .

4.3. Оптимізація потреби запасних частин методами логістики

Величина оптимальної потреби ЗЧ визначається з застосуванням методів статистичних рішень.

За залежностями, що наведені в Розділі 3 визначаємо оптимальний запас агрегатів для підтримання в робочому стані задану кількість рухомого складу. Для розрахунку приймаємо парк у 200, 600, 1000 та 1400 автомобілів.

Розглянемо випадок, коли рухомий склад дорівнює 600 автомобілям. Елементи платіжної матриці наведено в табл. Д.1.

Величина ризику від випадкового сполучення стратегій наведено в табл. Д.1.

За величиною ризику будується залежність ризику від стану (рис. 4.5)

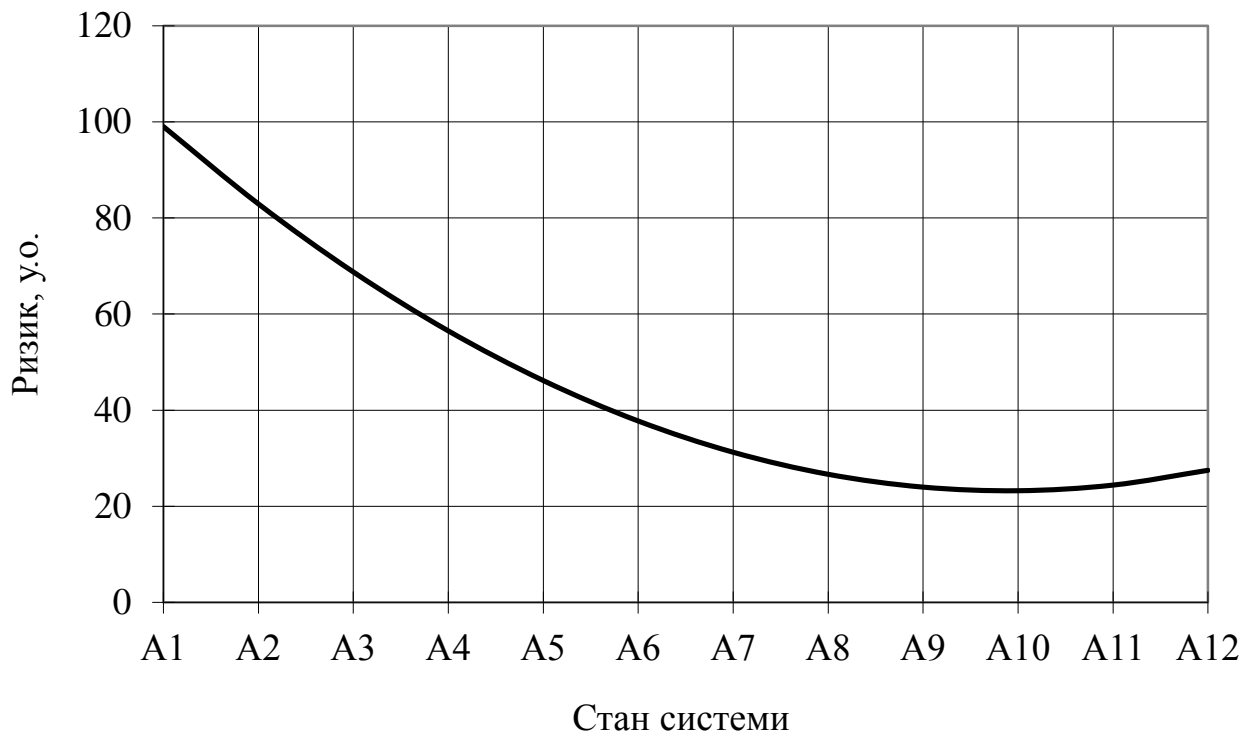


Рис. 4.5 - Залежність величини ризику від стану

Величина виграшів від випадкового сполучення стратегій наведено в табл. Д.3. За величиною ризику будується залежність виграшу від стану (рис. 4.6)

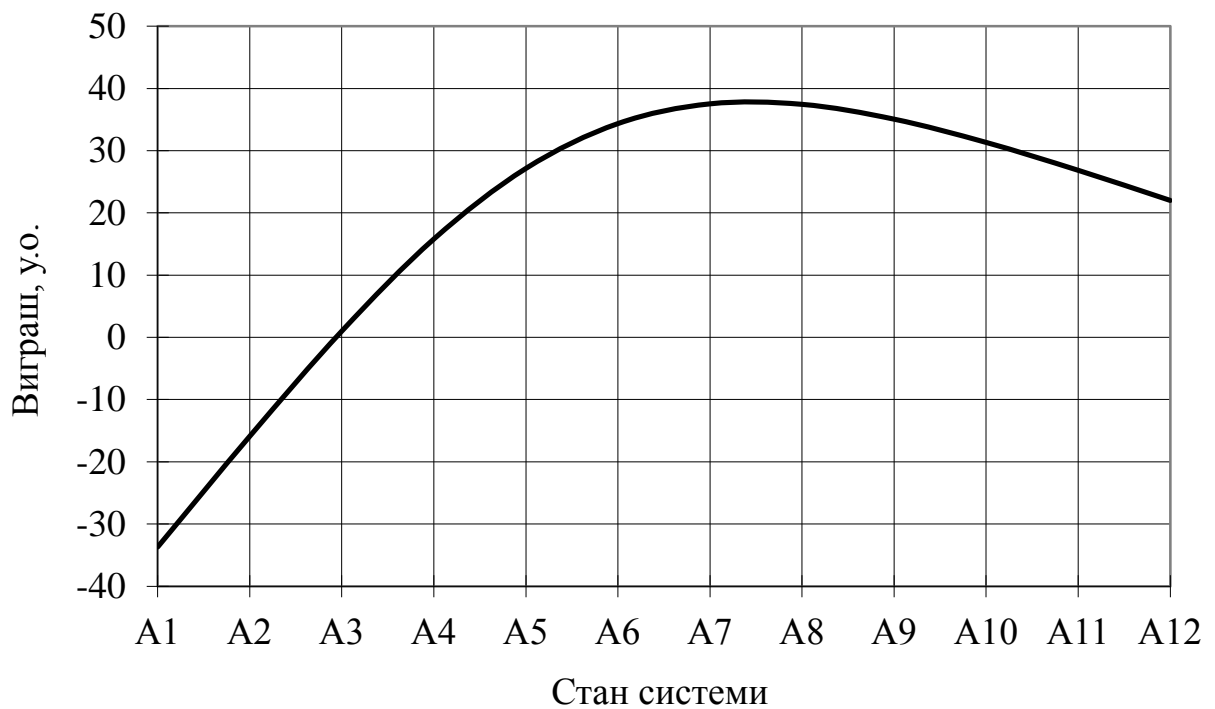


Рис. 4.6. Залежність величини виграшу від стану

Маючи дані величин ризику та виграшу від станів для 200, 600, 1000 та 1400 автомобілів проведемо їх аналіз і визначимо, чи є визначальною для автомобільного підприємства кількість рухомого складу для утримання розрахованого об'єму запасних частин в умові невизначеності.

Зведемо розраховані дані в табл. Д.4 та Д.5.

Маючи чисельні дані ризику та прибутку від заданої кількості автомобілів побудуємо графіки рис. 4.7, рис.4.8.

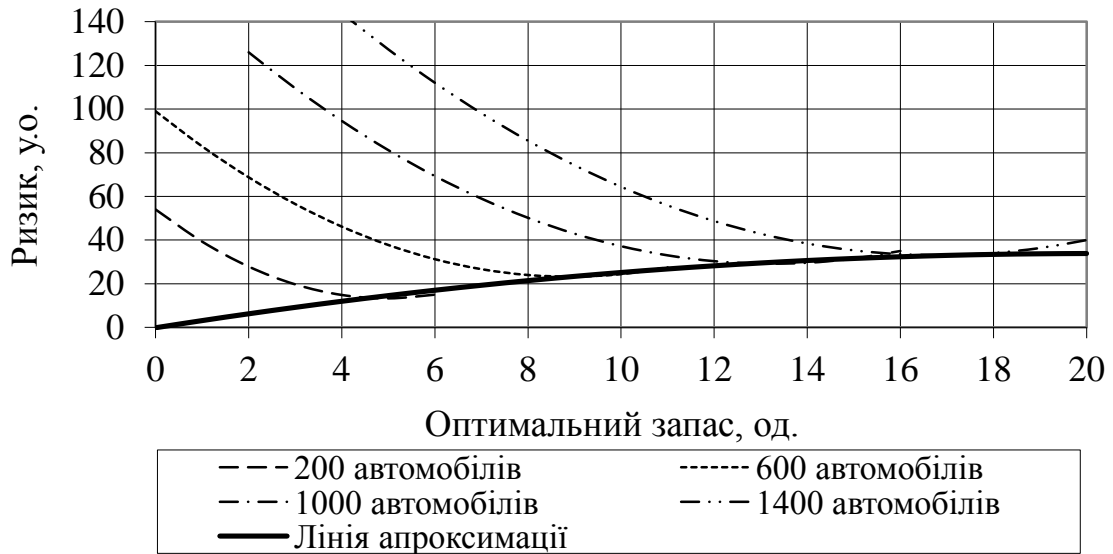


Рис. 4.7 - Залежності величин ризику від кількості автомобілів

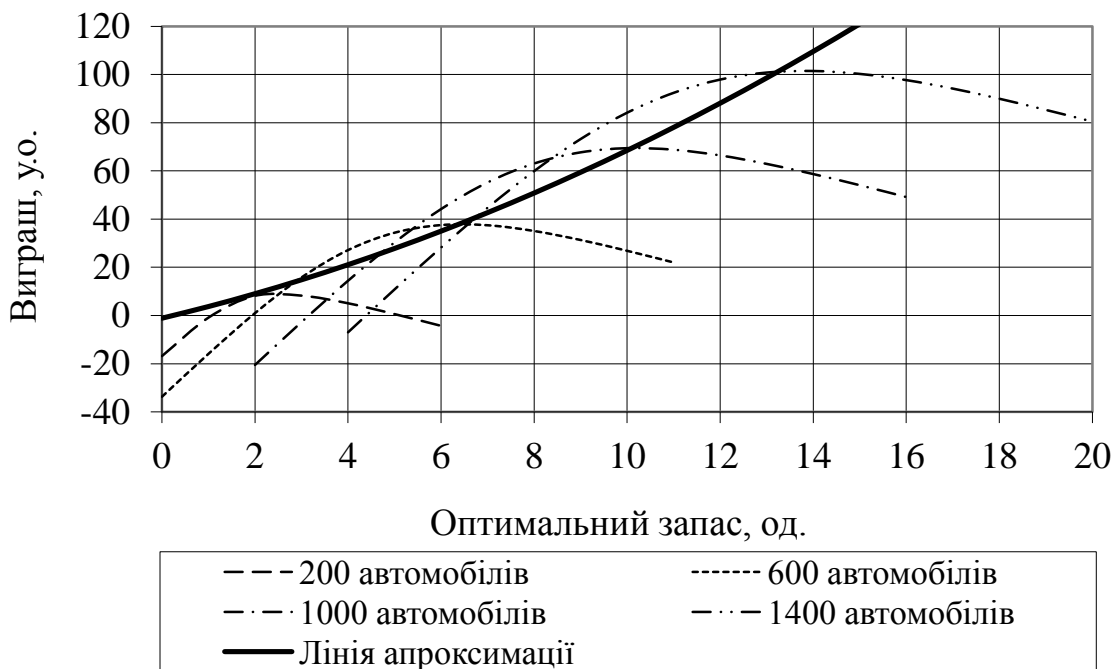


Рис. 4.8 - Залежності величин виграшу від кількості автомобілів

Для оптимізації величини ризику від кількості автомобілів оберемо значення мінімального ризику кожного парку, та занесемо їх у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3

Значення мінімальних ризиків

Кількість автомобілів	200	600	1000	1400
Оптимальний запас, од.	4,8 (4 – 6)*	9,0 (8 – 10)*	13,2 (12 – 14)*	17,0 (16 – 18)*
Мінімальний ризик, у. о.	13,5	24,0	29,5	33,0

* - величини довірчих границь оптимального запасу.

Виходячи з виду розподілу цих значень на координатній площині, обираємо за апроксимуючу функцію трьохчлен другого ступеню:

$$y = ax^2 + bx + c. \quad (4.22)$$

Використовуючи метод найменших квадратів (МНК) [28], знаходимо значення змінних: $a = -0,083$, $b = 3,363$, $c = -0,163$. За отриманими даними будуємо лінію мінімальних ризиків (див. рис. 4.7).

Аналогічним методом проводимо обчислення результатів максимальних величин виграшів (див. таблицю 4.4), будуємо графік, обравши за апроксимуючу функцію трьохчлен другого ступеню (рис. 4.8). Значення змінних за МНК: $a = 0,174$, $b = 5,694$, $c = -5,032$.

Таблиця 4.4

Значення максимальних виграшів

Кількість автомобілів	200	600	1000	1400
Оптимальний запас, од.	2,2 (1 – 3)*	6,2 (5 – 8)*	10,2 (9 – 12)*	13,5 (12 – 15)*
Максимальні виграші, у. о.	8,0	38,0	70,0	104,0

*- величини довірчих меж оптимального запасу.

За результатами проведених обчислень можна зробити наступні висновки:

1. З ростом кількості автомобілів величина ризику не є постійно зростаючою, вона дотично наближується до сталого значення. Це пов'язано з тим, що прибуток, отриманий від задоволення великої кількості потреб,

меншою мірою відчуває вплив збитків, які рівномірно розподіляються на весь об'єм запасних частин.

2. Збільшення кількості рухомого складу, що обслуговується автосервісним підприємством, підвищує виграш від утримання оптимальної кількості запасних частин. Це є результатом того, що прибутки підприємства на пряму залежать від кількості задоволених потреб.

Висновки за четвертим розділом

1. Відмінною рисою моделювання потоків відмов є те, що запропонована методика підходить для розрахунку потреби в запасних частинах для різних автосервісних підприємств, які характеризуються різноманітними показниками їх роботи.

2. Розроблена методика визначення обсягів запасних частин номенклатурних груп А, В, С, які характеризуються різними величинами попиту: I група А – деталі високого попиту, II група В – деталі середнього попиту, III група С – деталі виняткового попиту.

3. Отримана схема визначення необхідної кількості запасних частин за статистичними даними відмов для автомобілів «різновікових» груп.

4. Розроблена схема визначення величини кількості запасних частин $m = f(A, N, P_m)$, як функція, що залежить від кількості автомобілів A , середньомісячної витрати запасних частин N та довірчої ймовірності P_m .

5. Розроблена методика визначення оптимальної кількості запасних частин, що дозволяє визначати найвигідніші стратегії в різних випадках: в умовах недоліку інформації; в умовах ризику; в умовах часткової визначеності.

6. З ростом кількості автомобілів величина ризику не є постійно зростаючою, вона дотично наближується до сталого значення. Це пов'язано з тим, що прибуток, отриманий від задоволення великої кількості потреб, меншою мірою відчуває вплив збитків, які рівномірно розподіляються на весь об'єм запасних частин.

7. Збільшення кількості рухомого складу, що обслуговується автосервісним підприємством, підвищує виграш від утримання оптимальної кількості запасних частин. Це є результатом того, що прибутки підприємства на пряму залежать від кількості задоволених потреб.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Аналіз стану охорони праці на ТОВ «Паритет-СП»

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [29].

Небезпечний (виробничий) чинник - виробничий чинник, вплив якого на працівника у певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті [30].

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» роботодавець відповідальний за забезпечення здорових, безпечних та належних умов праці на підприємстві [31]. Тому він організовує функціонування системи управління охороною праці (СУОП) [35].

Перед прийняттям на роботу всі робітники проходять медичний огляд та вступний інструктаж з питань охорони праці [32]. Кабінет з охорони праці на підприємстві відсутній. Вступний інструктаж проводиться в кабінеті головного інженера, в якому наявні плакати з охорони праці, але в недостатній кількості і деякі з них застарілі. Запис про проведення вступного інструктажу заноситься до журналу реєстрації вступних інструктажів з питань охорони праці з обов'язковим підписом особи яка інструктує і яку інструктують.

5.2. Аналіз і характеристика основних виробничих шкідливостей і небезпечностей на підприємстві технічного сервісу

Багато виробничих процесів на ПТС супроводжуються наявністю виробничих шкідливостей і небезпек, що негативно впливають на здоров'я і самопочуття працюючих. Аналіз і характеристика основних виробничих шкідливостей і небезпек приведені в табл. 6.1.

Таблиця 5.1.

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори

№	Найменування небезпеки і шкідливого виробничого фактора	Стисла характеристика	Де може виникнути	Вплив на навколишнє середовище
1	2	3	4	5
1	Ураження електричним током	На ступінь ураження електричним струмом, впливає: сила струму, що протікає через людину, частота і тривалість впливу, індивідуальні властивості організму	Шиномонтажна вулканізаційна дільниця, РПСЖ	Електричний струм, що проходить через тіло людини, робить термічний, електромагнітний, біологічний вплив на людину
2	Травмування застосовуваним інструментом	Травмування внаслідок несправності застосовуваного інструмента	Ковальсько-ресорна, столярна дільниця, РПСЖ	Забиті місця ніг, рук і інших частин тіла
3	Виробничий шум	Всякий шум небажаний для людини звук. Він виникає унаслідок вібрації поверхні устаткування, а також ударів інструмента при роботі, характеризується звуковим тиском, інтенсивністю, частотою	Ковальсько-ресорна, арматурна, бляхарський, столярна дільниця	Викликає зміни в серцево-судинній системі, викликає аритмію. Під впливом шуму високої інтенсивності, орган чутки стомлюється, може розвинути глухота. Шум призводить до зниження концентрації уваги
4	Загазованість приміщення	Загазованість у результаті виділення СО при роботі автомобільних двигунів, у печах при гарячому опрацюванні металів	Ковальсько-ресорна, паливний дільниця, зона ПР	З, попадаючи в організм, утворює з'єднання, не спроможні до переносу кисню. Гострі отруєння при вдиханні повітря з СО
5	Вплив електрозварювання	Опромінення, отримані при роботі з електрозварюванням, у результаті недотримання правил експлуатації. Електродний дріт і його покриття містять марганець, кремній, фтористий кальцій	Зварювальна ділянка	Світлове, ультрафіолетове опромінення, поразка електричним струмом, вдихання сажі, що виділяється в результаті роботи
6	Невідповідність параметрам, метеорологічні умови	Підвищується температура навколишнього середовища в зоні, на дільницях із застосуванням нагрівального устаткування, оцінюється $t, ^\circ\text{C}$, вологістю	Ковальсько-ресорна ділянка	Викликає інтенсивний перерозподіл крові від внутрішніх органів до кінцівок. Змінюється діяльність серцево-судинної системи, артеріальний тиск, частішає подих
7	Інфразвук	Інфразвук виникає при роботі вентиляторів, трансформаторів	Шиномонтажна, ковальсько-ресорні, мідницький ділянки	Інфразвук діє на органи чутки викликає порушення функцій органів травлення, може супроводжуватися непритомністю

5.3. Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників від дії вказаних вами вище шкідливих та небезпечних факторів

Для ослаблення впливу шкідливих і небезпечних чинників потрібно виконати ряд профілактичних заходів.

Відповідно до [33], електробезпечність повинна забезпечуватися конструкцією електроустановок, механічними засобами, засобами захисту, організаційними заходами.

До технічних засобів і заходів відноситься: захисне заземлення, занулення, вирівнювання потенціалів, мала напруга, електричний поділ мереж, захисні вимикачі, компенсація струмів замиканням на землю, огорожені устрої, блокування, знаки безпеки, засоби захисту і захисні пристосування [34].

Для забезпечення безпеки роботи на заточувальних верстатах, абразивний інструмент перед установкою старанно оглядають і відчують на тривкість і наявність тріщин. Верстати обладнують захисними екранами й огороженнями з кожухами, що у свою чергу не повинні перешкоджати швидкому демонтажу абразивного інструмента.

Застосовувані на ділянках інструменти повинні бути в справному стані і відбраковуватися не менше одного разу на місяць.

Ручки молотків, кувалд повинні бути виготовлені з твердих порід дерева і бути гладкими. Бойки повинні бути злегка опуклими, інструмент повинний бути надійно насаджений на ручки і розклепаний металевими клинами.

Ножівки, викрутки, напилки повинні бути з міцно натягнутими на хвостовики дерев'яних ручок із гладкою, рівною поверхнею, довжиною не менше 150 мм.

Гайкові ключі повинні бути точно підігнані по розмірах гайок, болтів. Не припускається наявність тріщин і вибоїн, непаралельних губок.

Під час накачування шин повітрям забороняється виправляти положення шини постукуванням, ударяти по замковому кільцю молотком. Накачувати

треба в спеціально відведених для цього місцях із використанням захисних огорожень і пристосувань. При подачі повітря в шину безупинно контролювати тиск повітря.

Перед тим, як приступити до роботи, треба застебнути всі гудзики на робочому одязі, волосся заправити під головної убір, щоб виключити влучення частин одягу і волосся на обертові частини устаткування і деталей. Редуктора на стендах повинні бути закриті під час роботи захисними кожухами. Закріплювати деталі потрібно надійно. Обертової деталі по можливості закрити захисними деталями.

Робоча поверхня повинна бути без кривизни. Поверхні повинні рівномірно прилягати друг до друга. Клини для кріплення бойків повинні надійно закріплюватися і регулярно підтягуватися. Зсув бойків у процесі роботи не повинно перевищувати 3 мм.

Роботи з кислотою повинні провадитися тільки в відведених місцях. Робітник, що працює з кислотою повинний бути одягнений у спеціальний одяг і мати захисні засоби (окуляри, рукавички, гумовий фартух). Місце роботи повинно мати витяжну вентиляцію. Після роботи руки повинні бути старанно вимиті.

Стіни приміщення повинні регулярно оброблятися 3 %-м розчином лугу для нейтралізації кислоти.

Одним із головних заходів щодо боротьби з пилом на підприємстві є організація технологічного процесу, що усуває утворення пилом, наприклад, застосування пилососів при складанні салонів автомобілів.

На ділянках із великим виділенням пилу необхідне систематичне складання пилуки зі стін, устаткування тощо.

Шкідливі гази видаляють шляхом устрої місцевих відсмоктувань від сурм, печей, ванних до суспільної вентиляції. Для захисту зварників від дії світлового випромінювання використовують індивідуальні засоби захисту.

Для боротьби із шумом використовують звукоізоляцію, раціоналізацію технологічних процесів, застосування глушників, заміна більш гучних робіт

менше гучними, захисні кожухи, індивідуальні засоби захисту (беруши, навушники).

Шкідливий вплив нафтопродуктів можна значно знизити установкою на робочому місці витяжної вентиляції. Після виконання робіт потрібно старанно мити руки. При можливості потрібно використовувати ні етильовані бензини. Не припускати проливання нафтопродуктів на підлогу приміщення, виключити їхнє влучення на відкриті частини тіла й одяг. При влученні на відкриті частини тіла необхідно негайно вимити ці частини водою з миючим засобом.

5.4. Правила безпечного виконання ковальсько-ресорних робіт

Перед початком робіт: надіти і старанно заправити спецодяг, приготувати інші спеціальні засоби індивідуального захисту [36];

- оглянути устаткування (молот, прес, ковадло, засоби механізації) із метою виявлення його несправностей, ужити заходів до усунення всіх замічених пошкоджень;

- при огляді устаткування з особливою увагою стежити за справністю механізмів керування, справністю трубопроводів високого тиску і їх кріплення, наявністю і справністю контрольних і сигнальних приладів, а також захисних пристроїв;

- перевірити наявність мастила механізмів устаткування в місцях інтенсивного тертя і при її відсутності змазати ці місця;

- переконатися в наявності і справності пристосувань, що запобігають самовідвертання гайок і болтів, що з'єднують частини устаткування;

- перевірити відсутність тріщин штока в місці з'єднання його з бабою молота, у болтів, у баби молота й в інших небезпечних місцях;

- повірити надійність кріплення бойків і правильність їх взаємного розташування;

- перевірити справність інструмента, необхідного для роботи, застосовувати справний інструмент і тільки по його прямому призначенню;

- повірити наявність чистої води в бачку для охолодження інструмента;

- підлога на робочому місці повинна бути чистою, рівною і сухою, варто своєчасно робити прибирання і не займати її заготівлями, відходами й іншими матеріалами;

- очистити від окалини, олії, води робочу поверхню бойків, протерти дрантям замащений інструмент;

- перевірити стан місцевого і загального освітлення.

Під час роботи:

- працювати в справному і старанно підібраному по розмірі спецодягу і застосовувати індивідуальні засоби захисту;

- при роботі носити захисні окуляри з цілими скельцями;

- при нагріванні добіла поковок потрібно користуватися окулярами зі світлофільтрами, не дивитися на яскраве світло (полум'я) незахищеними очима;

- при наявності несправності устаткування в ході роботи зупинити його усунути його причину;

- не припускати на робоче місце осіб, що безпосередньо не беруть участь у роботі;

- бути уважним і не відриватися на сторонні справи або розмови і не відривати інших;

- дотримувати температурного інтервалу кування заготівель, установлений чинною технологічною або інструктивною картою, кування перепаленого або що остудилося нижче норми металу забороняється;

- пам'ятати, що перші удари при куванні, а також останні удари при рубці повинні бути слабкими;

- інструмент, що піддається удару, підігріти, не припускати перегріву інструмента під час роботи;

- перед куванням видалити окалину з поковки металевою щіткою або шкребком;

- оброблену поковку щільно затискати в кліщах із відповідною формою губок;

- не підкладати під заготівлю клинчастих і інших підкладок;

- ручки кліщів або іншого інструмента при роботі тримати збоку тулуби, не тримати пальці між ручками кліщів;
- не припускати рубку металу в холодному стані під молотком;
- не брати незахищеними руками інструменти колишні у використанні і не доторкатися до металу, не перевірявши попередньо його температуру;
- заготівлі, відходи, поковки вкладати в тару на стелажі й у штабеля;
- не піднімати вручну вантаж понад припустиму норму, що для робочих чоловіків у віці старше 18 років складає 50 кг, а для жінок - 20 кг;
- стежити за справною роботою місцевої витяжної вентиляції;
- стежити за справною роботою засобів освітлення і достатньої освітленості на робочому місці;
- не припускати переохолодження тіла від прямування повітря (протягів, вентиляторів) для запобігання можливого захворювання;
- для усунення спраги пити підсолену газовану воду;
- дотримуватися правила особистої гігієни на виробництві. Після роботи вимити руки теплою водою з миючим засобом або прийняти душ.

По закінченні роботи

- упорядкувати робочі місця, поклавши відходи і поковки у відведені для цього місця, очистити бойки, що прилягають дільниці устаткування і підлогу від окалини; очистити устаткування від забруднення і пилу, змазати його в призначених місцях спеціальними пристроями;
- протерти дрантям робочий інструмент і акуратно укласти його у відведені місця на стійкі, стелажі, у шафи; зняти, очистити й укласти у відведене місце спецодяг і інші засоби індивідуального захисту;
- вчасно здавати спецодяг і інші засоби індивідуального захисту в прання, чищення, ремонт.

Спецодяг, захисні засоби

Робітникам ковальсько - ресорної дільниці повинно мати наступні одяг і захисні засоби:

- ковалю і його підручному - костюм бавовняний з вогнезахисною пропиткою, черевики шкіряні з гладким верхом і металевою шкарпеткою, рукавиці брезентові, окуляри захисні;

- ресорнику - фартух брезентовий із нагрудником, рукавиці комбіновані, окуляри захисні.

Вимоги до приміщення

Висота помешкання ковальсько - ресорної ділянки повинна бути не менше 6 м. Внутрішня оздоба помешкань: підлога - брущатка; стіни та стеля - вапняне фарбування.

5.5. Розрахунок вентиляції ковальсько – ресорної ділянки

Боротьба з забрудненням повітря на виробництві є однією з найважливіших задач по створенню безпечних умов праці [37].

Шкідливими речовинами є оксид вуглецю, пилюка та пари дизельного палива. Застосовуємо загальнообмінну вентиляцію.

Розрахунок ведемо з кратності обміну повітря протягом часу.

Кратність обміну повітря

$$K = C1 / G , \quad (5.1)$$

де G - гранично- допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі, $G < 30 \text{ см}^3 / \text{м}^2$

$$K = 40 / 30 = 1.33$$

Необхідний об'єм припливного повітря

$$V_{\text{пр}} = K V, \quad (5.2)$$

де V - об'єм приміщення

$$V = L B H = 18 * 9 * 6 = 972 \text{ м}^2$$

$$V_{\text{пр}} = 1.33 * 972 = 1292,76 \text{ куб. М / ч}$$

Висновок за п'ятим розділом

В даному розділі проведено аналіз стану охорони праці ТОВ СП «Паритет», виявлені недоліки в його організації та приведені рекомендації щодо поліпшення стану охорони праці. Також розглянуто вимоги безпеки при ковальсько-ресорних роботах.

6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

Основними формами створення та розвитку виробничо-технічної бази (ВТБ) сервісних підприємств (СП) розширення існуючого, реконструкція діючого підприємства, переозброєння виробництва, удосконалення технологічних процесів підприємства тощо. Зазначені форми створення та розвитку ВТБ, як потребують капітальних вкладень і мають розглядатись як інвестиційні проекти.

Інвестиції у реконструкцію підприємства, технічне переозброєння технічної бази, удосконалення технологічних процесів діяльності направлені на збільшення прибутку шляхом підвищення доходів або зменшення експлуатаційних витрат.

В основі розрахунків економічної ефективності реалізації проектних рішень лежать технологічні показники функціонування СП, перелік яких наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Основні показники функціонування СП

№	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Умовне позначення	Чисельні значення
1	2	3	4	5
1	Кількість робочих постів	од.	<i>X_p</i>	15
2	Обсяг реалізації послуг з ТО і ПР автомобілів	н.год	<i>T_{то,пр}</i>	73481
3	Загальна трудомісткість допоміжних робіт	н.год	<i>T_{доп}</i>	7348
4	Кількість днів роботи АСП за рік	дні	<i>D_{рр}</i>	301
5	Тривалість зміни	год	<i>T_{зм}</i>	7,00
6	Кількість змін роботи на добу	од.	<i>n_{зм}</i>	1
7	Технологічно необхідна кількість виробничих робітників	люд.	<i>P_т</i>	46
8	Загальна кількість штатних виробничих робітників	люд.	<i>P_ш</i>	49
9	Чисельність допоміжних робітників	люд.	<i>P_{доп}</i>	4
10	Чисельність ІТП	люд.	<i>P_{ітп}</i>	15

6.1 Забезпеченість СП основними засобами виробництва

Загальна вартість основних виробничих фондів (ОВФ) СП може включати в себе вартість наступного ряду груп основних виробничих фондів, перелік яких розглянемо нижче.

1) Група основних фондів «Земельні ділянки». Вартість земельної ділянки, що належить АСП, розраховується за формулою:

$$C_{ЗД} = F_{ЗН} \cdot C_3 + IC_{ЗД} . \quad (6.1)$$

де C_3 - ціна за 100 м² земельної ділянки несільськогосподарського призначення. Ірн. Для отримання інформації стосовно вартості земельної ділянки можна скористатися інформацією Інтернет сайтів

$IC_{ЗД}$ - капіталовкладення в купівлю або відведення землі для забезпечення необхідної для реалізації проекту площі земельної ділянки $P_{ЗП}$, грн.

Розміри капіталовкладень визначаємо за формулою:

$$IC_{ЗД} = F_{ЗП} - F_{ЗН} \cdot C_3 . \quad (6.2)$$

2) Група основних фондів «Будинки та споруди». Розрахунок кошторисної вартості виробничих та адміністративне - побутових будівель і споруд, виконується за формулою:

$$C_{СП} = F_B \cdot C_{FB} + F_A \cdot C_{FA} + IC_{P,B} , \quad (6.3)$$

де $IC_{P,B}$ - капіталовкладення в реконструкцію або будівництво виробничих площ, грн. Обсяги капіталовкладень визначаються за формулою:

$$IC_{P,B} = F_{P,B} \cdot h_{P,B} \cdot C_{P,B} + IC_{СП} , \quad (6.4)$$

де $C_{P,B}$ - вартість реконструкції або будівництва нового 1 м³ виробничих чи адміністративних приміщень, грн.

$IC_{СП}$ - супутні капіталовкладення, грн. Загальна сума цих витрат може становити 10 - 30% від $IC_{P,B}$.

3) Групи основних фондів «Машини та обладнання» та «Інструменти, прилади та інвентар». Вартість устаткування, інструмента та інвентарю, становить:

$$C_Y = B_{ЗУ} + B_{MV} + B_{BEV} , \quad (6.5)$$

де B_{MV} - витрати на монтаж і наладку устаткування, грн. В розрахунках приймаємо $B_{MV} = 15\% B_{ЗУ}$,

B_{BEY} - витрати на введення в експлуатацію устаткування, грн.

Приймається у середньому $B_{BEY} = 5\% B_{3Y}$.

Вартість інших основних виробничих фондів $B_{IH} = 2\% (C_{СП} + B_Y)$.

Загальна вартість основних виробничих фондів

$$C_{ОВФ} = C_{ЗД} + C_{СП} + C_Y + C_{IH}, \quad (6.6)$$

Для базового проектного варіантів

$$C_{ОВФ_б} = 5737500 + 11388000 + 745000 + 242660 = 18113160 \text{ грн}$$

$$C_{ОВФ_n} = 5737500 + 111493600 + 760000 + 242660 = 18233760 \text{ грн}$$

Результати розрахунку вартості ОВФ наведені у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Структура та вартість ОВФ

№	Найменування показників	Умовне позначення	Вартість	
			Базовий варіант	Проект. варіант
1	2	3	4	
1	Земельні ділянки	$C_{ЗД}$	5737500	5737500
2	Будівлі, споруди, їх структурні	$C_{СП}$	11388000	11493600
3	Устаткування, інструмент та інвентар	C_Y	745000	760000
4	Інші основні фонди	C_{IH}	242660	242660
	Загалом		18113160	18233760

6.2 Визначення річних поточних витрат функціонування підприємства

6.2.1 Витрати на ресурси, що використовуються у процесі експлуатації устаткування, виробничих та адміністративних приміщень

Електроенергія витрачається для живлення технологічного устаткування та на освітлення приміщень.

Розрахунок витрат, пов'язаних із споживанням електроенергії силовими електроспоживачами виконується за формулою:

$$B_{EC} = \frac{N_B \cdot K_3 \cdot T_{ЗМ} \cdot n_{ЗМ} \cdot D_{PP} \cdot C_E}{K_{ВМ} \cdot K_{ВД}}, \quad (6.7)$$

де K_3 - коефіцієнт завантаження обладнання, $K_3 = 0,1 - 0,25$ (для станочного обладнання $K_3 = 0,1 - 0,5$);

C_E - ціна 1 кВт·год електроенергії, грн. Визначається за поточними цінами для промислових споживачів;

K_{BM} - коефіцієнт, що враховує втрати в електромережі, $K_{BM} = 0,92 - 0,95$;

K_{BD} - коефіцієнт, що враховує втрати електроспоживача, $K_{BD} = 0,85 - 0,9$.

Річні витрати пов'язані із споживанням електроенергії на освітлення складають:

$$B_{EO} = \frac{H_{EO} \cdot F_{\Sigma\Pi} \cdot T_O \cdot D_{PP} \cdot C_E}{1000}, \quad (6.8)$$

де H_{EO} - норма витрат електроенергії на освітлення 1 м² приміщень, Вт/м². $H_{EO} = 15-25$ Вт/м²;

$F_{\Sigma\Pi}$ - загальна площа адміністративних та виробничих приміщень, м². $F_{\Sigma\Pi} = 1550$ м²;

T_O - тривалість освітлення протягом доби, год. Встановлюється в залежності від кількості робочих змін (n_{3M}) та тривалості зміни (T_{3M}), $T_O = 3 - 8$ год.

Витрати води встановлюються окремо для виробничих та побутових потреб.

Розрахунок витрат пов'язаних із споживанням води для виробничих цілей здійснюється за формулою:

$$B_{BB} = \frac{H_{BB} \cdot K_3 \cdot T_{3M} \cdot n_{3M} \cdot D_{PP} \cdot C_B}{1000}, \quad (6.9)$$

де K_3 - коефіцієнт завантаження обладнання, $K_3 = 0,2 - 0,8$.

C_B - ціна 1 м³ технічної води, грн;

Витрати на оплату води, що споживається на побутові потреби складають:

$$B_{BB} = \frac{1,2 \cdot (H_{BP} \cdot P_{\Sigma T} + H_{BF} \cdot F_{\Sigma\Pi}) \cdot D_{PP} \cdot C_B}{1000}, \quad (6.10)$$

де 1,2 — коефіцієнт, що враховує інші потреби води на побутове споживання;

$H_{ВП}$ - норма витрат води на одного працівника за день роботи, л. $H_{ВП} = 40$ л.;

$H_{ВФ}$ - норми витрат води на 1 м² загальної площі приміщень на добу, л.
 $H_{ВФ} = 1,5$ л.;

$P_{ΣТ}$ - технологічно необхідна (явочна) чисельність працівників СП, люд.

Витрати на опалення приміщень розраховуються з виразу:

$$B_{ОП} = \frac{H_T \cdot T_{ОП} \cdot V_{ΣОП} \cdot C_{ОП}}{10^6}, \quad (6.11)$$

H_T - норма витрат тепла на опалення 1 м³ приміщень, ккал/год;

$T_{ОП}$ - тривалість опалювального сезону за рік, год. $T_{ОП} = 4320$ год.;

$V_{ΣОП}$ - об'єм будівель АСП, що опалюються:

$$V_{ΣОП} = F_B \cdot h_B + F_A \cdot h_A, \quad (6.12)$$

$C_{ОП}$ — ціна за 1 Гкал тепла, грн.

Результати розрахунку потреб в ресурсах та витрат на їх споживання наведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

Результати розрахунків потреб в ресурсах та витрат на їх споживання

№	Найменування	Одиниця вимірювання	Річні потреби	Ціна, грн	Витрати на споживання, грн	% від загальних витрат
1	Електроенергія узагалі	кВт/рік	201028		239224	10,51
	- силова	кВт/рік	136717	1,19	162693	7,15
	- освітлення виробничих приміщень	кВт/рік	64312	1,19	76531	3,36
2	Тепло на опалювання	Гкал/рік	2057	977,56	2010446	88,33
3	Вода узагалі	м ³	2559		15294	0,67
	- технологічні потреби	м ³	379	5,976	2266	0,10
	- побутові потреби	м ³	2180	5,976	13028	0,57
4	Стоки узагалі	м ³	2559		11179	0,49
	- виробничі	м ³	379	4,368	1657	0,07
	- побутові	м ³	2180	4,368	9522	0,42
5	Загальна сума витрат				2276143	100

6.3. Розрахунок фонду заробітної платні працівників СП

Для розрахунку фонду заробітної плати працівників використовуються тарифні і середньомісячні оклади діючих підприємств автосервісу.

Загальний фонд заробітної платні виробничих та допоміжних робітників:

$$ЗФЗП_i = ФЗП_i^{ОСН} + ФЗП_i^{ДОД}. \quad (6.13)$$

Основний фонд заробітної платні виробничих та допоміжних робітників:

$$ФЗП_i^{ОСН} = ФЗП_i^{ГОД,В} + Д_i^{ПР}. \quad (6.14)$$

Фонд заробітної платні виробничих та допоміжних робітників, що працюють за погодинно-преміальним тарифом, розраховують за формулою:

$$ФЗП_i^{ГОД} = t_i^{ГОД} \cdot C, \quad (6.15)$$

де $t_s^{ГОД}$ - тарифна ставка i - го працівника, грн./год. Розміри тарифної ставки встановлюються відповідно трудової угоди між працівником і роботодавцем.

$t_i^{ГОД}$ - трудомісткість робіт основної виробничої діяльності (загальна трудомісткість робіт з ТО, ПР та допоміжних робіт) нормогод.

Розміри преміального фонду для виробничих і допоміжних робітників можна розрахувати за формулою:

$$Д_i^{ПР} = K_{ПР} \cdot ФЗП_i^{ПОГ,В}, \quad (6.16)$$

де $K_{ПР}$ - коефіцієнт преміювання, $K_{ПР} = 0,1-0,5$.

Додатковий фонд заробітної платні (відпускні) виробничих і допоміжних робітників планують в розмірі 10... 12% від основного фонду заробітної платні.

$$ФЗП_i^{ДОД} = 0,1-0,12 \cdot ФЗП_i^{ОСН}, \quad (6.17)$$

Результати розрахунків (в гривнях) наведено у таблиці 6.4.

Річний фонд заробітної платні ІТП, службовців та МОП розраховується на підставі штатної чисельності, посадових місячних окладів, з урахуванням премій:

$$ФЗП_{ИТП,СЛ,МОП} = (ПО_{ИТП} \cdot P_{ИТП} + ПО_{СЛ} \cdot P_{СЛ} + ПО_{МОП} \cdot P_{МОП}) \cdot K_{ДОП}, \quad (6.18)$$

де $ПО_{ІТТ}$; $ПО_{СЛ}$; $ПО_{МОП}$ - розміри місячних посадових окладів відповідно для ІТТ, службовців та МОП;

n - кількість місяців у році, $n = 12$;

$K_{ДОП}$ - коефіцієнт премій і доплат, $K_{ДОП} - 1,1-1,5$.

Таблиця 6.4

Результати розрахунку виробничих і допоміжних робітників фонду заробітної платні

№	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Одиниця вимірювання
1	2	3	4
Виробничі робітники			
1	Тарифна ставка виробничого робітника	грн.	33,40
2	Заробітна платня робітників за тарифною ставкою	грн.	5477224
3	Премія	грн.	1917028
4	Основний фонд заробітної платні виробнич. робітників	грн.	7394253
5	Додаткова заробітна платня виробничих робітників	грн.	887310
6	Загальний фонд заробітної платні виробнич. робітників	грн.	8281563
Допоміжні робітники			
7	Тарифна ставка допоміжного робітника	грн.	20,90
8	Заробітна платня робітників за тарифною ставкою	грн.	307149
9	Премія	грн.	107502
10	Основний фонд заробітної платні робітників	грн.	414651
11	Додаткова заробітна платня допоміжних робітників	грн.	49758
12	Загальний фонд заробітної платні допоміж. робітників	грн.	464410

Загальний фонд оплати праці підприємства

$$ЗФОП = ФЗП_{ВР} + ФЗП_{ДР} + ФЗП_{ІТТ} + ФЗП_{СЛ} + ФЗП_{МОП}, \quad (6.19)$$

Для базового проектного варіантів

$$ЗФОП_{\sigma} = 7041808 + 419969 + 2106000 + 683280 + 604800 = 10855857 \text{ грн}$$

$$ЗФОП_n = 6123311 + 419969 + 2106000 + 683280 + 604800 = 9937360 \text{ грн}$$

Результати розрахунків ФЗП окремих груп працівників і загального фонду оплати праці (ФОП) підприємства заносимо до таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Результати розрахунку розмірів ФЗП і середньомісячної заробітної платні працівників СП

№	Найменування показників	Середньомісячна платня грн	Кількість працівників, люд	Річний ФЗП	
				Базовий варіант грн	Проект. варіант грн
1	Виробничі робітники	15002,8	46	8281563	7201359
2	Допоміжні робітники	9675,2	4	464410	464410
3	ІТП	9000,0	15	2106000	2106000
4	Службовці	7300,0	6	683280	683280
5	МОП	6000,0	6	604800	604800
	Усього	13138,6	77	12140053	11059849

6.4 Сумарні експлуатаційні витрати

1) Заробітна платня (ЗФОП). Стаття включає загальний фонд заробітної платні усіх категорій працівників СП.

2) Відрахування в соціальні фонди:

$$BP_{CF} = BP_{PC} + BP_{CC} + BP_{CB} + BP_{CHB}, \quad (6.20)$$

де BP_{PC} - відрахування в фонд пенсійного страхування, грн. $BP_{PC} = 32,3\%$ ФОП;

BP_{CC} - відрахування в фонд соціального страхування, грн. $BP_{CC} = 2,9\%$ ФОП;

BP_{CB} - обов'язкове соціальне страхування на випадок безробіття, грн. $BP_{CB} = 1,6\%$ ФОП;

BP_{CHB} - обов'язкове соціальне страхування від нещасних випадків, грн. $BP_{CHB} = 1,76\%$ ФОП.

Отже, $BP_{CF} = 38,56\%$ ФОП, грн.

3) Амортизація. Відрахування на амортизацію будівель, споруд, устаткування та інших основних фондів розраховуються за встановленими нормами:

$$A = A_{СП} + A_{У} + A_{ІН} , \quad (6.21)$$

де $A_{СП}$ - відрахування на амортизацію будівель і споруд, грн. $A_{СП} = 8\%C_{СП}$

$A_{У}$ - відрахування на амортизацію устаткування, грн. $A_{У} = 40\%C_{У}$;

$A_{ІН}$ - відрахування на амортизацію інших основних фондів, грн. $A_{ІН} = 24\%C_{ІН}$.

4) Цехові витрати. Обсяг цехових витрат визначається за формулою:

$$B_{Ц} = B_{У.СП} + B_{ТО,У} + \Sigma B_{ІЕР} + B_{Ц,ІН} , \quad (6.22)$$

де $B_{У.СП}$ - витрати на утримання будівель і споруд (витрати з поточного ремонту, прибирання приміщень), грн. $B_{У.СП} = 2\%C_{СП}$,

$B_{ТО,У}$ - витрати на утримання і експлуатацію устаткування (з урахуванням витрат на зарплату ремонтних робітників, матеріали, запасні частини), грн. $B_{ТО,У} = 5\%C_{У}$;

$\Sigma B_{ІЕР}$ - загальна сума витрат за використання природних і енергоресурсів (див. таблицю 1.3).

$B_{Ц,ІН}$ - інші цехові витрати, грн. Обсяг цих витрат приймається в розмірі 2% від суми витрат по статті «Цехові витрати».

Для базового проектного варіантів:

$$B_{Ц_б} = 27760 + 37250 + 238128 + 2010446 + 12640 + 11179 + 50709 = 2591977 \text{ грн}$$

$$B_{Ц_п} = 229872 + 38000 + 238128 + 2010446 + 12640 + 11179 + 50709 = 2594896 \text{ грн}$$

Розрахунок обсягу цехових витрат наведений в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6

Витрати за статтею «Цехові витрати»

№	Найменування показників	Чисельні величини	
		Базовий варіант	Проект. варіант
1	Витрати на утримання будівель і споруд	227760	229872
2	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	37250	38000
3	Витрати на електроенергію	239224	239224
4	Витрати на опалення	2010446	2010446
5	Витрати на водопостачання	15294	15294
6	Витрати на стоки	11179	11179
7	Інші цехові витрати	50823	50880
	Загалом	2591977	2594896

5) Податки і збори. Суму податків і зборів передбачених законодавством (комунальний податок, податок на землю, збір за використання водних ресурсів) можна розрахувати за формулою:

$$П = П_K + П_З + П_B, \quad (6.23)$$

де $П_K$ - комунальний податок, грн.

$П_З$ - податок на землю, грн.

$П_B$ - збір за використання водних ресурсів, грн.

Для базового проектного варіантів

$$П_б = 1448 + 134130 + 1040 = 136618 \text{ грн}$$

$$П_n = 1571 + 134130 + 1040 = 136741 \text{ грн}$$

Розрахунок загальної суми податків наведений в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7

Структура та сума податків і зборів

№	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Чисельні величини	
			Базовий варіант грн	Проект. варіант грн
1	2	3	4	5
1	Комунальний податок	грн	1448	1571
2	Податок на землю	грн	134130	134130
3	Збір за використання водних ресурсів	грн	1040	1040
	Разом	грн	136618	136741

б) Інші витрати ($B_{И}$). Ці витрати залежать від конкретного виду діяльності підприємства, його цілей.

Витрати на страхування основних фондів

$$B_{И.Б} = 1\% (C_{СП} + C_{У}) \quad (6.24)$$

Сумарні експлуатаційні витрати

В результаті загальна сума експлуатаційних витрат:

$$\Sigma B_{екс} = \Phi ОП + ВР_{св} + А + В_{ц} + П + B_{И}. \quad (6.25)$$

Для базового проектного варіантів:

$$\Sigma B_{екс_6} = 10855857 + 4186018 + 1267278 + 910040 + 298000 + 58238 + 2591977 + 136618 + 1815857 = 22120884 \text{ грн}$$

$$\Sigma B_{екс_n} = 9933760 + 4186018 + 1281726 + 919488 + 304000 + 58238 + 2594896 + 136741 + 1815857 = 21234325 \text{ грн}$$

Результати розрахунку сумарних експлуатаційних витрат наведено у таблиці 6.8.

Таблиця 6.8

Сумарні експлуатаційні витрати

№	Статі витрат	Умовне позначення	Сума витрат	
			Базовий варіант грн	Проект. варіант грн
1	Загальний фонд заробітної платні працівників	<i>ФОП</i>	12140053	11059849
2	Єдиний внесок на загал. держ. соц. страхування	<i>ВР єв</i>	4681204	4681204
3	Амортизація	<i>А</i>	1267278	1281726
	Будівлі, споруди, їх структурні	<i>С сп</i>	911040	919488
	Устаткування, інструмент та інвентар	<i>С у</i>	298000	304000
	Інші основні фонди	<i>С ін</i>	58238	58238
4	Цехові витр	<i>В ц</i>	2591977	2594896
5	Податки і збори	<i>П</i>	136618	136741
6	Інші витрати	<i>В ін</i>	1892909	1892909
	Разом	$\Sigma B_{екс}$	23977318	22929052

6.5. Розрахунок доходу від діяльності підприємства

Дохід від діяльності СП визначається як сума грошових коштів, отриманих від реалізації основних та додаткових послуг, що надаються підприємством:

$$D = D_{ТО,ПР} + D_{ІН}, \quad (6.32)$$

де $D_{ТО,ПР}$ - доходи підприємства від надання послуг з ТО і ПР автомобілів:

$$D_{ТО,ПР} = T_{ТО,ПР} \cdot C_{НГ_{\min}} \quad (6.33)$$

$D_{ІН}$ - доходи від реалізації інших послуг і продукції (продажу запасних частин, паливо-мастильних матеріалів), грн. $D_{ІН} = (0 - 20\%) D_{ТО,ПР}$.

Таблиця 6.9

Розрахунок доходів підприємства

№	Види доходів	Одиниця вимірювання	Чисельні величини	
			Базовий варіант	Проект. варіант
1	2	3	4	5
1	Доходи від надання послуг з ТО І Р автомобілів	грн.	28195322	28195322
4	Доходи від реалізації інших послуг і продукції	грн.	2819532	2819532
	Загальна сума доходів	грн.	31014855	31014855

Чистий дохід виробництва визначається за формулою:

$$Ч_{\text{д}} = Д - \sum B_{\text{екс}}, \quad (5.9)$$

Для базового і проектного варіантів:

$$Ч_{\text{д.б}} = 28195322 + 2819532 - 22120884 = 8893971 \text{ грн}$$

$$Ч_{\text{д.п}} = 28195322 + 2819532 - 21234325 = 9780530 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект складатиме:

$$E_{\text{е}} = Ч_{\text{д.п}} - Ч_{\text{д.б}} = 9780530 - 8893971 = 886559 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.10

Основні техніко-економічні показники сервісного підприємства

№	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Умовні позначення	Числові величини	
				Базовий варіант	Проект. варіант
	2	3	4	5	6
1	Кількість робочих постів	пост.	X_p	15	15
2	Обсяг реалізації сервісних послуг	норм.год	$T_{\text{то,пр}}$	73481	73481
3	Необхідна кількість виробничих робітників	люд	$P_{\text{вр}}$	46	40
4	Загальна чисельність працівників підприємства	люд	$P_{\text{пр}}$	77	59
5	Вартість основних виробничих фондів	грн	$B_{\text{овф}}$	18113160	18233760
	Земельні ділянки	грн	$C_{\text{зд}}$	5737500	5737500
	Будівлі, споруди, їх структурні	грн	$C_{\text{сп}}$	11388000	11493600
	Устаткування, інструмент та інвентар	грн	$C_{\text{у}}$	745000	760000
	Інші основні фонди	грн	$C_{\text{ін}}$	242660	242660
6	Сумарні експлуатаційні втрати	грн	$\Sigma B_{\text{екс}}$	23977318	22929052
	Загальний фонд заробітної платні працівників	грн	$\Phi_{\text{ОП}}$	12140053	11059849
	Єдиний внесок на загал. держ. соц. страхування	грн	$B_{\text{Р єв}}$	4681204	4681204
	Амортизаційні витрати	грн	A	1267278	1281726
	Цехові витрати	грн	$B_{\text{ц}}$	2591977	2594896
	Податки і збори	грн	Π	136618	136741
	Інші витрати	грн	$B_{\text{ін}}$	1892909	1892909
7	Доходи від надання сервісних послуг	грн	$D_{\text{сп}}$	31014855	31014855
8	Чистий дохід підприємства	грн	$Ч_{\text{д}}$	7037537	8085803
9	Річний економічний ефект	грн	$E_{\text{в}}$		1048266

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Проаналізовано фактори, що впливають на споживання запасних частин, існуючі принципи побудови систем управління запасами, методи моделювання попиту та часу поповнення запасів, сучасні умови розвитку ринку запасних частин.

2. У всіх моделях автомобілів є досить обмежена номенклатура деталей, вузлів, складальних одиниць, потреба в яких при усуненні відмов виникає найбільше часто, це так звані деталі, що лімітують надійність (ДЛН).

3. Розроблена методика формування номенклатури і розрахунку запасів запасних частин, що ґрунтується на логістичних методах, які координуються з середнім ресурсом та випадком раптових відмов деталей.

4. Модель оптимізації запасу і номенклатури запасних частин повинна враховувати конкретні умови експлуатації транспортних засобів та економічні умови: матеріальні витрати на підтримку автомобілів у працездатному стані, ринкову вартість запасних частин та втрати прибутку підприємств, що пов'язані з простоем автомобілів в ремонтах.

5. Розроблена методика визначення оптимального запасу агрегатів дозволяє визначати найвигідніші стратегії в різних випадках: в умовах недоліку інформації; в умовах ризику; в умовах часткової визначеності. Наведені методи можуть використовуватися на підприємствах автомобільного транспорту, де відсутня повна інформація про зовнішні фактори.

6. Розроблена методика визначення обсягів запасних частин номенклатурних груп А, В, С, які характеризуються різними величинами попиту: I група А – деталі високого попиту, II група В – деталі середнього попиту, III група С – деталі виняткового попиту.

7. З міркувань економічної доцільності утримання оптимальної кількості запасних частин, автосервісні підприємства повинні тримати в запасі лише деталі груп А та В.

8. Розроблена схема визначення величини кількості запасних частин $m = f(A, N, P_m)$, як функція, що залежить від кількості автомобілів A , середньомісячної витрати запасних частин N та довірчої ймовірності P_m .

9. З ростом кількості автомобілів величина ризику не є постійно зростаючою, вона дотично наближується до сталого значення. Це пов'язано з тим, що прибуток, отриманий від задоволення великої кількості потреб, меншою мірою відчуває вплив збитків, які рівномірно розподіляються на весь об'єм запасних частин.

10. Збільшення кількості рухомого складу, що обслуговується автосервісним підприємством, підвищує виграш від утримання оптимальної кількості запасних частин. Це є результатом того, що прибутки підприємства на пряму залежать від кількості задоволених потреб.

11. Отримані результати магістерської роботи дозволяють сформулювати перспективні напрямки дослідження: необхідність винаходу нових напрямків зменшення збитків від утримання запасних частин, розробка визначення ресурсу запасних частин за рахунок діагностування автомобілів.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

- 1 Кузнецов Е.С. Программно-целевой подход к управлению технической эксплуатацией и надёжностью автомобилей // Повышение эксплуатационной надёжности автомобилей. – М.: Транспорт, 1976, вып. 2.
- 2 Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей. - Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те - 1984. - 312 с.
- 3 Салыгин В. Анализ. Цены. Статистика. Рынок запасных частей к грузовым автомобилям //Основные средства.- 1999.- №2.
- 4 Марков О.Д. Шляхи вирішення основних проблем в Україні // Автошляховик України. - 2005. - №1
- 5 Коммерческие автомобили // Автобизнес.- 2006. - №7.
- 6 Гаджинский А.М. Основы логистики: Учебное пособие. М.: ИВЦ «Маркетинг», 1996. - 211 с.
- 7 Горелик В.А., Ушаков И.О. Исследование операций. – М.: Машиностроение, 1986.
- 8 Щетина В.А., Лукинский В.С., Сергеев В.И. Снабжение запасами на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1988.
- 9 Логистика: Учебное пособие / Под ред. Б.А. Аникина. - М.:2000. 352с.
- 10 Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов/Под общ. ред. проф. В.И. Сергеева.- М.:Инфра-М, 2004.
- 11 Лукинский В.С., Бережной В.И., Бережная Е.В., Цвиринько И.А. Логистика автомобильного транспорта. Концепция, методы, модели. – М.: Финансы и статистика, 2002.
- 12 Економічний ризик: ігрові моделі: Навч. посібник / В. В. Вітлінський, П. І. Верчено, А. В. Сігал, Я. С. Наконечний; За ред. В. В. Вітлінського. — К.: КНЕУ, 2002.

- 13 Куденко Н. В. Стратегічний маркетинг: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 1998.
- 14 Дэй Д. Стратегический маркетинг. — М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2002.
- 15 Никифорова С. В. Теоретические и практические аспекты стратегического маркетинга. — СПб: Ун-т экономики и финансов, 1996.
- 16 Сборник докладов V межд. науч. прак. конф. 4-6 октября 2007 г., Киев - К.: НАУ, 2007
- 17 Численные методы Монте-Карло. И.М. Соболев. Главная редакция физико - математической литературы изд-ва «Наука», 1973. - 205 с.
- 18 Кокс Д., Смит В. Теория восстановления. Перевод с английского. М., «Советское радио», 1967.
- 19 Иващенко Н.И., Трикозюк В.А., Тесьж А.А. Определение потребности в запасных частях при внезапных отказах деталей. – «Автомобильная промышленность», 1976, № 1.
- 20 Надёжность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. / Ред. совет.: В.С. Авдуревский (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1987. – (В пер.)
- 21 Вероятностно - статистические методы на автотранспорте. Галушко В.Г. К.: Вища школа, 1976. - 232 с.
- 22 Курніков І.П. Управління запасами в автосервісів умовах невизначеності попиту // Автошляховик України. - 2002. - №1
- 23 Плис А.И., Сливина Н.А. MathCAD 2000. Математический практикум для экономистов и инженеров: Учеб. пособие. - М.: Финансы и статистика, 2000. - 656 с.
- 24 Порядок перевірки технічного стану транспортних засобів автомобільними перевізниками, затвердженого наказом Міністерства транспорту та зв'язку України 05 серпня 2008 року № 974, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 01 вересня 2008 року за

№ 794/1548

- 25 Башкатова, Е.И. Планирование работы автотранспортного предприятия. Программированное обучение / Е.И. Башкатова, Т.А. Здерева, Ю.С. Стельмаховский. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988. – 288 с.
- 26 <https://cyberleninka.ru> - електронний ресурс.
- 27 <https://studfiles.net/preview> - електронний ресурс.
- 28 <http://stroy-technics.ru> – електронний ресурс.
- 29 Закон України «Про охорону праці».
- 30 ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять»
- 31 Закон України «Про загальне обов'язкове державне соціальне від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».
- 32 НПАОП 0.00-4.12-05 «Положення про навчання , перевірки знань з питань охорони праці».
- 33 ГОСТ 12.1.009-76 «ССБТ Электробезопасность. Общие требования»
- 34 НПАОП 40.1-1.21-98 «Правило безпечної експлуатації електроспоживачів».
- 35 НПАОП 0.00-4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці».
- 36 НПАОП 29.0-3.02-06 «Норми безоплатної видачі спеціального одягу та інших засобів індивідуального захисту працівникам машинобудування та металообробної промисловості».
- 37 ДСН 3.3.6-042-99 «Мікроклімат виробничих приміщень».

Додаток 1

Таблиця Д.1

Платіжна матриця

A_j	P_i												α_j
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}	
A_1	0	-7	-14	-21	-28	-35	-42	-49	-56	-63	-70	-77	-77
A_2	-5	11	4	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-59
A_3	-10	6	22	15	8	1	-6	-13	-20	-27	-34	-41	-41
A_4	-15	1	17	33	26	19	12	5	-2	-9	-16	-23	-23
A_5	-20	-4	12	28	44	37	30	23	16	9	2	-5	-20
A_6	-25	-9	7	23	39	55	48	41	34	27	20	13	-25
A_7	-30	-14	2	18	34	50	66	59	52	45	38	31	-30
A_8	-35	-19	-3	13	29	45	61	77	70	63	56	49	-35
A_9	-40	-24	-8	8	24	40	56	72	88	81	74	67	-40
A_{10}	-45	-29	-13	3	19	35	51	67	83	99	92	85	-45
A_{11}	-50	-34	-18	-2	14	30	46	62	78	94	110	103	-50
A_{12}	-55	-39	-23	-7	9	25	41	57	73	89	105	121	-55
β_i	0	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	=

Таблиця Д.2

Матриця ризику

A _j	P _i												\bar{r}_i
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	
A ₁	0,00	18,00	36,00	54,00	72,00	90,00	108,00	126,00	144,00	162,00	180,00	198,00	99,00
A ₂	5,00	0,00	18,00	36,00	54,00	72,00	90,00	108,00	126,00	144,00	162,00	180,00	82,92
A ₃	10,00	5,00	0,00	18,00	36,00	54,00	72,00	90,00	108,00	126,00	144,00	162,00	68,75
A ₄	15,00	10,00	5,00	0,00	18,00	36,00	54,00	72,00	90,00	108,00	126,00	144,00	56,50
A ₅	20,00	15,00	10,00	5,00	0,00	18,00	36,00	54,00	72,00	90,00	108,00	126,00	46,17
A ₆	25,00	20,00	15,00	10,00	5,00	0,00	18,00	36,00	54,00	72,00	90,00	108,00	37,75
A ₇	30,00	25,00	20,00	15,00	10,00	5,00	0,00	18,00	36,00	54,00	72,00	90,00	31,25
A ₈	35,00	30,00	25,00	20,00	15,00	10,00	5,00	0,00	18,00	36,00	54,00	72,00	26,67
A ₉	40,00	35,00	30,00	25,00	20,00	15,00	10,00	5,00	0,00	18,00	36,00	54,00	24,00
A ₁₀	45,00	40,00	35,00	30,00	25,00	20,00	15,00	10,00	5,00	0,00	18,00	36,00	23,25
A ₁₁	50,00	45,00	40,00	35,00	30,00	25,00	20,00	15,00	10,00	5,00	0,00	18,00	24,42
A ₁₂	55,00	50,00	45,00	40,00	35,00	30,00	25,00	20,00	15,00	10,00	5,00	0,00	27,50
β _i	0,00	11,00	22,00	33,00	44,00	55,00	66,00	77,00	88,00	99,00	110,00	121,00	-

Таблиця Д.3

Матриця вигравів

A _j	P _i												\bar{v}_j
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	
A ₁	0,00	-0,27	-1,28	-3,16	-5,04	-6,14	-5,93	-4,91	-3,32	-2,01	-1,12	-0,53	-33,69
A ₂	-0,05	0,43	0,36	-0,45	-1,80	-2,98	-3,39	-3,11	-2,25	-1,44	-0,83	-0,40	-15,90
A ₃	-0,09	0,23	2,00	2,26	1,44	0,18	-0,85	-1,30	-1,18	-0,86	-0,54	-0,28	1,00
A ₄	-0,14	0,04	1,55	4,96	4,68	3,33	1,69	0,50	-0,12	-0,29	-0,26	-0,16	15,80
A ₅	-0,18	-0,15	1,09	4,21	7,92	6,49	4,24	2,31	0,95	0,29	0,03	-0,03	27,15
A ₆	-0,23	-0,35	0,64	3,46	7,02	9,65	6,78	4,11	2,01	0,86	0,32	0,09	34,36
A ₇	-0,27	-0,54	0,18	2,71	6,12	8,77	9,32	5,91	3,08	1,44	0,61	0,21	37,53
A ₈	-0,32	-0,74	-0,27	1,95	5,22	7,89	8,62	7,72	4,15	2,01	0,89	0,33	37,45
A ₉	-0,36	-0,93	-0,73	1,20	4,32	7,02	7,91	7,22	5,21	2,58	1,18	0,46	35,07
A ₁₀	-0,41	-1,12	-1,18	0,45	3,42	6,14	7,20	6,72	4,92	3,16	1,47	0,58	31,33
A ₁₁	-0,46	-1,32	-1,64	-0,30	2,52	5,26	6,50	6,21	4,62	3,00	1,75	0,70	26,85
A ₁₂	-0,50	-1,51	-2,10	-1,05	1,62	4,38	5,79	5,71	4,32	2,84	1,67	0,83	22,01
q _i	0,0091	0,0387	0,0911	0,1503	0,1800	0,1754	0,1412	0,1002	0,0592	0,0319	0,0159	0,0068	-

Таблиця Д.4

Результати досліджень ризику

Ризик, у. о.		\bar{r}_i				
Стан	Оптимальний запас, m	Кількість автомобілів				
		200	600	1000	1400	
A ₁	0	54,00	99,00	-	-	
A ₂	1	39,29	82,92	-	-	
A ₃	2	27,86	68,75	126,00	-	
A ₄	3	19,71	56,50	109,53	-	
A ₅	4	14,86	46,17	94,60	144,00	
A ₆	5	13,29	37,75	81,20	127,35	
A ₇	6	15,00	31,25	69,33	112,06	
A ₈	7	-	26,67	59,00	98,12	
A ₉	8	-	24,00	50,20	85,53	
A ₁₀	9	-	23,25	42,93	74,29	
A ₁₁	10	-	24,42	37,20	64,41	
A ₁₂	11	-	27,50	33,00	55,88	
A ₁₃	12	-	-	30,33	48,71	
A ₁₄	13	-	-	29,20	42,88	
A ₁₅	14	-	-	29,60	38,41	
A ₁₆	15	-	-	31,53	35,29	
A ₁₇	16	-	-	35,00	33,53	
A ₁₈	17	-	-	-	33,12	
A ₁₉	18	-	-	-	34,06	
A ₂₀	19	-	-	-	36,35	
A ₂₁	20	-	-	-	40,00	

Таблиця Д.5

Результати досліджень виграшу

Виграш, у. о.		\bar{v}_j				
Стан	Оптимальний запас, m	Кількість автомобілів				
		200	600	1000	1400	
A ₁	0	-16,82	-33,69	-	-	
A ₂	1	-0,87	-15,90	-	-	
A ₃	2	8,18	1,00	-20,51	-	
A ₄	3	8,25	15,80	-2,72	-	
A ₅	4	5,08	27,15	14,43	-6,96	
A ₆	5	0,60	34,36	30,33	10,83	
A ₇	6	-4,29	37,53	44,17	28,20	
A ₈	7	-	37,45	55,22	44,72	
A ₉	8	-	35,07	63,07	59,92	
A ₁₀	9	-	31,33	67,70	73,23	
A ₁₁	10	-	26,85	69,43	84,16	
A ₁₂	11	-	22,01	68,80	92,40	
A ₁₃	12	-	-	66,43	97,90	
A ₁₄	13	-	-	62,91	100,81	
A ₁₅	14	-	-	58,70	101,46	
A ₁₆	15	-	-	54,07	100,25	
A ₁₇	16	-	-	49,17	97,68	
A ₁₈	17	-	-	-	94,16	
A ₁₉	18	-	-	-	89,95	
A ₂₀	19	-	-	-	85,32	
A ₂₁	20	-	-	-	80,48	

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра «Експлуатація машинно-тракторного парку»

**УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ
ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ І МАТЕРІАЛАМИ**

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр»

Виконав: студент II курсу, групи МгМ-1-19
Волков Максим Ігорович

Керівник: к.т.н., доцент
Субочев Олександр Іванович

Дніпро - 2020

Мета роботи - розробка логістичної моделі запасними частинами машинно-технологічних станцій, що базується на критеріях економічності, інформаційних технологіях та індивідуальному підході до нормування.

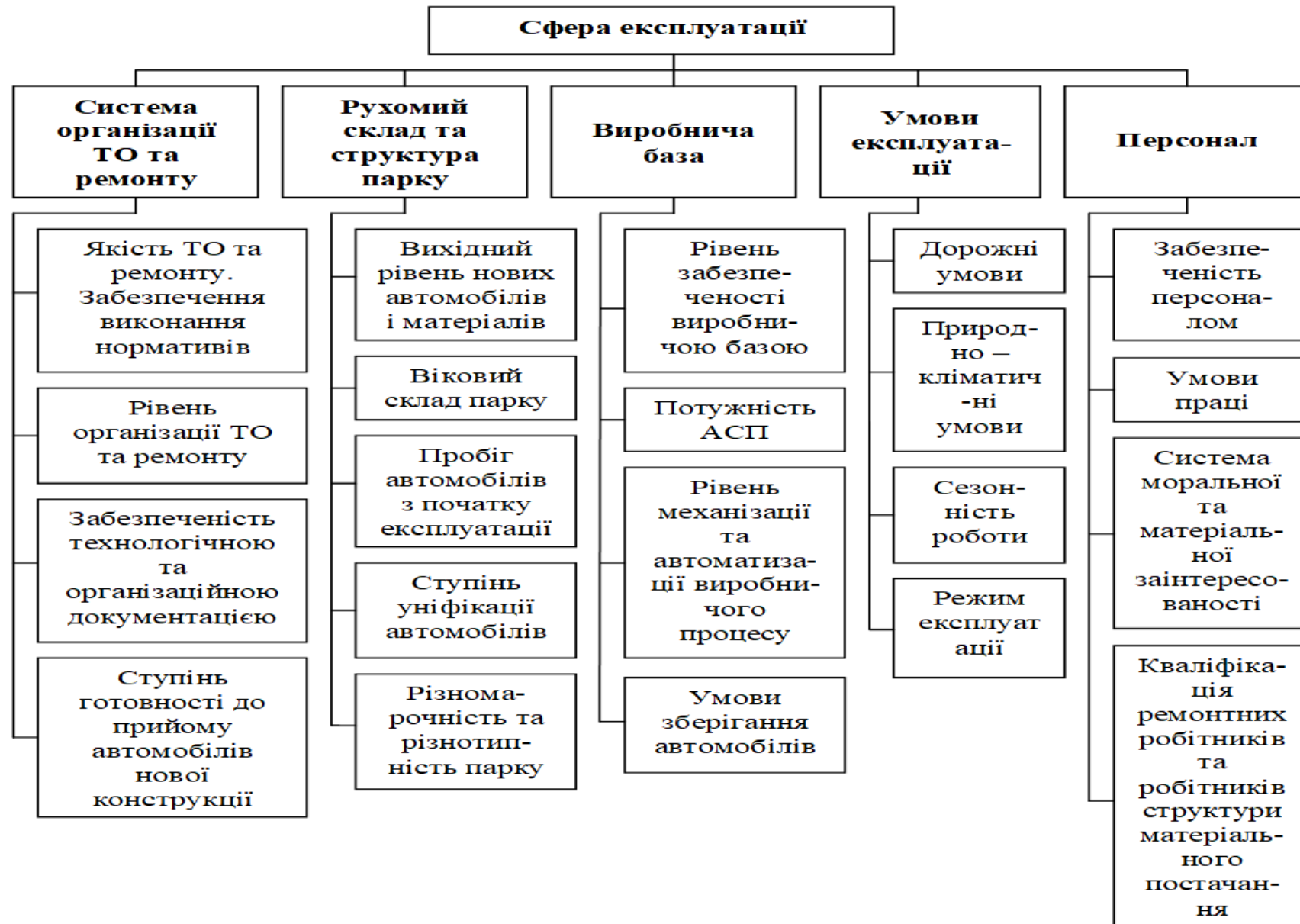
Задачі:

1. Проаналізувати: фактори, що впливають на споживання запасних частин, існуючі принципи побудови систем управління запасами, методи моделювання попиту та часу поповнення запасів.
2. Провести дослідження в області прийняття рішень в умовах невизначеності, конфліктності та породженого ними ризику.
3. Визначити оптимальну методику розрахунку потоку відмов з урахуванням ремонтних впливів, користуючись статистичними даними.
4. Розробити модель, що визначає оптимальну стратегію функціонування в системі управління запасами, керуючись методом ABC.
5. Отримати залежності виграшів та ризику утримання запасних частин від кількості рухомого складу.

Об'єкт дослідження - система матеріально-технічного постачання.

Предмет дослідження магістерської роботи є модель управління запасами і номенклатурою запасних частин.

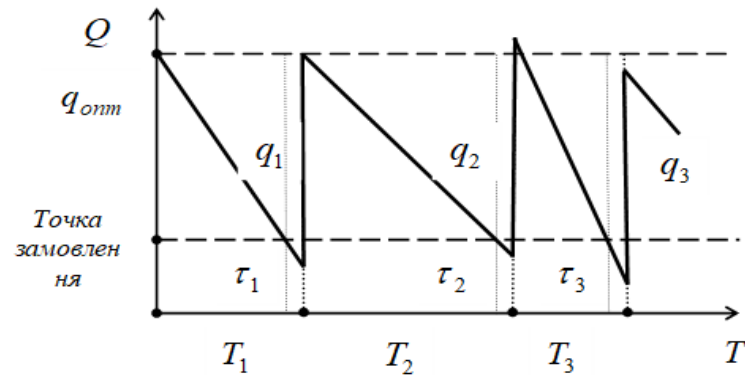
Фактори, що визначають попит запасних частин у сфері експлуатації



АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН НА МАШИННО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СТАНЦІЯХ

Діаграми періодичності поповнення запасів

Система з фіксованим розміром замовлення

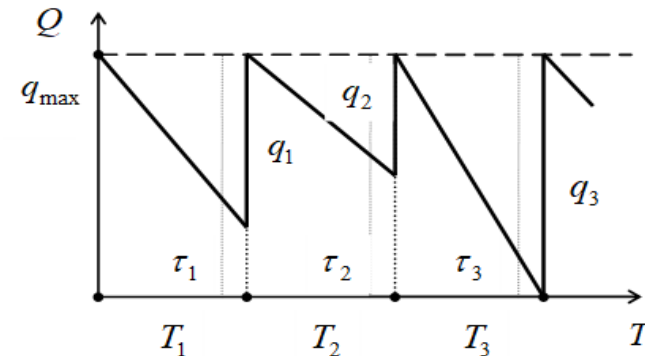


$T_1 \neq T_2 \neq T_3$ - періодичність замовлення;

$q_1 \neq q_2 \neq q_3$ - об'єм замовлення;

$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ - час поповнення.

Система із установленою періодичністю поповнення запасів до визначеного рівня

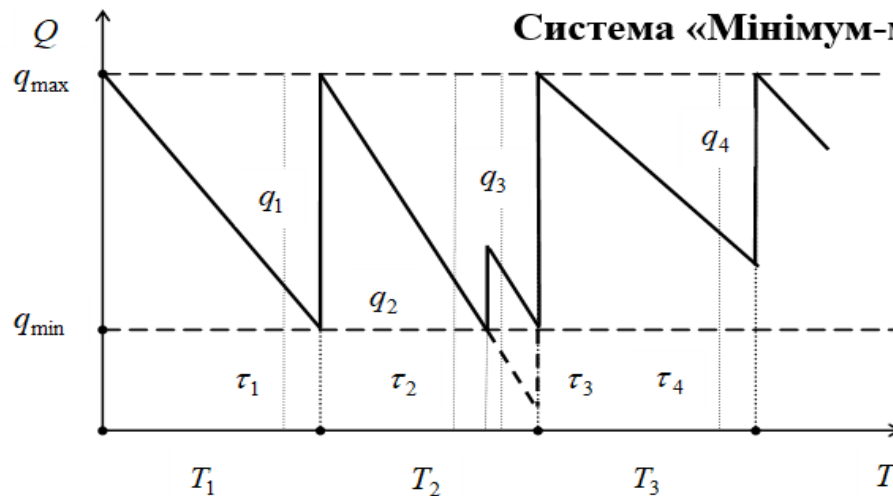


$T_1 = T_2 = T_3$ - періодичність замовлення;

$q_1 = q_2 = q_3$ - об'єм замовлення;

$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ - час поповнення.

Система «Мінімум-максимум»



$T_1 = T_2 = T_3$ - періодичність замовлення;

$q_1 \neq q_2 \neq q_3$ - об'єм замовлення;

$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ - час поповнення.

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗАПАСІВ І НОМЕНКЛАТУРИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

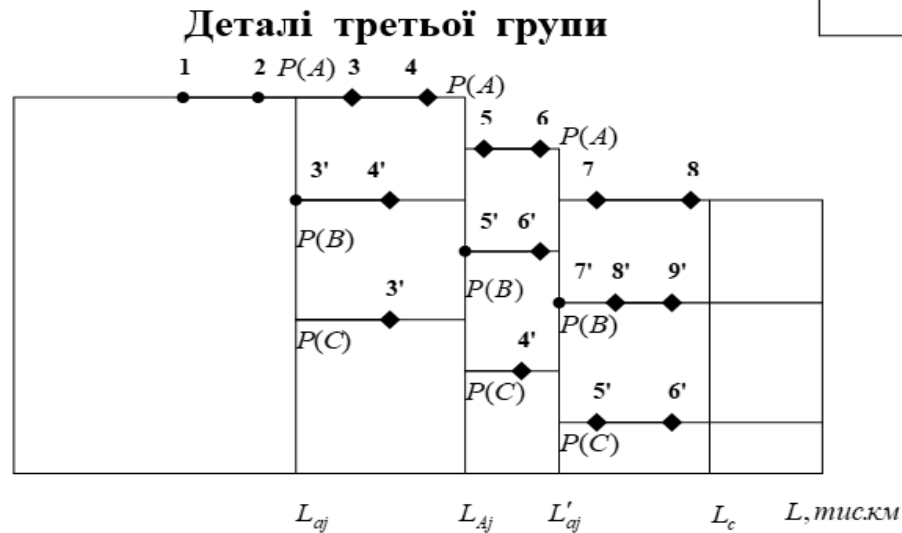
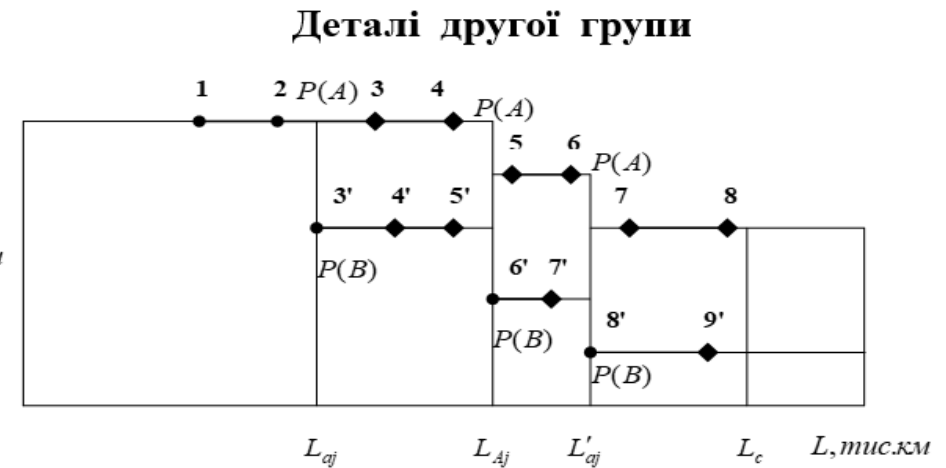
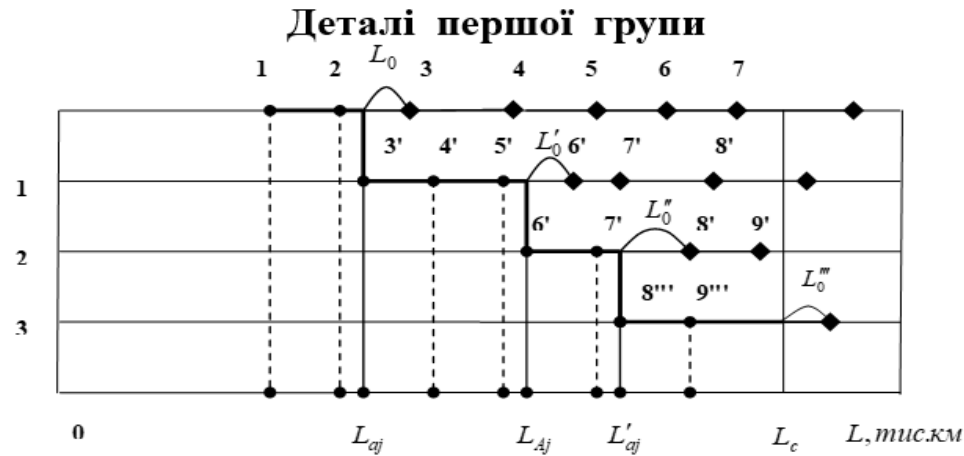
Розподіл запасних частин за елементами автомобіля

Умови, що впливають на підвищення об'єму запасів



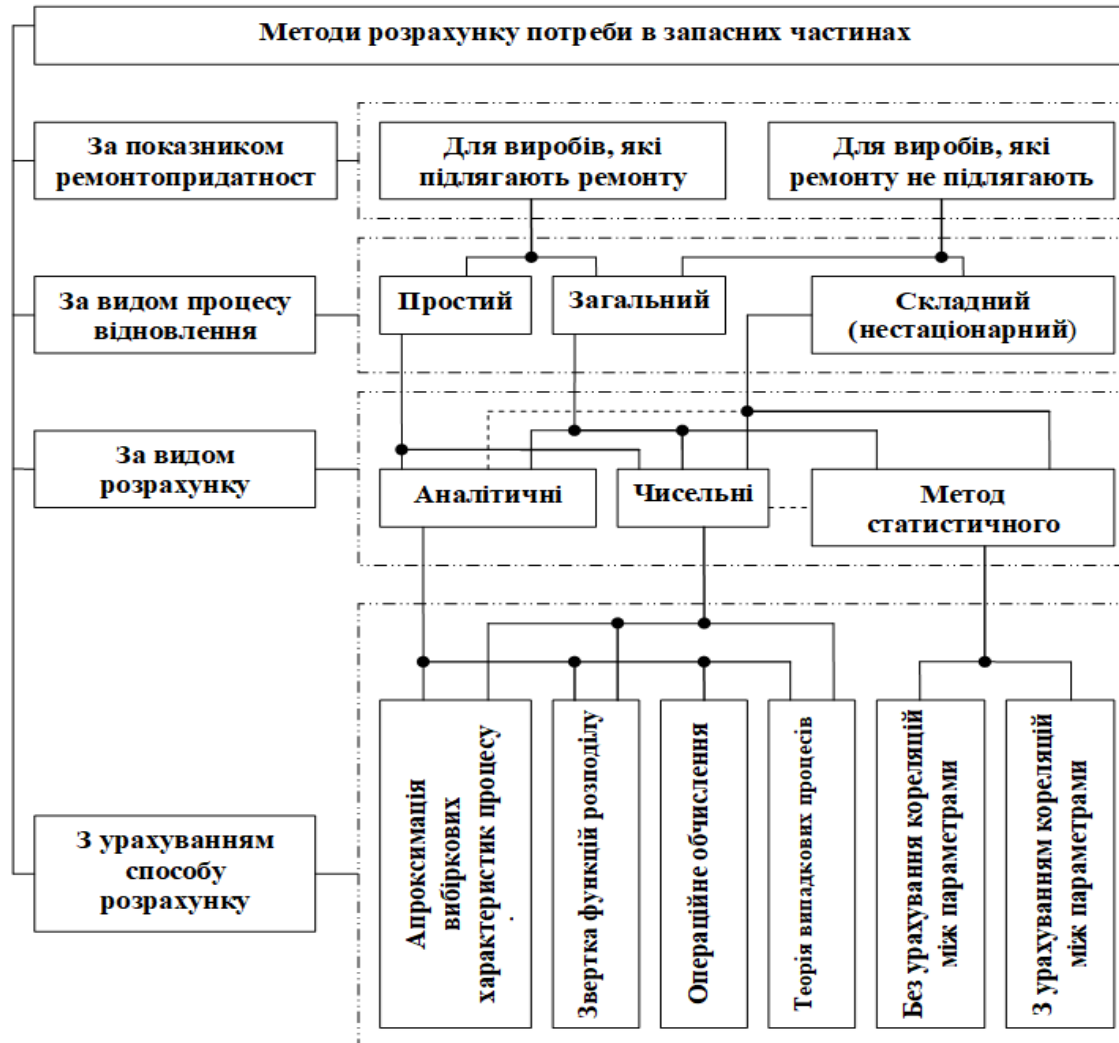
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИН ЗАПАСІВ І НОМЕНКЛАТУРИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

Формування нестационарних потоків відмов з урахуванням ремонтних впливів



ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗАПАСІВ І НОМЕНКЛАТУРИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

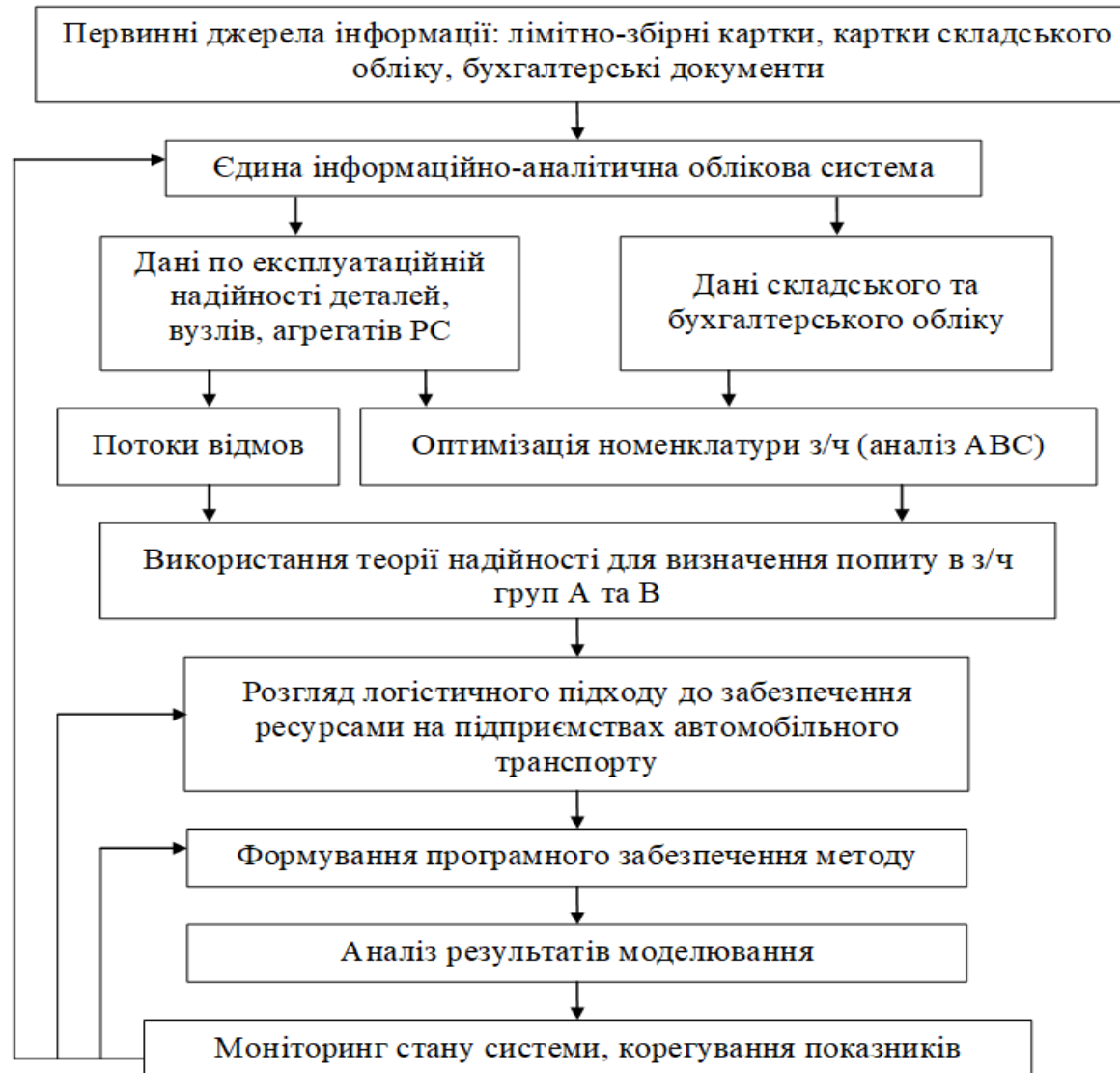
Класифікація методів розрахунку запасних частин, заснованих на теорії процесів відновлення



Процес відновлення	Функції розподілу наробітків деталі
<i>простий</i>	$F_1(L) = F_{i,j+1}(L) = F(L)$
<i>загальний</i>	$F_{i,j+1}(L) = F(L),$ $F_1(L) \neq F(L)$
<i>складний</i>	$F_1(L)$ та всі $F_{i,j+1}(L)$ різні

МОДЕЛЮВАННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ТА НОМЕНКЛАТУРИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

Схема моделі керування запасними частинами



МОДЕЛЮВАННЯ НЕОБХІДНОЇ НОМЕНКЛАТУРИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

Визначення норми витрати запасних частин з урахуванням середнього ресурсу деталей

Імовірність відмов

$$P_i^0 = \frac{m_i}{V_i} \quad (1)$$

де:

m_i - кількість замін i -ї деталі;

V_i - кількість автомобілів у групі.

Імовірність відмов за віковими групами

$$P_K = P_K^0 - \sum_{i=1}^n P_i * P_{K-i}^0, \quad K = 1, \dots, n \quad (2)$$

де:

n - максимальний середній вік автомобіля;

$P_{K=1}^0 = P_1^0$ - імовірність відмови для першого року експлуатації.

Загальна ймовірність відмов

$$F_i = P_{i-1} + \sum_{i=1}^n P_i \quad (3)$$

Термін служби досліджуваної деталі для загальної ймовірності відмови $F(t) = 1 - (0,5 \div 0,95)$

Середній ресурс деталі:

$$x = \Delta L t \quad (4)$$

де:

t - середнє значення терміну служби деталі, тис. км;

ΔL - річний пробіг, тис. км.

Середня норма витрати запасних частин на 100 автомобілів

$$H = \frac{100n}{\eta} \left(\frac{\Delta L}{x} - \frac{1}{t_a} \right) \quad (5)$$

де:

t_a - плановий термін служби автомобіля, років;

n - число однойменних деталей на одному автомобілі;

η - ресурсу деталей, що встановлюють у процесі ремонту.

Середня витрата запчастин на автомобілів протягом одного місяця

$$N = \frac{H}{12} \times \frac{A}{100} \quad (6)$$

Методика розрахунку запасних частин для випадку раптових відмов деталей

Інтенсивність замін деталей:

$$\omega = \frac{f(L)}{\int_0^{\infty} f(L) dL} \quad (7)$$

де:

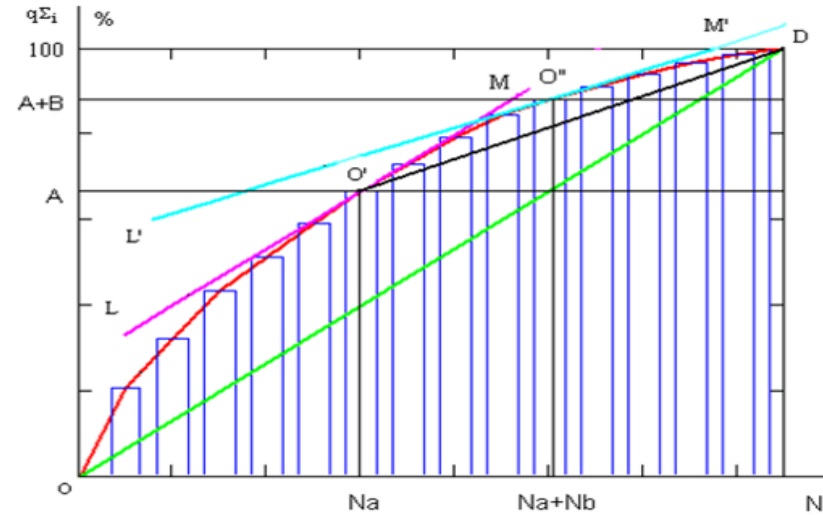
$f(L)$ - щільність функції відновлення (наробіток деталі до відмови).

Імовірність заміни деталі

$$P_m = \sum_0^m \frac{(\omega L)^m}{m!} e^{-\omega L} \quad (8)$$

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ

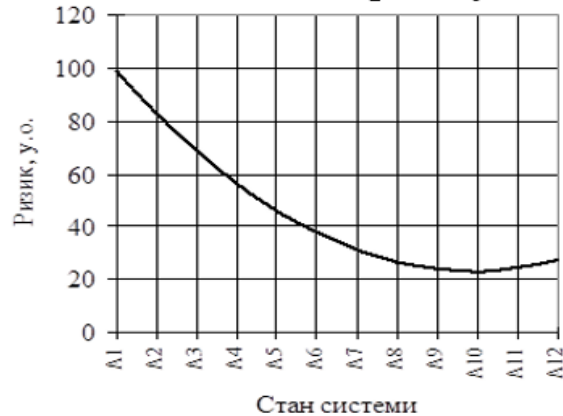
Розподіл номенклатури запасних частин груп А, В, С



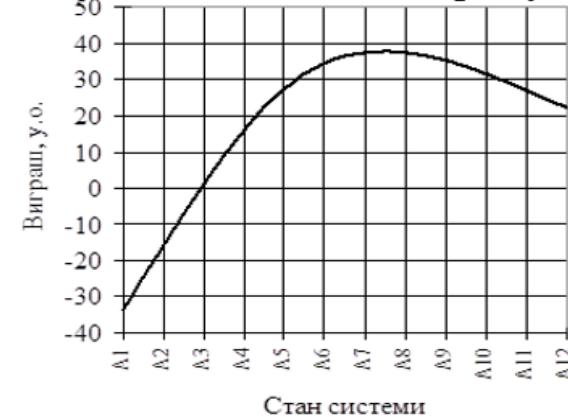
Оптимізація потреби запасних частин методами логістики

Для розрахунку приймаємо парки у 200, 600, 1000 та 1400 тракторів John Deere. Розглянемо випадок, коли рухомий склад дорівнює 600 тракторів John Deere, і величина прибутку та збитку: $b_1 = -7$, $b_2 = 11$, $b_3 = -5$ у.о.

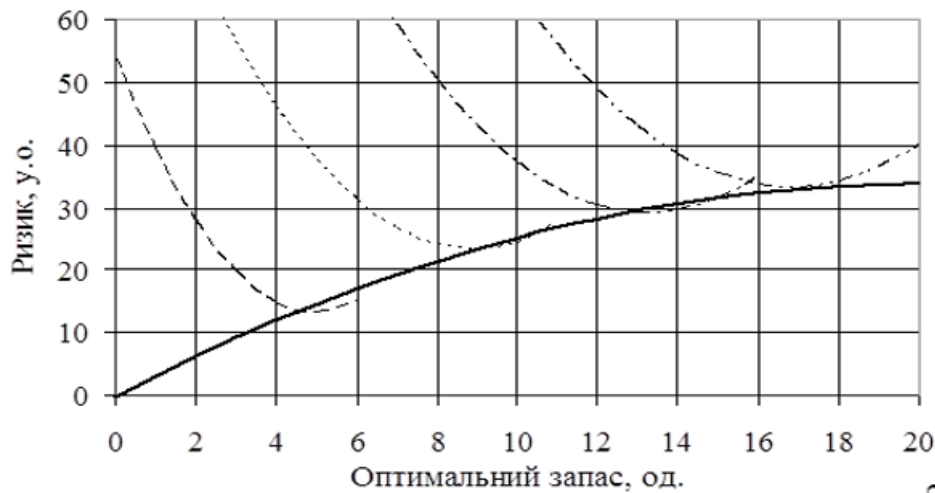
Залежність величини ризику від стану



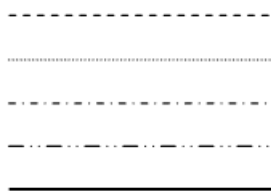
Залежність величини виграшу від стану



Залежності величин ризику від кількості тракторів John Deere



Тип лінії



Кількість автомобілів

200

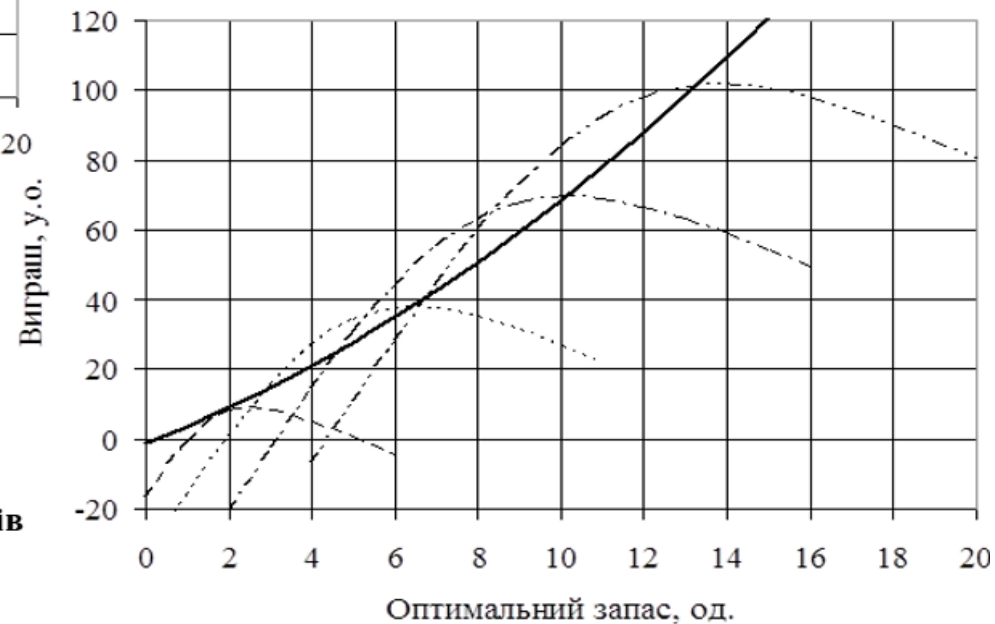
600

1000

1400

Лінія апроксимації

Залежності величин виграшу від кількості тракторів John Deere



ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СЕРВІСНОГО ПІДПРИЄМСТВА

№	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Умовні позначення	Чисельні значення	
				Базовий варіант	Проектний варіант
1	2	3	4	5	6
1	Кількість робочих постів	пост.	<i>Xp</i>	15	15
2	Обсяг реалізації сервісних послуг	норм.год	<i>Tcn</i>	73481	73481
3	Необхідна кількість виробн. робітників	люд	<i>Pвр</i>	46	40
4	Загальна чисельність працівників	люд	<i>Pпр</i>	77	59
5	Вартість основних виробничих фондів	грн	<i>Вовф</i>	18113160	18233760
	Земельні ділянки	грн	<i>Сзд</i>	5737500	5737500
	Будівлі, споруди, їх структурні	грн	<i>Ссп</i>	11388000	11493600
	Устаткування, інструмент та інвентар	грн	<i>Су</i>	745000	760000
	Інші основні фонди	грн	<i>Сін</i>	242660	242660
6	Сумарні експлуатаційні втрати	грн	<i>ΣВекс</i>	23977318	22929052
	Загальний фонд заробітної платні	грн	<i>ФОП</i>	12140053	11059849
	Єдиний внесок на загал. державне соціальне страхування	грн	<i>ВРєв</i>	4681204	4681204
	Амортизаційні витрати	грн	<i>А</i>	1267278	1281726
	Цехові витрати	грн	<i>Вц</i>	2591977	2594896
	Податки і збори	грн	<i>П</i>	136618	136741
	Інші витрати	грн	<i>Він</i>	1892909	1892909
7	Доходи від надання сервісних послуг	грн	<i>Дсн</i>	31014855	31014855
8	Чистий дохід підприємства	грн	<i>Чд</i>	7037537	8085803
9	Річний економічний ефект	грн	<i>Ев</i>		1048266

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

- Проаналізовано фактори, що впливають на споживання запасних частин, існуючі принципи побудови систем управління запасами, методи моделювання попиту та часу поповнення запасів, сучасні умови розвитку ринку запасних частин.
- Розроблена методика формування номенклатури і розрахунку запасів запасних частин, що ґрунтується на логістичних методах, які координуються з середнім ресурсом та випадком раптових відмов деталей.
- Розроблена методика визначення обсягів запасних частин номенклатурних груп А, В, С, які характеризуються різними величинами попиту: I група А – деталі високого попиту, II група В – деталі середнього попиту, III група С – деталі виняткового попиту.
- Розроблена методика визначення оптимального запасу агрегатів дозволяє визначати найвигідніші стратегії в різних випадках: в умовах недоліку інформації; в умовах ризику; в умовах часткової визначеності. Наведені методи можуть використовуватися на машинно-технологічних станціях, де відсутня повна інформація про зовнішні фактори.
- Розроблена схема визначення величини кількості запасних частин $m = f(A, N, P_m)$, як функція, що залежить від кількості автомобілів A , середньомісячної витрати запасних частин N та довірчої ймовірності P_m .
- З ростом кількості автомобілів величина ризику не є постійно зростаючою, вона дотично наближується до сталого значення. Це пов'язано з тим, що прибуток, отриманий від задоволення великої кількості потреб, меншою мірою відчуває вплив збитків, які рівномірно розподіляються на весь об'єм запасних частин.
- Збільшення кількості рухомого складу, що обслуговується машинно-технологічною станцією, підвищує вигоду від утримання оптимальної кількості запасних частин. Це є результатом того, що прибутки підприємства на пряму залежать від кількості задоволених потреб.
- Отримані результати дипломної роботи дозволяють сформулювати перспективні напрямки дослідження: необхідність винаходу нових напрямків зменшення збитків від утримання запасних частин, розробка визначення ресурсу запасних частин за рахунок діагностування техніки.

Increasing the level of providing service enterprises with spare parts and materials

Subochev Alexander, Sichko Alexander, Volkov Maxim

¹Engineering and Technology Faculty - Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine
e-mail: subochev.alex@gmail.com

²Auto-Mechanical Faculty - National Transport University, Ukraine
e-mail: sae@ua.fm

Summary: The work of logistical support subsystems of the service enterprise is analyzed, which leads to downtime of cars in repair, which complicates the work of the production area and leads to the necessity of allocation of ever larger premises for the storage of cars waiting for spare parts. The normative planning method for forming the needs of service companies in spare parts was selected, based on the methods of recovery theory. The normative planning method for forming the needs of service companies in spare parts was selected, based on the methods of recovery theory. An exponential Weibull - Gnedenko distribution has been established to describe the demand for the average resources of spare parts and units for cars. It is suggested to manage the stocks of necessary parts by the method of dividing the spare parts into groups A, B, C. The need for spare parts can be calculated using a general characteristic (based on a sample characteristic). Modern dealership service companies have a unified system of spare parts orders, depending on volume and periodicity. The change in the number of consumed parts of the first group, which occur smoothly without sharp fluctuations, is investigated. For the second group of parts, three maximums of spare parts are allocated.

Keywords: SERVICE ENTERPRISE, SPARE PARTS AND MATERIALS PROVIDING LEVEL.

1. Introduction

Formed in the early 90's the spontaneous market of vehicle is becoming more civilized every year, and there are constant links between its participants. Due to the growing purchasing power of the population, there is a steady increase in demand for new and used cars, which in turn leads to an increase in the market for car repair and maintenance services [1].

About 10% of service enterprises (SE) specialize in servicing cars of foreign production only, they also include official dealers of vehicle manufacturers [2].

A necessary condition for the existence of quality service is the effective organization of its logistical support of service enterprises. From a large number of subsystems of logistical support it is necessary to distinguish the following subsystems: maintenance of optimum stocks of spare parts and materials and methods of their replenishment, improvement of processes of ordering, purchase and delivery of component products and materials [3].

Poor work of these subsystems of logistical support of the service enterprise leads to: downtime of cars in repair, which complicates the work of the production area and leads to the need to allocate ever larger premises for the storage of cars waiting for spare parts. The time spent on SE of such cars can reach 3-4 weeks, to increase the queues for service, to increase the number of refusals to customers due to lack of spare parts, to reduce the competitiveness of the enterprise in the market and reduce the popularity of individual brands of cars [4, 5].

In order to solve the problems of providing service companies with spare parts, it is necessary to develop an effective methodology for determining the need for spare parts for service enterprises that are part of the dealer network, as well as to determine the best ways to manage inventories at such enterprises [6, 7].

2. Problem statement

The unsatisfactory operation of the subsystems of logistical support of the service enterprise leads to: downtime of cars in repair, which complicates the work of the production area and leads to the need to allocate ever larger premises for the storage of cars waiting for spare parts. The time spent on SE of such cars can reach 3-4 weeks; to the growth of service queues; to increase the number of refusals to customers due to the lack of spare parts; to reduce the competitiveness of the company in the market and reduce the popularity of individual car brands [8].

3. Research results

In terms of SE, the normative planning method is widespread in calculating spare parts needs. The number of product (element) replacements for any range from 0 to L is determined using recovery theory methods.

Norma spending spare parts:

$$N = \frac{(L_{DP} - L_{SP}) \cdot 100 \cdot n + 100 \cdot U_Q \cdot \delta \sqrt{L_{DP}}}{t_{DP} \cdot R_{SP} \cdot t_{DP} \sqrt{R_{SP}}}, \text{ pcs/100aut.per year,}$$

where L_{DP} - mileage of cars during the depreciation period, thousand km;

L_{SP} - the service life of the new part, the car assembly before the first replacement, thousand km;

t_{DP} - the service life of the car by the rate of depreciation, year;

R_{SP} - average spare parts life between replacements, thousand km, taking into account average parts and components times before and between replacements, taking into account the upper confidence limit;

U_Q - the quantile of the normal resource allocation of the initial element;

δ - mean square deviation of the life of the part, thousand km.

The park's annual need for spare parts is determined by the use of the standard:

$$Q = \frac{\alpha \cdot P \cdot N}{100},$$

where α - a correction factor of 0.9-1.0 depending on the category of operating conditions;

P - car park, pc.

The average daily consumption of spare parts for normal distribution is determined by dependence:

$$h_i = \frac{100 \cdot n}{T_i} \left[\frac{V_i}{K_i} Z_Q + 0,5q(L) \right], \text{ pcs / 100 aut. per year,}$$

where n - number of parts, units of the same name on the car;

T_i - the life of the car at the rate of depreciation per year;

V_i - the coefficient of variation of the resource between replacements;

T_i - the life of the car at the rate of depreciation per year;
 V_i - the coefficient of variation of the resource between replacements;

K_i - factor of reduction of a resource of a workpiece depending on operating conditions;

$$K_i = \frac{R_i}{R_{z_i}}$$

Z_G - auxiliary value in the calculation of the need for spare parts, which is determined by the table depending on the quantile of the normal distribution of the resource of the initial element;

$G(L)$ - the distribution function of the initial element up to the moment L, which is determined by the table depending on the quantile of the normal distribution of the resource of the initial element U_Q ;

R_{z_i} - average spare parts life between replacements;

R_i - the service life of the new part, the node before the first replacement, thousand km.

Formulas for exponential distribution, Weibull - Gnedenko distribution and stationary recovery process are also used in the technique. In the law of distribution laid down by the manufacturers of standards for the average resources of spare parts and units for cars.

You can predict the number of spare parts by using the probability recovery density:

$$Q_i = \sum n_i \cdot h_i \cdot \Delta L_r + U_Q \cdot \sqrt{\sum n_i \cdot h_i \cdot (1 - h_i \cdot \Delta L_r) \cdot \Delta L_r}$$

where n_i - number of cars whose service life is in the i -th interval, pcs.;

h_i - recovery density, rejection / thousand km;

ΔL_r - the average mileage of the car over the analyzed period of time;

U_Q - one-sided quantile of normalized normal distribution;

$h_i \cdot \Delta L_r$ - a product that expresses the probability of failure in the run interval if this interval is very small.

It is proposed to manage inventory in a warehouse by constantly monitoring the availability of the required parts, using, for example, the well-known method of dividing the spare parts into groups A, B, C. This method of separation and is currently applied in practice. Its essence in the following [6]:

- Group A (high demand parts) includes, according to various estimates, up to 10-20% of the total spare parts nomenclature. These details often fail and replacing them with a service company eliminates most of the faults and failures. By cost, these parts make up 75-85% of the total spare parts consumed;

- group B (average demand parts) comprises about 30% of the total nomenclature and the cost of the parts ranges from 10 to 30% of the total nomenclature value;

- Group C (rare demand parts) comprises more than 60% of the total spare parts nomenclature and the cost of parts does not exceed 5-7%.

The need for spare parts can be calculated using known dependencies in mathematical statistics to determine the general characteristic (based on a sample characteristic) [3]:

$$Q_A = \sum_{i=1}^n A_{in} \cdot K_{in} + U_Q \sqrt{\sum_{i=1}^n A_{in} \cdot K_{in}}$$

where A_{in} - planned number of cars of different age composition;

K_{in} - planned specific spare parts need for vehicles of the same age range;

U_Q - the quantile of the normal distribution according to the given confidence probability α .

The block diagram of spare parts orders delivery for the specified orders is presented in Fig.1

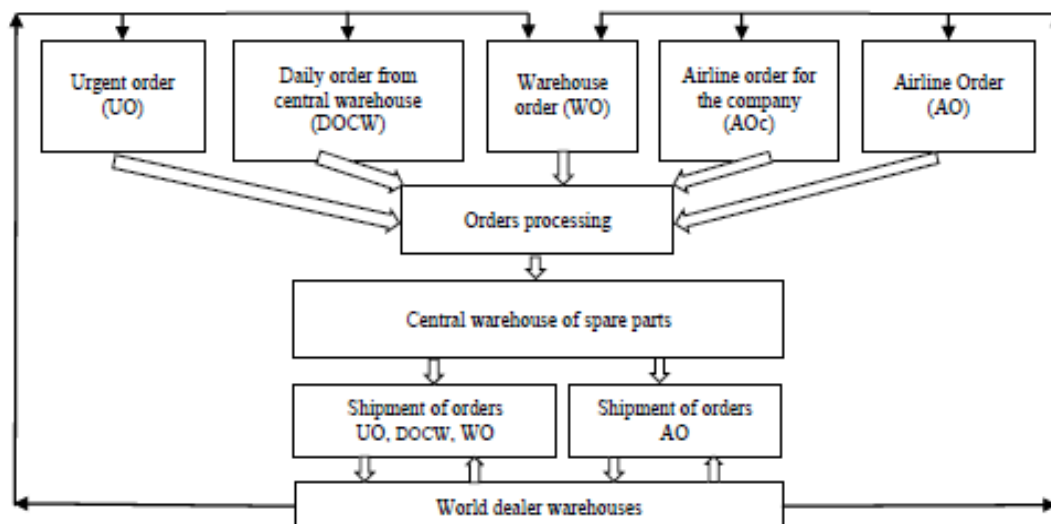


Fig. 1. Ordering system for spare parts of service companies by volume and frequency

AGRICULTURAL MACHINERY 2020

For the dealership service companies there is a unified system of spare parts ordering. Depending on volume and frequency, there are several types of orders:

1. «Urgent order» (UO). Ordering spare parts for a specific customer or car under repair. Delivery of spare parts is carried out within several hours from the regional warehouse in accordance with the delivery schedule. The order is created once a day and has a limit on the number of items (no more than 20 names of spare parts).

2. «Daily order from central warehouse» (DOCW). This order, as well as UO, is carried out when there is a need for specific spare parts. Delivery is made within 24 hours. There is no limit on the number of orders and the number of titles in each order, but for certain items there is a limit on the number of orders for this spare part per day.

3. «Warehouse order» (WO). Spare parts ordering is made to replenish the warehouse, it is created once a day and is formed on the basis of the actual cost of spare parts at the enterprise. Delivery is made within one to two days. The order size is about 150 items on average. The list of ordered parts is analyzed by the department experts on the basis of cost statistics and some additional coefficients.

4. «Airline Order». Ordering items missing at regional warehouse due to low demand, or vice versa, spare parts shortages. It is carried out on a specific request (client account or order-outfit). Delivery is made within 45 days.

5. «Airline order for the company» (AOc). Ordering a large batch of spare parts for wholesale customers. Delivery is made within 30 - 45 days.

If during processing of orders UO, WO and AOc it is found out that spare parts are absent in the central warehouse, the order is shipped from the central warehouse to higher level warehouses (to Europe and Japan). In this case, the order period is increased to 45 days.

The spare parts system of the service company is a queuing system, as it corresponds to the basic features of this system. Spare parts consumed in the service company, form a random flow of requirements, the demand for spare parts in this case, is described by the Poisson distribution:

$$P_{ka} = \frac{a^k}{k!} e^{-a} ,$$

where P_{ka} - the probability that the number of spare parts required is equal to k at the average number of parts consumed and for the entire time periods analyzed.

The flow of spare parts requirements for existing car service companies, which include the entire complex of departments and services, is divided into several components, depending on the specialization of the company and the amount of spare parts consumed by its departments. As it is noted above, modern service companies (especially those owned by dealership network companies) have, in addition to their own service base, a spare parts sales department where the spare parts are wholesale and retail. In addition to said above departments, the company has its own car fleet for production and economic needs, a department for the sale of new and used cars, and for some there is a car rental service.

General need for spare parts for customer service and repair of customers' cars

$$Q = Q_{MRD} + Q_{PEN} + Q_{CRD} + Q_{CSD} + Q_{SPS}$$

where Q_{MRD} - the need for spare parts for the maintenance and repair department;

Q_{PEN} - the need for spare parts of the car fleet for production and economic needs

Q_{CRD} - the need for spare parts for the car rental department;

Q_{CSD} - the need for spare parts for the car sales department.

Q_{SPS} - the need for spare parts of spare parts shop;

It should be noted that the spare parts sales department may consist of several departments - retail, spare parts wholesale and ordering department, as well as other spare parts departments, such as round-the-clock technical support.

However, to determine the cost of spare parts at the enterprise and the cost of spare parts through the ancillary services of the service company can be combined into one common component of the cost of spare parts, since the repair impacts on the car fleet of the above services are carried out, as a rule, by the customer service, except only a component of the costs attributable to the spare parts sales department.

General need for maintenance and repair of vehicles in spare parts

$$Q = Q_{MS} + Q_{SPS} .$$

where Q_{MS} - need for spare parts for maintenance service;

Q_{SPS} - the need for spare parts for the sales (store) of spare parts.

If for calculating the need for spare parts for maintenance service is required the availability of reliable information about the operational factors and the composition of the car fleet, then for calculating need of spare parts for spare parts store, obtaining such information becomes much more difficult.

Account of the fact that at large values of the number of spare parts the Poisson distribution with good approximation can be described by the normal law of distribution. We use this law to determine Q_{SPS} .

For a normal distribution law, the probability Q_{SPS} of will be less than $(M + Z\sigma)$:

$$P(-\infty < Q_{SPS} < M + z\sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt ,$$

where M - mathematical expectation of distribution;

Z - normalized deviation from the mean value;

σ - mean square deviation.

Setting ourself for probability P , we determine the magnitude of such that:

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt = P .$$

Required number of spare parts required nomenclature:

$$Q_{SPS} = M + z\sigma .$$

However, the specifics of service companies predict the need for spare parts at relatively short intervals (usually not more than a month), and if the experimental studies reveal that the consumption of spare parts does not comply with the described dependencies, use this forecasting model will inappropriate.

Factors associated with the organization of logistics support service company, have a strong influence on the need for spare parts according to 67% of specialists. These factors are most manageable at the service enterprise level. According to experts, the complexity of the design, the loss of defects, the unification and the number of complaints give little influence on the need for spare parts (55-60%). Experts also attributed the optimum use of storage facilities to the factors that have little impact. This is due to the fact that the task of efficient use of storage facilities lies mainly with the staff of spare parts who did not participate in the survey.

The survey participants were also asked to name factors that were not included in the list but which, in their opinion, had a significant impact on the need for spare parts.

Summarizing the wording of the experts' answers, we can distinguish the factors not included in the list, namely: the possibility of prolonging the life or restoration of worn parts, as well as the popularity of the car brand and reputation of the service company. These factors should also be explored in future studies.

The randomness check of the levels of a number of residues is performed based on the criterion of peaks (turning points). The sequence level is considered to be the maximum if it is greater than two adjacent levels, is $(\varepsilon_t - 1 < \varepsilon_t > \varepsilon_{t+1})$ or the minimum if it is less than both adjacent levels, that is $(\varepsilon_t - 1 > \varepsilon_t < \varepsilon_{t+1})$.

In both cases, it is considered a turning point. The total number of turning points is denoted by R . The randomness criterion with 95% confidence is the inequality:

$$p > \left[\bar{p} - 1,96\sqrt{\sigma_p^2} \right],$$

where \bar{p} - mathematical expectation of turning points number

$$\bar{p} = \frac{2}{3}(n-2).$$

σ_p^2 - number dispersion of turning points:

$$\sigma_p^2 = \frac{16n-29}{90}$$

If the inequality holds, the prediction model is considered adequate.

The number of peak points for both models is six ($\bar{p} = 6$; $\sigma_p^2 = 6,67$; $\sigma_p = 1,81$). Prognostication models the need for spare parts are adequate.

The calculated value of the Fisher criterion for regression models in all cases is more critical. It follows that the regression models are adequate.

In the analysis of the actual cost of spare parts for 2018 - 2019 graphs were drawn of the dependence of the average cost of spare parts by the service company. Changes in the amount of consumed parts of the first group occur smoothly, without sharp fluctuations. For the second group of parts it is necessary to allocate 3 obvious maximum costs of spare parts (Fig. 2).

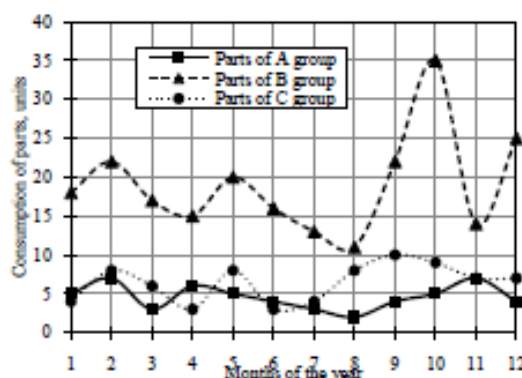


Fig. 2. Distribution of parts costs in the spare parts service by months of the year

The maximum cost of spare parts is in the spring months, when many car owners traditionally prepare their car for the period of summer operation, as well as in the late autumn before the start of the winter period of operation. The minimum outgo of spare parts for the second group is in the second half of summer, which is associated with the period of summer holidays.

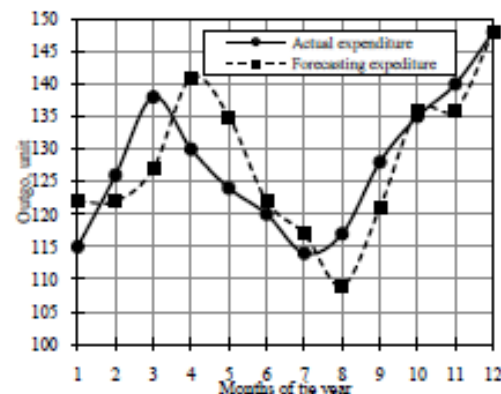
The fluctuations in demand for spare parts of the third group are similar to the fluctuations in the second group. In many studies of seasonal variations in outgo of body parts and changes in the number of road traffic accidents (RTA). According to statistics, the increase in the number of accidents begins in August and lasts until November. This confirms the schedule of spare parts for the service. In the period October - November, the queues for body repair increase, and often there is a shortage of body spare parts.

Many owners in this case order spare parts in the spare parts store, and for repair turn to small service companies, where repair is possible in a shorter time. Said above is confirmed by the increase in the outgo of spare parts in the store in the middle of November-December. The situation is the same in April-May due to the increase in the number of used cars. The peak of spare parts in the store falls in April, and the peak of service costs shifts to May.

The ABC method is used to determine the nomenclature and the volume of spare parts for storage in warehouses. According to this method, the whole nomenclature of parts of a particular car (in terms of demand) is divided into groups A, B, C:

- I group A - high demand parts *сиско*ро номры,
- II group B - average demand parts,
- III group C - exceptional demand parts.

The research results of operational reliability of vehicles show that there is a limited number of parts that more often fail and thus determine the labor and material outgo of maintaining cars in working order.



According to the results of studies, graphs of the distribution of actual and projected injection nozzle consumption by months of the year are being constructed (Fig. 2).

Fig. 2. Distribution costs and the need for the injection nozzles by months of the year

There is a link between the nomenclature of reliability-limiting parts (Detail, Limit, Reliability), defined by different operating methods, and the ABC method used to manage supply and inventory. The single cost criterion provides an opportunity to determine the nomenclature of Group A parts and gives them an upper cost estimate; the comprehensive criterion limits the overall nomenclature of the details of groups A and B and provides a cost estimate. All other details must be in Group C.

Cost index that takes into account all types of costs associated with each spare part:

$$C_i = M_i(CWC_i + CLC_i + CDR_i).$$

where M_i - the number of i parts expended over a period of time (or car mileage), units.;

CWC_i - wholesale cost of i parts;

C_{LC_i} - the cost of labor costs to eliminate the failure of i parts;

C_{DR_i} - profit loss of the enterprise, connected with the car downtime in repair, in particular, due to the absence of the spare part.

The values obtained are C_i ranked and arranged in descending order:

$$C_a \geq C_b \geq \dots \geq C_i \geq \dots \geq C_m$$

i is assigning new indexes: $a=1, b=2, \dots, m=N$, where N - the total number of item names (nomenclature), that is:

$$C_1 \geq C_2 \geq \dots \geq C_j \geq \dots \geq C_N.$$

For convenience of calculations, relative values of the considered cost indicators (in percent) are introduced, thus normalization of indicators is performed.

$$q_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^N C_i}$$

Thus, it is clearly in evidence the method of analytical calculation in considered example.

At experimental studying of change in flow rate of diesel engine nozzles in 2019 it was revealed that spare part changing cost during the year is nonlinear. As the results of the analysis of the dynamics of the cost of spare parts are showed, smooth variations are characterised of engine parts consumption.

To substantiate the choice of the prediction model, depending on the nature of the curve of the cost of spare parts, the need for spare parts on the example of injection nozzles for 2019 is calculated, and then compare the values obtained with the actual cost of these parts.

4. Conclusion

1. The high growth of the car fleet contributes to the increase in the need for service companies in the spare parts and materials necessary for its operation.

2. Service companies have a huge amount of competitors. Deficiencies in the logistics system support lead to a decrease in the competitiveness of the enterprise in all areas of activity.

3. Methods of forecasting the needs of service companies in spare parts have been developed. The proposed method allows to formalize the processes of determining the needs of enterprises in

spare parts, to increase the efficiency of existing systems of logistical support of service enterprises.

4. Methodical principles of the choice of mathematical models for forecasting the needs of car service companies in spare parts were developed, on the basis of which the areas of the most effective use of mathematical models were determined.

4. Literature

1. Subochev, Olexander; Sichko, Olexander; Pogorelov, Michael; Kovalenko, Igor; Havron, Nadiia Efficiency of managing the production capacity of service enterprises, taking into account customer motivation. ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine: 238-250.

2. Markov O.D. Zabezpechennia kontroliu za tekhnichnym stanom avtomobiliv: rehlementy vyrobnyka, popyt spozhyvachiv, propozytsiia avtoservisu / O.D. Markov, V.V. Berezniatskyi // Natsionalnyi transportnyi universytet, Kyiv, 2018.

3. Andrusenko S.I. Otsinka efektyvnosti investytsii v pidpriemstva avtomobilnoho transportu: navchalnyi posibnyk / S.I. Andrusenko - K.: NTU, 2018. - 56s.

4. Berezniatskyi V.V. Klasyfikatsiia biznes - protsesiv avtoservisykh pidpriemstv / V.V. Berezniatskyi // Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Seria «Tekhnichni nauky». Naukovo - tekhnichniy zbirnyk. - K.: NTU, 2017. - Vyp.36.

5. Sakhno V.P. Formy orhanizatsii monitorynhu tekhnichnoho stanu transportnykh zasobiv / V.P. Sakhno, D.O. Svostin-Kosiak // Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Seria «Tekhnichni nauky». Naukovo-tekhnichniy zbirnyk. - K.: NTU, 2017. - Vyp. 37, s. 373-380.

6. Andrusenko S.I. Orhanizatsiia tekhnichnoi ekspluatatsii avtomobiliv v Ukraini za suchasnykh umov. / S.I. Andrusenko, O.S. Buhaichuk // Visnyk NTU: Seria «Tekhnichni nauky». Naukovo-tekhnichniy zbirnyk. - Vypusk 1 (34). - K.: NTU, 2016. - S. 12-20.

7. Ludchenko O.A. Upravlinnia yakistiu tekhnichnoho obsluhovuvannia avtomobiliv: navch. posib. dla stud. vshch. navch. zakl. / O.A. Ludchenko, Ya.O. Ludchenko, V.V. Cherednyk; za red. O.A. Ludchenka. - K.: Un-t «Ukraina», 2012. - 327 s.

8. Andrusenko S.I. Tekhnologii pidvyshchennia efektyvnosti vyrobnycho-tekhnichnoi bazy pidpriemstv avtomobilnoho transportu: navchalnyi posibnyk / S.I. Andrusenko, O.S. Buhaichuk. - K.: Medinform, 2017. - 212 s.