

## Пояснювальна записка

до дипломної роботи  
освітнього ступеня «Магістр»  
на тему:

*Підвищення ефективності функціонування виробничо-технічної бази  
сервісних підприємств*

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

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

	_____	_____
	(підпис)	Білий Д.С . (прізвище та ініціали)
Керівник	_____	_____
	(підпис)	Субочев О.І. (прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ 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

\_\_\_\_\_ (підпис) О.Д. Деркач  
 (прізвище, ініціали)  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Білого Дениса Сергійовича  
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Підвищення ефективності функціонування виробничо-технічної бази сервісних підприємств

Керівник проекту Субочев О.І., к.т.н., доцент  
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом проекту «10» жовтня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи: Зміна експлуатованого, вироблюваного, імпорту, експорту та загальної кількості вантажних автомобілів та автобусів за 2013 - 2017 роки. Система основних факторів, що впливають на попит автосервісних послуг. Фактори, що впливають на ефективність виробництва сервісних підприємств

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз існуючих методів управління виробництвом та підвищення ефективності дилерських сервісних підприємств. Загальна характеристика прогнозування попиту на автосервісні послуги. Теоретичні дослідження методів теорії масового обслуговування. Моделювання процесів сервісних підприємств

5. Перелік демонстраційного матеріалу Мета дипломної роботи, задачі, об'єкт дослідження, предмет дослідження. Система основних факторів, що впливають на попит автосервісних послуг. Фактори, які впливають на ефективність роботи автосервісних підприємств. Класифікація систем масового обслуговування. Математична модель прогнозування попиту на сервісні послуги. Загальний алгоритм моделювання виробництва технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів. Алгоритм багатопараметричної оптимізації виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів

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	Субочев О.І.		

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

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломної Роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз існуючих методів управління виробництвом та підвищення ефективності дилерських сервісних підприємств	10.10 – 15.10.20	
2	Теоретичні дослідження методів теорії масового обслуговування	16.10 – 22.10.20	
3	Розробка методики експериментальних досліджень та моделювання процесів сервісних підприємств	23.11 – 02.11.20	
4	Загальний алгоритм моделювання виробництва технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів	03.11 – 15.11.20	
5	Охорона праці та захист в надзвичайних Ситуаціях	16.11 – 31.11.20	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Білий Д.С.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_

(підпис)

Субочев О.І.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Білий Д.С. Підвищення ефективності функціонування виробничо-технічної бази сервісних підприємств / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Рослинництво»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2020.

Об'єктом дослідження - виробничі процеси сервісних підприємств.

Предметом дослідження - ефективність функціонування технічної служби сервісних підприємств з урахуванням прогнозування попиту на автосервісні послуги.

Мета магістерської роботи є максимальне зниження часу знаходження автомобілів в несправному стані та підвищення ефективності виробництва автосервісних підприємств на основі методів теорії масового обслуговування.

Запропонована функція попиту для розглянутої автосервісної галузі, яка є складною багатофакторною залежністю. Ця залежність враховує набір домінуючих факторів прогнозування попиту на автосервісні послуги, які характеризуються складністю і багатоаспектністю.

Розроблена економіко-математична модель процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів дає можливість врахувати специфіку керування спеціалізацією постів ТО і Р, фондом оборотних агрегатів, формою організації праці ремонтників, введенням і використанням резерву постів ТО і Р.

В ході виконання магістерської 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 АBBYY FineReader (робота зі сканером).

**АНАЛІЗ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ПОСЛУГИ АВТОСЕРВІСНІ, ТРАНСПОРТ АВТОМОБІЛЬНИЙ, КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ, МЕТОД, ЯКІСТЬ, ОБСЛУГОВУВАННЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, МОДЕЛЬ МАТЕМАТИЧНА**

Публікація: Субочев О.І. Підвищення ефективності функціонування виробничо-технічної бази сервісних підприємств / О.І. Субочев, Д.С. Білий, О.Є. Січко // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин». - Кропивницький :ЦНТУ, 2020, Вип. 49, С. 121 – 133.

## ЗМІСТ

	<b>ВСТУП</b>	6
<b>1</b>	<b>АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДИЛЕРСЬКИХ СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ</b>	7
	1.1. Аналіз функціонування галузі автомобільного транспорту	7
	1.2. Загальна характеристика прогнозування попиту на автосервісні послуги	11
	1.3. Управління якістю послуг в автосервісі	14
	1.4. Аналіз факторів, що впливають на ефективність виробництва сервісних підприємств	17
	1.5. Висновки за першим розділом	20
	1.6. Обґрунтування теми дипломної роботи	20
<b>2</b>	<b>ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ</b>	22
	2.1. Вибір методів досліджень теорії масового обслуговування на підприємствах автомобільного транспорту	22
	2.2. Сутність та класифікація систем масового обслуговування	23
	2.3. Математична модель прогнозування попиту на сервісні послуги	29
	2.4. Методи статистичної обробки експериментальних даних	31
	2.5. Висновки за другим розділом	34
<b>3</b>	<b>РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ</b>	35
	3.1. Вибір та характеристика об'єкта експериментальних досліджень	35
	3.2. Збір даних експериментальних досліджень	36
	3.3. Методика обробки експериментальних даних	37
	3.4. Особливості та умови формування потоків вимог на технічне обслуговування і ремонт автотранспортних засобів	39
	3.5. Програма моделювання виробничих процесів автосервісних підприємств	43
	3.6. Алгоритм моделювання виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів в автосервісних підприємствах	45

	3.7. Висновки за третім розділом	51
<b>4</b>	<b>ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ</b>	<b>52</b>
	4.1. Перевірка моделі на адекватність	52
	4.2. Алгоритм багатопараметричної оптимізації виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів	53
	4.3. Оптимізація показників функціонування виробничих процесів автосервісних підприємств з урахуванням ефективності	56
	4.4. Визначення і аналіз показників та факторів виробничих процесів автосервісних підприємств	59
	4.5. Висновки за четвертим розділом	66
<b>5</b>	<b>ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	<b>68</b>
	5.1. Аналіз стану охорони праці на ТОВ «Паритет-СП»	68
	5.2. Аналіз і характеристика основних виробничих шкідливостей і небезпечностей на підприємстві технічного сервісу	68
	5.3. Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників від дії вказаних вами вище шкідливих та небезпечних факторів	70
	5.4. Правила безпечного виконання агрегатних робіт	72
	5.5. Розрахунок заземлення устаткування агрегатної ділянки	73
	5.6. Висновок за п'ятим розділом	75
<b>6</b>	<b>ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА</b>	<b>76</b>
	6.1 Забезпеченість СП основними засобами виробництва	76
	6.2 Визначення річних поточних витрат функціонування підприємства	78
	6.2.1 Витрати на ресурси, що використовуються у процесі експлуатації устаткування, виробничих та адміністративних приміщень	78
	6.3. Розрахунок фонду заробітної платні працівників СП	81
	6.4 Сумарні експлуатаційні витрати	83
	6.5. Розрахунок доходу від діяльності підприємства	86
	<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	<b>87</b>
	<b>БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК</b>	<b>88</b>
	<b>ДОДАТКИ</b>	<b>91</b>

## ВСТУП

На сучасному етапі розвитку автосервісу в основу підвищення ефективності виробництва покладені економне та раціональне використання, як матеріальних так і трудових ресурсів дилерських сервісних підприємств (ДСП).

Принципом раціонального виробництва є прогресивність планових та економічних норм, які базуються на передових інформаційних та виробничих технологіях.

Для підвищення ефективності роботи сервісних підприємств (СП) ставиться задача надання своєчасної якісної послуги в умовах сучасного конкурування.

Аналіз конкуренції необхідний не тільки у формулюванні ділової стратегії підприємства, але й у корпоративному фінансуванні маркетингу, аналізі безпеки та багатьох інших сферах економіки.

Конкуренція важливий елемент ринку, що відіграє вирішальну роль в зростанні якості продукції, зменшенні їх собівартості, в освоєнні в виробництві останніх досягнень науки й техніки, тому вивчення конкуренції є дуже важливим питанням для надійного зростання підприємства.

В умовах кількісного зростання транспортних засобів в Україні, зростає і попит на отримання послуг в автосервісі, тому зростає і проблема масового обслуговування власників транспортних засобів (ТЗ).

Теорія масового обслуговування є кількісна характеристика якісного боку процесів.

Враховуючи усе вище сказане, питання підвищення ефективності функціонування виробництва дилерських сервісних підприємств є **актуальним**.

# 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДИЛЕРСЬКИХ СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ

## 1.1. Аналіз функціонування галузі автомобільного транспорту

Транспорт відіграє важливу роль у життєзабезпеченні країни, у зв'язку між регіонами, чинить великий вплив на всі сфери життя суспільства та галузей народного господарства. Від транспорту та його роботи залежать економічні показники промисловості, торгівлі, сільського господарства, добробут людей та інше, що відбивається на функціонуванні держави.

Економічні перетворення, що відбуваються в останні роки в Україні, зруйнували централізоване галузеве управління, призвели до масової приватизації автотранспортних підприємств, появи дрібних підприємств та індивідуальних підприємців. Усе це породило на автомобільному транспорті багато проблем.

Аналіз роботи автомобільного транспорту сьогодні виявив, що до теперішнього часу не вирішені наступні проблеми, які впливають на функціонування ринку автотранспортних послуг:

- поєднання інтересів підприємств та підприємців із суспільними;
- визначення витрат, які повинні бути включені до тарифу на перевезення;
- відсутність точного кількісного вимірника та методика оцінки економічних пріоритетів та витрат на капітальні вкладення у транспорт;
- що здійснювати при визначенні нерентабельності чи комерційної збитковості тієї чи іншої транспортної організації (системи).

Негативний вплив на умови функціонування справляє існуюча система державної допомоги підприємствам. З одного боку, державна допомога - один з найважливіших факторів працездатності вітчизняних виробників, разом із тим у ряді випадків у результаті її надання окремі підприємства одержують невинувдані переваги над конкурентами. Питання стоїть не про виникнення державної допомоги вітчизняним виробникам, а про її впорядкування,



створення прозорих механізмів надання такої допомоги, недопущення або мінімізацію антиконкурентних наслідків її надання.

Аналіз тенденцій розвитку автомобільного транспорту в наступні роки не дає підстав для оптимістичних прогнозів відносно зросту перевезень. В той ж час зростає попит на послуги з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів індивідуальних власників та підприємців.

З проголошенням суверенітету України почався негативний процес прискореного накопичення зношеного та морально застарілого виробничого потенціалу, що знизило його працездатність та ефективність експлуатації – як економічну так і технічну. Вітчизняний транспорт усе в більшій мірі став не конкурентоздатним на світовому ринку транспортних послуг, як в економічному плані так і за умовами експлуатації – екологічної, технічної безпеки, технічними нормами та іншим. В наслідок в Україні спостерігається інтенсивне насичення автомобільного транспорту рухомим складом закордонних виробників, середній вік яких перевищує 10 років.

Для забезпечення технічного стану автомобіля на підприємствах автомобільного транспорту необхідно розібратися з наступними задачами:

- кадрове забезпечення транспортного комплексу;
- наукове та інформаційне забезпечення ефективного розвитку автотранспорту;
- впровадження нових транспортних технологій;
- впровадження нових транспортних технологій, методів управління ресурсами;
- своєчасне надання якісної конкурентоспроможної послуги автосервісу.

Для вирішення цих задач необхідно впроваджувати раціональні системи управління на автомобільному транспорті, які виходять за рамки економічних факторів, враховуючи допоміжні і соціальні інтереси.

Безумовно, ефективність підприємства залежить в остаточному підсумку від ступеня відкритості системи управління, правильності вибору її основних параметрів і використовуваних методів. Рішення саме цієї задачі є зараз актуальною проблемою для українських сервісних підприємств.

На рис. 1.1. - 1.3. показано зміну експлуатованого, вироблюваного, імпорту, експорту та загальної кількості вантажних автомобілів та автобусів за 2013 - 2017 роки. З аналізу рисунків спостерігається зменшення перерахованих чисел протягом 2015 - 2016 рр. Причиною цього зменшення є:

1 - процеси на сервісних підприємствах: старіння автомобільної техніки, зняття її з балансу. Поставка нових автомобілів значно відставала від рекомендованої кількості;

2 - зниження виробництва автомобільної техніки за причиною заводів-виробників;

3 - явища, пов'язані з раціоналізацією перевізного процесу: скорочення простоїв, нульових та холостих пробігів, поліпшення маршрутизації.

У 2016 - 2017 роках спостерігається деяке збільшення кількості автомобілів.

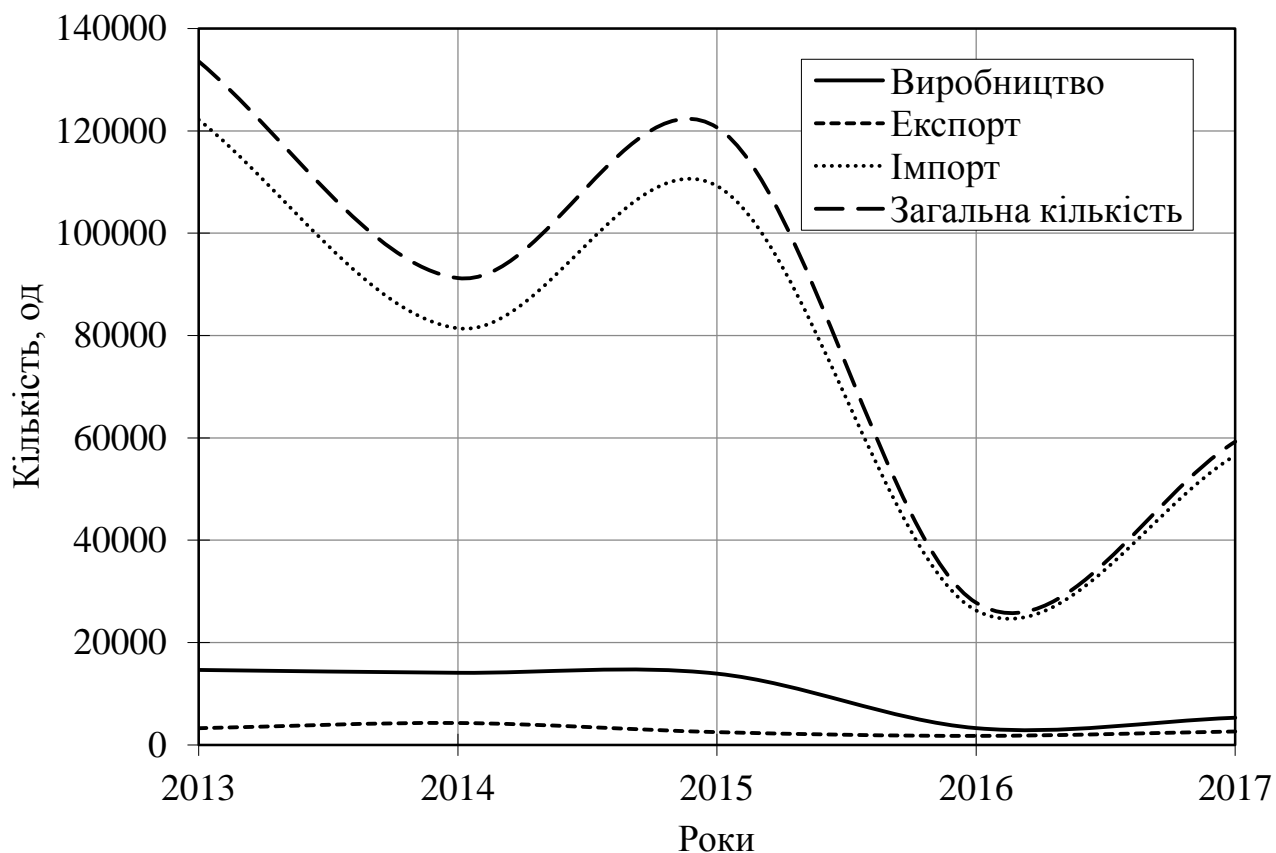


Рис 1.1. Розподіл кількості вантажних автомобілів за роками

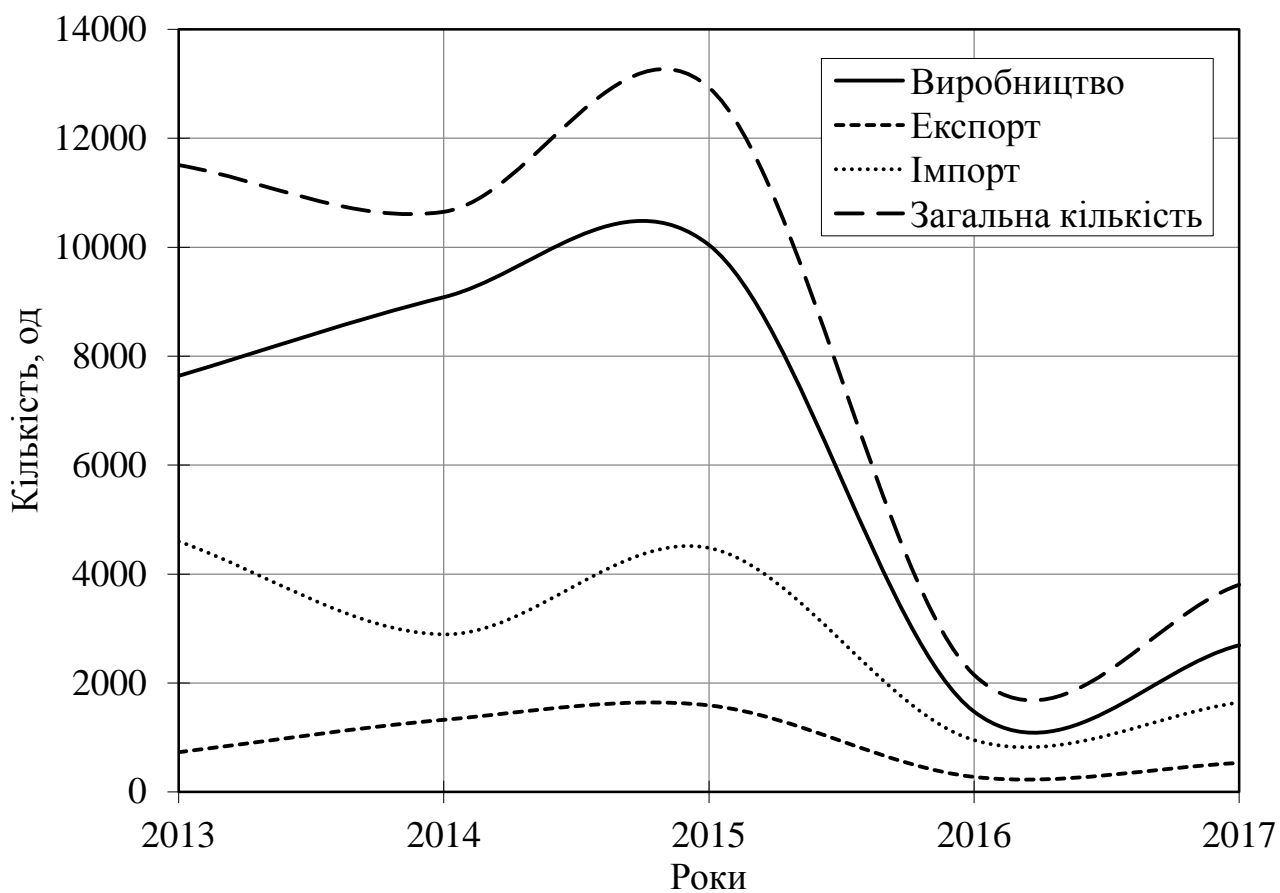


Рис 1.2. Розподіл кількості автобусів за роками

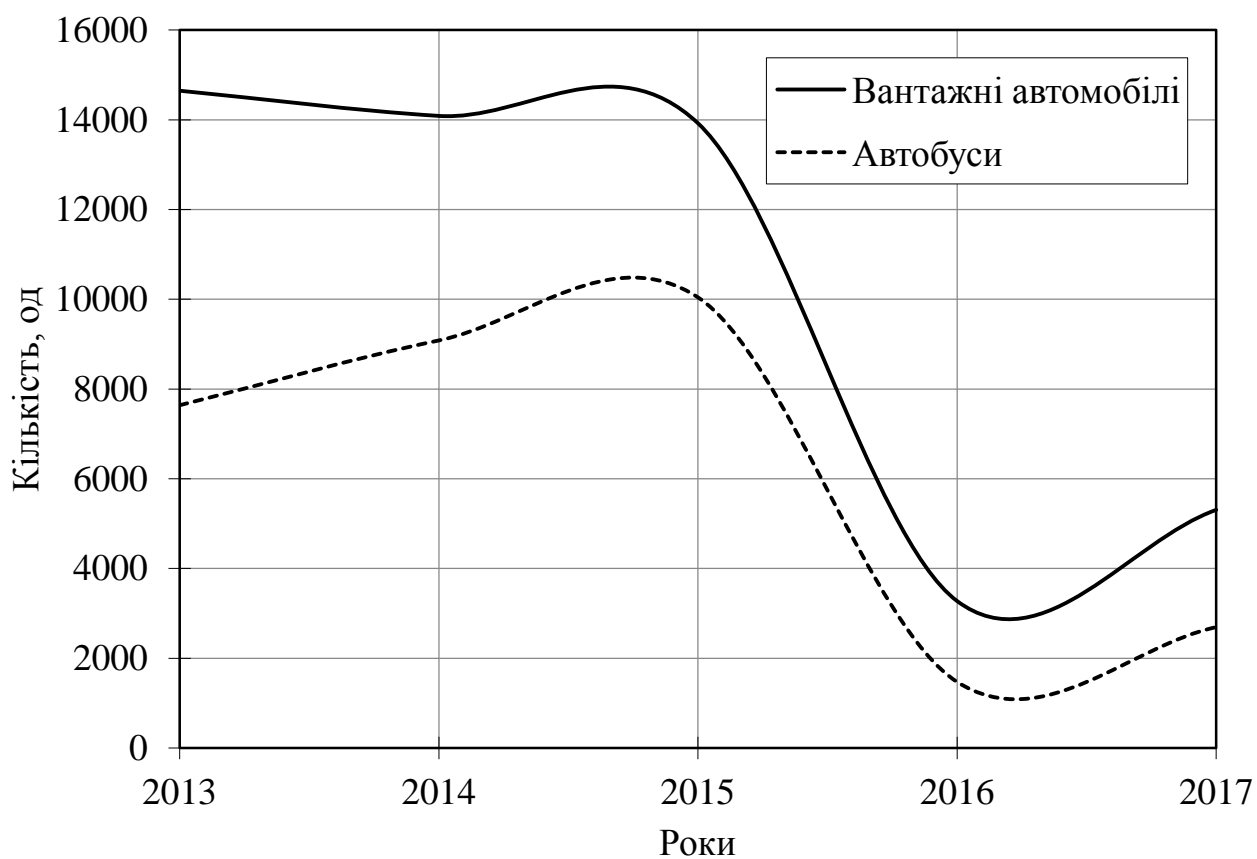


Рис 1.3. Розподіл виробництва автомобілів за роками

## 1.2. Загальна характеристика прогнозування попиту на автосервісні послуги

У зв'язку зі складністю і багатоаспектністю задачі прогнозування попиту на автосервісні послуги в роботі використовується модифікований підхід як найбільш адекватні наявні ситуації та облік комплексного впливу, що припускає, усього набору домінуючих факторів, що визначають попит. Такий підхід до прогнозування попиту може бути реалізований на основі системи моделей, кожна з яких охоплює деяку підмножину розглянутих факторів.

Функція попиту для розглянутої автосервісної галузі є складною багатофакторною залежністю. До числа її аргументів (крім уже згаданих цін на послуги і доходи населення) будемо відносити наступні основні фактори: парк придбаних споживачами автомобілів, його обсяг і структура.

Очевидно, що чим більше величина цього фактора і чим “старше” вікова структура автопарку, тим велика його частка має потребу в сервісному обслуговуванні і ремонті і тем вище попит на послуги автосервісу.

Залежність попиту від якості і комплексності наданих автосервісних послуг також досить очевидний: чим вище рівень пропонованих послуг і ширше їхній спектр, тим менше робіт здійснюється в порядку самообслуговування, тим вище частка робіт, що приходяться на автосервісні підприємства, тим більший попит пред'являється на їх послуги.

Окремі фактори, що впливають на попит, є взаємозалежними величинами, що впливає на динаміку попиту.

Система взаємозв'язків перерахованих факторів представляється за схемою (рис. 1.4). Два фактори на цій схемі утворюють замкнутий цикл взаємозв'язків. Це рівень якості послуг і доходів споживачів. Розглянемо них особливо.

Рівень якості послуг робить подвійний вплив. По-перше, прямо впливає на обсяги виконуваних автосервісних робіт у поточному періоді. По-друге, створює базу для розширеного автосервісу в майбутньому. Останнє обумовлено тим, що висока якість автосервісу за інших рівних умов стимулює з часом (з

визначеним розміром запізнювання, обумовленим часом ухвалення рішення і періодом акумуляції заощаджень) збільшення парку автомобілів і змінює його структуру.

Населення усе більш охоче здобуває не тільки нові автомобілі, але і більш дешеві транспортні засоби, що мають достатній пробіг, що характеризуються визначеним віком і пред'являють підвищеним попитом на послуги автосервісу (зокрема ця обставина пояснює ріст популярності старих іномарок).

Таким чином, виникає мультиплікативний ефект самопідтримки попиту на автосервісні послуги, свого роду зворотний зв'язок між динамікою парку автомобілів і якістю автосервісу (рис. 1.4).

Цей ефект найбільше яскраво проявився в роки перебудови економіки. Тривалий час в умовах дореформеного періоду вкрай низька якість автосервісних послуг було одним з факторів, що стримують ріст числа автомобілів. Повільні темпи відновлення автопарку, у свою чергу, обумовлювали перевантаження автосервісу і створювали передумови для незадовільної його роботи.

Постійно зростаючий незадоволений попит на автомобілі приводив до того, що вони не мали обмежень по термінах служби і практично не вибували, а частково переобладналися на підприємствах автосервісу шляхом заміни окремих деталей і навіть заміни кузова.

При цьому відбувалася масова перевитрата запасних частин вузлів і агрегатів, необхідних для підтримки технічного стану автомобілів, що знаходилися в плановому режимі експлуатації; відволікалися виробничі потужності автосервісних підприємств на невластиві їм функції; створювалися умови для всілякого роду негативних проявів, у тому числі знижувалася безпека дорожнього руху. Усе це створювало несприятливу суспільну думку про автосервіс і було однією з причин незадоволеності населення.

Збільшення потужностей сервісної галузі, розвиток мережі автосервісних послуг і підвищення їх комплексності в умовах конкурентної боротьби за клієнта в роки економічних реформ істотно підвищило якість обслуговування автотранспортних засобів.

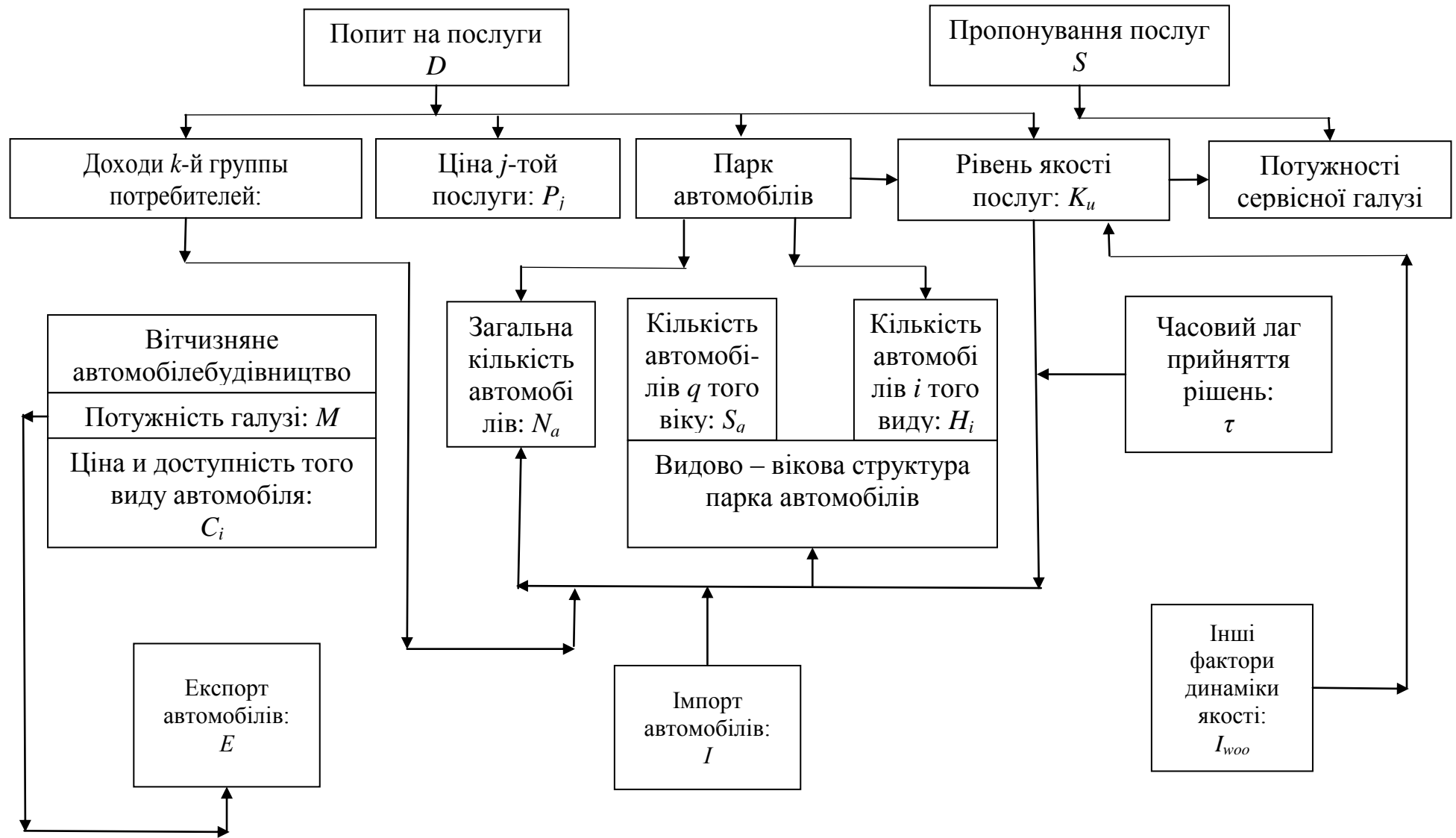


Рис. 1.4. Система основних факторів, що впливають на попит автосервісних послуг

Поряд зі зростанням доходів найбільш забезпечених і середніх шарів населення, цей фактор з'явився стимулом для росту парку автомобілів і підвищення ступеня автомобілізації країни.

Наступний вузловий фактор розглянутої схеми (рис. 1.4) - доходи споживачів - також робить на зміну попиту мультиплікативний ефект. При цьому прямий вплив величини доходів на обсяги автосервісного обслуговування є не настільки істотним (для різних дохідних груп потреба в автосервісних послугах визначається головним чином технічним станом автомобіля).

До наступної групи факторів, що істотно визначають приріст парку автотранспортних засобів, відносяться потужності вітчизняного автомобілебудування, експорт і імпорт автомобілів. Дія цих факторів визначається ринком продажів автомобілів (тобто законами попиту та пропозиції) і залежить від сформованого рівня цін і доходів.

### **1.3 Управління якістю послуг в автосервісі**

Сучасний період у розвитку виробництва продукції та послуг характеризується необхідністю винаходити новий попит у споживачів, спроможністю задовольняти їхні нові потреби, забезпечувати необхідну якість продукції та низькі ціни.

Інтеграція якості в бізнес-систему (рис. 1.5) відбудеться тільки тоді, коли якість буде інтегрована в загальноприйнятну ділову практику і перестане бути окремим чинником в забезпеченні прибутку підприємства. При цьому поточні стратегії (якість-витрати-час) будуть недостатніми, з'явиться необхідність в безперервному поновленні процедури досягнення високого прибутку, підвищенні професійних знань і компетенції кадрового потенціалу, забезпеченні конкурентної спроможності продукції або послуг за допомогою понять якості та інструментів якості.

Якість є сукупністю властивостей і характеристик продукту, які наділяють його здатністю задовольняти виражені та невиражені потреби споживачів, є складним поняттям і оцінюється кожним споживачем суб'єктивно (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Інтеграція якості в бізнес – систему



Сприйняття якості обслуговування клієнтом здійснюється через порівняння його суб'єктивної уяви про ідеальне обслуговування, яке він отримав. Позитивне враження залишається у випадку, коли клієнт отримав не менш того, на що розраховував.

Властивості якісної послуги наведені на рис. 1.6.

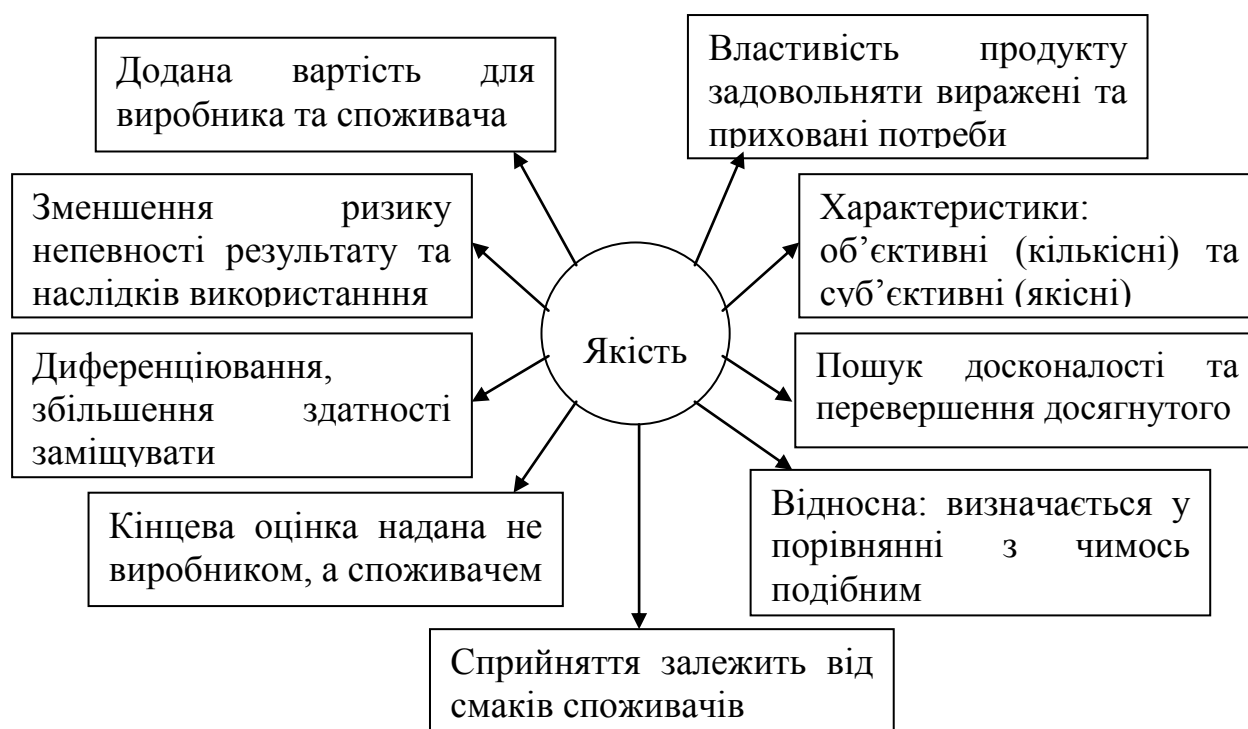


Рис. 1.6. Атрибути якості

Слід відзначити, що якість послуг як продукту діяльності підприємства, є лише складовою якістю всього підприємства. Послуги є реалізацією його виробничої функції.

Інтегральними показниками якості роботи окремого підприємства можуть бути використані його виручка та витрати за певний період часу. Виручка характеризує привабливість продукту підприємства для споживачів, а витрати – ефективність роботи підприємства. Звичайно, необхідно максимізувати виручку і мінімізувати витрати. Це можна зробити шляхом зниження або повної ліквідації негативної дії проявів не якості в роботі підприємства.

Якість послуги визначається не тільки технологічними вимогами до виконання відповідної розглянутої операції, але і часом чекання в черзі, комфортністю одержання послуги, зручністю інформаційного обслуговування

клієнтів, регіональними характеристиками мережі обслуговування і тощо. Усе це (звичайно, поєднуване загальним поняттям рівня сервісу) не піддається точному ранжируванню чи строгому кількісному визначенню якості послуг.

#### **1.4. Аналіз факторів, що впливають на ефективність виробництва сервісних підприємств**

Фактори удосконалювання організації ТО і Р автомобілів можна підрозділити на екстенсивні й інтенсивні. Застосування на практиці тих чи інших факторів приводить до збільшення кінцевого результату, а саме, збільшенню продукції - вантажообігу, доходів, прибутку, величини загального пробігу, росту продуктивності праці, зниженню часу перебування автомобілів у несправному стані.

Технічна експлуатація як підсистема автомобільного транспорту повинна, по-перше, сприяти реалізації цілей автомобільного транспорту, по-друге, мати керовані показники ефективності, ув'язані з показниками ефективності системи, тобто автомобільного транспорту і відповідати вимогам клієнтури якості перевізного процесу.

Основними показниками ефективності і цілями технічної експлуатації автомобілів (ТЕА) є: забезпечення необхідного рівня працездатності парку; скорочення витрат на забезпечення працездатності парку; підвищення продуктивності праці персоналу, зайнятого ТО і ремонтом; забезпечення мінімального гарантованого часу перебування автомобілів у несправному стані.

Фактори, які впливають на ефективність роботи автосервісних підприємств: маркетингові, якісні, управління ресурсами, економічні, соціальні (рис. 1.7)

Маркетингові дослідження попиту на продукцію послуг автосервісу.

Маркетинг у сфері автосервісного обслуговування – це діяльність, спрямована на виявлення і прогнозування реальних потреб на конкретні види виробничих послуг і організацію виробничих систем на задоволення цих потреб.

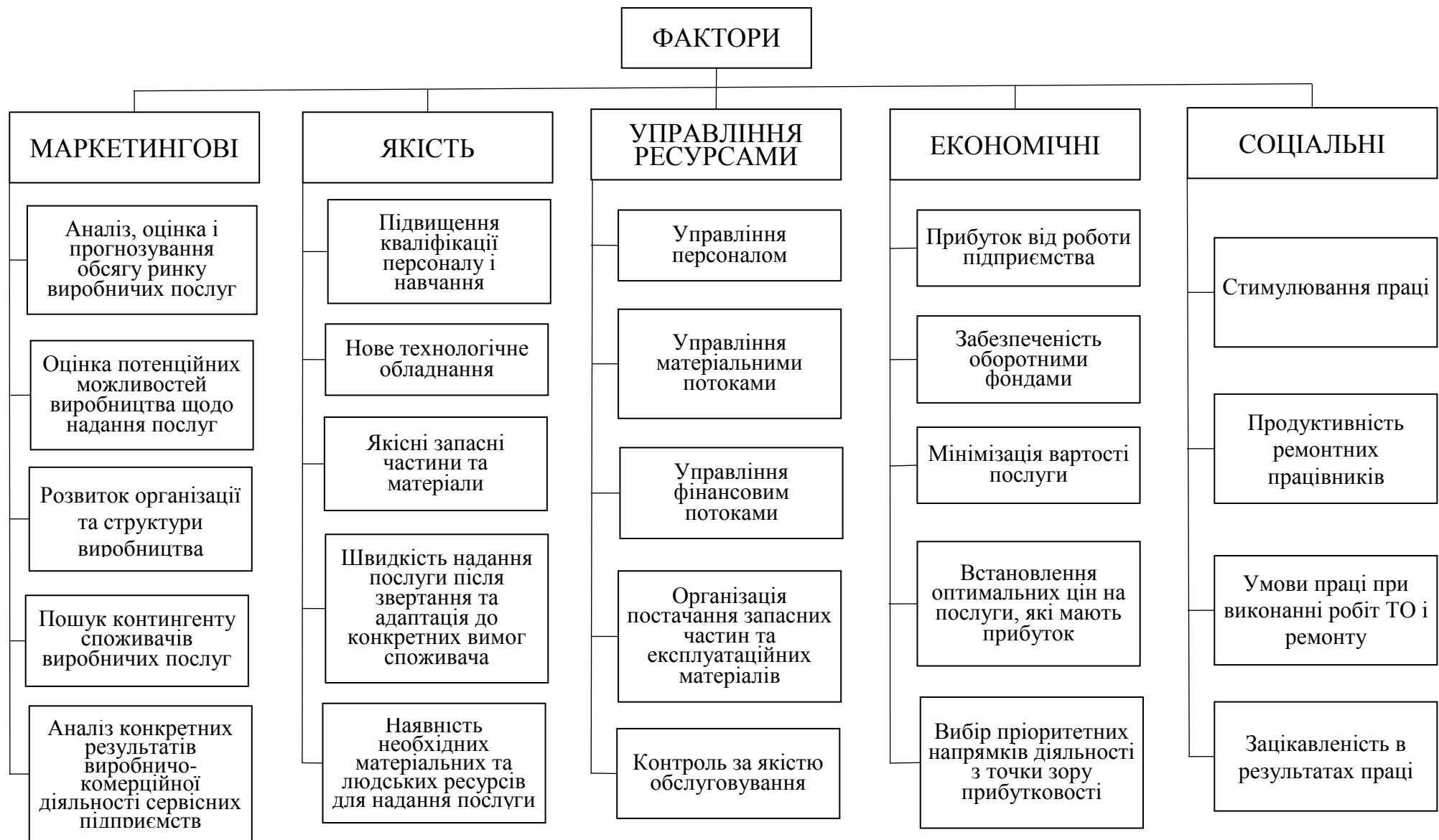


Рис. 1.7. Фактори, які впливають на ефективність роботи автосервісних підприємств

Тому, перед тим, як розпочинати виробництво, необхідно всебічно оцінити наявний виробничий потенціал, а також мати інформацію про види послуг і їхні споживчі властивості, у якій кількості і за якими цінами надавати ці послуги клієнтам. Успіх буде гарантований тому підприємству, де виробництво відповідає вимогам ринку завдяки маркетинговій діяльності підприємства.

Основна діяльність сервісних підприємств спрямована більш повне задоволення попиту населення на послуги автотехобслуговування. Відсутність методу прогнозування попиту населення на послуги автосервісу перешкоджає видобутку обґрунтованій концепції та програми розвитку автосервісних підприємств, що перешкоджає прийняттю необхідних засобів з розвитку і реконструкції матеріально-технічної бази та підготовки кадрів. Кількісне визначення попиту обмежується відсутністю інформаційної забезпеченості і відповідного методичного апарату, застосовує мого для прогнозування попиту в умовах динамічного розвитку галузі.

Якісні фактори. Якість є сукупністю властивостей і характеристик продукту, які наділяють його здатністю задовольняти виражені та невиражені потреби споживачів, є складним питанням і оцінюється кожним споживачем суб'єктивно.

Сприйняття якості обслуговування клієнтом здійснюється через порівняння його суб'єктивної уяви про ідеальне обслуговування і обслуговування, яке він отримав. Позитивне враження залишається у випадку, коли клієнт отримав не менше того, на що розраховував.

Підвищення кваліфікації персоналу і навчання є одним з аспектів підвищення якості. Рівень професійної освіти людини визначає його можливості вирішувати ці або інші професійні задачі. Рівень розвитку і культури визначає якість цих рішень. Загальна культура та рівень розвитку персоналу визначають загальну культуру виробництва та якість виробу.

Управління ресурсами. Управління персоналом це - управління людьми. Це найбільш складний вид управління. Людина в організації є головним її ресурсом, використання якого має дуже великий діапазон та ефективність.

Економічні показники впливають на забезпеченість оборотними фондами, прибуток від роботи підприємства та інші.

### **1.5. Висновки за першим розділом**

1. Аналіз тенденцій розвитку автомобільного транспорту в наступні роки не дає підстав для оптимістичних прогнозів відносно зросту перевезень. В той же час зростає попит на послуги з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів індивідуальних власників та підприємців.

3. Проаналізовано набір домінуючих факторів прогнозування попиту на автосервісні послуги, які характеризуються складністю і багатоаспектністю, тому для їх адекватності використано модифікований підхід.

3. Враховуючи необхідність зниження витрат на ТО і Р автомобілів, та підвищення ефективності використання трудових ресурсів, на перше місце в технічній експлуатації висувається проблема удосконалення форм і методів проведення ТО і Р на основі формування виробничих процесів автосервісних підприємств, які використовують ВТБ автотранспортних та автообслуговуючих підприємств, що вивільняється.

### **1.6. Обґрунтування теми дипломної роботи**

Аналіз існуючих систем управління підприємствами автомобільного транспорту показали, що вони не можуть забезпечити оптимальної економічної ефективності виробництва.

У ринкових умовах підвищення якості продукції і послуг є однією з визначаючих економічних і політичних задач. Тому на їхнє рішення націлена сукупність таких заходів як стандартизація, удосконалення системи розробки і виробництва продукції і послуг, ліцензування, і, нарешті, сертифікація послуг, вироблених сервісними підприємствами.

**Мета дипломної роботи** є максимальне зниження часу знаходження автомобілів в несправному стані та підвищення ефективності виробництва автосервісних підприємств на основі методів теорії масового обслуговування.

**Задачі дослідження:**

1. Проведення аналізу чисельності рухомого складу та структури рухомого складу і техніко-економічних показників роботи автосервісних підприємств різноманітних форм власності
2. Визначення характеристик систем масового обслуговування.
3. Розробка методики обробки експериментальних досліджень.
4. Проведення аналізу факторів та розробка математичної моделі прогнозування попиту на автосервісні послуги.
5. Розробка математичної моделі виробництва технічного обслуговування і ремонту автосервісних підприємств.
6. Оцінка впливу факторів на показники ефективності виробництва автообслуговуючих і автосервісних підприємств.

**Об'єкт дослідження** - виробничі процеси сервісних підприємств.

**Предмет дослідження** - ефективність функціонування технічної служби автообслуговуючих підприємств з урахуванням прогнозування попиту на автосервісні послуги.

**Методи дослідження:** системний аналіз, методи оптимізації, теорія імовірностей і математичної статистики, методи експертних оцінок, математичне та імітаційне моделювання, теорія масового обслуговування, перевірка результатів розрахунків та експериментальних даних, що характеризують діяльність службових підприємств.

**Наукова новизна** дипломної роботи складається в розробці економіко-математичної моделі багатопараметричної оптимізації виробничих процесів технічного обслуговування і ремонту різномарочного складу автомобілів, а також в розробці методики оцінки ефективності функціонування виробництва сервісних підприємств.

## 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

### 2.1 Вибір методів досліджень теорії масового обслуговування на дилерських сервісних підприємствах

Не можна уявити життя сучасної людини без її контактів з різними системами обслуговування: бібліотеками, транспортними засобами, медициною, телефонним зв'язком, ринками банками тощо. При моделюванні таких контактів необхідно враховувати наявність певних запитів і вимог щодо обслуговування та засобів, здатних у певній мірі виконати ці запити. Методи математичного моделювання роботи систем масового обслуговування (СМО) дають змістовні й ефективні рекомендації щодо проектування реалізації та керування роботою цих систем у напрямі їх цільового призначення. Характерною особливістю СМО є наявність двох взаємопов'язаних сторін: одна сторона, яка потребує обслуговування, та друга сторона, яка призначена виконати необхідне обслуговування. Уникнути випадковостей у цих відносинах неможливо. Їх поява обумовлена природою взаємодії вказаних сторін: запити на обслуговування як у часі, так і в певному діапазоні вимог є випадковим; термін обслуговування теж має випадковий характер (наприклад, поява вимоги на певний вид технічного обслуговування або ремонту та термін реалізації такого запиту).

Існує велика кількість математичних моделей СМО. Розглянемо моделі СМО, в яких використано методи кількісної якості оцінки їх роботи. СМО, представлені такими моделями, є спрощенням реально існуючих систем, але вони дозволяють з певною мірою відповідності або адекватності охарактеризувати їх якість і наближені кількісні характеристики. У багатьох математичних моделях (ММ) математичний апарат процесів теорії масового обслуговування (ТМО) є досить складним. Виходячи з практичної значимості розуміння основ ТМО користуємось результатами теоретичних обґрунтувань з відповідними поясненнями. Основну увагу буде приділено операційним характеристикам (середня “довжина” черги, середній термін очікування

обслуговування, ймовірність того, що всі компоненти системи в певний момент задіяні), а також іншим показникам кількісних оцінок ефективності функціонування.

Поки що не існує єдиного підходу до розв'язання задач оптимізації у ТМО. У більшості випадків для розв'язання певної задачі використовується метод вузького цільового призначення.

## **2.2 Сутність та класифікація систем масового обслуговування**

Будь-яка СМО, що являє собою спосіб реалізації взаємодії двох випадкових у часі процесів – появи запитів на обслуговування та реалізації цих запитів, характеризується: 1) вхідним потоком, тобто потоком надходження запитів на обслуговування; 2) дисципліною черги, тобто правилами узгодженості виконання запитів у часі; 3) механізмом обслуговування (засобами реалізації запитів); 4) пріоритетом, тобто визначеною послідовністю між вимогами (рис. 2.1).

Кожна СМО має певну кількість засобів виконання запитів (технічні засоби; люди, які надають послуги, використовуючи відповідні технічні засоби), які називаються каналами обслуговування. За кількістю каналів обслуговування СМО поділяються на одноканальні та багатоканальні.

Вхідний потік вимог визначається послідовністю запитів у часі й характеризується певним законом розподілу ймовірної кількості запитів на одиницю часу. Запити на обслуговування можуть бути як одиничними, так і груповими. Якщо запити надходять через рівні проміжки часу, то такий потік називається регулярним. СМО з регулярними потоками зустрічаються досить рідко й не викликають особливих труднощів у їх дослідженні. Будемо розглядати СМО нерегулярними вхідними потоками за умови, що термін виконання (обслуговування) однієї вимоги є випадковою величиною. За таких ситуацій можуть з'являтися черги на виконання запитів.



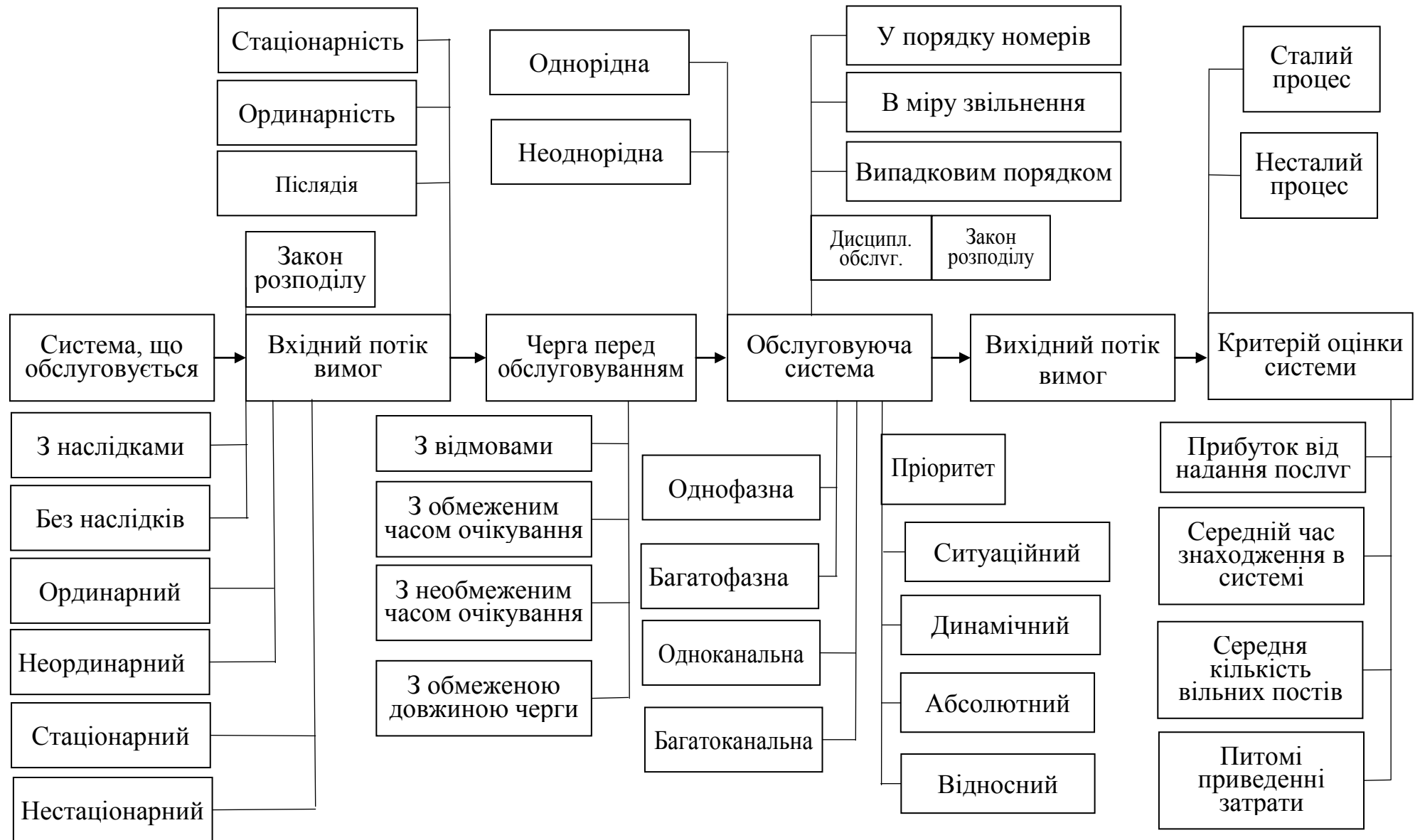


Рис. 2.1. Класифікація систем масового обслуговування

У системах з визначеною дисципліною обслуговування вимога, що надійшла, заставши всі пристрої зайнятими, у залежності від свого пріоритету, або обслуговується позачергово, або стає в чергу.

Вивчення СМО починається з аналізу вхідного потоку вимог. Вхідний потік вимог вивчається з метою встановлення закономірностей цього потоку і подальшого поліпшення якості обслуговування.

Для багатьох реальних процесів потік вимог досить добре описується законом розподілу Пуассона. Такий потік називається найпростішим.

При найпростішому потоці вимог розподіл вимог, що надходять у систему підкоряються закону розподілу Пуассона:

Ймовірність того, що в обслуговуючу систему за час  $t$  надійде саме  $k$  вимог:

$$P_k(t) = \frac{e^{-\lambda \cdot t} (\lambda \cdot t)^k}{k!} \quad (2.1)$$

де  $k$  - середнє число вимог, що надійшли на обслуговування в одиницю часу.

Щільність імовірності розподілу Пуассона визначається за формулою:

$$f(\tau) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot \tau}, \quad (2.2)$$

де  $\tau$  - середній проміжок часу між черговими вимогами на обслуговування, доба;

Щільність імовірності експонентного розподілу визначається за формулою:

$$f(t_{обс}) = \mu \cdot e^{-\mu \cdot t_{обс}}, \quad (2.3)$$

де  $t_{обс}$  - середній час обслуговування однієї вимоги одним постом обслуговування, доб.

Випадкова величина – час обслуговування вимоги ( $t_{обс}$ ) цілком характеризується законом розподілу, що визначається на основі статистичних іспитів.

При показовому законі розподілу часу обслуговування імовірність події, що час обслуговування протривати не більш ніж  $t$ , дорівнює:

$$P_{t_{обс}}^t = 1 - e^{-\mu \cdot t}, \quad (2.4)$$

де  $\mu$  - інтенсивність обслуговування однієї вимоги одним обслуговуючим постом, що визначається зі співвідношення:

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}_{обс}}, \quad (2.5)$$

де  $\bar{t}_{обс}$  - середній час обслуговування однієї вимоги одним обслуговуючим постом.

Варто помітити, що якщо закон розподілу часу обслуговування показовий, то при наявності декількох обслуговуючих постів однакової потужності закон розподілу часу обслуговування декількома постами буде також показовим:

$$P_{t_{обс}}^t = 1 - e^{-n \cdot \nu \cdot t}, \quad (2.6)$$

де  $n$  - кількість обслуговуючих постів.

Для СМО з чеканням кількість постів, які обслуговують,  $n$  повинне бути строго більше коефіцієнта завантаження (вимога сталого чи стаціонарного режиму роботи СМО):  $n > \rho$ .

У протилежному випадку число вимог, що надходять, буде більше сумарної продуктивності всіх обслуговуючих постів, і черга буде необмежено зростати.

Однією з ознак класифікації СМО є дисципліна обслуговування – правила відбору запиту чи наявності черги та незайнятого каналу обслуговування. За способом відбору запитів для обслуговування виділяють такі види дисципліни черги:

- а) перший у черзі обслуговується першим;
- б) останній у черзі обслуговується першим;
- в) обмежений термін перебування запиту у черзі;
- г) обслуговування за пріоритетом.

Розшифровка показників функціонування систем масового обслуговування формули їх визначення наведені в таблицях 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1

Перелік показників функціонування розімкнених  
одноканальних систем масового обслуговування

№	Найменування Показників	Тип СМО		
		M/M/1/0	M/M/1/m	M/M/1/∞
1	2	3	4	5
1	Імовірність простою системи	$P_0 = \frac{\mu}{\mu + \lambda}$	$P_0 = \frac{1 - \rho}{1 + \rho^{m+2}}$	$P_0 = 1 - \rho$
2	Імовірність утворення черги	$\Pi = P_{отк} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}$	$\Pi = P_0 \cdot \rho$	$\Pi = P_0 \cdot \frac{\rho^n}{n!}$
3	Імовірність простою в черзі	$\Pi^* = 0$	$\Pi^* = P_0 \cdot \rho^2$	$\Pi^* = \rho$
4	Імовірність відмовлення в обслуговуванні	$P_{отк} = \Pi = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}$	$P_{отк} = \Pi \cdot \rho^m$	$P_{отк} = 0$
5	Відносна пропускна здатність	$P_{отн} = \frac{\mu}{\mu + \lambda}$	$P_{отн} = 1 - P_{отк}$	$P_{отн} = 1$
6	Середня кількість зайнятих каналів	$n_{зан} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}$	$n_{зан} = 1 - P_0$	$n_{зан} = \rho$
7	Середня кількість вільних каналів	$n_{св} = 1 - n_{зан}$	$n_{св} = P_0$	$n_{св} = 1 - \rho$
8	Середня кількість вимог у черзі	$r = 0$	$r = \Pi \cdot \sum_{s=1}^m s \cdot \rho^s$	$r = \frac{\rho^2}{n_{св}}$
9	Середній час чекання в черзі	$\bar{t}_{ож} = 0$	$\bar{t}_{ож} = \frac{r}{\lambda \cdot P_{отн}}$	$\bar{t}_{ож} = \frac{r}{\lambda}$
10	Середній час перебування в системі	$\bar{t}_c = \bar{t}_{обс}$	$\bar{t}_c = \bar{t}_{обс} + \bar{t}_{ож}$	$\bar{t}_c = \bar{t}_{обс} + \bar{t}_{ож}$
11	Середня кількість вимог у системі	$n_c = n_{зан}$	$n_c = n_{зан} + r$	$n_c = n_{зан} + r$

Таблиця 2.2

Перелік показників функціонування розімкнених  
багатоканальних систем масового обслуговування

	Найменування показників	Тип СМО		
		М/М/n/0	М/М/n/m	М/М/n/∞
1	2	3	4	5
1	Імовірність простою системи	$P_0 = \left[ \sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} \right]^{-1}$	$P_0 = \left[ \sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \cdot \sum_{s=1}^m \left( \frac{\rho}{n} \right)^s \right]^{-1}$	$P_0 = \left[ \sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)} \right]^{-1}$
2	Імовірність утворення черги	$\Pi = P_{отк} = P_0 \frac{\rho^n}{n!}$	$\Pi = P_0 \frac{\rho^n}{n!}$	$\Pi = P_0 \cdot \frac{\rho^n}{n!}$
3	Імовірність простою в черзі	$\Pi^* = 0$	$\Pi^* = \Pi \frac{\rho}{n}$	$\Pi^* = p_0 \frac{\rho^n}{(n-1)!(n-\rho)}$
4	Імовірність відмовлення в обслуговуванні	$P_{отк} = \Pi = P_0 \frac{\rho^n}{n!}$	$P_{отк} = \Pi \cdot \left( \frac{\rho}{n} \right)^m$	$P_{отк} = 0$
5	Відносна пропускна здатність	$P_{отн} = 1 - P_{отк}$	$P_{отн} = 1 - P_{отк}$	$P_{отн} = 1$
6	Середня кількість зайнятих каналів	$n_{зан} = \rho \cdot P_{отн}$	$n_{зан} = n - n_{св}$	$n_{зан} = \rho$
7	Середня кількість вільних каналів	$n_{св} = n - n_{зан}$	$n_{св} = n - n_{зан}$	$n_{св} = n - \rho$
8	Середня кількість вимог у черзі	$R=0$	$r = \Pi \cdot \sum_{s=1}^m s \cdot \left( \frac{\rho}{n} \right)^s$	$r = \frac{\Pi^* \cdot \rho}{n - \rho}$
9	Середній час чекання в черзі	$t_{ож} = 0$	$t_{ож} = \frac{r}{\lambda \cdot P_{отн}}$	$t_{ож} = \frac{r}{\lambda}$
10	Середній час перебування в системі	$t_c = t_{обс}$	$t_c = t_{обс} + t_{ож}$	$t_c = t_{обс} + t_{ож}$
11	Середня кількість вимог у системі	$n_c = n_{зан}$	$n_c = n_{зан} + r$	$n_c = n_{зан} + r$

### 2.3. Математична модель прогнозування попиту на сервісні послуги

Розглянута в розділі 1 концептуальна схема дозволяє здійснити прогнозування попиту на сервісні послуги на основі комплексного підходу, що враховує весь спектр основних факторів і їхніх взаємозв'язків, що визначають попит.

Даний підхід може бути формалізований за допомогою співвідношень трьох типів:

- динаміки чисельності парку автомобілів;
- динаміки видової і вікової структури парку автомобілів;
- загальною функцією попиту на сервісні послуги.

У загальній формі модель прогнозування попиту на сервісні послуги може бути представлена в такий спосіб:

$$\left. \begin{array}{l} N_a = f_1 \left[ N_a(t-1); M(t); \mathcal{E}(t); I(t); K_u(t-\tau); \bar{C}(t); d(t); S_q(t-1) \right] \\ S_b(t) = f_2 \left[ H_j(t-1); K_u(t-\tau) \right] \\ S_q(t) = f_3 \left[ P_q(t-1); K_u(t-\tau) \right] \\ K_u(t) = f_4 \left[ K_u(t-1); M_{ac}(t); N_a(t); \bar{H}_j(t); \bar{S}_q(t); I_{woo}(t) \right] \\ D(t) = f_5 \left[ N_a(t); H_j(t); S_q(t); \bar{P}(t); \bar{d}(t); K_u(t) \right] \end{array} \right\} (2.7)$$

Тут використані наступні позначення:

$t$  - період моделювання (рік або інший часовий інтервал:  $t = \bar{1}, \bar{T}$ , де  $T$  – обрій прогнозування);

$N_a(t)$  - чисельність парку автомобілів у році  $t$ ;

$M(t)$  - сумарна потужність вітчизняних автомобілебудівних заводів у році  $t$ ;

$M_{ac}(t)$  - сумарна потужність сервісних підприємств в році  $t$ ;

$\mathcal{E}(t)$  - експорт автомобілів у році  $t$ ;

$I(t)$  - імпорт автомобілів у році  $t$ ;

$K_u(t)$  – середній рівень якості обслуговування в році  $t$ ;

$I_{woo}(t)$  - індекс зміни якості обслуговування під дією інших факторів;

$m$  - число сервісних послуг;

$n$ - число видів (марок) автомобілів;

$j$  - індекс виду сервісної послуги,  $j = \bar{1}, \bar{n}$ ;

$i$  - індекс виду (марки) автомобіля,  $i = \bar{1}, \bar{m}$ ;

$K$  - число дохідних груп населення;

$k$  - індекс дохідної групи населення,  $k = \bar{1}, \bar{K}$ ;

$Q$  - граничний вік автомобіля;

$q$  - індекс вікової групи автомобіля,  $q = \bar{1}, \bar{Q}$ ;

$\bar{C}(t)$  - вектор цін на автомобілі в році  $t$ ;

$$C_i(t) = \mathbf{[} C_1(t); C_2(t); \dots; C_i(t); \dots; C_m(t) \mathbf{]}; i = \bar{1}, \bar{m} \quad (2.8)$$

$\bar{d}(t)$  - вектор доходів по групах населення в році  $t$ ;

$$d_k(t) = \mathbf{[} d_1(t); d_2(t); \dots; d_k(t); \dots; d_K(t) \mathbf{]}; k = \bar{1}, \bar{K} \quad (2.9)$$

$\bar{S}_q(t)$  - вектор вікової структури парку автомобілів у році  $t$ ;

$$S_q(t) = \mathbf{[} S_1(t); S_2(t); \dots; S_q(t); \dots; S_Q(t) \mathbf{]}; q = \bar{1}, \bar{Q} \quad (2.10)$$

$\bar{H}_i(t)$  - вектор видової структури парку автомобілів у році  $t$ ;

$$H_i(t) = \mathbf{[} H_1(t); H_2(t); \dots; H_i(t); \dots; H_m(t) \mathbf{]}; i = \bar{1}, \bar{m} \quad (2.11)$$

$D(t)$  - попит на автосервісні послуги в році  $t$ ;

$\bar{P}_j(t)$  - вектор цін на автосервісні послуги в році  $t$ ,

$$P_j(t) = \mathbf{[} P_1(t); P_2(t); \dots; P_j(t); \dots; P_n(t) \mathbf{]}; j = \bar{1}, \bar{n} \quad (2.12)$$

$f_1, f_2, f_3, f_4$  і  $f_5$  - функції, конкретний вид яких установлюється статистичним шляхом.

Модель прогнозування попиту (2.7) відноситься до класу динамічних імітаційних моделей з рекурсією в часі. Задаючи екзогенні параметри  $M(t)$ ,  $M_{ac}(t)$ ,  $\mathcal{E}(t)$ ,  $I(t)$ ,  $\bar{C}(t)$ ,  $\bar{d}(t)$ ,  $\bar{P}(t)$ ,  $I_{woo}(t)$ , а також початкові стани  $N_a(0)$ ,  $\bar{S}(t)$ ,  $K_u(t-1)$ ,  $\bar{S}_q(0)$ ,  $\bar{H}_i(0)$ , по моделі розраховуються показники чисельності парку автомобілів  $N_a(t)$ , його структура  $H_i(t)$  і  $S_q(t)$ , якість автосервісного обслуговування  $K_u(t)$  попит на послуги сервісу  $D(t)$  у році  $t$ .

Система співвідношень (2.7) описує агрегований попит на сервісні послуги у вартісному вираженні. Аналогічним образом може бути описаний попит на окремі укрупнені групи послуг  $D_j(t)$ , де  $j = \bar{1}, \bar{n}$ ; при цьому число співвідношень зростає відповідно до  $5n$ .

#### 2.4. Методи статистичної обробки експериментальних даних

Порядок статистичної обробки експериментальних даних включає кілька етапів:

1 – представлення експериментальних чи статистичних даних у виді статистичного ряду

2 – вибір теоретичного закону розподілу.

Маються результати спостережень над випадковою величиною  $T$ , представленої у виді статистичних даних  $t_1; t_2; \dots; t_n$ ; де  $n$  – загальна кількість іспитів.

Визначення параметрів закону розподілу:

- емпірична імовірність улучення випадкової величини в інтервали:

$$r_N = \frac{m_N}{n}, \quad (2.13)$$

де  $m_N$  - опитні частоти улучення випадкової величини в інтервали,

$N$  - номер інтервалу,  $N = 1; 2; \dots; N$ ;

$n$  - загальна кількість спостережень.

- емпірична щільність імовірності:

$$P_N^* = \frac{r_N}{h_N}, \quad (2.14)$$

де  $h_N$  - довжина інтервалу:

$$h_N = \frac{t_k - t_n}{N} \quad (2.15)$$

де  $t_k; t_n$  - відповідно кінцеве і початкове значення випадкової величини.



- математичне очікування випадкової величини:

$$M(\xi) = \sum_{i=1}^n t_N \cdot r_N, \quad (2.16)$$

де  $t_N$  - середини розрядів.

- дисперсія випадкової величини:

$$D(\xi) = \sum_{i=1}^n [M(\xi) - t_N]^2 \cdot r_N \quad (2.17)$$

- середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma(\xi) = \sqrt{D(\xi)} \quad (2.18)$$

- коефіцієнт варіації:

$$v = \frac{\sigma(\xi)}{M(\xi)} \quad (2.19)$$

Вибір теоретичного закону розподілу

Вирівнювання емпіричних кривих виконується за відомими законами розподілу випадкової величини.

Перевірка приналежності експериментальних даних до визначеного теоретичного закону розподілу.

Порядок визначення згоди за критерієм  $\chi^2$  - Пірсона

Перевірка приналежності експериментальних даних до визначеного теоретичного закону виконується з умови:

$$P(\chi^2; r) > \alpha, \quad (2.20)$$

де  $P(\chi^2; r)$  - імовірність закону Пірсона, обумовлена в залежності від  $\chi^2; r$ ;

$\chi^2$  - міра розбіжності між емпіричним і теоретичним законами розподілу:

$$\chi^2 = n \sum_{i=1}^n \frac{[P_N^* - f(t_N)]^2 \cdot h_N}{f(t_N)}. \quad (2.21)$$

$r$  - число ступенів волі:

$$r = K - S - 1, \quad (2.22)$$

$K$  – кількість інтервалів,

$S$  – кількість параметрів, який описується даний розподіл;

$\alpha$  - рівень значимості.

Якщо умова (2.20) виконується, то гіпотеза про приналежність експериментальних даних до даного закону при рівні значимості  $\alpha$ , перевірена за критерієм  $\chi^2$  - Пірсона виправдується. Іншими словами статистичний розподіл погодиться з теоретичним розподілом.

У протилежному випадку ( $P(\chi^2; r) < \alpha$ ) обраний теоретичний закон розподілу відкидається. Для опису статистичних даних необхідно знайти більш придатний теоретичний закон розподілу.

Порядок визначення критерію згоди Колмогорова

Перевірка приналежності експериментальних даних до визначеного теоретичного закону розподілу:

$$P(\lambda) > \alpha, \quad (2.23)$$

де  $P(\lambda)$  - імовірність Колмогорова, обумовлена в залежності від  $\lambda$ ;

$$\lambda = k_0 \sqrt{n} \quad (2.24)$$

$k_0$  - абсолютне значення різниці між теоретичною й емпіричною функціями розподілу:

$$k_0 = \max |P_N^* - f(t_N)|. \quad (2.25)$$

Якщо умова (2.23) виконується, то згода буде задовільним. У протилежному випадку ( $P(\lambda) < \alpha$ ) необхідно знайти більш придатний теоретичний закон розподілу.

## 2.5. Висновки за другим розділом

1. Процес технічного обслуговування і ремонту автомобілів найбільш відповідає системі масового обслуговування. Методи математичного моделювання роботи систем масового обслуговування дають змістовні й ефективні рекомендації щодо проектування реалізації та керування роботою цих систем у напрямі їх цільового призначення.

2. В роботі розглянуті моделі СМО, в яких використано методи кількісної якості оцінки їх роботи. СМО є спрощенням реально існуючих систем, але вони дозволяють з певною мірою відповідності або адекватності охарактеризувати їх якість і наближені кількісні характеристики.

3. Система технічного обслуговування і ремонту належить до багатоканальних розімкнутих СМО з нестаціонарним та неоднорідним потоком вимог, що надходить на ТО і Р; з різнотипними каналами, з резервуванням каналів і з взаємозв'язком між каналами; з пріоритетним обслуговуванням.

4. Запропонована функція попиту для розглянутої автосервісної галузі, яка є складною багатofакторною залежністю. До числа її аргументів (крім уже згаданих цін на послуги і доходи населення) відносяться наступні основні фактори: парк придбаних споживачами автомобілів, його обсяг і структура.

5. Зібрані експериментальні дані підлягають статистичній обробці. Здійснюється перевірка приналежності експериментальних даних до визначеного теоретичного закону розподілу.

### **3. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

#### **3.1. Вибір та характеристика об'єкта експериментальних досліджень**

Найбільш розповсюдженим у сучасних дослідженнях є активний експеримент, оскільки він забезпечує одержання швидких, точних і ефективних результатів відповідно до специфіки досліджуваних явищ і процесів. Однак цей вид експерименту не прийнятний для перевірки моделі функціонування технічного обслуговування і ремонту автомобілів як пріоритетної СМО.

Виробничо-технічна база сервісних підприємств є дуже фондоємним виробництвом. Зміна її стану у визначеному порядку зв'язано зі значними матеріальними і трудовими витратами.

Об'єктом дослідження при перевірці запропонованої моделі формування структури виробництва автосервісних підприємств є виробничі процеси сервісних підприємств.

Вибір об'єкта дослідження обумовлений наступними причинами:

- необхідністю дослідження виробничих процесів сервісних підприємств, орієнтованих на вантажні автомобілі;
- приналежністю вантажних автомобілів до різних форм власності;
- адаптацією виробничо-технічної бази (ВТБ) існуючих СП до сучасних моделей автомобілів як вітчизняних, так і закордонних.

Як досліджуваний об'єкт обираються сервісне підприємство «Паритет-СП» м. Дніпро. Це місто характеризується найбільшою по області концентрацією промислового потенціалу, транспорту, населення.

Виробництво технічного обслуговування і ремонту автомобілів розглядається як розімкнута, багатоканальна система масового обслуговування, у якій відбуваються випадкові процеси, обумовлені сукупною дією випадкових величин.

Випадкові зміни факторів, що впливають на досліджувані параметри, визначили вибір методу дослідження, а саме основних положень вибіркового методу досліджень і оцінку точності отриманих при цьому результатів.

Характеристики випадкових величин можуть бути отримані різними методами. Іноді необхідна інформація буває вже зібраною й опублікованою. Так, мається досить велика кількість публікацій, у яких характеризуються надійність автомобілів, їхніх систем і агрегатів, які можна використовувати для створення математичної моделі формування вхідного потоку вимог.

### **3.2 Збір даних експериментальних досліджень**

Збір і обробка вихідних даних, необхідних для аналізу і синтезу параметрів виробництва ТО і Р автомобілів що включає чотири етапи.

Етап 1. Вихідний аналіз реальної системи. На даному етапі визначається мета збору інформації, перелік необхідних даних, що характеризують досліджувану систему.

Етап 2. Складання плану збору вхідної статистичної інформації. З огляду на те, що основною задачею роботи є розробка комплексної методики аналізу і синтезу параметрів системи ТО і Р та дані, необхідні для налагодження як окремих елементів, так і всієї методики в цілому.

Етап 3. Збір вихідних статистичних даних. Вибір необхідної інформації проводився в таким чином. Тому що розглядалося питання організації системи ТО і Р, то при проведенні експериментальних досліджень необхідний збір інформації про її роботу. Отримана інформація повинна бути зручною для обробки і міститись в мінімальній кількості документів.

Етап 4. Статистична обробка даних: а) статистичний опис вихідної сукупності з визначенням меж варіювання перемінних; б) аналіз спостережень, які різко виділяються; в) перевірка статистичної незалежності спостережень, що складають масив вихідних даних; г) перевірка однорідності декількох вибірок даних; д) уніфікація типів перемінних; е) експериментальний аналіз закону розподілу досліджуваної генеральної сукупності.

### 3.3. Методика обробки експериментальних даних

Методика обробки експериментальних даних і оптимізації параметрів виробництва ТО і Р, що застосовується в роботі, зображена на рис. 3.1.

Перший етап методики дослідження вирішений у першому розділі. Визначено спектр виробничих факторів ТО і Р автомобілів, що впливають на ефективність функціонування автомобільного транспорту.

Збір і початкова оцінка вихідної інформації виконувалися за наступною схемою:

1 - у процесі логічного аналізу були виявлені найбільш інформативні вихідні дані по роботі системи ТО і Р із загального потоку інформації;

2 - дана інформація була ретельно проаналізована і розділена на групи, що відносяться до різних сторін досліджуваної системи;

3 - виділені ознаки, що впливають на інформацію;

4 - визначені області використання вхідної інформації.

При виборі шляху експериментальних досліджень необхідно віддати перевагу одному з двох методів:

1 - активного експерименту;

2 - пасивного експерименту.

Метод активного експерименту полягає у тому, що по спеціально створеній програмі досліджуваному об'єкту задають режим функціонування і спостерігають за його поведінкою, визначаючи необхідні характеристики.

Метод пасивного експерименту припускає спостереження за об'єктом, не змінюючи режиму його функціонування.

У зв'язку з вищевикладеним у дійсному дослідженні застосований метод пасивного експерименту.

Перевірка моделі на адекватність здійснюється шляхом порівняння її вхідних показників з аналогічними в реальній системі. Оцінка адекватності виробляється з використанням критерію згоди. Якщо умова перевірки не виконується, то модель удосконалюється до одержання прийнятних результатів.



Рис 3.1. Методика обробки експериментальних даних

### 3.4. Особливості та умови формування потоків вимог на технічне обслуговування і ремонт автотранспортних засобів

У результаті експериментального дослідження була отримана велика інформація про показники, що характеризують функціонування ТО і Р, а також впливають на зміну параметрів ТО і Р. Так для досліджуваної системи важливе значення має вхідний потік вимог на технічне обслуговування і ремонт.

Кількість факторів, що впливають на потік вимог і трудомісткість ТО і Р, досягає значної величини, і в цьому випадку досить обґрунтованим є вивчення досліджуваних досліджень явищ по статистичних матеріалах на базі конкретних підприємств.

Необхідно відзначити, що для великих проміжків часу (рік, квартал, місяць) потоки відмовлень і відновлень усередині періоду можна прийняти стаціонарним. Їхні наслідки нейтралізуються за допомогою організаційних мір. Однак усередині невеликих періодів часу (тиждень, день) можливості регулювання цих потоків більш обмежені і складні в реалізації. Тому облік впливу нестационарності потоків вимог є важливим.

**Таблиця 3.1**

#### Характеристики показників вхідного потоку автомобілів на ремонт

##### ТОВ «Паритет-СП»

Показник	Позначення	Квартал				Річний
		1	2	3	4	
Добова кількість вимог	$N_{тр}$	43,9	38,1	41,1	42,7	41,0
Середнє квадратичне відхилення	$\sigma_n$	6,6	6,2	6,4	6,5	6,4
Коефіцієнт варіації	$v$	0,15	0,16	0,16	0,15	0,156



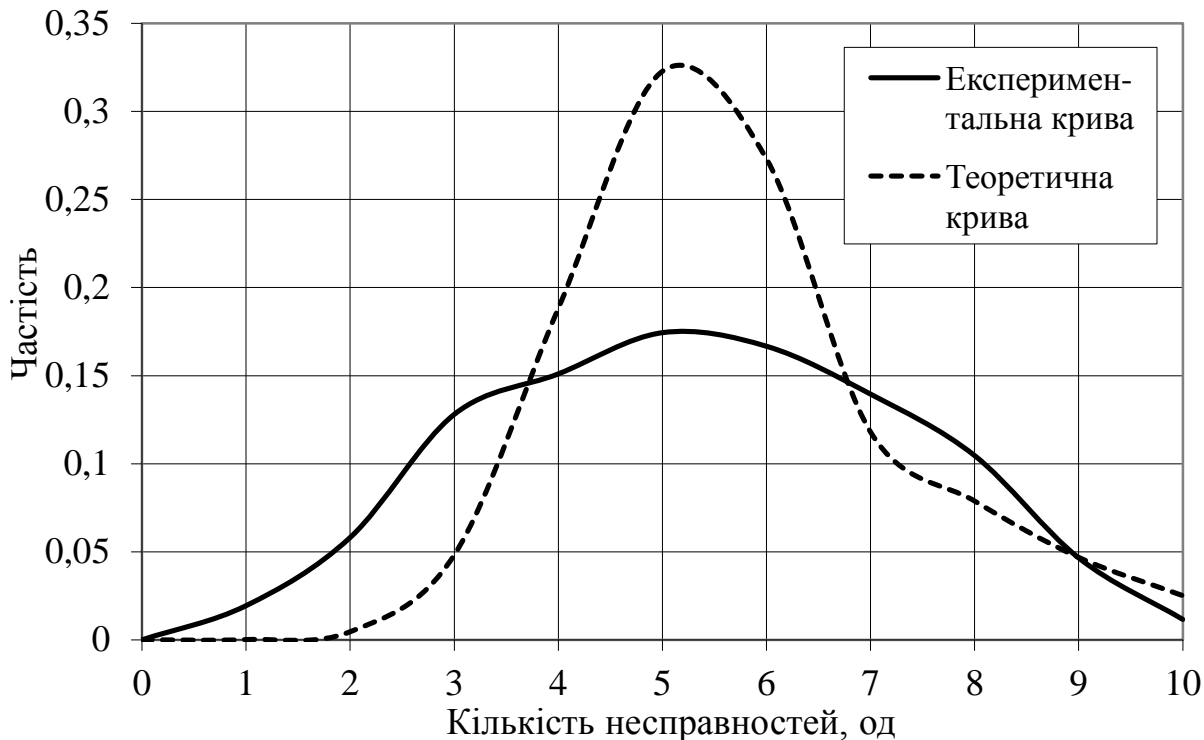


Рис. 3.2. Розподіл кількості несправностей, що усуваються на автомобілі при технічних впливах ТОВ «Паритет СП»

$$N_{\text{тр}}=5,34 \text{ ед}, \sigma_N=2,02 \text{ ед}, v=0,38$$

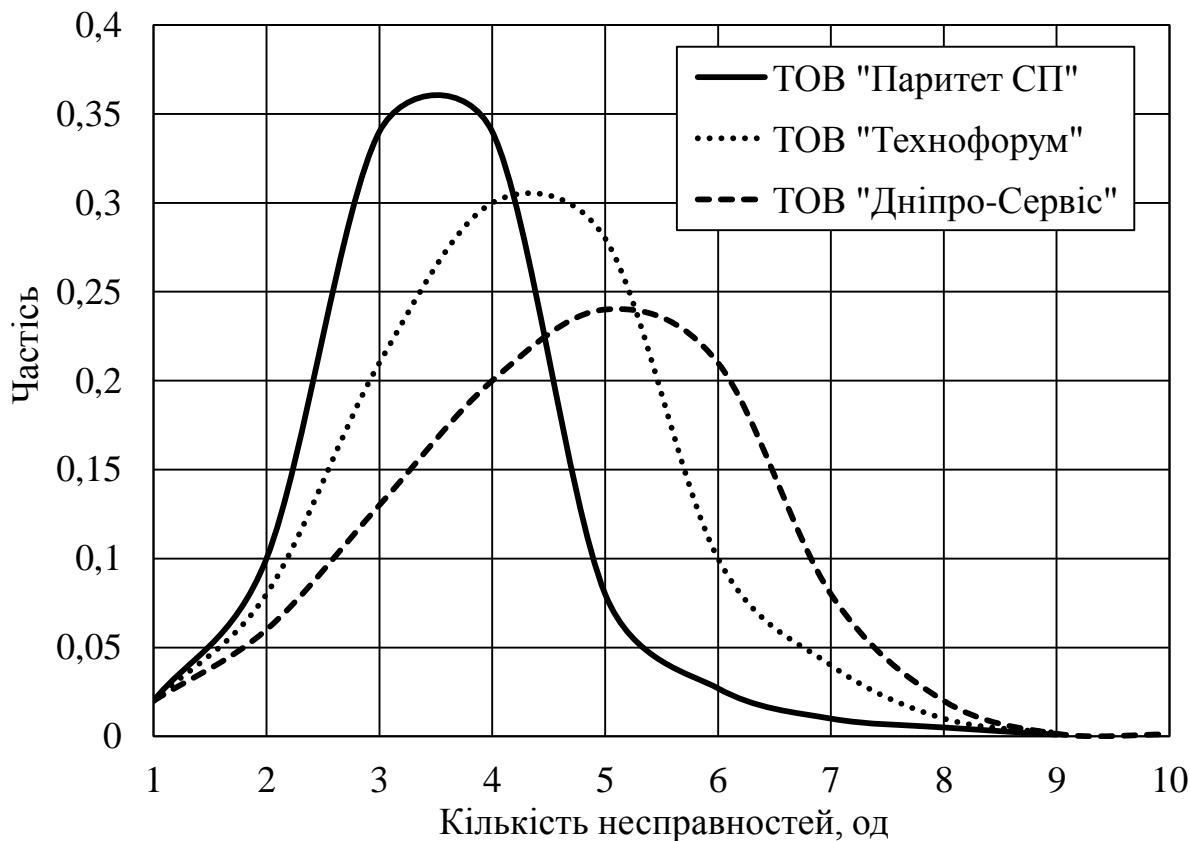


Рис.3.3. Теоретичні криві розподілу кількості несправностей автомобілів, що усуваються на автомобілі при технічних впливах СП м. Дніпро

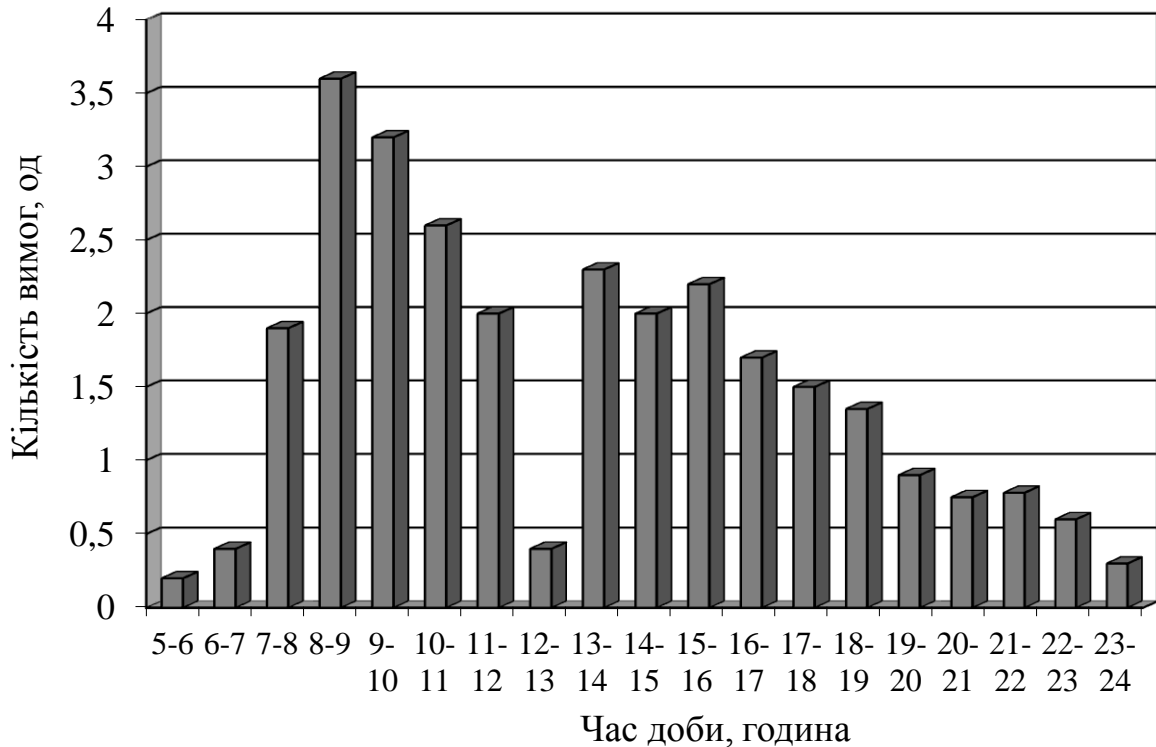


Рис. 3.4. Кількість вимог, які надійшли на ПР по годинам доби

Аналогічна картина спостерігається і для інших агрегатів і систем. Основні умови формування тривалості ТО і Р автомобілів досліджені раніше. Сутність їх полягає в наступному. Конкретна операція ТО і ремонту по своїй структурі аналогічна і операції нерегулярної профілактики. Вона складається з контрольної і виконавської частин. Тривалість контрольної частини значно менше власно ТО і ремонту. Їхня відмінна риса полягає в тому, що другий елемент (виконавська частина) виконується щораз. Задачею контролю чи діагностики є не встановлення потреби у виконавській частині (як це має місце при нерегулярній профілактиці), а визначення складності відмовлення чи несправності і способів їхнього усунення (на місці, зі зняттям, часткове розбирання тощо), що визначає тривалість власне ремонту.

Наявність чи відсутність робочої сили в необхідній кількості і потрібній кваліфікації відповідним чином спричиняє зміна величини простою автомобілів у ТО і Р (рис. 3.5; 3.6).

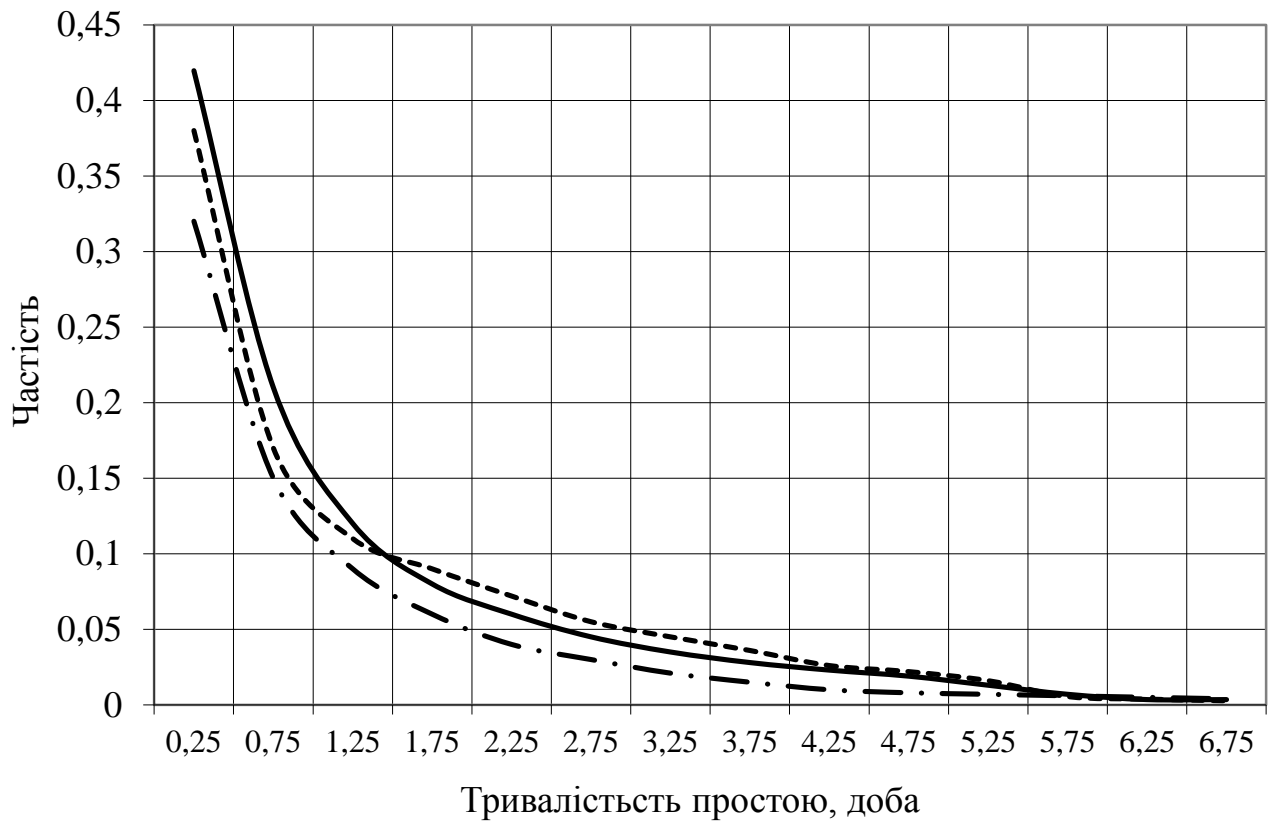


Рис. 3.5. Теоретичні криві розподілу тривалості простоїв у ТО и Р

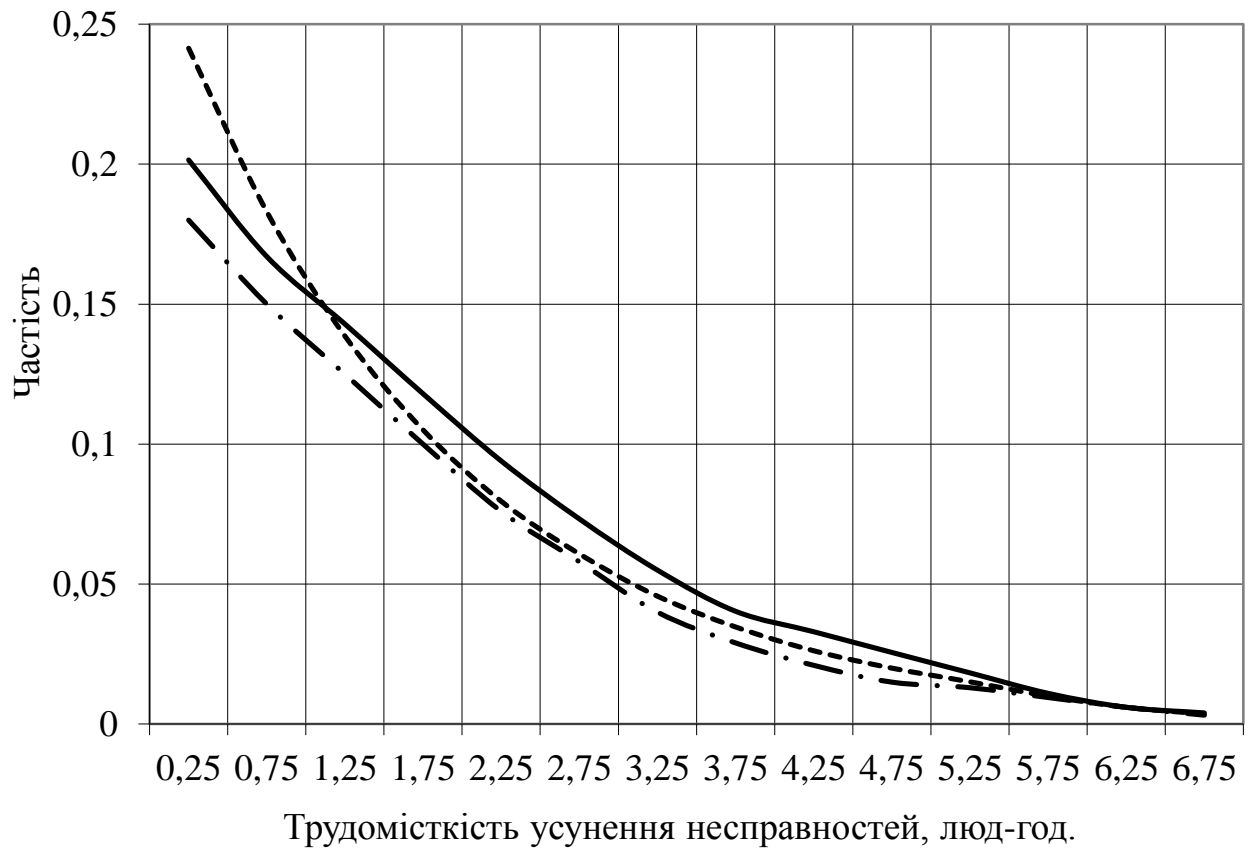


Рис. 3.6. Теоретичні криві розподілу трудомісткості усунення несправностей при поточному ремонті рем./год

### 3.5 Програма моделювання виробничих процесів автосервісних підприємств

Відповідно до представленого в другому розділі розроблений програмний комплекс. Програма моделювання написана універсальною мовою програмування PASCAL, за допомогою системи Clipper створений комплекс програм для підготовки й обробки вихідних даних і перегляду результатів на екрані дисплея персонального комп'ютера (ПК). Програма містить ряд процедур і основну програму. Реалізовано два варіанти програми: із трасуванням випадкового процесу обслуговування автомобілів по подіях і без трасування, з формуванням тільки тих вихідних даних, що необхідні для обчислення цільового функціонала, що кількісно оцінює ефективність роботи системи, яку моделюємо.

Програмний комплекс розроблений по модульному принципі (рис. 3.7).

Модуль 1 призначений для уведення вихідних даних, що сформувалися у виді масивів з номерами. Кожний з масивів являє собою групу вихідних даних. Перерахування всього змісту масивів вимагає великого часу, оскільки ця інформація приведена для кожного типу автомобілів, для кожного виду несправностей, по кожній наявному посту ТО або ПР.

У масивах приводиться загальна характеристика масивів вихідних даних: кількість автомобілів по моделях; розбивка і присвоєння шифрів основних агрегатів і систем автомобілів і їхніх несправностей; кількість постів ТО і ПР і їхньої характеристики; математичні чекання і закони розподілу середньодобового пробігу; періодичності ТО, частоти відмовлень і несправностей; трудомісткості ТО й усунення несправностей; тривалостей простоїв з організаційних причинах; тривалостей періоду моделювання.

Модуль 2 на основі вихідних даних моделює роботу автомобілів на лінії, що полягає в покроковому збільшенні пробігу, а значить у зміні технічного стану автотранспортних засобів.

Цей модуль відповідно до вихідних даних генерує наступні події: настання ТО, одержання автомобілем чи відмовлення несправності, простої автомобілів по організаційних причинах.



Рис. 3.7. Загальний алгоритм моделювання виробництва технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів

Блоки 3, 5, 7, 9 перевіряють умови настання перерахованих подій для подальшого моделювання.

Модуль 4 моделює проведення технічного обслуговування у відповідності зі специфікою, властивою для автомобільного транспорту.

Модуль 6 моделює проведення поточного ремонту з урахуванням спеціалізації постів і наявності оборотного фонду агрегатів. Докладний опис модулів 4 і 6 приводиться нижче.

Модуль 8 призначений для визначення середнього часу перебування різних марок автомобілів у простоях по організаційних причинах.

Наступні модулі 10, 11, 12 роблять збір статистики; визначення й аналіз показників ТО і Р; оптимізацію і висновок результатів.

### **3.6. Алгоритм моделювання виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів в автосервісних підприємствах**

Робота автомобіля відбувається в умовах значної кількості випадкових впливів: випадкові інтервали часу між виникненням несправностей (з диференціацією несправностей), час їхнього усунення; час, пробіг і періодичність технічних впливів автомобілів. Ці випадкові величини є незалежними, що впливають на закони розподілу (відповідно, на середні, середньоквадратичні відхилення і моменти більш високого порядку). У той же час вони впливають на такі залежні випадкові величини: час чекання початку ТО і ремонту, коефіцієнт завантаження окремих постів, довжина черг (чисельності автомобілів, що очікують початку операції).

Алгоритми моделювання виробництва технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів мають схожі блоки, однак, кожний з них має специфічні особливості. Розглянемо алгоритм моделювання виробництва технічного обслуговування автомобілів (рис. 3.8).

У момент, коли в основній програмі визначається, що найближчою подією для автомобіля буде закінчення періодичності ТО, викликається процедура відпрацювання закінчення пробігу до ТО (блок 1).

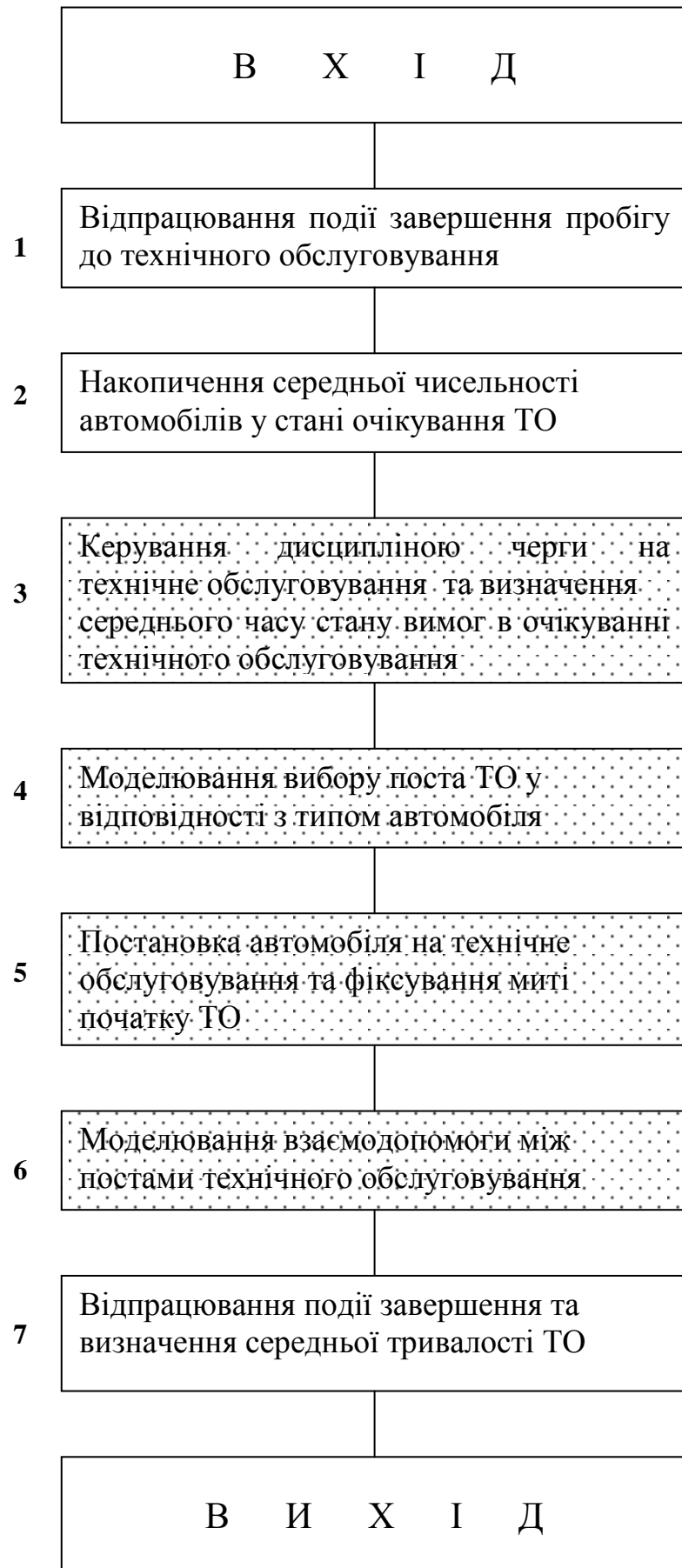


Рис. 3.8. Алгоритм моделювання виробництва технічного обслуговування автомобілів

У момент часу, коли поточний автомобіль надходить у чергу на ТО, тобто відбувається зміна значення чисельності автомобілів у черзі, викликається процедура нагромадження середньої чисельності автомобілів у стані чекання ТО (блок 2).

Технологія включення процедури - блоку 3 наступна. У момент надходження в чергу на ТО поточного автомобіля, тобто чергової зміни стану системи, цьому автомобілю привласнюється швидкість росту пріоритету і визначається функція пріоритету. Далі в цей момент проглядається вся черга на ТО для визначення, які автомобілі по марках очікують початку ТО через зайнятість каналів обслуговування. При перегляді черги автомобілів, що очікують ТО (якщо, звичайно, черга не вичерпана) порівнюються величини функції пріоритету цих автомобілів з метою виявлення найбільшого значення. Величина функції пріоритету обчислюється по формулі, що записана у відповідній рядку масиву  $i$  є тільки для визначеного типу автомобіля.

Після того, як визначений автомобіль з найбільшою величиною функції пріоритету, виробляється перевірка відповідності наявних постів ТО з типом автомобіля, що направляється на технічне обслуговування (блок 4).

Процедура постановки автомобіля на ТО (блок 5) починається з того, що перевіряється чи може звільнитися канал обслуговування, і прийняти автомобіль з максимальною величиною функції пріоритету. Робиться це шляхом переглядання послідовності номерів каналів обслуговування, що мають право обслуговувати даний вид автомобіля, записаної в масиві у відповідній графі. Потім робиться спроба зайняти для ТО канал з номером  $n$  (робиться припущення, що ТО буде проводити канал з цим номером).

У процесі моделювання технічного обслуговування складається така ситуація, що черга на ТО вичерпується, і починають звільнятися поста обслуговування, тобто будуть мати місце простої автомобілів. У цьому випадку визначається середня тривалість простою поста ТО. У такий момент включається блок 6 «моделювання взаємодопомоги між каналами ТО».

Процедура відпрацьовування події закінчення ТО автомобілів (блок 7) полягає в наступному. Після завершення ТО визначається середня тривалість



технічного обслуговування, а автомобіль вважається цілком справним, тому в масиві записується ознака того що, автомобіль справний, виконується вихід з алгоритму моделювання ТО, вхід в основний програмний комплекс і продовжується моделювання роботи автомобілів на лінії.

Алгоритм моделювання ПР аналогічний алгоритму моделювання технічного обслуговування і починається з моделювання роботи автомобілів на лінії (рис. 3.19). Оскільки поняття детермінованої періодичності ремонту відсутній. Тому початком моделювання ремонту є процедура відпрацьовування надходження відмовлення чи несправності (блок 1), викликувана відповідно до частоти і закону розподілу, зазначених у вхідних даних.

У момент надходження відмовлення чи несправності автомобіль надходить у чергу на поточний ремонт (ПР), тобто відбувається зміна значення чисельності автомобілів у черзі на ремонт і викликається процедура нагромадження середніх чисельностей автомобілів у стані чекання ПР (блок 2).

Технологія включення керування дисципліною черги на ПР також аналогічна описаної при розгляді технічного обслуговування (блок 3).

Після того, як виявлений автомобіль з найбільшою величиною функції пріоритету, виробляється перевірка відповідності наявних постів ПР із видом несправності і типом автомобіля, що направляється на ремонт (блок 4).

У процесі моделювання ремонту складається така ситуація, що всі поста ремонту виявляються зайнятими. У цьому випадку в залежності від важливості і пріоритетності автомобіля, що знаходиться на початку черги, проробляється три стратегії:

стратегія 1 - автомобіль очікує звільнення поста відповідно до його типу і виду несправності;

стратегія 2 – автомобіль перериває вже почався ремонт, а витиснутий автомобіль стає в чергу на ПР із подальшим збільшенням функції пріоритету;

стратегія 3 - автомобіль займає резервний пост, на який переходить чи цілком частково робоча сила й устаткування з поста, зайнятого ремонтом менш пріоритетного автомобіля, що очікує закінчення цього ремонту. Стратегія 3 являє собою процедуру керування резервом постів ПР (блок 5).

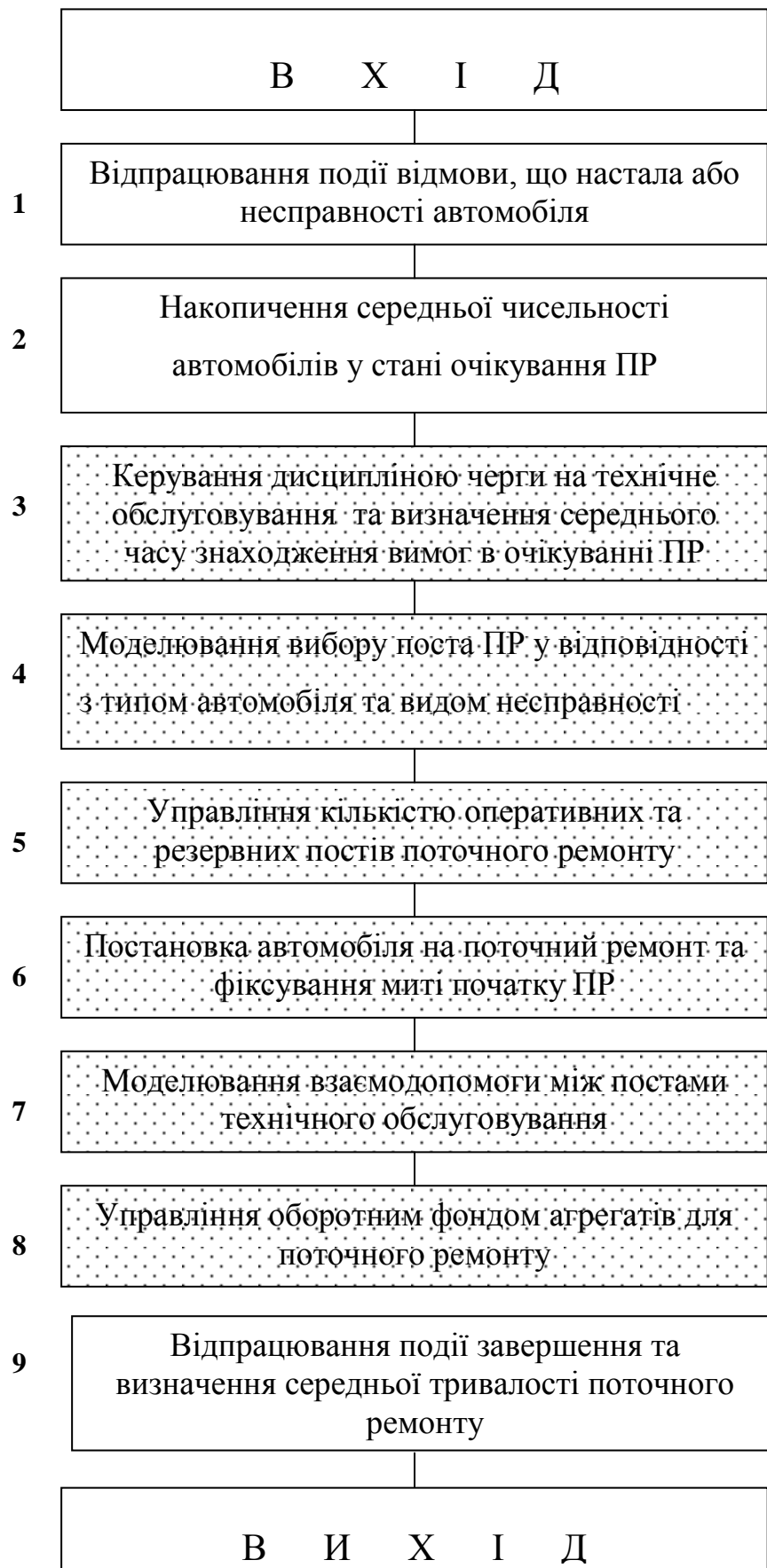


Рис. 3.9. Алгоритм моделювання виробництва поточного ремонту автомобілів

Процедури постановки автомобіля на ремонт, моделювання взаємодопомоги і відпрацювання події закінчення ПР (блоки 6, 7, 9) аналогічні описаними при розгляді моделювання ТО.

Необхідність наявності процедури керування оборотним фондом агрегатів (блок 8) обумовлюється видом ремонту - з чи заміною без заміни агрегатів. Якщо на ремонт надходить автомобіль, що не вимагає заміни агрегату, то ця процедура в алгоритм не включається.

Якщо на ремонт надходить автомобіль, що вимагає заміни агрегату, то робиться перевірка наявності необхідного агрегату серед збереженого запасу і проробляється три випадки:

випадок 1 – якщо необхідний агрегат є в наявності, то у відповідному масиві резерв агрегатів зменшується на одиницю й агрегат надходить на посаду ПР для постановки на автомобіль;

випадок 2 – якщо необхідний агрегат відсутній в оборотному фонді, то у відповідному масиві задається ділянка із шифром, у якому повинний відновлюватися цей агрегат. Ця вимога стає в чергу, визначається час перебування в черги, тривалість відновлення;

випадок 3 - необхідно поповнити оборотний фонд необхідним агрегатом.

На формування закону розподілу часу простою автомобілів на посадах істотний вплив робить вид ремонту: з чи заміною без заміни. Відповідно до цього сукупність операцій ПР агрегатів і вузлів можна умовно підрозділити на двох груп. У першу групу входять усі ремонтні роботи крім заміни самого агрегату (вузла). Друга група складається з операцій по заміні чи агрегату вузла. Поста ПР по спеціалізації класифікуються на чотири види: спеціальні (СП); спеціалізовані (СПП); універсальні (УП) і широкоуніверсальні (ШУП).

Стратегія спільного використання постів наступна. Першими завантажуються спеціальні пости автомобілями, вид ремонту яких відповідає даному посту. Якщо немає вільного спеціального поста, то завантажуються той спеціалізований пост, який може виконати цю ж роботу (однак тривалість ремонту буде більше, ніж у першому варіанті). У випадку відсутності і вільних спеціалізованих постів завантажуються універсальні і далі широкоуніверсальні.

### 3.7. Висновки за третім розділом

1. Як досліджуваний сегмент у даній роботі обрані підприємства: ТОВ «Паритет-СП». м. Дніпро Це місто характеризується найбільшою по області концентрацією промислового потенціалу, транспорту, населення.

2. На підставі вивчення роботи системи ТО і Р автомобілів встановлено, що вона є багатоканальною СМО з нестационарним вхідним потоком і довільним розподілом часу обслуговування вимог.

3. Визначено основні характеристики вхідного потоку вимог і роботи системи ТО і Р автомобілів. Характерною рисою потоку вимог на ТО і Р є його нестационарність і неординарність на протязі року, кварталу, по днях тижня, по годинах доби. Автомобілі, що надходять на ПР, містять у собі по одному чи кілька відмовлень і несправностей.

4. Розроблена математична модель процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів дає можливість врахувати специфіку керування спеціалізацією постів ТО і Р, фондом оборотних агрегатів, формою організації праці ремонтників, введенням і використанням резерву постів ТО і Р.

5. Програма моделювання виробничих процесів автосервісних підприємств дозволяє досліджувати вплив наступних факторів на показники функціонування системи ТО і Р: застосування динамічних пріоритетів при керуванні чергою на ТО і Р; рівень механізації і спеціалізації виробництва, ступінь забезпеченості оборотним фондом і використання технологічного устаткування, продуктивність праці ремонтно – обслуговуючого персоналу.

## 4 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ

### 4.1 Перевірка моделі на адекватність

Моделювання в повному обсязі такої складної СМО, як система ТО і ремонту неможливо. Це звело б до великих витрат на дослідження й отриманий у результаті рішення ефект не покрив би витрат. З іншого боку облік безліч параметрів, серед яких є і несуттєві для даного дослідження, приводить до засмічення моделі й утрудняє інтерпретацію отриманих результатів.

Результатом дослідження є визначення набору значень показників функціонування системи в залежності від безлічі перемінних  $X_1, X_2, X_3, \dots$ , при заданих (зовнішніх) умовах  $a_1, a_2, a_3, \dots$ :

$$U = U(a_1, a_2, a_3, \dots; X_1, X_2, X_3, \dots) \quad (4.1)$$

Для обробки результатів аналітичного експерименту використовуються методи регресійного аналізу, що дозволяє одержати аналітичне вираження взаємозв'язку  $U$  і  $X_1, X_2, \dots, X_m$

$$U = b_1 \cdot X_1^{\alpha_{1j}} \cdot X_2^{\alpha_{2j}} \cdot \dots \cdot X_m^{\alpha_{mj}} + \dots + b_K \cdot X_1^{\alpha_{K1}} \cdot X_2^{\alpha_{K2}} \cdot \dots \cdot X_m^{\alpha_{Km}}, \quad (4.2)$$

де  $X_m$  - значення  $m$ -го фактора;

$\alpha_{ij}$  - показник ступеня;

$b_i$  - коефіцієнти рівняння регресії;

$m$  - число факторів, включених у рівняння.

Статистика критерію Манні-Уїтні для вибірок, що перевіряються, має вид:

$$U_p = m \cdot n + \frac{m(m+1)}{2} - R_1$$

$$U_m = m \cdot n + \frac{m(m+1)}{2} - R_2, \quad (4.3)$$

де  $m, n$  - розміри вибірок, що перевіряються;

$R_1, R_2$  - сума рангів вибірки;

$U_p, U_m$  - реалізація рангової статистики для вибірок, що перевіряються.

Спосіб визначення значимості статистики  $U_p, U_m$  залежить від значення розміру найбільшого з двох порівнюваних між собою вибірок.

Тоді для перевірки однорідності вибірок використовується співвідношення виду

$$\hat{Z} = \frac{|U_j - m \cdot n|}{\sqrt{\left[ \frac{m \cdot n}{P(P-1)} \right] \cdot \left[ \frac{P^3 - P}{12} - \Sigma t \right]}}, \quad (4.4)$$

де  $P = m+n, t = \frac{t_r^3 - t_r}{12}$

$t_r$  - число співпадаючих вимірів з однаковим важелем;

$\Sigma t$  - сума по всіх групах співпадаючих вимірів (коригувальний член).

Причому  $U_j$  дорівнює меншому зі значень  $U_p, U_m$ . Отримане в результаті розрахунку значення  $\hat{Z}$  порівнюється з табличним  $Z_{\alpha}$ , де  $\alpha$  - рівень значимості.

#### 4.2. Алгоритм багатопараметричної оптимізації виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів

Задачі оптимізації СМО з дискретними перемінними і змішаними задачами з дискретними і безупинними перемінними (до яких, зокрема, відноситься система ТО і ремонту), є найбільш важкими.

Метод Бокса-Уілсона припускає формування дробового факторного експерименту (ДФЕ) для побудови за допомогою методу регресійного аналізу лінійної залежності цільового функціонала від варіюемий перемінних.

Припустимо  $X_1^0, X_2^0, \dots, X_n^0$  - значення варіюемих змінних у точці  $\bar{X}^0$  (у нашому випадку – параметри, що впливають на порядок вибірки на обслуговування):  $\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_n$  - збільшення змінних. Виконаємо моделювання в кожній точці  $X_1^0, X_2^0, \dots, X_n^0 \pm \Delta X_i^0, \dots, X_n^1$ , де  $i = 1, 2, \dots, n$ , що дає

2n значень цільового функціонала. Матриця експерименту приведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Матриця експерименту

№	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	.....	X <sub>n</sub>	C
1	X <sub>1</sub> <sup>C</sup>	X <sub>2</sub> <sup>C</sup>	X <sub>3</sub> <sup>C</sup>	.....	X <sub>n</sub> <sup>C</sup>	C <sub>1</sub>
2	X <sub>1</sub> <sup>C</sup>	X <sub>2</sub> <sup>C</sup>	X <sub>3</sub> <sup>C</sup>	.....	X <sub>n</sub> <sup>C</sup>	C <sub>2</sub>
3	X <sub>1</sub> <sup>C</sup>	X <sub>2</sub> <sup>C</sup>	X <sub>3</sub> <sup>C</sup>	.....	X <sub>n</sub> <sup>C</sup>	C <sub>3</sub>
4	X <sub>1</sub> <sup>C</sup>	X <sub>2</sub> <sup>C</sup>	X <sub>3</sub> <sup>C</sup>	.....	X <sub>n</sub> <sup>C</sup>	C <sub>4</sub>
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2n - 1	X <sub>1</sub> <sup>C</sup>	X <sub>2</sub> <sup>C</sup>	X <sub>3</sub> <sup>C</sup>	.....	X <sub>n</sub> <sup>O</sup> + ΔX <sub>n</sub>	C <sub>2n-1</sub>
2n	X <sub>1</sub> <sup>C</sup>	X <sub>2</sub> <sup>C</sup>	X <sub>3</sub> <sup>C</sup>	.....	X <sub>n</sub> <sup>O</sup> - ΔX <sub>n</sub>	C <sub>2n</sub>

Таким чином, моделювання виконується при почерговій зміні кожного варіюємий параметра  $\pm \Delta X$ . У цьому складається основна відмінність від методу Бокса - Уілсона, у якому матриця експерименту містить  $n$  рядків у силу використання ДФЕ.

Те, що матриця експерименту містить  $2n$  - рядків, обумовлює необхідність використання методів регресивного аналізу в повному обсязі для побудови рівняння лінійної регресії.

Градiєнт обчислюється за формулою

$$\text{grad}C = \frac{\partial C}{\partial X_1} \bar{l}_1 + \frac{\partial C}{\partial X_2} \bar{l}_2 + \dots + \frac{\partial C}{\partial X_n} \bar{l}_n, \quad (4.5)$$

де  $\bar{l}_j, j = 1, n$  напрямний вектор координат осі  $X_j$ .

Для обчислення градієнта за результатами моделювання будується залежність – лінійне рівняння регресії.

$$\hat{C} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_n \cdot X_n, \quad (4.6)$$

де  $b_j, j = \overline{0, n}$  – коефіцієнти рівняння регресії;

$\hat{C}$  – розрахункове значення цільового функціонала.

Коефіцієнт рівняння регресії знаходимо методом найменших квадратів

$$\sum_{i=1}^{2n} \left( C_i - b_0 - \sum_{j=1}^n b_j X_{ij} \right)^2 \rightarrow \min \quad (4.7)$$

Умови мінімального значення рівняння (4.4)

$$\frac{\partial}{\partial b_j} \sum_{i=1}^{2n} \left( C_i - b_0 - \sum_{j=1}^n b_j X_{ij} \right)^2 = 0 \quad (4.8)$$

Диференціюючи, одержуємо систему нормальних рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} N \cdot b_0 + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in} = \sum_{i=1}^{2n} C_i, \\ b_0 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1}^2 + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} \cdot X_{i1} + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in} \cdot X_{i1} = \sum_{i=1}^{2n} C_i \cdot X_{i1}, \\ b_0 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} \cdot X_{i2} + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2}^2 + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in} \cdot X_{i2} = \sum_{i=1}^{2n} C_i \cdot X_{i2}, \\ \dots \dots \dots \\ b_0 \sum_{i=1}^{2n} X_{in} + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} \cdot X_{in} + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} \cdot X_{in} + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in}^2 = \sum_{i=1}^{2n} C_i \cdot X_{in}. \end{array} \right. \quad (4.9)$$

Для перевірки статичної значимості обчислюється розрахункове значення  $t$  – критерію Ст'юдента

$$t_j = \frac{|b_j|}{S \cdot b_j^2}, j = \overline{1, n}, \quad (4.10)$$

де  $S \cdot b_j^2$  - вибіркові дисперсії коефіцієнтів  $b_j$ , обчислених як добуток діагональних елементів матриці, зворотній матриці нормальної системи рівнянь, і квадратного кореня з дисперсії неадекватності цільового функціонала  $S_{ag}^2$  обчислюється за формулою

$$S_{ag}^2 = \sum_{i=1}^{2n} \left( C_i - \hat{C}_i \right)^2 / (2n - 1) \quad (4.11)$$

Звертання матриці коефіцієнтів нормальної системи рівнянь (4.16) може бути виконане з використанням одного з чисельних методів, у даному випадку методу Гауса, що дає одночасно і значення визначника.



Якщо хоча б один коефіцієнт рівняння (4.13) для ( $j \geq 1$ ) відмінний від нуля, здійснюється перехід до нової точки в просторі варіюємих перемінних  $\bar{X}$  відповідно до алгоритму градієнтного пошуку.

На початку обчислюється модуль градієнта

$$|\text{grad}C| = \sqrt{\sum_{j=1}^n b_j^2} \quad (4.12)$$

Якщо  $|\text{grad}C| = 0$ , що має місце при статичній значимості всіх коефіцієнтів рівняння регресії, тоді процедура пошуку припиняється. У протилежному випадку робиться крок у зворотному напрямку градієнта

$$X_j = X_j - \alpha \cdot b_j / |\text{grad}C|, \quad (4.13)$$

де  $\alpha$  – параметр робочого кроку [38].

### 4.3 Оптимізація показників функціонування виробничих процесів сервісних підприємств з урахуванням ефективності

Для дослідження впливу рівня механізації на показники функціонування технічного обслуговування і ремонту необхідно визначити ступінь вплив механізації на трудомісткість ремонтних робіт.

У цьому випадку характерними показниками є:

- ступінь механізації, обумовлений за формулою

$$C = \frac{T_m}{T_0} \cdot 100\%, \quad (4.14)$$

- рівень механізації, що оцінює пристосованість рухомого складу до застосування механізованого устаткування

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^m z_i \cdot n_i}{z_{\max} \cdot N} \cdot 100\%, \quad (4.15)$$

де  $T_m$  - сумарна трудомісткість механізованих операцій виробничого процесу, люд.-год.;

$T_0$  - загальна трудомісткість виробничого процесу, люд.-год.;

$z_i$  - звенність устаткування, застосовуваного в  $i$ -тій операції;

$n_i$  - кількість операцій з використанням устаткування звенності  $z$ ;

$z_{max}$  - максимальна звенність устаткування (для АТП  $z_{max} = 4$ );

$N$  - загальна кількість операцій виробничого процесу.

Для найбільш представницьких моделей рухомого складу і застосовуваного в цих процесах устаткування ці показники визначаються:

- ступінь механізації

$$C_{АТП} = \frac{\sum_{j=1}^n C_{A_j} \cdot A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} = 100\% , \quad (4.16)$$

- рівень механізації:

$$Y_{АТП} = \frac{\sum_{j=1}^n Y_j \cdot A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} \cdot 100\% , \quad (4.17)$$

де  $C_{A_j}$ ,  $Y_{A_j}$  - ступінь і рівень механізації по  $j$ -тому типу рухомого складу;

$A_j$  - облікова кількість рухомого складу  $j$ -того типу.

Результати розрахунку, проведені для зони ПР ТОВ «Паритет-СП» м. Дніпро, наведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Результати розрахунку показників рівня механізації

ТОВ «Паритет СП» м. Дніпро

Моделі автомобілів	Кількість механізованих операцій, од.	Загальна кількість операцій, од.	Трудомісткість механізованих операцій, к.л-хв	Загальна трудомісткість, люд-хв	Ступінь механізації, %	Рівень механізації, %	В цілому по ТОВ «Паритет СП»	
							Ступінь механізації, %	Рівень механізації, %
ГАЗ	47	257	134,2	1549,2	8,6	6,9	9,6	10,5
ЗиЛ	55	293	194,7	1871,4	10,4	11,9		
КамАЗ	53	459	176,5	1944,5	9,1	7,3		
КрАЗ	43	429	183,5	2138,2	8,6	9,2		
МАЗ	60	436	195,4	1895,4	10,3	11,2		
DAF	95	682	287,9	2208,6	13,0	10,2		

Отримані результати оброблялися з використанням кореляційно-регресійного аналізу. Перевірка моделей за критерієм Фішера показала, що найбільше наближення виходить при апроксимації наявних даних рівнянням регресії виду

$$y = a_0 + \frac{a_1}{x} \quad (4.18)$$

де  $y$  - теоретичне значення відповідної залежної перемінної - питомого показника;

$a_0, a_1$  - коефіцієнти рівняння регресії (табл. 4.3);

$x$  - значення незалежної змінної – кількість робітників ПР в одну зміну.

Таблиця 4.3

Залежність питомих показників від потужності виробництва

Показники кореляційно-регресійного аналізу		Питома вартість технологічного устаткування				Питомі площі, м <sup>2</sup> /чол		
		Універсальні пости при рівні механізації робіт ПР				Спеціалізовані пости	Спеціальні пости	Універсальні пости
		5	10	15	20			
Коефіцієнти рівняння регресії	$a_0$	422,3	1008,1	1676,0	2398,2	2042,3	68,7	77,3
	$a_1$	1443,8	3188,1	5273,0	7587,3	14921	225,4	244,4
Коефіцієнт кореляції		0,93	0,92	0,92	0,93	0,87	0,71	0,93

Ефективне технологічне оснащення постів ПР передбачає впровадження засобів механізації, автоматизації і роботизації виробництва. У цьому зв'язку стосовно до штатного оснащення постів ПР особливої уваги і впровадження в практику виробництва заслуговують механізовані технологічні комплекси на спеціалізованих постах по заміні і поточному ремонті двигунів (ОН-280), агрегатів і вузлів ходової частини канавного типу (ОН-275, ОН-302) і на підйомниках (ОН-192А, ОН-192Б, ОН-269) [16; 33; 38].

Пости моделей ОН-280, ОН-229, ОН-269 для заміни двигунів, зчеплення і коробка передач автомобілів ГАЗ, ЗИЛ і МАЗ створюються на оглядової канаві зі стаціонарною естакадою висотою 600 мм, що забезпечує виконання робіт у трьох рівнях.

Високою продуктивністю, безпекою і гарними умовами праці по заміні агрегатів володіє підлоговий стаціонарний пост моделі ОН-192. Вивіщування

автомобіля на посту виробляється шостистоїчним підйомником із двома поперечними балками. Можливість переміщення розстібної балки забезпечує універсальність поста при поточному ремонті автомобілів різних моделей. Однак використання постів моделі ОН-192 для тривісних автомобілів сполучено з підвищеною небезпекою виконання робіт у зв'язку з провисанням і перекосом заднього ходового візка. Їхнє застосування краще на універсальних робочих постах.

Підлоговий спеціальний пост моделі ОН-192 може впроваджуватися як замість канавного поста моделі ПУМ-1, так і в доповненні до нього. При використанні в сукупності з постом ПУМ-1 пост ОН-192 завантажується, насамперед, тими роботами, на яких його продуктивність значно вище, а саме, по заміні коробок передач і зчеплення.

Спеціалізований пост моделі ОН-202 призначений для механізованої заміни переднього, середнього і заднього мостів, візка в зборі, редукторів ведучих мостів, коробок передач і зчеплення великовантажних автомобілів КамАЗ, КрАЗ, МАЗ. Цей пост обладнається на тупиковій оглядовій канаві з манежною частиною. Основне устаткування поста включає бічні підйомники, П - образну балку і самохідний візок. Бічні підйомники консольного типу мають хід на глибину канави і служать для опускання і підйому переднього, середнього і заднього мостів, а також знімного пристосування з надставкою для коробки чи передач роздавальної коробки при їхньому знятті й установці.

#### **4.4. Визначення й аналіз показників і факторів виробничих процесів сервісних підприємств**

Для груп факторів, визначених за результатами експертного опитування в першому розділі, визначалися залежності нижчеподаних критеріальних показників від досліджуваних факторів: прибутку від виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів та часу перебування автомобілів у несправному стані.

При визначенні аналітичних моделей, що описують процес функціонування автосервісних підприємств, як позначення були прийняті:

$C$  - витрати на виробництво технічне обслуговування і ремонт автомобілів;

$\Pi$  - прибуток від виробництва технічне обслуговування і ремонт автомобілів;

$T$  - час перебування автомобілів у несправному стані;

$X_1$  – рівень спеціалізації виробництва;

$X_2$  - рівень механізації виробництва;

$X_3$  – ступінь забезпеченості виробництва оборотним фондом агрегатів;

$X_4$  – ступінь використання технологічного устаткування;

$X_5$  – кваліфікація ремонтно - обслуговуючого персоналу.

Це дозволило представити зазначені моделі в наступному виді:

$$\begin{aligned} T &= a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4 + a_5 \cdot x_5 \\ Z &= b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_4 + b_5 \cdot x_5 \\ \Pi &= c_0 + c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + c_3 \cdot x_3 + c_4 \cdot x_4 + c_5 \cdot x_5 \end{aligned} \quad (4.18)$$

Перевірка значимості коефіцієнта регресії в побудованих моделях (табл. 4.4) підтвердила вагомість кожного коефіцієнта регресії.

Таблиця 4.4

Перевірка математичних моделей на адекватність при рівні значимості

Річний обсяг робіт з ТО і ремонту автомобілів АСП	Розрахункова величина критерію Фішера $F_{розр}$	Таблична величина критерію Фішера $F_{табл}$	Коефіцієнт множинної кореляції $R$
Моделі дослідження часу перебування автомобілів у несправному стані			
	10,540	5,81	0,951
Моделі дослідження прибутку від виробництва ТО і Р автомобілів			
	16,515	5,81	0,969

Отримане ж для кожної моделі значення коефіцієнта множинної кореляції (табл. 4.4) свідчить про досить високу тісноту зв'язку між критеріальними показниками і всією сукупністю факторів.

Принциповою, відмінною рисою отриманих залежностей (рис. 4.1 – рис. 4.10) є тобто, що кожна з залежностей, що описує вплив окремого фактора на критерій ефективності, отримана при спільному впливі інших п'яти факторів.

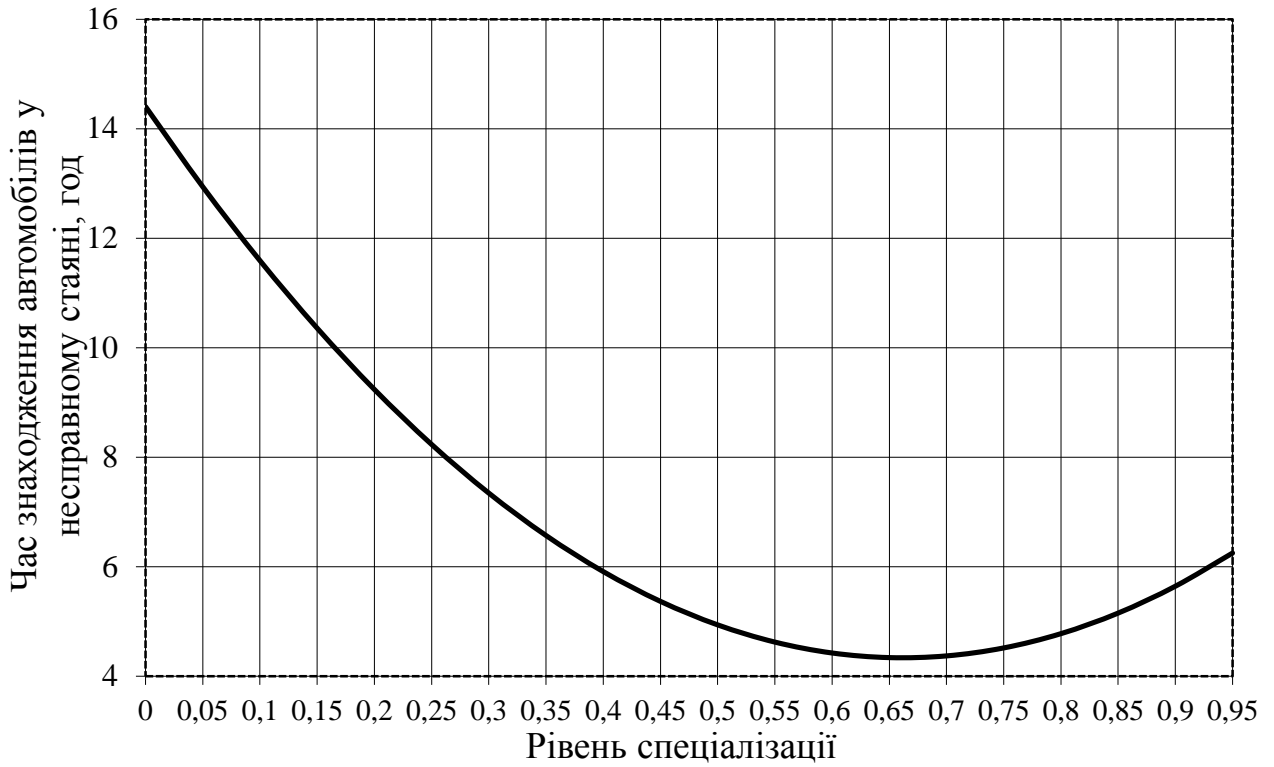


Рис 4.1 Зміна часу знаходження автомобілів у несправному стані в залежності від рівня спеціалізації

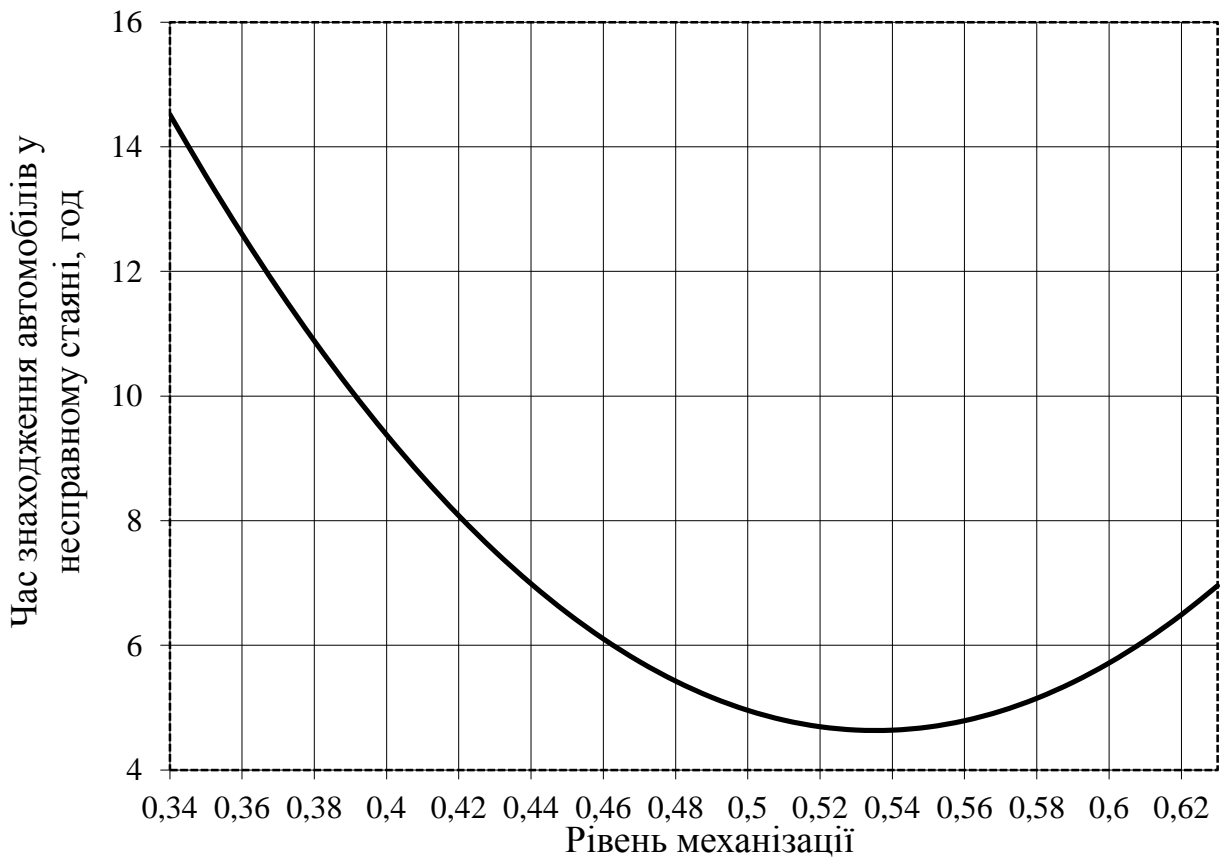


Рис. 4.2 - Зміна часу знаходження автомобілів у несправному стані в залежності від рівня механізації

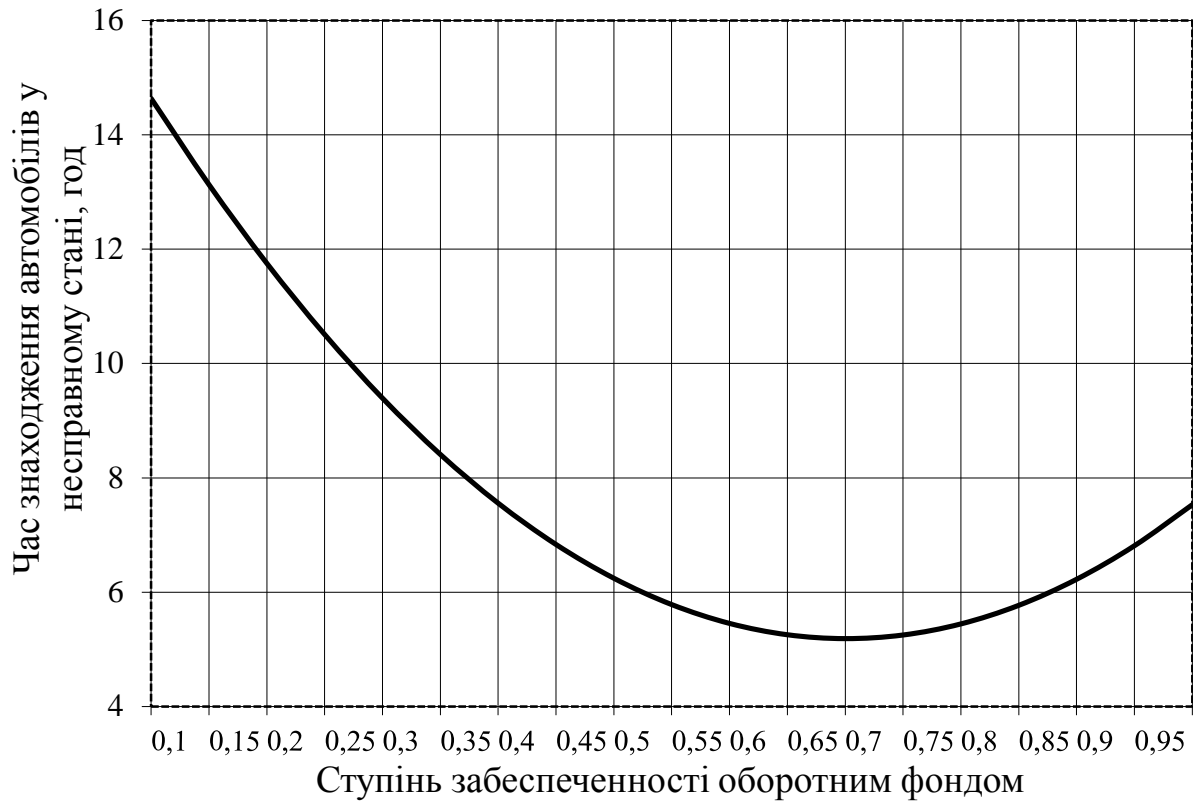


Рис. 4.3 Зміна часу знаходження автомобілів у несправному стані в залежності від ступеня забезпеченості оборотним фондом

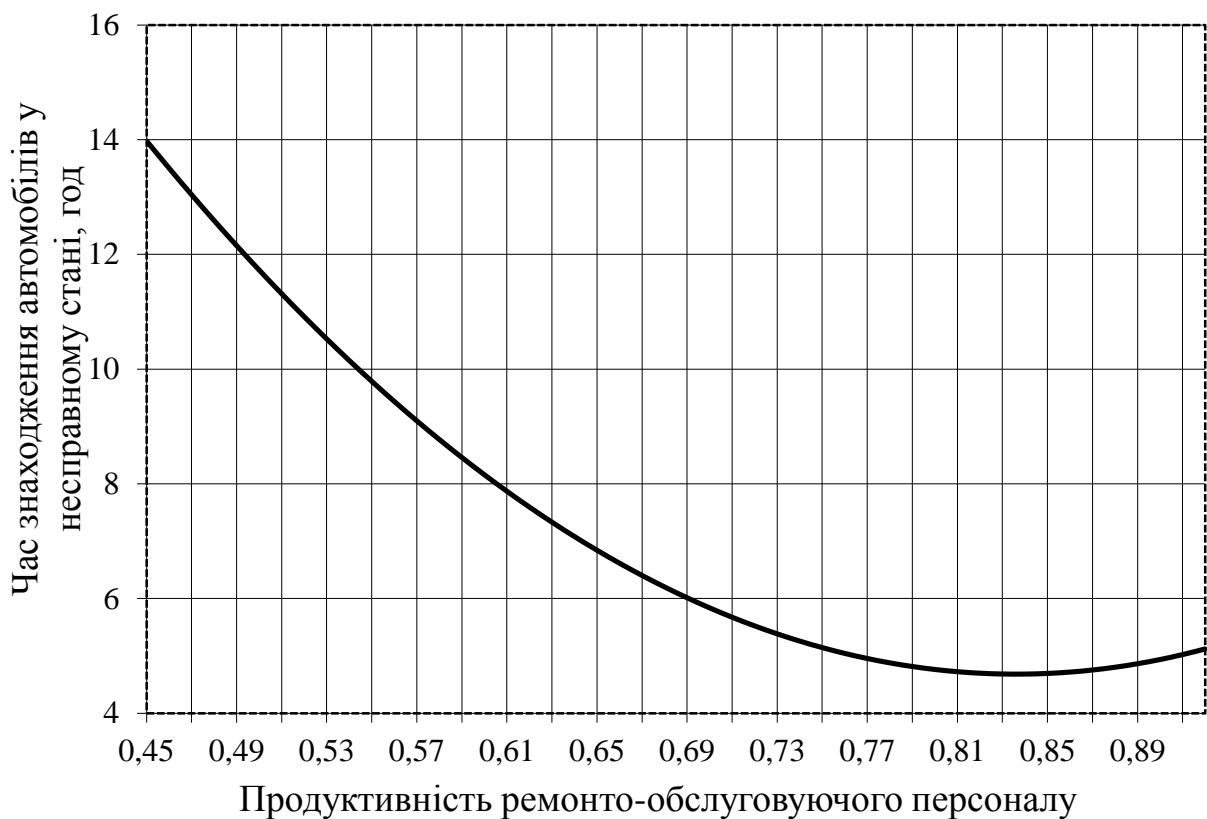


Рис. 4.4 - Зміна часу знаходження автомобілів у несправному стані в залежності від продуктивності ремонтно-обслуговуючого персоналу

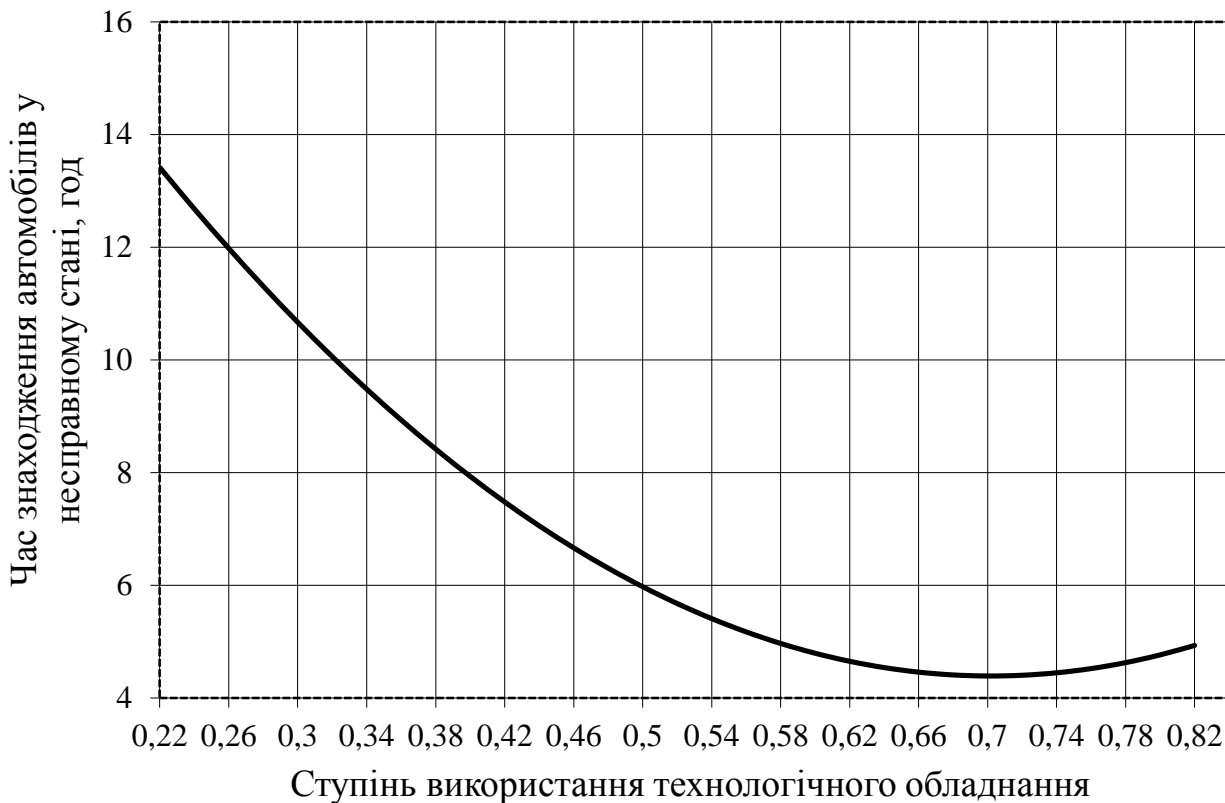


Рис. 4.5 - Зміна часу знаходження автомобілів в несправному стані в залежності від ступеня використання технологічного обладнання

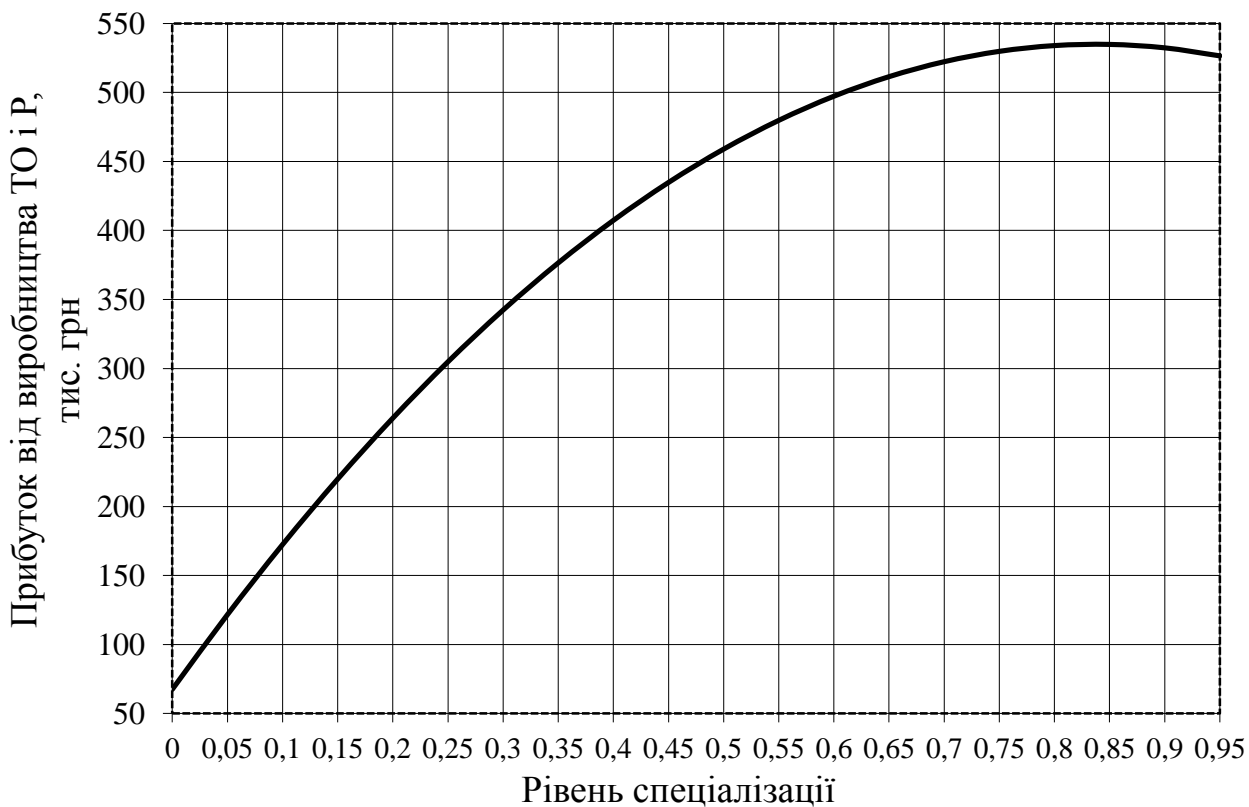


Рис. 4.6. Зміна прибутку від виробництва ТО і Р в залежності від рівня спеціалізації



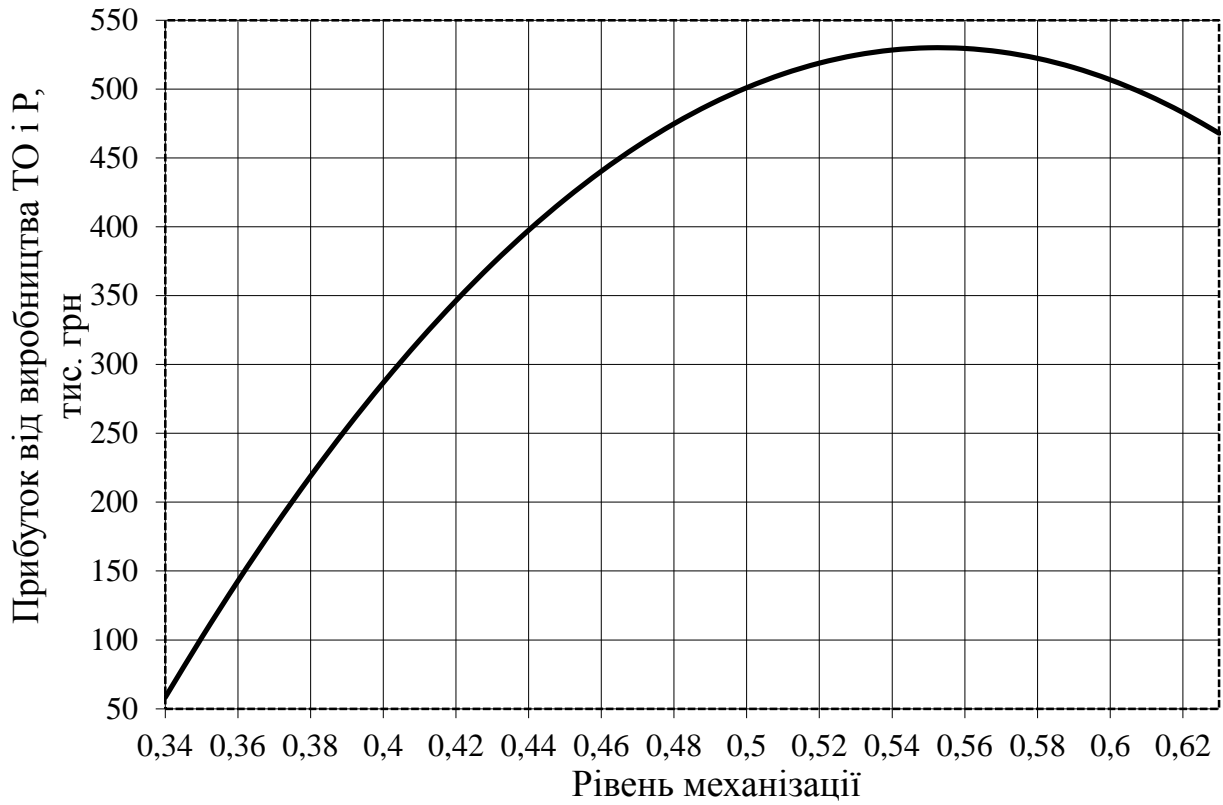


Рис. 4.7. Зміна прибутку від виробництва ТО і Р в залежності від рівня механізації

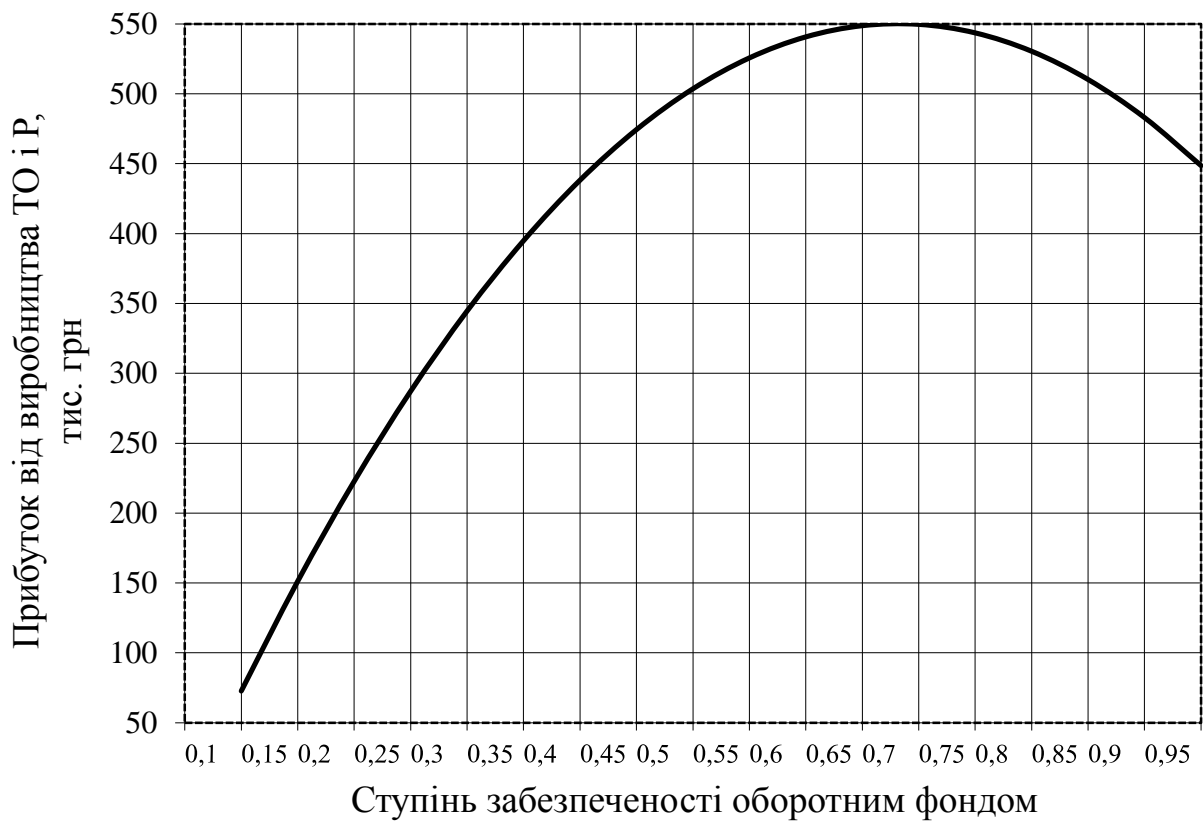


Рис 4.8. Зміна прибутку овід виробництва ТО і Р в залежності від ступеня забезпеченості оборотним фондом

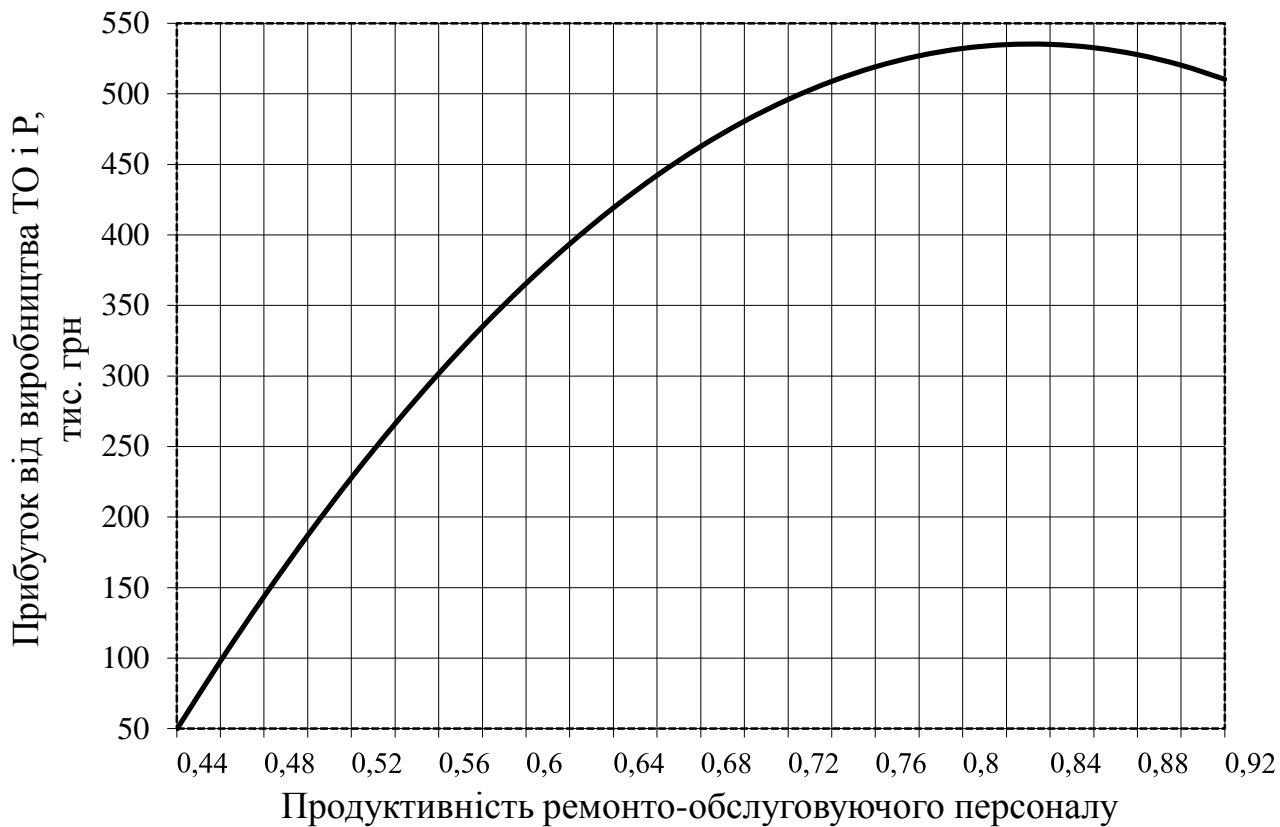


Рис. 4.9. Зміна прибутку від виробництва ТО і Р в залежності від виробництва ремонтно-обслуговуючого персоналу

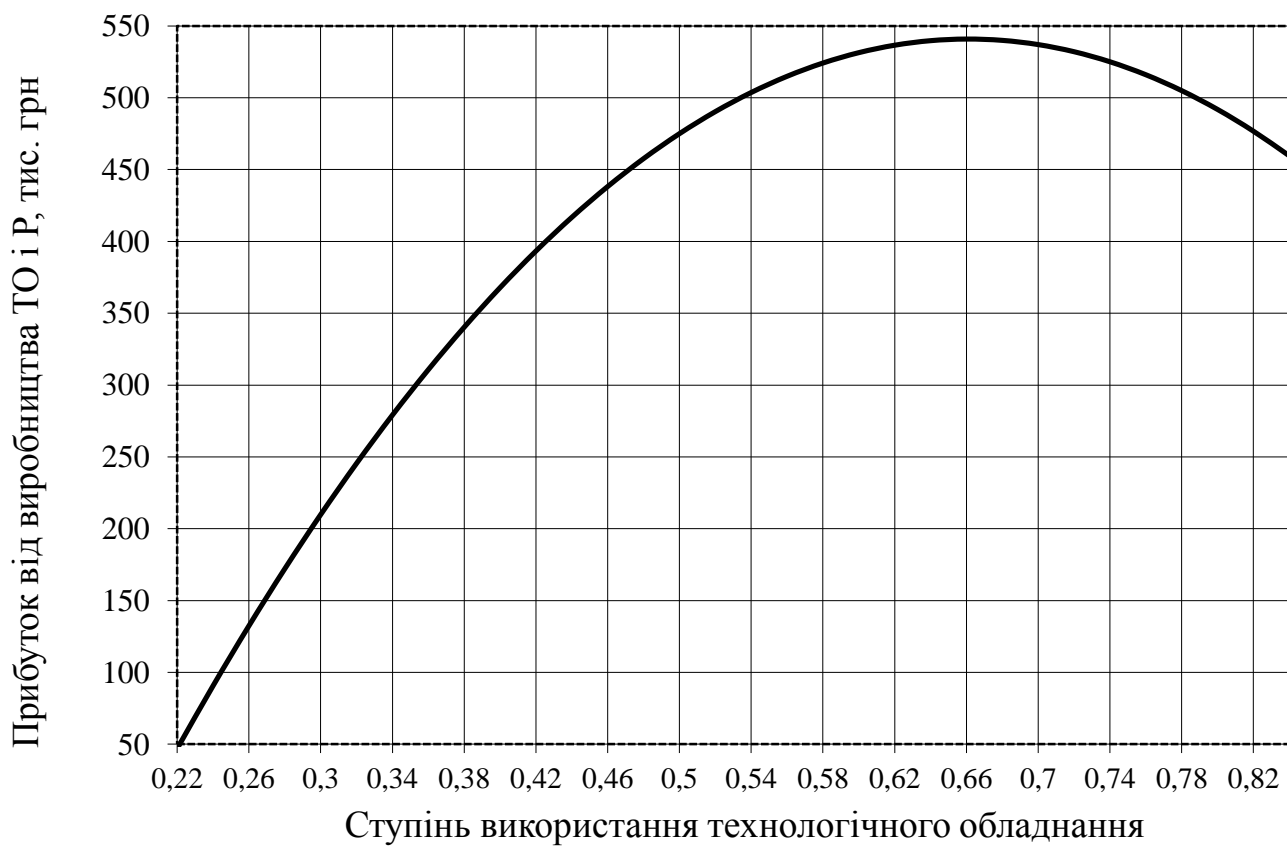


Рис. 4.10. Зміна прибутку від виробництва ТО і Р в залежності від ступеня використання технологічного обладнання

Оптимальні значення розглянутих факторів (табл. 4.5) відповідають тим точкам, у яких:

1 - час знаходження автомобілів в несправному стані приймає мінімальні значення;

2 - прибуток від виробництва ТО і ремонту автомобілів максимальні значення.

Таблиця 4.5

Оптимальні значення факторів, які визначають ефективність виробництва сервісних підприємств

Фактори	Чисельна значення інтервалу фактору
При мінімумі часу знаходження автомобілів в несправному стані	
- ступінь спеціалізації	0,55-0,75
- рівень механізації	0,49-0,58
- ступінь забезпеченості оборотним фондом	0,61-0,78
- продуктивність ремонтно-обслуговуючого персоналу	0,78-0,89
- ступінь використання технологічного обладнання	0,62-0,79
При максимумі прибутку від виробництва ТО і ремонту автомобілів	
- ступінь спеціалізації	0,75-0,90
- рівень механізації	0,51-0,61
- ступінь забезпеченості оборотним фондом	0,62-0,80
- продуктивність ремонтно-обслуговуючого персоналу	0,78-0,88
- ступінь використання технологічного обладнання	0,58-0,74

Аналізуючи апроксимуючі залежності впливу факторів на параметри ефективності виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів впливає, що параметри ефективності поліпшуються не на всьому діапазоні фактора, а до визначеної величини (табл. 4.5).

#### 4.5. Висновки за четвертим розділом

1. Розроблена економіко-математична модель багатопараметричної оптимізації виробничих процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів дозволяє враховувати пріоритети при перевезеннях і обслуговуванні, вибрати раціональні значення показників роботи технічної служби автосервісних підприємств, максимально задовольняти клієнтів у послугах по ТО і Р автомобілів.

2. Досліджено вплив раніше обґрунтованих виробничих факторів таких як: рівня спеціалізації і механізації, ступеня забезпеченості оборотним фондом і використання технологічного устаткування, продуктивності праці ремонтно-обслуговуючого персоналу на показники ефективності функціонування виробництва технічного обслуговування і ремонту автотранспортних засобів.

3. Інтенсивність зміни параметрів ефективності таких як: часу перебування автомобілів у несправному стані, приведених питомих витрат на ТО і ремонт автомобілів, прибуток від виробництва ТО і ремонту від виробничих факторів зменшується зі збільшенням обсягу робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

4. Збільшення параметрів ефективності виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів спостерігається не у всьому діапазоні зміни факторів, а до визначеної величини (табл. 4.5).

## **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 [21].

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 [22].

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» роботодавець відповідальний за забезпечення здорових, безпечних та належних умов праці на підприємстві [23]. Тому він організовує функціонування системи управління охороною праці (СУОП) [27].

Перед прийняттям на роботу всі робітники проходять медичний огляд та вступний інструктаж з питань охорони праці [24]. 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 дільниці, 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 дільниці, 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 дільниці	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 дільниці, 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, °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 [25], 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 [6].

Для забезпечення безпеки роботи на заточувальних верстатах, абразивний інструмент перед установкою старанно оглядають і відчувають 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 агрегатних робіт**

Перед початком роботи

Одягти й упорядкувати спецодяг [28]: застебнути або обв'язати обшлага рукавів, заправити одяг, так щоб не було вільних кінців. Підготувати до роботи засобу захисту.

Підготувати робоче місце до безпечної роботи, прибрати сторонні предмети, звільнити проходи. Переконалися в тому, що робоче місце добре освітлене. Робочий інструмент, пристосування розкласти в зручному і безпечному місці і перевірити їхню справність.

При виявленні несправного інструмента, пристосування, устаткування або електроосвітлення повідомити майстра.

Під час роботи

Зняття, транспортування і постановку вузлів і агрегатів на стенди робити тільки за допомогою подіймно - транспортних засобів.

Розбирання і складання агрегатів виконувати тільки на столі або стендах за допомогою зйомників, гайковертів і відповідних пристосувань.

При складанні й іспиті агрегат на стенді потрібно закріпити. Несправні болти потрібно зрізати ножівкою або зрубувати зубилом. Обов'язково надіти захисні окуляри. Зняття й установку пружин робити тільки за допомогою спеціальних пристосувань.

Забороняється здувати металеву стружку з верстаків або деталей стиснутим повітрям. Для видалення стружки або пилюки необхідно користуватися щіткою - змійкою.

Не можна припускати влучення мастильних матеріалів на сталь. При одержанні травми на виробництві потрібно негайно звернутися по допомогу і повідомити майстра.

По закінченні роботи

Виключити устаткування і привести робоче місце в порядок. Прибрати інструмент, пристосування у відведене для цього місце.

Повідомити майстра про всі несправності, виявлених під час роботи.

Забороняється мити руки в олії, бензині, гасі і втирати їх дрантям, забрудненим тирсою і стружкою.

Вимоги до помешкання, висота агрегатної дільниці, внутрішня поверхня приміщення приведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

#### Внутрішня поверхня приміщення агрегатної дільниці

Підлога	Стіни	Стелі	Панелі	Примітки
Бетонні шліфовані	Вапняне фарбування	Висота - 4,5 м. Вапняне фарбування	Масляне фарбування або керамічна плитка висотою 1,8 м	Підлога виконується з ухилом до трапу

У приміщенні агрегатної дільниці передбачаються системи опалення, вентиляції, внутрішнього водопроводу, гарячого водопостачання, каналізації і стиснутого повітря.

#### 5.5. Розрахунок заземлення устаткування агрегатної дільниці

Для захисту від ураження персоналу агрегатної дільниці електричним током електромеханізми, із якими працюють робітники, повинні бути заземлені, розрахунок заземлення приведений нижче [29]. Застосовуємо

контурне заземлення. Для контуру використовуємо труби діаметром 60 мм, довжиною 3 м і заглибленням 1 м.

Смуга зв'язку - сталева, шириною 40 мм. Питомий опір ґрунту  $f=2 \cdot 10^2$  Ом.м (чорнозем) [16].

Напруга живлення - 220 В, потужність споживачів - 10 кВт.

Опір одного заземлення дорівнює:

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left( \ln \frac{l}{r_0} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot l + 7 \cdot t}{1 + 7 \cdot t} \right), \quad (5.1)$$

де  $l$  - довжина заземлення,  $l=3$  м;

$r_0$  - радіус стрижня,  $r_0=0,03$  м;

$t$  - глибина заглиблення заземлення,  $t=1$  м.

$$R = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left( \ln \frac{3 \cdot 2}{0,06} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3 + 7 \cdot 1}{3 + 7 \cdot 1} \right) = 52 \text{ Ом.}$$

Орієнтована кількість одиночних заземлень, що входять у контур:

$$n = \frac{R_3}{\eta \cdot R_n}, \quad (5.2)$$

де  $\eta_0$  - орієнтований коефіцієнт використання заземлення,  $\eta_0=2$ ;

$R_n$  - опір устрою, що заземлює,  $R_n=4$  Ом.

$$n = \frac{52}{2 \cdot 4} = 6,5.$$

Варто взяти 10 труб.

Труби розташовуються в ряд з інтервалом 3 м.

Опір вертикальних заземлень, що складають контур:

$$R_k = \frac{R_3}{n \cdot \eta_k}, \quad (5.3)$$

де  $\eta_{до}=0,75$  - коефіцієнт використання заземлювачів із труб, без обліку впливу смуги зв'язку [16].

Довжина смуги зв'язку для десятих труб, розташованих з інтервалом 3 м, складає:

$$L=3 \cdot (10 - 1)=27 \text{ м.}$$

Опір сполучних смуг без обліку коефіцієнта використання:

$$R'_h = \frac{\rho}{\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{1,5 \cdot l}{\sqrt{b \cdot t}}; \quad (5.4)$$

$$R'_h = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{3,14 \cdot 27} \cdot \ln \frac{1,5 \cdot 27}{\sqrt{0,04 \cdot 1}} = 12,5 \text{ Ом.}$$

Опір сполучних смуг з обліком коефіцієнта використання:

$$R_h = R'_h / \eta_h = 12,5 / 0,62 = 20,2 \text{ Ом.} \quad (5.5)$$

Опір контуру:

$$R_0 = \frac{R_n \cdot R_k}{R_n + R_k} = \frac{6,9 \cdot 20,2}{6,9 + 20,2} = 3,9 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом.}$$

## 5.6 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 агрегатних роботах.

## 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

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<sub>p</sub></i>	12
2	Обсяг реалізації послуг з ТО і ПР автомобілів	н.год	<i>T<sub>то,пр</sub></i>	46476
3	Загальна трудомісткість допоміжних робіт	н.год	<i>T<sub>доп</sub></i>	4648
4	Кількість днів роботи АСП за рік	дні	<i>D<sub>рр</sub></i>	301
5	Тривалість зміни	год	<i>T<sub>зм</sub></i>	7,00
6	Кількість змін роботи на добу	од.	<i>n<sub>зм</sub></i>	1
7	Технологічно необхідна кількість виробничих робітників	люд.	<i>P<sub>т</sub></i>	33
8	Загальна кількість штатних виробничих робітників	люд.	<i>P<sub>ш</sub></i>	35
9	Чисельність допоміжних робітників	люд.	<i>P<sub>доп</sub></i>	2
10	Чисельність ІТП	люд.	<i>P<sub>итп</sub></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 м<sup>2</sup> 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 м<sup>3</sup> 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:

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

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

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

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

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

Загальна вартість основних виробничих фондів

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

Для базового проектного варіантів

$$C_{ОВФ_б} = 5100000 + 11388000 + 745000 + 242660 = 17475660 \text{ грн}$$

$$C_{ОВФ_н} = 5100000 + 111493600 + 760000 + 242660 = 17596260 \text{ грн}$$

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	$C_{ЗД}$	5100000	5100000
2	Будівлі, споруди, їх структурні	$C_{СП}$	11388000	11493600
3	Устаткування, інструмент та інвентар	$C_{У}$	745000	760000
4	Інші основні фонди	$C_{IH}$	242660	242660
	Загалом		17475660	17596260

## 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:

$$B_{EC} = \frac{N_B \cdot K_3 \cdot T_{3M} \cdot n_{3M} \cdot D_{PP} \cdot C_E}{K_{BM} \cdot K_{ВД}}, \quad (6.7)$$

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,  $K_{BM} = 0,92 - 0,95$ ;

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

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 м<sup>2</sup> приміщень, Вт/м<sup>2</sup>.  $H_{EO} = 15-25$  Вт/м<sup>2</sup>;

$F_{\Sigma\Pi}$  - загальна площа адміністративних та виробничих приміщень, м<sup>2</sup>.  $F_{\Sigma\Pi} = 1550$  м<sup>2</sup>;

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

Витрати води встановлюються окремо для виробничих та побутових потреб.

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

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

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

$C_B$  - ціна 1 м<sup>3</sup> технічної води, грн;

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

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

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.;

$H_{BF}$  - норми витрат води на 1 м<sup>2</sup> загальної площі приміщень на добу, л.  
 $H_{BF} = 1,5$  л.;

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

Витрати на опалення приміщень розраховуються з виразу:

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

$H_T$  - норма витрат тепла на опалення 1 м<sup>3</sup> приміщень, ккал/год;

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

$V_{\Sigma оп}$  - об'єм будівель АСП, що опалюються:

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

$C_{оп}$  — 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	200107		238128	10,49
	- силова	кВт/рік	136717	1,19	162693	7,17
	- освітлення виробничих приміщень	кВт/рік	63391	1,19	75435	3,32
2	Тепло на опалювання	Гкал/рік	2057	977,56	2010446	88,55
3	Вода узагалі	м <sup>3</sup>	2115		12640	0,56
	- технологічні потреби	м <sup>3</sup>	379	5,976	2266	0,10
	- побутові потреби	м <sup>3</sup>	1736	5,976	10374	0,46
4	Стоки узагалі	м <sup>3</sup>	2115		9239	0,41
	- виробничі	м <sup>3</sup>	379	4,368	1657	0,07
	- побутові	м <sup>3</sup>	1736	4,368	7583	0,33
5	Загальна сума витрат				2270454	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:

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

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

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

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

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.	35,80
2	Заробітна платня робітників за тарифною ставкою	грн.	4098494
3	Премія	грн.	1434473
4	Основний фонд заробітної платні виробнич. робітників	грн.	5532967
5	Додаткова заробітна платня виробничих робітників	грн.	663956
6	Загальний фонд заробітної платні виробнич. робітників	грн.	6196923
Допоміжні робітники			
7	Тарифна ставка допоміжного робітника	грн.	34,50
8	Заробітна платня робітників за тарифною ставкою	грн.	160341
9	Премія	грн.	48102
10	Основний фонд заробітної платні робітників	грн.	208443
11	Додаткова заробітна платня допоміжних робітників	грн.	25013
12	Загальний фонд заробітної платні допоміж. робітників	грн.	233456

Загальний фонд оплати праці підприємства

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

Для базового проектного варіантів

$$ЗФОП_{\sigma} = 2561856 + 77819 + 1170000 + 402480 + 403200 = 4615355 \text{ грн}$$

$$ЗФОП_n = 2328960 + 77819 + 1170000 + 402480 + 403200 = 4615355 \text{ грн}$$

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	Серед- ньомі- сячна платня грн	Кіль- кість праців- ників, люди	Річний ФЗП	
				Базовий варіант грн	Проект. варіант грн
1	Виробничі робітники	15648,8	33	6196923	5633566
2	Допоміжні робітники	9727,3	2	233456	233456
3	ІТП	14000,0	15	3276000	3276000
4	Службовці	8300,0	6	776880	776880
5	МОП	6000,0	6	604800	604800
	Усього	14903,3	62	11088059	10524702

#### 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.  $A_{СП} = 8\% C_{СП}$

$A_y$  - відрахування на амортизацію устаткування, грн.  $A_y = 40\%C_y$ ;

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

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

$$B_{Ц} = B_{y.СП} + B_{ТО,y} + \Sigma B_{ПЕР} + B_{Ц,IH}, \quad (6.22)$$

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

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

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

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

Для базового проектного варіантів:

$$B_{Ц_6} = 27760 + 37250 + 238128 + 2010446 + 12640 + 9239 + 50709 = 2586173 \text{ грн}$$

$$B_{Ц_n} = 229872 + 38000 + 238128 + 2010446 + 12640 + 9239 + 50709 = 2586173 \text{ грн}$$

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	238128	238128
4	Витрати на опалення	2010446	2010446
5	Витрати на водопостачання	12640	12640
6	Витрати на стоки	9239	9239
7	Інші цехові витрати	50709	50767
	Загалом	2586173	2589092

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

$$П_б = 1183 + 134130 + 860 = 136173 \text{ грн}$$

$$П_n = 1244 + 134130 + 860 = 136173 \text{ грн}$$

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	1183	1244
2	Податок на землю	грн	134130	134130
3	Збір за використання водних ресурсів	грн	860	860
	Разом	грн	136173	136234

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

Витрати на страхування основних фондів

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

Сумарні експлуатаційні витрати

В результаті загальна сума експлуатаційних витрат:

$$\Sigma B_{екс} = \Phi ОП + ВР_{СВ} + А + В_{Ц} + П + B_{IH}. \quad (6.25)$$

Для базового проектного варіантів:

$$\begin{aligned} \Sigma B_{екс_б} &= 4615355 + 1779681 + 1267278 + 911040 + 29800 + \\ &+ 58238 + 2586173 + 136173 + 1198067 = 12850006 \text{ грн} \end{aligned}$$

$$\Sigma B_{екс_n} = 4382459 + 1779681 + 1281726 + 919488 + 304000 +$$

$$+58238+2589092+13623+1198067=12648986 \text{ грн}$$

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>	11088059	10524702
2	Єдиний внесок на загал. держ. соц. страхування	<i>ВР єв</i>	4275555	4275555
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>	2586173	2589092
5	Податки і збори	<i>П</i>	136173	136234
6	Інші витрати	<i>В ін</i>	2082510	2082510
	Разом	$\Sigma$ В екс	22703026	22171546

## 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:

$$D = D_{TO,PR} + D_{IH}, \quad (6.26)$$

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

$$D_{TO,PR} = T_{TO,PR} \cdot C_{НГ_{\min}} \quad (6.27)$$

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

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.	20868749	20868749
4	Доходи від реалізації інших послуг і продукції	грн.	2086875	2086875
	Загальна сума доходів	грн.	22955624	22955624

Чистий доход виробництва визначається за формулою:

$$Ч_{\partial} = Д - \sum B_{екс}, \quad (6.28)$$

Для базового проектного варіантів:

$$Ч_{\partial.б} = 17573638 + 1757368 - 12850006 = 6481046 \text{ грн}$$

$$Ч_{\partial.п} = 19770394 + 1977039 - 12648986 = 9098447 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект складатиме:

$$E_e = Ч_{\partial.п} - Ч_{\partial.б} = 9098447 - 6481046 = 2617401 \text{ грн.}$$

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.	$Xp$	12	12
2	Обсяг реалізації сервісних послуг	норм. год	$T_{то,пр}$	46476	46476
3	Необхідна кількість виробничих робітників	люд	$P_{вр}$	33	30
4	Загальна чисельність працівників підприємства	люд	$P_{пр}$	62	59
5	Вартість основних виробничих фондів	грн	$B_{овф}$	17475660	17596260
	Земельні ділянки	грн	$C_{зд}$	5100000	5100000
	Будівлі, споруди, їх структурні	грн	$C_{сп}$	11388000	11493600
	Устаткування, інструмент та інвентар	грн	$C_{у}$	745000	760000
	Інші основні фонди	грн	$C_{ін}$	242660	242660
6	Сумарні експлуатаційні втрати	грн	$\Sigma B_{екс}$	22703026	22171546
	Загальний фонд заробітної платні працівників	грн	$\Phi ОП$	11088059	10524702
	Єдиний внесок на загал. держ. соц. страхуванн	грн	$BP_{ев}$	4275555	4275555
	Амортизаційні витрати	грн	$A$	1267278	1281726
	Цехові витрати	грн	$B_{ц}$	2586173	2589092
	Податки і збори	грн	$P$	136173	136234
	Інші витрати	грн	$B_{ін}$	2082510	2082510
7	Доходи від надання сервісних послуг	грн	$D_{сп}$	22955624	22955624
8	Чистий доход підприємства	грн	$Ч_{\partial}$	252597	784078
9	Річний економічний ефект	грн	$E_e$		531480



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Система технічного обслуговування і ремонту належить до багатоканальних розімкнутих СМО з нестаціонарним та неоднорідним потоком вимог, що надходить на ТО і Р; з різнотипними каналами, з резервуванням каналів і з взаємозв'язком між каналами; з пріоритетним обслуговуванням.

2. Розроблена економіко-математична модель процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів дає можливість врахувати специфіку керування спеціалізацією постів ТО і Р, фондом оборотних агрегатів, формою організації праці ремонтників, введенням і використанням резерву постів ТО і Р.

3. Моделювання виробничих процесів автосервісних підприємств дозволяє досліджувати вплив таких факторів: застосування динамічних пріоритетів при керуванні чергою на ТО і Р; рівень механізації і спеціалізації виробництва, ступінь забезпеченості оборотним фондом і використання технологічного устаткування, продуктивність праці ремонтно – обслуговуючого персоналу на показники функціонування системи ТО і Р.

4. За допомогою економіко-математичної моделі визначені оптимальні величини факторів виробництва за наступних умов: 1) отримання максимально можливого прибутку (при цьому рівень спеціалізації знаходиться у інтервалі 0,75-0,90; рівень механізації – 0,51-0,61; ступінь забезпеченості оборотним фондом - 0,62-0,80; продуктивність ремонтно-обслуговуючого персоналу - 0,78-0,88; ступінь використання технологічного обладнання – 0,58-0,74); 2) зниження часу знаходження автомобілів в несправному стані (вище вказані фактори знаходяться у інтервалах, відповідно, 0,55-0,75; 0,49-0,58; 0,61-0,78; 0,78-0,89; 0,62-0,79).

5. Отримані результати магістерської роботи дозволяють сформулювати перспективні напрямки дослідження: необхідність винаходу нового попиту у споживачів, підвищення якості надання послуг, маркетингові дослідження попиту на продукцію послуг автосервісу, раціональне використання людських ресурсів, враховувати соціальні фактори, удосконалення структури автосервісних підприємств.

**БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК**

- 1 Андрусенко С.І. Технології підвищення ефективності виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту: навчальний посібник./ С. І. Андрусенко, О. С. Бугайчук. – К. : Медінформ, 2017. –212 с.
- 2 Теорія технічної експлуатації машин / О. В. Козаченко, О. Д. Деркач, О.М. Шкрегаль та ін.; за ред. О.В. Козаченка. – Харків, «Міськдрук», 2015. – 180 с.
- 3 Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Організація, планування і управління: підруч. для студентів ВНЗ / Олександр Лудченко, Ярослав Лудченко; Нац. трансп. ун-т. - 2-ге вид., переробл. - Київ : Логос, 2014. - 462 с.
- 4 Марков О. Д. Обслуговування клієнтів автосервісу : навчальний посібник / О. Д. Марков, Н. В. Веретельникова. – К. : Видавництво Каравела, 2015. – 263 с.
- 5 Математические методы моделирования и оперативного планирования перевозок на автотранспорте / В. Г. Галушко; Нац. трансп. ун-т. - 2-е изд., испр. и доп. - Киев: НТУ, 2014. - 230 с.
- 6 Управление процессами в транспортно-логистических системах: учебное пособие / Беляев В.М., Миротин Л.Б., Некрасов А.Г., Покровский А.К.; под ред. А.Г.Некрасова; МАДИ. - М., 2010. - 126 с.
- 7 М.Ф. Дмитриченко, Л.Ю. Яцківський, С.В. Ширяєва, В.З. Докуніхін. Основи теорії транспортних процесів і систем. Навчальний посібник для ВНЗ. – К.: Видавничий дім «Слово», 2009. – 336 с.
- 8 Методы и средства экспертных исследований / Т.Ф. Моисеева. - М.: МПСИ, 2006. – 216 с.
- 9 Управління якістю технічного обслуговування автомобілів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Олександр Лудченко, Ярослав Лудченко, Володимир Чередник; за ред. О.А. Лудченка. - К. : Ун-т "Україна", 2012. - 327 с.
- 10 Мигаль В.Д., Волков В.П. Технічна кібернетика транспорту: Навчальний

- посібник. Харків: ХНАДУ, 2007. – 308 с.
- 11 Говорущенко М.Я., Варфоломєєв В.М., Волков В.П., Волошина Н.А. Проектне забезпечення формування виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту: Навчальний посібник. – Харків: ХНАДУ, 2007. – 116 с.
  - 12 Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Коваленко, В.П. Лобах, Н.В. Вепринцев. – Минск: Новое знание. 2008. – 352 с.
  - 13 Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія: підручник для студ. / О.А. Лудченко. - К.: Вища школа, 2007. - 527 с.
  - 14 Марков О.Д. Станции технического обслуживания. –К.: Кондор, 2008. – 536 с.
  - 15 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник / Под ред. Власова В.М. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 480 с.
  - 16 Техническая эксплуатация автомобилей. Теоретические и практические аспекты: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.С. Малкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.
  - 17 Волков В.П., Мігаль В.Д. Технічна кібернетика транспорту: Навч. посібн. - Харків: ХНАДУ, 2007. - 308 с.
  - 18 Управление автосервисом: Учебное пособие для вузов / Под общ. ред. д.т.н., проф. Л.Б. Миротина. – М.: Экзамен, 2004. – 320 с.
  - 19 Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и допол. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. - М.: Наука, 2001.-535с.
  - 20 Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника проектирования транспортных машин: Учебное пособие. - Харьков: ХНАДУ, 2002.
  - 21 Закон України «Про охорону праці».
  - 22 ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять»
  - 23 Закон України «Про загальне обов'язкове державне соціальне від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».
  - 24 НПАОП 0.00-4.12-05 «Положення про навчання, перевірки знань з питань

охорони праці».

- 25 ГОСТ 12.1.009-76 «ССБТ Электробезопасность. Общие требования»
- 26 НПАОП 40.1-1.21-98 «Правило безпечної експлуатації електроспоживачів».
- 27 НПАОП 0.00-4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці».
- 28 8. НПАОП 29.0-3.02-06 «Норми безоплатної видачі спеціального одягу та інших засобів індивідуального захисту працівникам машинобудування та металообробної промисловості».
- 29 ДСН 3.3.6-042-99 «Мікроклімат виробничих приміщень».

## Додаток А

## Значення показників механізації по постах ПР

№	Найменування постів	Позначення постів	Рівень механізації Ум, %		Ступінь механізації С, %		Коефіцієнт зниження трудомісткості
			КамАЗ	ЗИЛ	КамАЗ	ЗИЛ	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Спеціалізований пост для заміни трансмісії вантажних автомобілів, - у тому числі заміна: - переднього моста - заднього моста - коробки передач - задньої ресори	ПУМ-1  - - - -	- - - -	65 47 20 63	- - - -	59 42 17 61	0,32 0,65 0,83 0,43
2	спеціальний пост для заміни вузлів підвіски автомобілів ГАЗ, ЗИЛ	СП-2	-	33,1	-	31,7	0,81
3	Спеціальний пост для заміни вузлів задньої підвіски автомобілів ГАЗ, ЗИЛ	СП-3	33,8	-	30,0	-	0,78
4	Спеціальний пост для заміни зчеплень и КПП автомобілів КамАЗ	СП-5	7,1	-	10,4	-	0,79
5	Спеціальний пост для заміни задніх мостів и редукторів автомобілів ГАЗ, ЗИЛ	СП-6	-	27,7	-	29,1	0,69
6	Спеціальний пост для заміни передніх осей та балок	СП-9	19,5	21,2	36,4	34,1	0,84
7	Спеціальний пост для заміни вузлів підвіски і ходової частини	СПП-2	26,0	34,3	24,8	31,4	0,84

## Продовження додатку А

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Спеціалізований пост ПР гальмових систем автомобілів	СПП-3	-	19,7	-	18,2	0,87
9	Спеціалізований пост ПР електричних систем автомобілів	СПП-5	8,4	11,2	7,8	11,9	0,94
10	Універсальний пост для заміни агрегатів трансмісії і ходової частини	УП-1	18,4	22,0	17,3	20,7	0,92
11	Універсальний пост ПР двигунів	УП-3	12,4	12,4	14,1	12,9	0,86
12	Спеціалізований пост для заміни агрегатів двохосьових вантажних автомобілів, - у тому числі заміна:	ОН-192					
	- зчеплення	-	-	10	-	16	0,41
	- коробки передач	-	-	28	-	27	0,47
	- переднього моста	-	-	67	-	63	0,27
	- заднього моста	-	-	50	-	49	0,32

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИРОБНИЧО-  
ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Магістр»

Виконав: студент II курсу, групи МгМ-1-19  
Білий Денис Сергійович

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

Дніпро - 2020

**Мета роботи** - максимальне зниження часу знаходження автомобілів в несправному стані та підвищення ефективності виробництва автосервісних підприємств на основі методів теорії масового обслуговування.

**Задачі:**

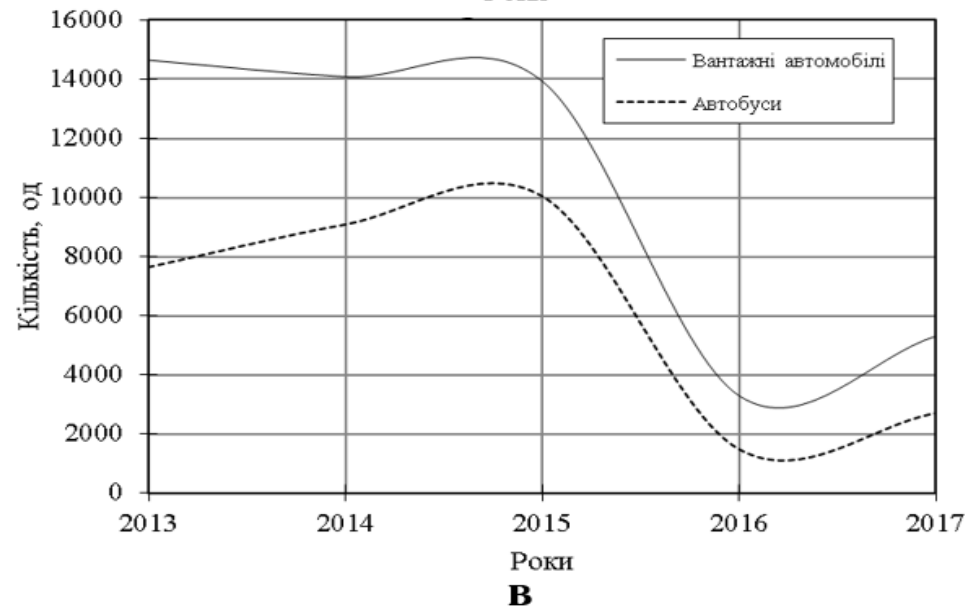
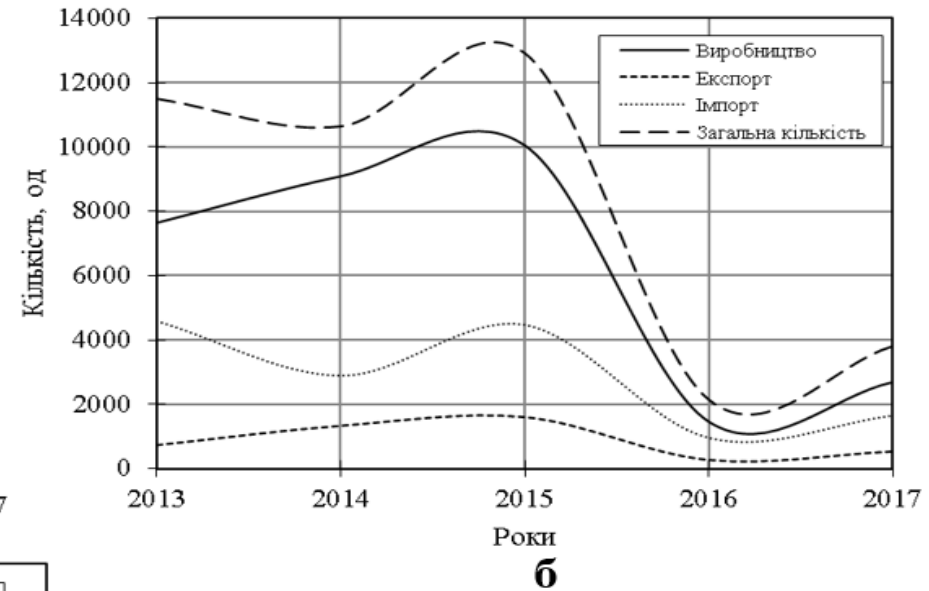
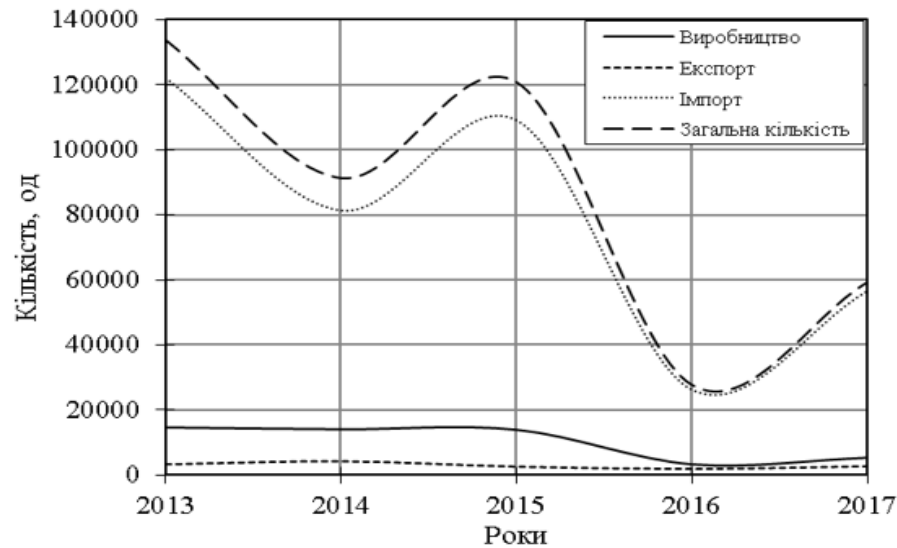
1. Проведення аналізу чисельності рухомого складу та структури рухомого складу і техніко-економічних показників роботи автосервісних підприємств різноманітних форм власності
2. Визначення характеристик систем масового обслуговування.
3. Розробка методики обробки експериментальних досліджень.
4. Проведення аналізу факторів та розробка математичної моделі прогнозування попиту на автосервісні послуги.
5. Розробка математичної моделі виробництва технічного обслуговування і ремонту автосервісних підприємств.
6. Оцінка впливу факторів на показники ефективності виробництва автообслуговуючих і автосервісних підприємств.

**Об'єкт дослідження** - виробничі процеси сервісних підприємств

**Предмет дослідження** - ефективність функціонування технічної служби автообслуговуючих підприємств з урахуванням прогнозування попиту на автосервісні послуги.

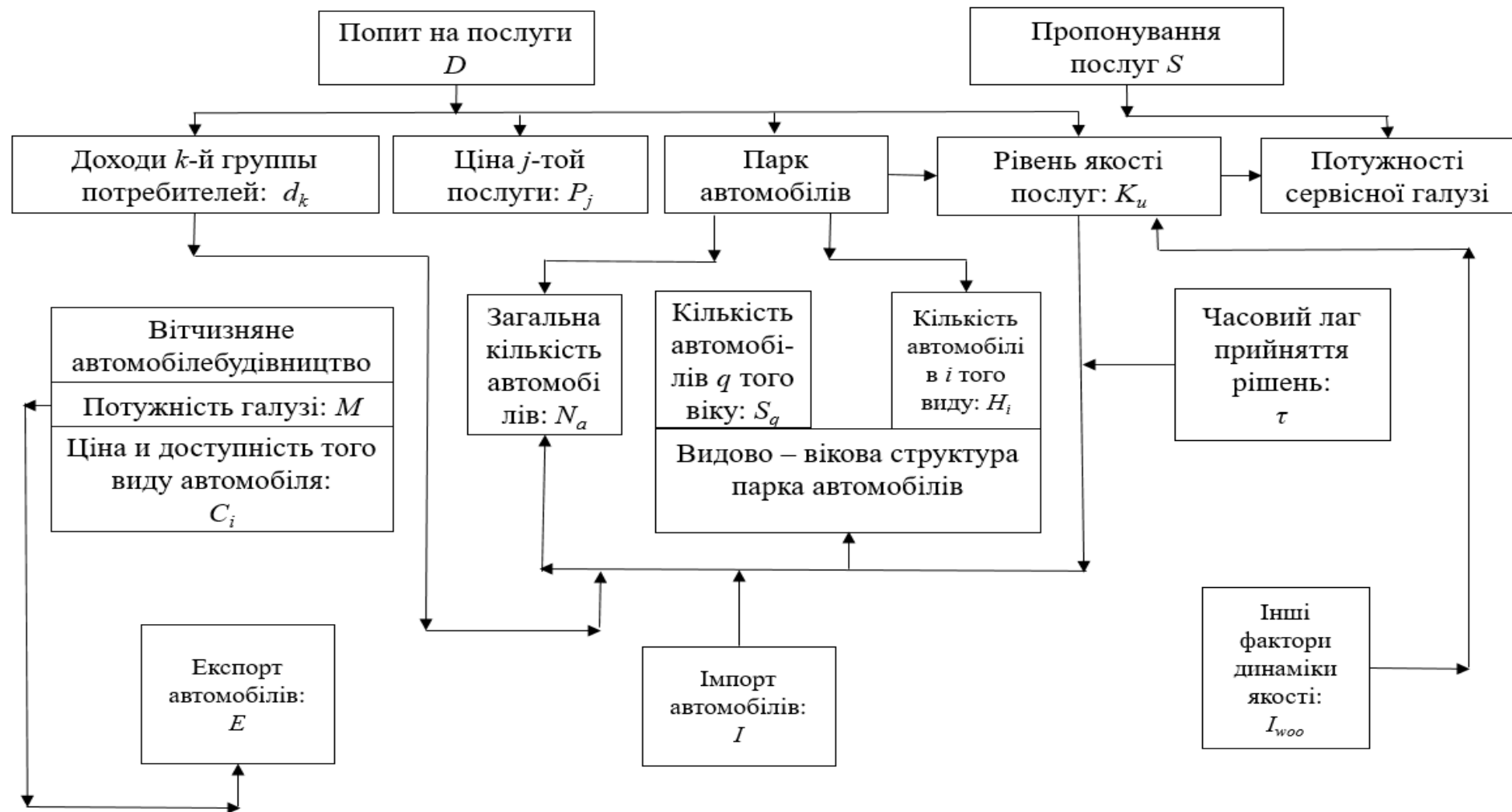


## **ЗМІНА КІЛЬКОСТІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ І АВТОБУСІВ ЗА РОКАМИ РОБОТИ**



а - розподіл кількості вантажних автомобілів за роками;  
 б - розподіл кількості автобусів за роками;  
 в - розподіл виробництва автомобілів за роками

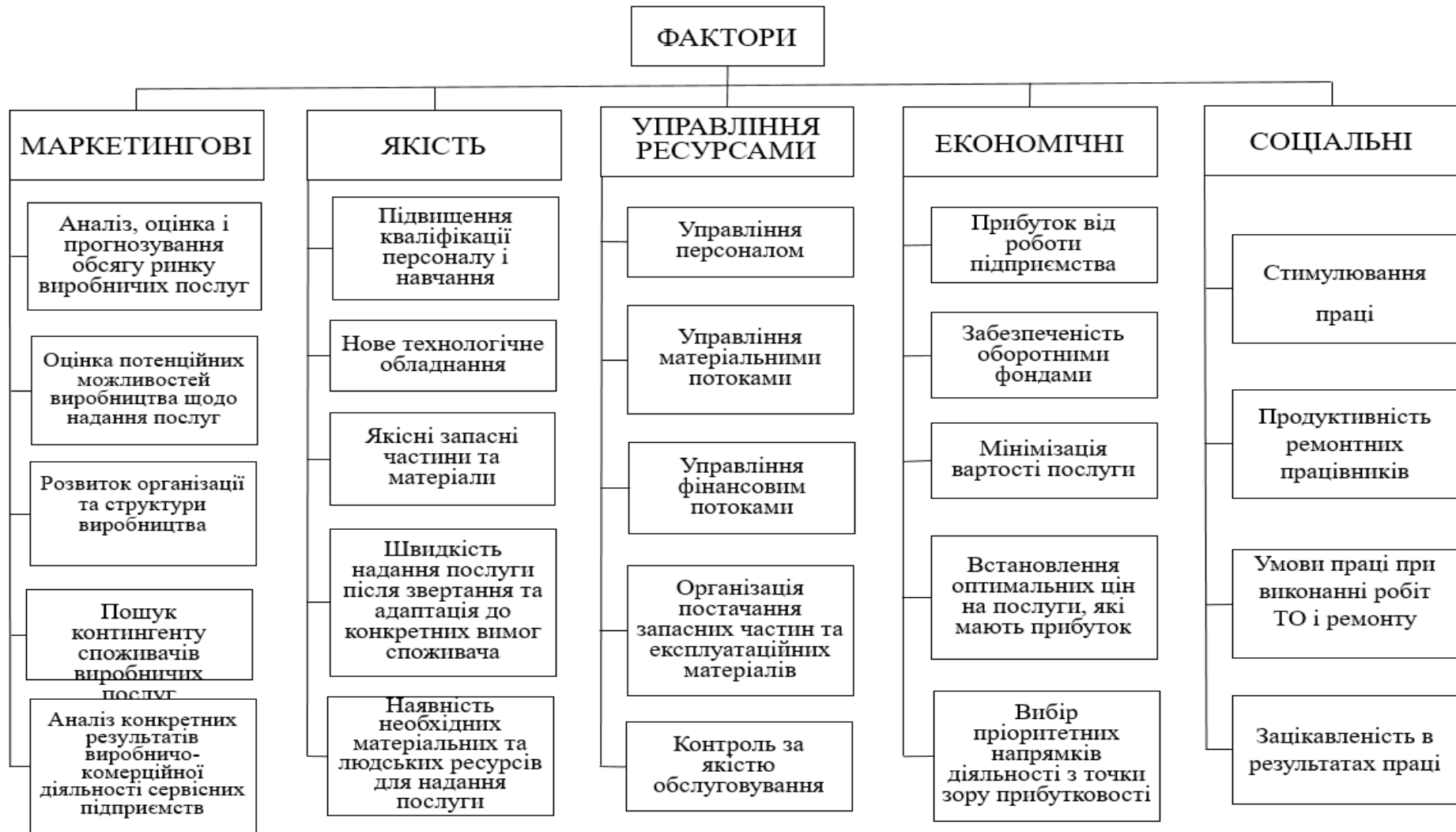
## СИСТЕМА ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПОПИТ АВТОСЕРВІСНИХ ПОСЛУГ



## ***ІНТЕГРАЦІЯ ЯКОСТІ В БІЗНЕС – СИСТЕМУ***

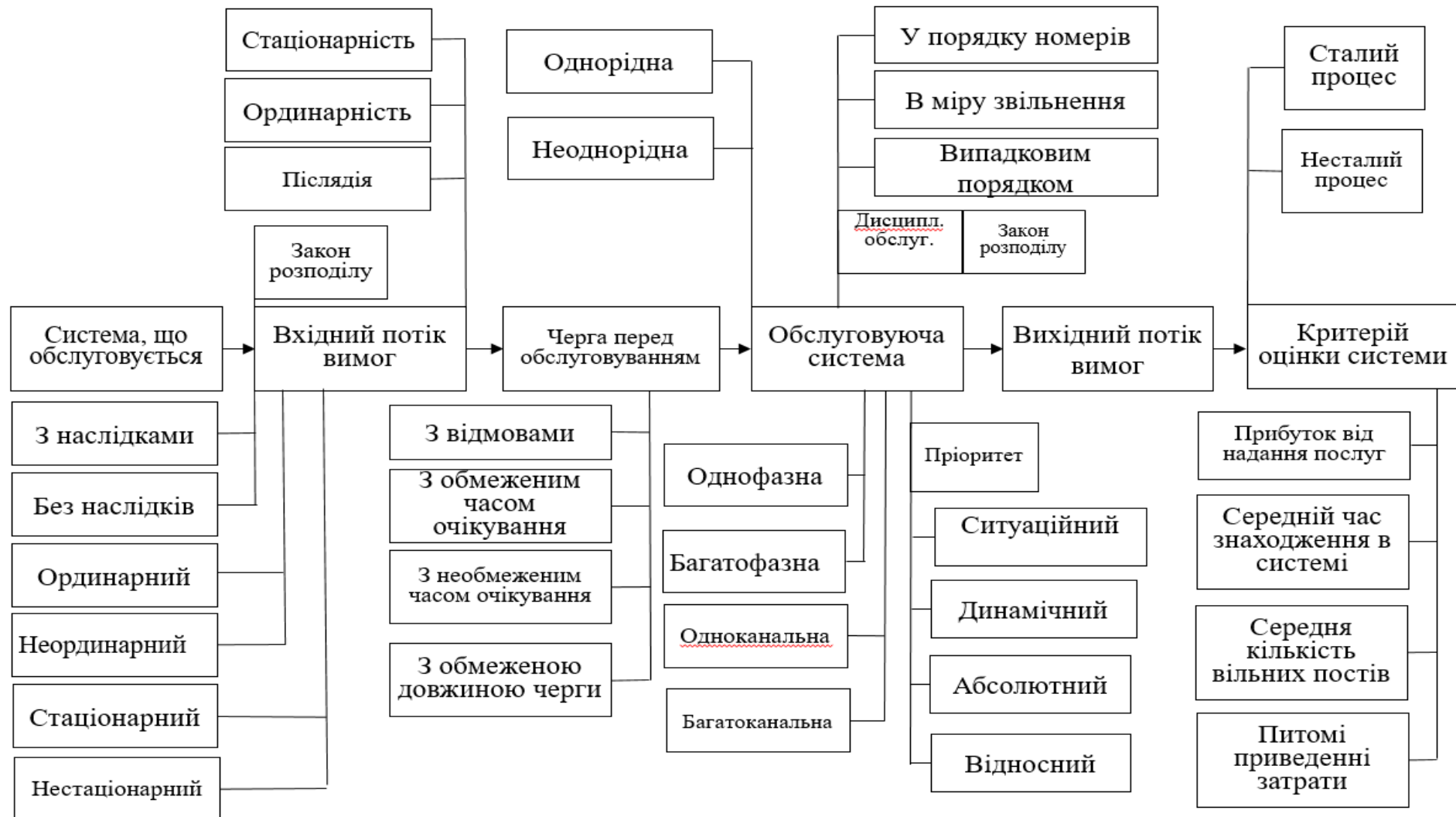


## **ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ**



# ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

## Класифікація систем масового обслуговування



## **ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА СЕРВІСНІ ПОСЛУГИ**

**Узагальнена модель прогнозування попиту на сервісні послуги**

$$\left. \begin{aligned} N_a &= f_1 [N_a(t-1); M(t); \mathcal{E}(t); I(t); K_u(t-\tau); \bar{C}(t); d(t); S_q(t-1)] \\ S_b(t) &= f_2 [H_j(t-1); K_u(t-\tau)] \\ S_q(t) &= f_3 [\bar{S}_q(t-1); K_u(t-\tau)] \\ K_u(t) &= f_4 [K_u(t-1); M_{ac}(t); N_a(t); \bar{H}_j(t); \bar{S}_q(t); I_{woo}(t)] \\ D(t) &= f_5 [N_a(t); H_j(t); S_q(t); \bar{P}(t); \bar{d}(t); K_u(t)] \end{aligned} \right\}$$

$N_a(t)$  - чисельність парку автомобілів;

$M(t)$  - сумарна потужність вітчизняних автомобілебудівних заводів;

$M_{ac}(t)$  - сумарна потужність сервісних підприємств;

$\mathcal{E}(t)$  - експорт автомобілів;

$I(t)$  - імпорт автомобілів;

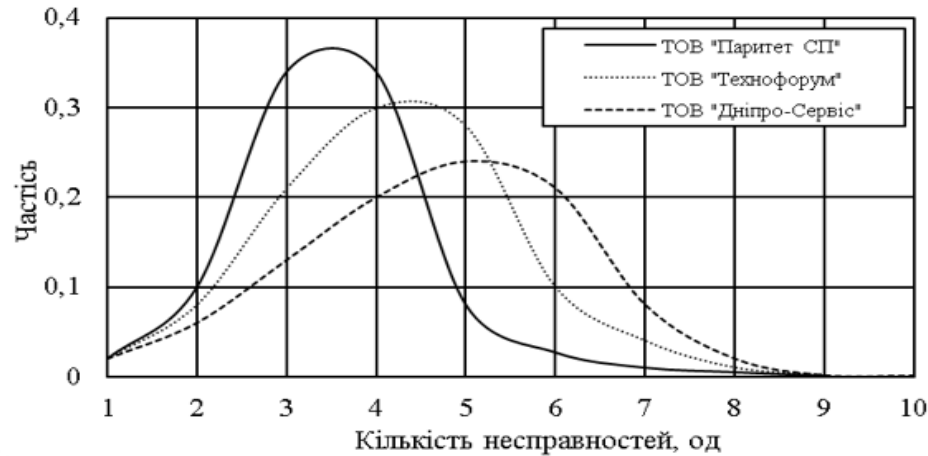
$K_u(t)$  - середній рівень якості обслуговування ;

$I_{woo}(t)$  - індекс зміни якості обслуговування під дією інших факторів;

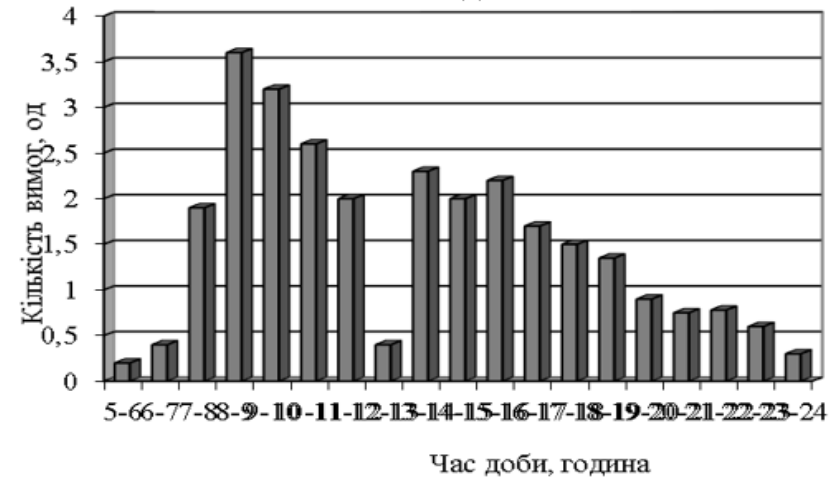


## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

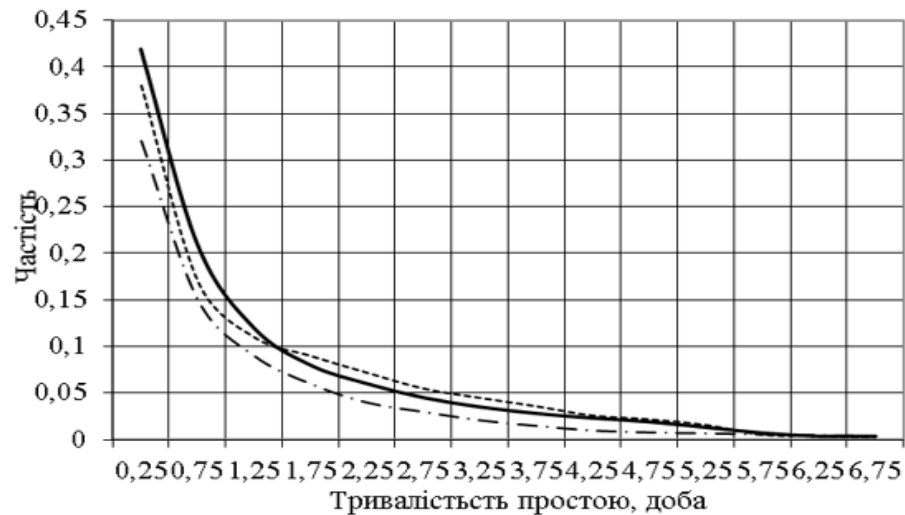
Розподіл кількості несправностей, що усуваються на автомобілі при технічних впливах СП м. Дніпро



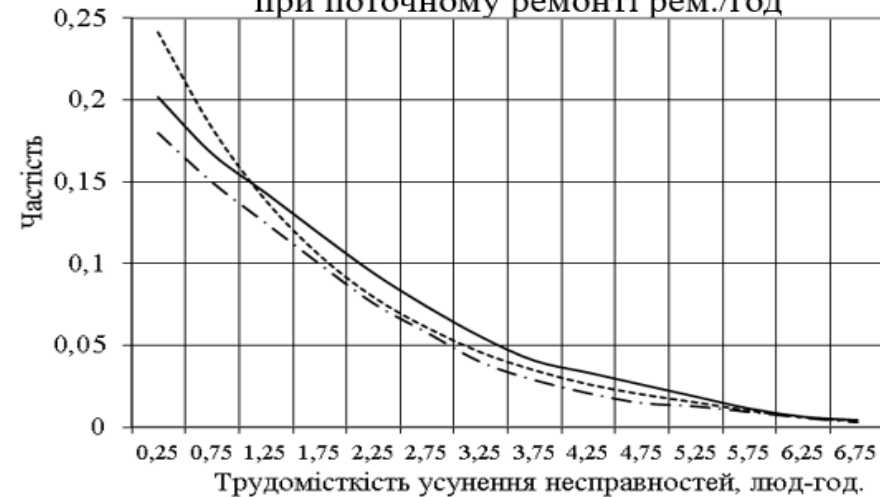
Кількість вимог, які надійшли на ПР по годинам доби



Теоретичні криві розподілу тривалості простоїв у ТО і Р



Розподіл трудомісткості усунення несправностей при поточному ремонті рем./год

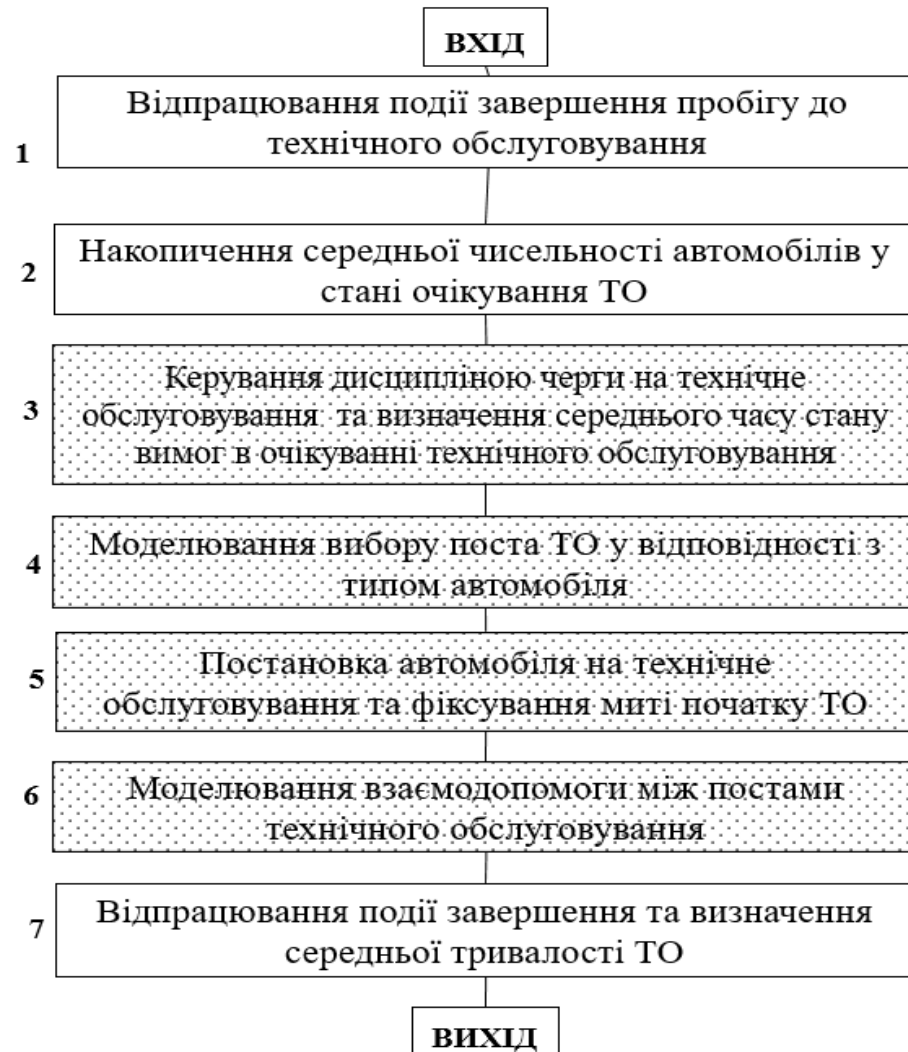




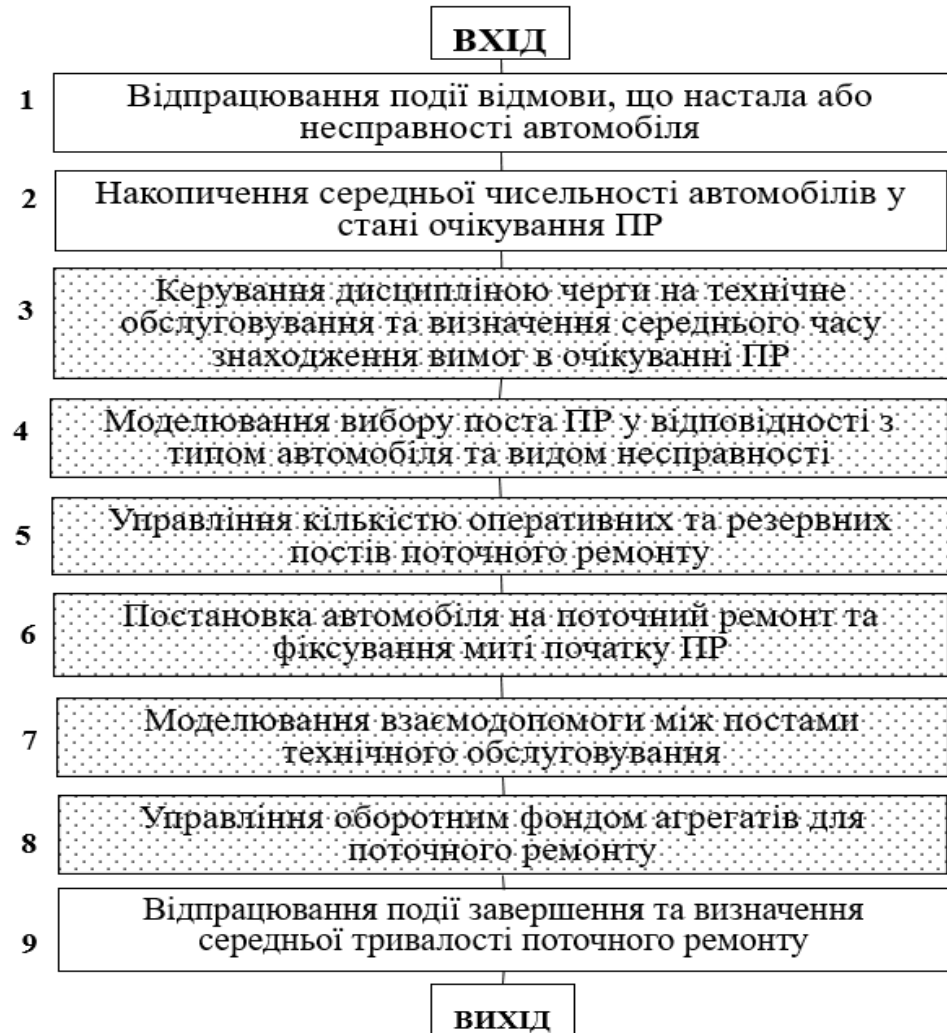
## **ЗАГАЛЬНИЙ АЛГОРИТМ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ**



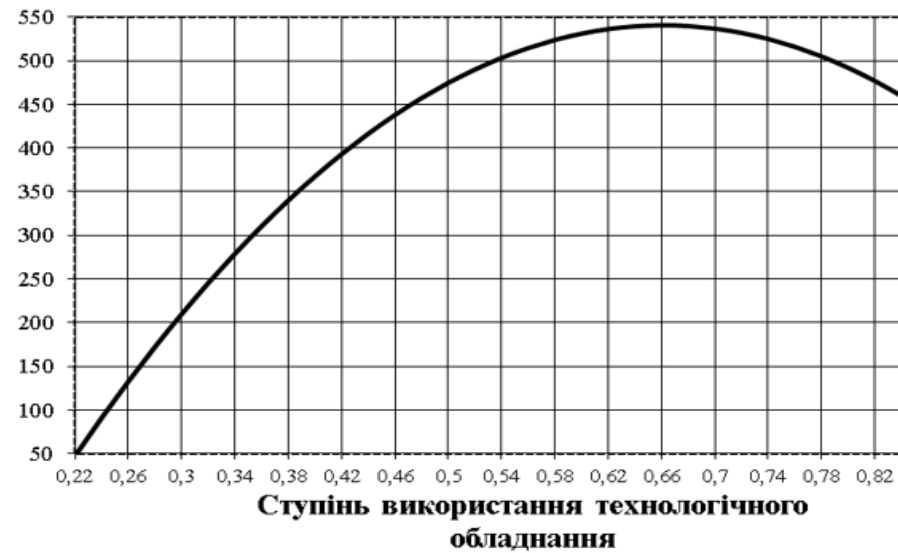
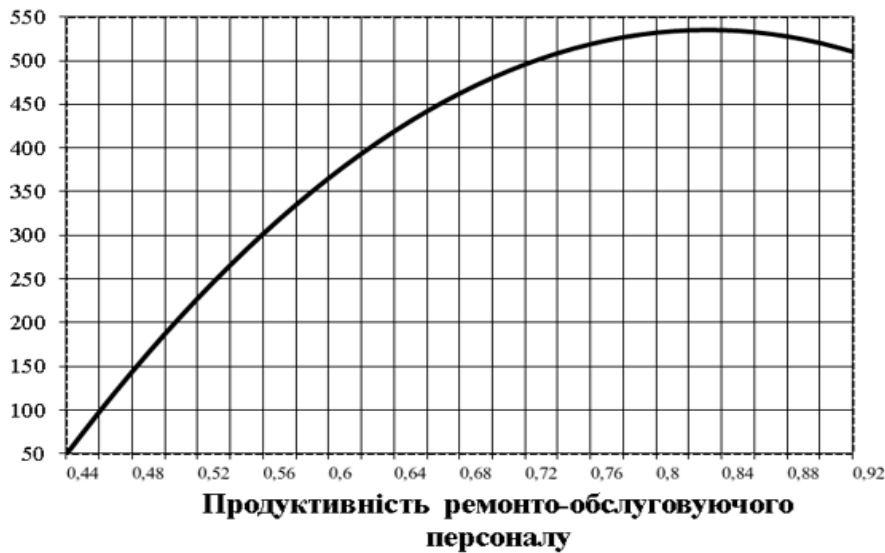
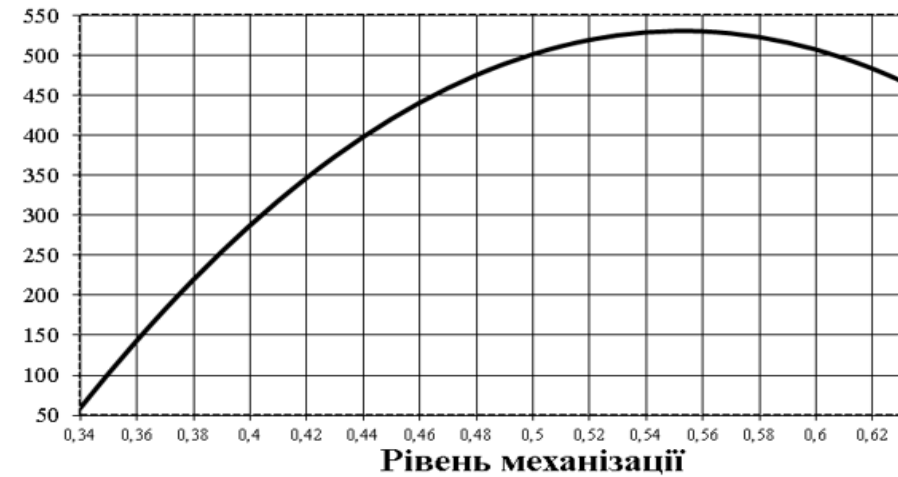
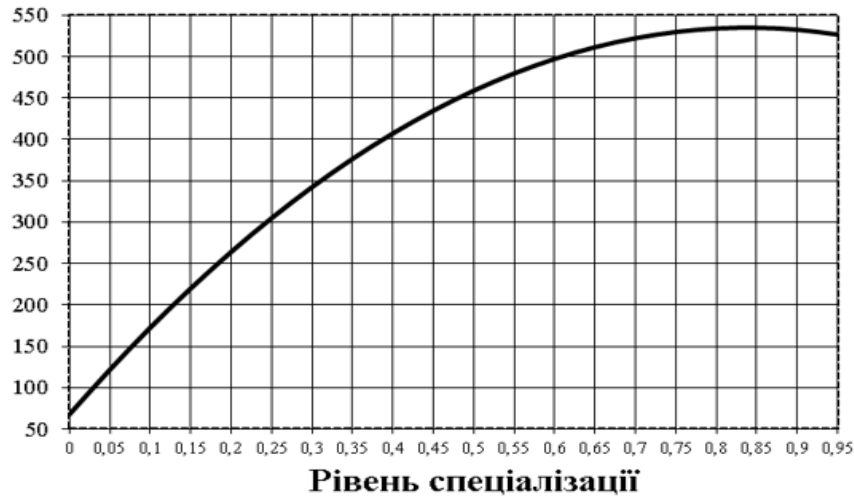
## **АЛГОРИТМ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ**



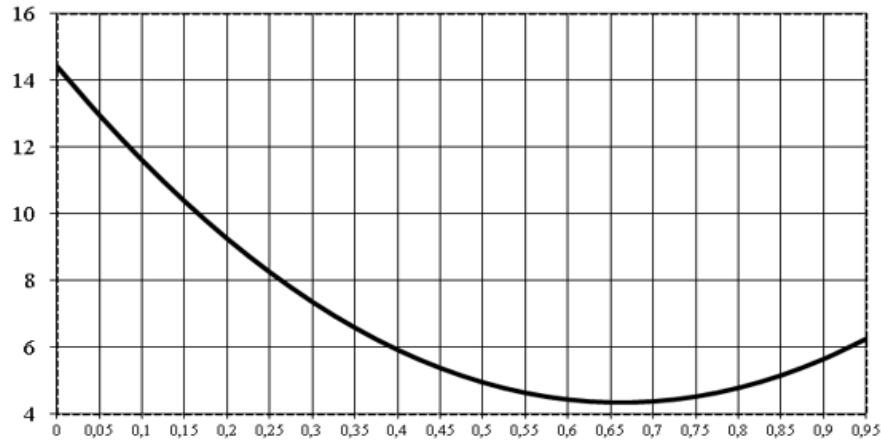
## **АЛГОРИТМ МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ**



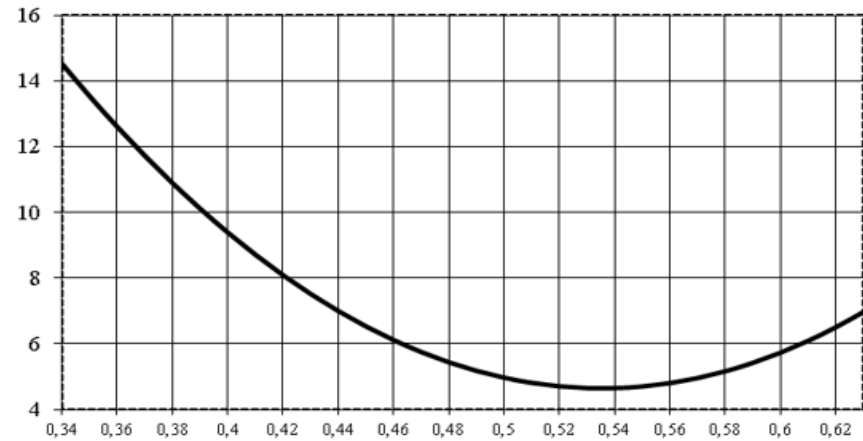
## **ЗМІНА ПРИБУТКУ ВІД ВИРОБНИЦТВА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ФАКТОРІВ**



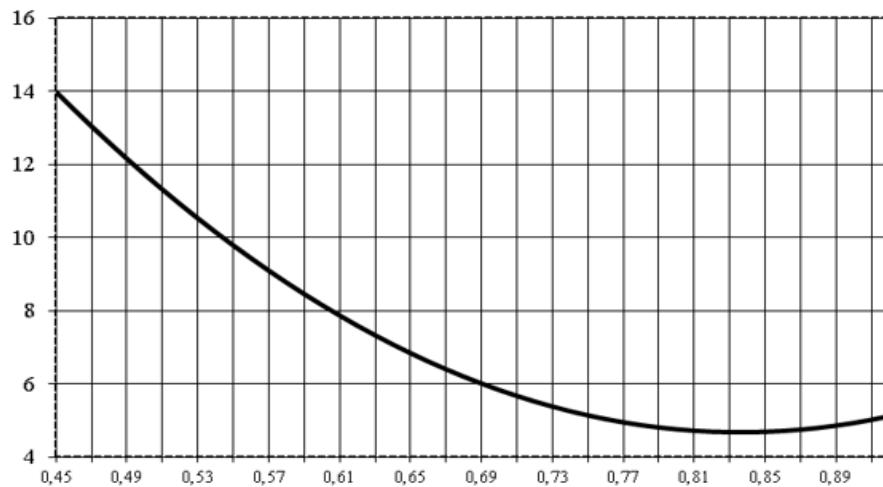
## ***ЗМІНА ЧАСУ ЗНАХОДЖЕННЯ АВТОМОБІЛІВ У НЕСПРАВНОМУ СТАНІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ФАКТОРІВ***



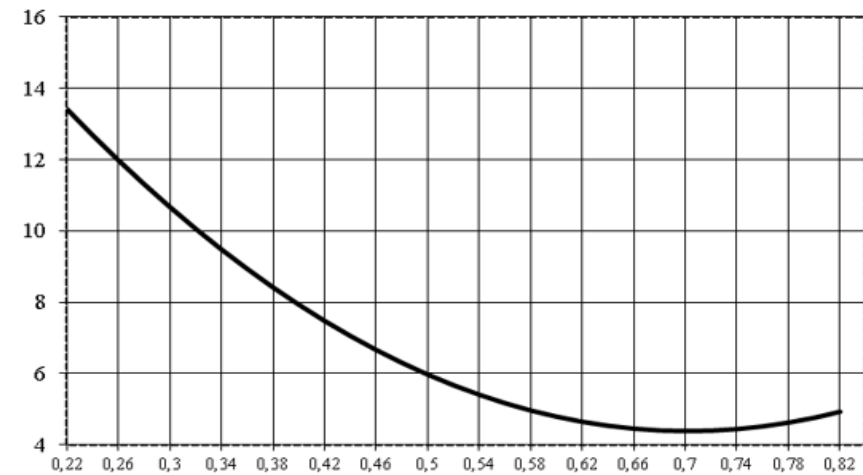
**Рівень спеціалізації**



**Рівень механізації**



**Продуктивність ремонтно-обслуговуючого персоналу**



**Ступінь використання технологічного обладнання**

## **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.	Х р	12	12
2	Обсяг реалізації сервісних послуг	норм.год	Т сп	46476	46476
3	Технологічно необхідна кількість виробничих робітників	люд	Р вр	33	30
4	Загальна чисельність працівників	люд	Р пр	62	59
5	Вартість основних виробничих фондів	грн	В овф	17475660	17596260
	Земельні ділянки	грн	С зд	5100000	5100000
	Будівлі, споруди, їх структурні	грн	С сп	11388000	11493600
	Устаткування, інструмент та інвентар	грн	С у	745000	760000
	Інші основні фонди	грн	С ін	242660	242660
6	Сумарні експлуатаційні втрати	грн	ΣВ екс	22703026	22171546
	Загальний фонд заробітної платні	грн	ФОП	11088059	10524702
	Єдиний внесок на загал. державне соціальне страхування	грн	ВР єв	4275555	4275555
	Амортизаційні витрати	грн	А	1267278	1281726
	Цехові витрати	грн	В ц	2586173	2589092
	Податки і збори	грн	П	136173	136234
	Інші витрати	грн	В ін	2082510	2082510
7	Доходи від надання сервісних послуг	грн	Д сп	22955624	22955624
8	Чистий дохід підприємства	грн	Ч д	252597	784078
9	Річний економічний ефект	грн	Е в		531480

## ***ОСНОВНІ ВИСНОВКИ***

- 1. Система технічного обслуговування і ремонту належить до багатоканальних розімкнутих СМО з нестационарним та неоднорідним потоком вимог, що надходить на ТО і Р; з різнотипними каналами, з резервуванням каналів і з взаємозв'язком між каналами; з пріоритетним обслуговуванням.
- 2. Розроблена економіко-математична модель процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів дає можливість врахувати специфіку керування спеціалізацією постів ТО і Р, фондом оборотних агрегатів, формою організації праці ремонтників, введенням і використанням резерву постів ТО і Р.
- 3. Моделювання виробничих процесів автосервісних підприємств дозволяє досліджувати вплив таких факторів: застосування динамічних пріоритетів при керуванні чергою на ТО і Р; рівень механізації і спеціалізації виробництва, ступінь забезпеченості оборотним фондом і використання технологічного устаткування, продуктивність праці ремонтно – обслуговуючого персоналу на показники функціонування системи ТО і Р.
- 4. За допомогою економіко-математичної моделі визначені оптимальні величини факторів виробництва за наступних умов: 1) отримання максимально можливого прибутку (при цьому рівень спеціалізації знаходиться у інтервалі 0,75-0,90; рівень механізації – 0,51-0,61; ступінь забезпеченості оборотним фондом - 0,62-0,80; продуктивність ремонтно-обслуговуючого персоналу - 0,78-0,88; ступінь використання технологічного обладнання – 0,58-0,74); 2) зниження часу знаходження автомобілів в несправному стані (вище вказані фактори знаходяться у інтервалах, відповідно, 0,55-0,75; 0,49-0,58; 0,61-0,78; 0,78-0,89; 0,62-0,79).
- 5. Отримані результати магістерської роботи дозволяють сформулювати перспективні напрямки дослідження: необхідність винаходу нового попиту у споживачів, підвищення якості надання послуг, маркетингові дослідження попиту на продукцію послуг автосервісу, раціональне використання людських ресурсів, враховувати соціальні фактори, удосконалення структури автосервісних підприємств.

УДК 656.13

**О.І. Субочев, доц., канд. техн. наук, Д.С. Білий, студ**

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна*

*E-mail: subohev.alex@gmail.com*

**О.Є. Січко, доц., канд. техн. наук,**

*Національний транспортний університет, м. Київ, Україна*

*E-mail: sav@ua.fm*

## Підвищення ефективності функціонування виробничо-технічної бази сервісних підприємств

Запропоновано формування дробового факторного експерименту для побудови за допомогою методу регресійного аналізу лінійної залежності цільового функціонала від варійованих змінних.

Побудовано матрицю експерименту, яка полягає в моделюванні технологічного процесу сервісних підприємств, у визначенні варійованих змінних у всіх значеннях цільового функціонала.

Запропоновано для дослідження впливу рівня механізації на показники функціонування технічного обслуговування і ремонту необхідно визначити ступінь впливу механізації на трудомісткість ремонтних робіт.

Отримано результати обробки масиву даних спостережень з використанням кореляційно-регресійного аналізу. Перевірка моделей за критерієм Фішера показала, що найбільше наближення спостерігається при апроксимації наявних даних рівнянням регресії.

Встановлено, стосовно до штатного оснащення постів поточного ремонту особливої уваги і впровадження в практику виробництва заслуговують механізовані технологічні комплекси на спеціалізованих постах по заміні і поточному ремонті двигунів, агрегатів і вузлів ходової частини канавного типу і на підйомниках.

Одержано оптимальні значення досліджуваних факторів, як для максимуму прибутку від виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів так і для мінімуму часу перебування автомобілів у несправному стані.

**сервісне підприємство, матриця експерименту, досліджувані фактори, оптимальні значення**

**А.И. Субочев, доц., канд. техн. наук, Д.С. Белый, студ.**

*Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г. Днепр, Украина*

*E-mail: subohev.alex@gmail.com*

**А.Е. Сичко, доц., канд. техн. наук,**

*Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина*

*E-mail: sav@ua.fm*

## Повышение эффективности функционирования производственно-технической базы сервисных предприятий

Предложено формирование дробного факторного эксперимента для построения с помощью метода регрессионного анализа линейной зависимости целевого функционала от варьируемых переменных.

Построено матрицу эксперимента, которая заключается в моделировании технологического процесса сервисных предприятий, в определении варьируемых переменных во всех значениях целевого функционала.

Предложено для исследования влияния уровня механизации на показатели функционирования технического обслуживания и ремонта необходимо определить степень влияния механизации на трудоемкость ремонтных работ.

Получены результаты обработки массива данных наблюдений с использованием корреляционно-регрессионного анализа. Проверка моделей по критерию Фишера показала, что наибольшее приближение получается при аппроксимации имеющихся данных уравнению регрессии.

Установлено, применительно к штатному оснащению постов текущего ремонта необходимы механизированные технологические комплексы на специализированных постах по замене и текущему ремонту двигателей, агрегатов и узлов ходовой части канавный типа и на подъемниках.

Получены оптимальные значения исследуемых факторов, как для максимума прибыли от производства технического обслуживания и ремонта автомобилей, так и для минимума времени пребывания автомобилей в неисправном состоянии.  
сервисное предприятие, матрица эксперимента, исследуемые факторы, оптимальные значения

**Постановка проблеми.** Особливістю функціонування сервісних підприємств з технічного обслуговування і ремонту автомобілів (ТО і Р) на теперішній час в Україні є наявність підприємств різного розміру та форм власності, які використовують значну номенклатуру рухомого складу. Важливим питанням за цих умов є визначення оптимального способу організації сервісного виробництва у залежності від кількості одиниць рухомого складу (РС) та умов експлуатації [1].

Розробка розкладу постановки автомобілів на обслуговування і ремонт в сервісних підприємствах (СП) є багатоваріантною задачею. Кількість варіантів формується на множині вимог на обслуговування, робочих постів, персоналу відповідної кваліфікації, наявності потрібних запасних частин, пріоритетів та може досягати такого значення, що перевищує інтелектуальні можливості людини переглянути їх всі і знайти оптимальний варіант [2].

Потребує вирішення питання з погляду рівня насиченості потужностей автосервісу при існуючій щільності парку автомобілів на території. Інакше кажучи, який рівень потужності автосервісу є оптимальним для заданої кількості автомобілів. Адже, якщо потужностей автосервісу на певній території буде недостатньо, погіршиться рівень обслуговування клієнтів, а якщо будемо мати надлишки потужностей - погіршаться можливості для бізнесу [3].

Автосервіс - галузь, яка інтенсивно розвивається. Успіхи галузі обмежені, а недоліків на сьогодні забагато. Успіхи обумовлені зусиллями працюючих, а недоліки - об'єктивними чи суб'єктивними факторами. Ці фактори відображають - як в суспільстві в цілому, так і в автосервісі як складовій соціально-економічній системі суспільства - реальний стан та співвідношення кожного з факторів. В цілому складається ситуація, коли сукупність факторів та стан кожного з них скоріш є обмежуваними, а не таким, що сприяють розвитку автосервісу [4].

Постійне зростання автомобільного парку зумовило збільшення виробничих потужностей, тобто привело до збільшення кількості підприємств автосервісу. Одночасно збільшуються вимоги клієнтів. Тобто клієнти сервісних підприємств надають перевагу тим учасникам ринку, які пропонують необхідні послуги та забезпечують високу якість їх виконання, відповідно до світових стандартів [5].

В сучасних умовах не завжди є доцільним створювати на кожному сервісному підприємстві всю номенклатуру виробничих підрозділів з виконання усіх видів робіт з обслуговування та ремонту транспортних засобів. Це потребує значних капітальних вкладень та витрат, внаслідок чого збільшується собівартість перевезень та зменшується конкурентоспроможність підприємства на ринку транспортних і сервісних послуг [6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В опублікованій літературі питання показників ефективності сервісних підприємств слабо висвітлені з тієї причини, що вони не є актуальними за умов розвитку СП як бізнесу без будь-якого аналізу його впливу на ефективність економіки чи соціального стану суспільства. В достатній мірі розроблені та висвітлені в літературі лише питання оцінки ефективності діяльності СП. Багато робіт присвячено конкурентоздатності бізнесу, залученню клієнтів та оцінці рівня їх задоволеності, витратам на діяльність автосервісу та забезпечення його прибутковості. Що ж стосується оцінки автосервісу як соціально-економічної системи та забезпечення його ефективності з погляду якості життя людей, то цьому питанню не приділяється належної уваги [7].

В Україні, незважаючи на економічні кризи спостерігається поступове збільшення обсягів перевезень пасажирів, експедиційних послуг і послуг у сфері ТО і Р



АТЗ, які надаються організаціями, що спеціалізуються виключно на даних видах діяльності. Зазначену ситуацію до певної міри можна розглядати як об'єктивний процес, що також відповідає загальній тенденції, яка в останні десятиліття простежується в світовій економіці – економічні організації різних галузей економіки прагнуть підвищити свою конкурентоспроможність, концентруючись на основному виді діяльності [8].

Досліджуючи досвід становлення і розвитку виробничих структур автомобільного транспорту, які забезпечують відповідні види діяльності, можна дійти висновку, що поєднання останніх не є єдино прийнятним. Значна частка виробничих структур автомобільного транспорту займається лише одним видом діяльності, передаючи інші до виконання стороннім суб'єктам господарювання. Разом з тим, ряд організацій поєднують ці види діяльності в певних поєднаннях на умовах основних або допоміжних [1, 9].

Функції сучасних СП стали визначальними щодо можливих стратегічних напрямків його подальшого розвитку при переході до ринкових відносин. Структурні підрозділи СП, які опікувались основними та допоміжними видами діяльності, в багатьох випадках трансформувались в стратегічні бізнес-одиниці або самостійні спеціалізовані підприємства [10].

У результаті є звичайно значна незбалансованість між наявним парком автотранспортних засобів і потребою в його сервісному обслуговуванні за регіонами. Найбільша напруженість виникає в «молодих» окраїнних районах міста, де існує значна потреба в наявності автомобільного транспорту, що зв'язує периферійні території із центром, а приріст потужностей сервісного обслуговування традиційно відстає від цих потреб. У зв'язку із цим виникає завдання виявлення та подолання диспропорцій у розвитку міського автотранспортного господарства [11].

**Формулювання цілей статті.** Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи сервісних підприємств за рахунок багатопараметричної оптимізації залежності параметрів їх ефективності від факторів функціонування сервісного виробництва та встановлення довірчих інтервалів незалежних змінних.

#### **Виклад основного матеріалу.**

**Алгоритм багатопараметричної оптимізації виробництва з технічного обслуговування і ремонту автомобілів.** Задачі оптимізації СМО з змішаними задачами з дискретними і безперервними змінними (до яких, зокрема, відноситься система технічного обслуговування і ремонту), є найбільш важкими для дослідження.

Метод Бокса-Уілсона це метод оптимізації активного експерименту шляхом сходження параметрів оптимізації до оптимуму, суть якого полягає в наступному: рух у напрямі градієнта за наявності лінійного рівняння моделі здійснюється із центра експерименту послідовними кроками.

Метод Бокса-Уілсона [12] припускає формування дробового факторного експерименту (ДФЕ) для побудови за допомогою методу регресійного аналізу лінійної залежності цільового функціоналу від варійованих змінних.

Припустимо  $X_1^{(0)}, X_2^{(0)}, \dots, X_n^{(0)}$  – значення варійованих змінних у точці  $\bar{X}^{(0)}$  (у нашому випадку – параметри, що впливають на порядок вибірки на обслуговування);  $\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_n$  – змінення змінних. Виконаємо моделювання в кожній точці  $X_1^{(0)}, X_2^{(0)}, \dots, X_n^{(0)} \pm \Delta X_1^{(0)}, \dots, X_n^{(0)}$ , де  $i = 1, 2, \dots, n$ , що дає  $2n$  значень цільового функціоналу. Матриця експерименту приведена в таблиці 1.

Таким чином, моделювання виконується при почерговій зміні кожного варійованого параметра  $\pm \Delta X$ . У цьому складається основна відмінність від методу Бокса-Уілсона, у якому матриця експерименту містить  $n$  рядків з причини використання ДФЕ.

Таблиця 1 - Матриця експерименту

№	$X_1$	$X_2$	$X_3$	.....	$X_n$	$C$
1	$X_1^{(1)}$	$X_2^{(1)}$	$X_3^{(1)}$	.....	$X_n^{(1)}$	$C_1$
2	$X_1^{(2)}$	$X_2^{(2)}$	$X_3^{(2)}$	.....	$X_n^{(2)}$	$C_2$
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
$2n-1$	$X_1^{(2n-1)}$	$X_2^{(2n-1)}$	$X_3^{(2n-1)}$	.....	$X_n^{(2n-1)} + \Delta Y_n$	$C_{2n-1}$
$2n$	$X_1^{(2n)}$	$X_2^{(2n)}$	$X_3^{(2n)}$	.....	$X_n^{(2n)} - \Delta Y_n$	$C_{2n}$

Те, що матриця експерименту містить  $2n$  - рядків, обумовлює необхідність використання методів регресійного аналізу в повному обсязі для побудови рівняння лінійної регресії.

Градієнт обчислюється за формулою

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \text{grad}C = \frac{\partial C}{\partial X_1} \bar{l}_1 + \frac{\partial C}{\partial X_2} \bar{l}_2 + \dots + \frac{\partial C}{\partial X_n} \bar{l}_n, \rightarrow \rightarrow (1)$$

де  $\rightarrow \bar{l}_j, j = 1, n$  напрямний вектор координат осі  $X_j$ .

Для обчислення градієнта за результатами моделювання будується залежність - лінійне рівняння регресії:

$$\rightarrow \rightarrow \hat{C} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_n \cdot X_n; \rightarrow \rightarrow (2)$$

де  $\rightarrow b_j, j = \overline{0, n}$  - коефіцієнти рівняння регресії;

$\hat{C}$  - розрахункове значення цільового функціонала.

Коефіцієнт рівняння регресії знаходимо методом найменших квадратів:

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \sum_{i=1}^{2n} \left( C_i - b_0 - \sum_{j=1}^n b_j X_{ij} \right)^2 \rightarrow \min \rightarrow \rightarrow (3)$$

Умови мінімального значення рівняння:

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \frac{\partial}{\partial b_j} \sum_{i=1}^{2n} \left( C_i - b_0 - \sum_{j=1}^n b_j X_{ij} \right)^2 = 0 \rightarrow \rightarrow \rightarrow (4)$$

Диференціюючи, одержуємо систему нормальних рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} N \cdot b_0 + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in} = \sum_{i=1}^{2n} C_i, \\ b_0 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1}^2 + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} \cdot X_{i1} + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in} \cdot X_{i1} = \sum_{i=1}^{2n} C_i \cdot X_{i1}, \\ b_0 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} \cdot X_{i2} + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2}^2 + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in} \cdot X_{i2} = \sum_{i=1}^{2n} C_i \cdot X_{i2}, \rightarrow (5) \\ \dots \dots \dots \\ b_0 \sum_{i=1}^{2n} X_{in} + b_1 \sum_{i=1}^{2n} X_{i1} \cdot X_{in} + b_2 \sum_{i=1}^{2n} X_{i2} \cdot X_{in} + \dots + b_n \sum_{i=1}^{2n} X_{in}^2 = \sum_{i=1}^{2n} C_i \cdot X_{in}. \end{array} \right.$$

Для перевірки статичної значимості обчислюється розрахункове значення  $t$  – критерію Стюдента:

$$t_j = \frac{|b_j|}{S \cdot b_j^2}, j = \overline{1, n}, \quad (6)$$

де  $S \cdot b_j^2$  – вибіркові дисперсії коефіцієнтів  $b_j$ , обчислених як добуток діагональних елементів матриці зворотній матриці нормальної системи рівнянь, і квадратного кореня з дисперсії неадекватності цільового функціонала  $S_{ag}^2$ , обчислюється за формулою:

$$S_{ag}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{2n} (C_i - \hat{C}_i)^2}{(n-1)} \quad (7)$$

Звертання матриці коефіцієнтів нормальної системи рівнянь (5) може бути виконане з використанням одного з чисельних методів, у даному випадку методу Гауса, що дає одночасно і значення визначника.

Якщо хоча б один коефіцієнт рівняння (2) для  $(j \geq 1)$  відмінний від нуля, здійснюється перехід до нової точки в просторі варійованих змінних  $X$  відповідно до алгоритму градієнтного пошуку.

Обчислюється модуль градієнта:

$$|gradC| = \sqrt{\sum_{j=1}^n b_j^2} \quad (8)$$

Якщо  $|gradC| = 0$ , що має місце при статичній значимості всіх коефіцієнтів рівняння регресії, тоді процедура пошуку припиняється. У іншому випадку робиться крок у зворотному напрямку градієнта:

$$X_j = X_j - \alpha \cdot b_j / |gradC|, \quad (9)$$

де  $\alpha$  – параметр робочого кроку.

**Оптимізація показників функціонування виробничих процесів сервісних підприємств з урахуванням ефективності.** Для дослідження впливу рівня механізації на показники функціонування технічного обслуговування і ремонту необхідно визначити ступінь вплив механізації на трудомісткість ремонтних робіт [12].

У цьому випадку характерними показниками є:

- ступінь механізації визначається за формулою:

$$C = \frac{T_m}{T_0} \cdot 100\% \quad (10)$$

- рівень механізації, що оцінює пристосованість рухомого складу до застосування механізованого устаткування

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow Y = \frac{\sum_{i=1}^n z_i \cdot n_i}{z_{\max} \cdot N} \cdot 100\%, \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow (11)$$

де:  $T_m$  - сумарна трудомісткість механізованих операцій виробничого процесу, люд.-год.;

$T_0$  - загальна трудомісткість виробничого процесу, люд.-год.;

$z_i$  - ланковість устаткування, застосовуваного в  $i$ -тій операції;

$n_i$  - кількість операцій з використанням устаткування ланки  $Z$ ;

$z_{\max}$  - максимальна ланковість устаткування,  $z_{\max} = 4$ ;

$N$  - загальна кількість операцій виробничого процесу.

Для найбільш представницьких моделей рухомого складу і застосовуваного в цих процесах устаткування ці показники визначаються:

- ступінь механізації

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow C_{\text{мт}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{A_i} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = 100\%, \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow (12)$$

- рівень механізації:

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow Y_{\text{мт}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_{A_i} \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \cdot 100\%, \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow (13)$$

де  $C_{A_j}, Y_{A_j}$  - ступінь і рівень механізації по  $j$ -тому типу рухомого складу;

$A_j$  - облікова кількість рухомого складу  $j$ -того типу.

Результати розрахунку, проведені для зони ПР ТОВ «Паритет-СП» м. Дніпро, наведені у таблиці 2.

Отримані результати оброблялися з використанням кореляційно-регресійного аналізу. Перевірка моделей за критерієм Фішера показала, що найбільше наближення виходить при апроксимації наявних даних рівнянням регресії виду

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow y = a_0 + \frac{a_1}{x} \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow (14)$$

де  $y$  - теоретичне значення відповідної залежної змінної - питомого показника;

$a_0, a_1$  - коефіцієнти рівняння регресії (табл. 3);

$x$  - значення незалежною змінною - кількість робітників зони ПР в одну зміну.

Таблиця 2 - Результати розрахунку показників рівня механізації ТОВ «Паритет-СП» м. Дніпро

Моделі автомобілів	Кількість механізованих операцій, од.	Загальна кількість операцій, од.	Трудомісткість механізованих операцій, люд-хв	Загальна трудомісткість, люд-хв	Ступінь механізації, %	Рівень механізації, %	В цілому по ТОВ «Паритет-СП»	
							Ступінь механізації, %	Рівень механізації, %
ГАЗ	47	257	134,2	1549,2	8,6	6,9	9,6	10,5
Зил	55	293	194,7	1871,4	10,4	11,9		
КамАЗ	53	459	176,5	1944,5	9,1	7,3		
КрАЗ	43	429	183,5	2138,2	8,6	9,2		
МАЗ	60	436	195,4	1895,4	10,3	11,2		
Renault	95	682	287,9	2208,6	13,0	10,2		

Таблиця 3 - Залежність питомих показників механізації від потужності виробництва

Показники кореляційно-регресійного аналізу		Питома вартість технологічного устаткування				Питома площа, м <sup>2</sup> /люд		
		Універсальні пости при рівні механізації робіт-ПР				Спеціалізовані пости	Спеціальні пости	Універсальні пости
		5	10	15	20			
Коефіцієнти рівняння регресії	$a_0$	422,3	1008,1	1676,0	2398,2	2042,3	68,7	77,3
	$a_1$	1443,8	3188,1	5273,0	7587,3	14921	225,4	244,4
Коефіцієнт кореляції		0,93	0,92	0,92	0,93	0,87	0,71	0,93

Ефективне технологічне оснащення постів поточного ремонту передбачає впровадження засобів механізації, автоматизації і роботизації виробництва. У цьому зв'язку стосовно до штатного оснащення постів-ПР особливої уваги і впровадження в практику виробництва заслуговують механізовані технологічні комплекси на спеціалізованих постах по заміні і поточному ремонту двигунів (ОН-280), агрегатів і вузлів ходової частини канавного типу (ОН-275, ОН-302) і на підйомниках (ОН-192А, ОН-192Б, ОН-269).

Пости моделей ОН-280, ОН-229, ОН-269 для заміни двигунів, зчеплення і коробки передач автомобілів ГАЗ, Зил і МАЗ створюються на оглядовій канаві зі стаціонарною естакадою висотою 600 мм, що забезпечує виконання робіт у трьох рівнях.

Високою продуктивністю, безпекою і зручними умовами праці з заміни агрегатів має підлоговий стаціонарний пост моделі ОН-192. Вивішування автомобіля на посту виконується шестистяковим підйомником із двома поперечними балками. Можливість переміщення розрізної балки забезпечує універсальність поста при поточному ремонті автомобілів різних моделей. Однак використання постів моделі ОН-192 для тривісних автомобілів пов'язано з підвищеною небезпекою виконання робіт у зв'язку з провисанням і перекосом заднього ходового візка. Їхнє застосування краще на універсальних робочих постах.

Підлоговий спеціальний пост моделі ОН-192 може впроваджуватися як замість канавного поста моделі ПУМ-1, так і в доповненні до нього. При використанні в



сукупності з постом ПУМ-1 пост ОН-192 завантажується, насамперед, тими роботами, на яких його продуктивність значно вище, а саме, по заміні коробок передач і зчеплення.

Спеціалізований пост моделі ОН-202 призначений для механізованої заміни переднього, середнього і заднього мостів, візка в зборі, редукторів ведучих мостів, коробок передач і зчеплення великовантажних автомобілів КамАЗ, КрАЗ, МАЗ. Цей пост монтується на тупиковій оглядовій канаві з манежною частиною. Основне устаткування поста включає бічні підйомники, П-подібну балку і самохідний візок. Бічні підйомники консольного типу мають хід на глибину канави і служать для опускання та підйому переднього, середнього і заднього мостів, а також знімального пристосування з надставкою для коробки чи передач роздавальної коробки при їхньому знятті й встановленні.

**Визначення й аналіз показників виробничих процесів сервісних підприємств.** Для груп факторів, визначених за результатами експертного опитування, визначалися залежності нижчеподаних критеріальних показників від досліджуваних факторів: прибутку від виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів та часу перебування автомобілів у несправному стані.

При аналізі аналітичних моделей, що описують процес функціонування сервісних підприємств, як позначення були прийняті [13]:

$T$  - час перебування автомобілів у несправному стані;

$\Pi$  - прибуток від виробництва технічне обслуговування і ремонт автомобілів;

$x_1$  - рівень спеціалізації виробництва;

$x_2$  - рівень механізації виробництва;

$x_3$  - ступінь забезпеченості виробництва оборотним фондом агрегатів;

$x_4$  - ступінь використання технологічного устаткування;

$x_5$  - кваліфікація ремонтно-обслуговуючого персоналу.

Це дозволило представити зазначені моделі в наступному виді:

$$\begin{aligned} T &= a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4 + a_5 \cdot x_5 \\ \Pi &= c_0 + c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + c_3 \cdot x_3 + c_4 \cdot x_4 + c_5 \cdot x_5 \end{aligned} \quad (15)$$

Перевірка значимості коефіцієнта регресії в побудованих моделях (табл. 4) підтвердила вагомість кожного коефіцієнта регресії.

Таблиця 4. - Перевірка математичних моделей на адекватність при рівні значимості

Річний обсяг робіт з ТО і ремонту автомобілів СП	Розрахункова величина критерію Фішера $F_{розр}$	Таблична величина критерію Фішера $F_{табл}$	Коефіцієнт множинної кореляції R
Моделі дослідження часу перебування автомобілів у несправному стані			
	10,540	5,81	0,951
Моделі дослідження прибутку від виробництва ТО і Р автомобілів			
	16,515	5,81	0,969

Отримане для кожної моделі значення коефіцієнта множинної кореляції (табл. 4) свідчить про досить тісний зв'язок між критеріальними показниками і всією сукупністю факторів.

Принциповою, відмінною рисою отриманих залежностей (рис. 1 – рис. 4) є те, що кожна із залежностей, що описує вплив окремого фактору на критерій ефективності, отримана при спільному впливі інших п'яти факторів.

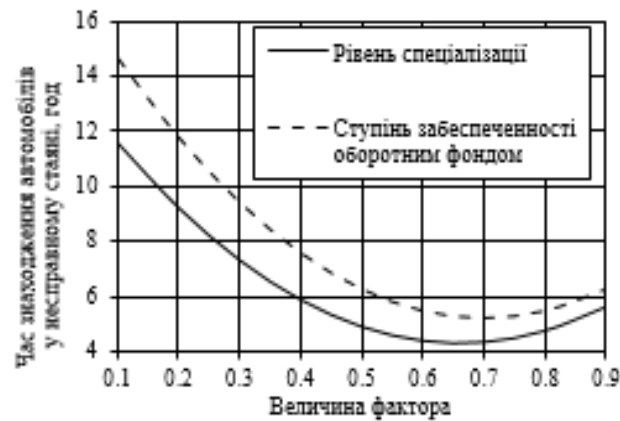


Рис. 1. Зміна часу знаходження автомобілів у несправному стані в залежності від рівня спеціалізації та ступеня забезпеченості оборотним фондом

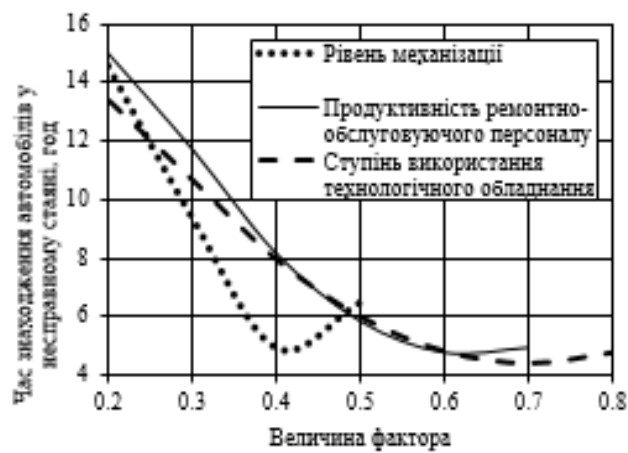


Рис. 2. Зміна часу знаходження автомобілів у несправному стані в залежності від рівня механізації, продуктивності ремонтно-обслуговуючого персоналу та ступеня використання технологічного обладнання

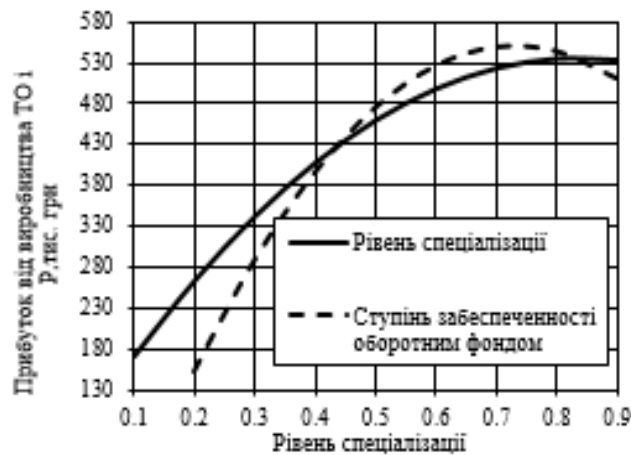


Рис. 3. Зміна прибутку від виробництва ТО і Р в залежності від рівня спеціалізації та ступеня забезпеченості оборотним фондом

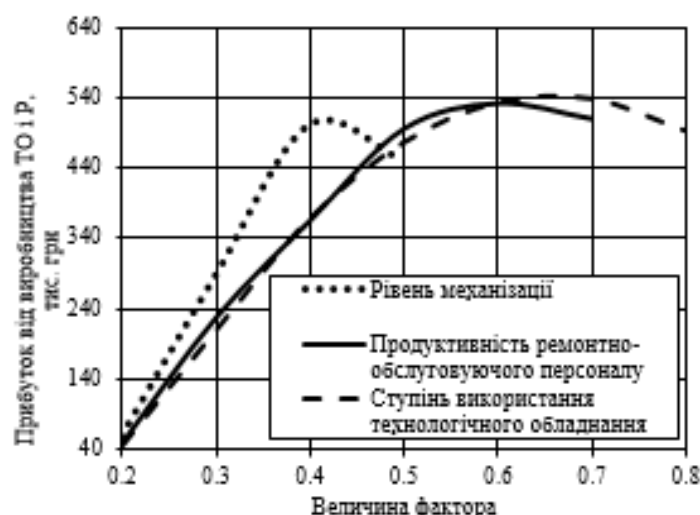


Рис. 4. - Зміна прибутку від виробництва ТО і Р в залежності від рівня механізації, продуктивності ремонтно-обслуговуючого персоналу та ступеня використання технологічного обладнання

Оптимальні значення розглянутих факторів (табл. 5) відповідають тим точкам, у яких:

1. - час знаходження автомобілів в несправному стані приймає мінімальні значення;
2. - прибуток від виробництва то і ремонту автомобілів максимальні значення.

Таблиця 5. - Оптимальні значення факторів, які визначають ефективність виробництва сервісних підприємств

Фактори	Чисельна значення інтервалу фактору
При мінімумі часу знаходження автомобілів в несправному стані	
- ступінь спеціалізації	0,55-0,75
- рівень механізації	0,49-0,58
- ступінь забезпеченості оборотним фондом	0,61-0,78
- продуктивність ремонтно-обслуговуючого персоналу	0,78-0,89
- ступінь використання технологічного обладнання	0,62-0,79
При максимумі прибутку від виробництва то і ремонту автомобілів	
- ступінь спеціалізації	0,75-0,90
- рівень механізації	0,51-0,61
- ступінь забезпеченості оборотним фондом	0,62-0,80
- продуктивність ремонтно-обслуговуючого персоналу	0,78-0,88
- ступінь використання технологічного обладнання	0,58-0,74

Аналізуючи апроксимуючі залежності впливу факторів на параметри ефективності виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів впливає, що параметри ефективності поліпшуються не на всьому діапазоні фактору, а до визначеної межі величини (табл. 5).

**Висновки.** Розроблена економіко-математична модель багатопараметричної оптимізації виробничих процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів.



дозволяє враховувати пріоритети при перевезеннях і обслуговуванні, вибрати раціональні значення показників роботи технічної служби сервісних підприємств, максимально задовольняти клієнтів у послугах з технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Досліджено вплив раніше обґрунтованих виробничих факторів таких як: рівня спеціалізації і механізації, ступеня забезпеченості оборотним фондом і використання технологічного устаткування, продуктивності праці ремонтно-обслуговуючого персоналу на показники ефективності функціонування виробництва технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів.

Інтенсивність зміни параметрів ефективності таких як: часу перебування автомобілів у несправному стані, прибутку від виробництва то і ремонту від виробничих факторів зменшується зі збільшенням обсягу робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

Збільшення параметрів ефективності виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів спостерігається не у всьому діапазоні зміни факторів, а до визначеної величини.

### Список літератури

1. → Андрусенко С.І. Організація технічної експлуатації автомобілів в Україні за сучасних умов. / С.І. Андрусенко, О.С. Бугайчук // Вісник НТУ. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – Вип. 1 (34). – К.: НТУ, 2016. – С. 12-20.
2. → Березняцький В.В. Оптимізація часу простою автомобілів у ремонті і обслуговуванні за рахунок удосконалення оперативного планування виконання цих робіт. / В.В. Березняцький // Вісник НТУ. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 1 (34). – С. 56-59.
3. → Марков О.Д. Оптимізація виробничої структури автосервісу. / О.Д. Марков, А.В. Ковальов, А.П. Скиба, О.О. Приз // Вісник НТУ. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 1 (34). – С. 274-254.
4. → Марков О.Д. Фактори розвитку автосервісу. / О.Д. Марков // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2018. – Вип. 1 (40). – С. 203-214.
5. → Тарандушка Л.А. Ранжування номенклатури послуг для автосервісних підприємств. / Л.А. Тарандушка, В.В. Яновський // Вісник НТУ. Серія «Технічні науки». – Київ: НТУ, 2018. – Вип. 3 (42). – С. 146–153.
6. → Савін Ю.Х. Доцільність створення виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту автомобілів. / Ю.Х. Савін, М.В. Митко // Вісник НТУ. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 1 (34). – С. 424-429.
7. → Марков О.Д. Обслуговування клієнтів автосервісу: навчальний посібник. / О.Д. Марков, Н.В. Веретельникова. – К.: Видавництво Каравела, 2015. – 263 с.
8. → Марков О.Д. Проблеми управління підприємствами автосервісу. / О.Д. Марков, О.С. Рудковський, С.М. Лемешинський // Вісник Хмельницького національного університету. № 2(223). – Технічні науки 2015.
9. → Сахно В.П. Форми організації моніторингу технічного стану транспортних засобів. / В.П. Сахно, Д.О. Свостін-Косак // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 37, с. 373-380.
10. → Андрусенко С.І. Моделювання бізнес-процесів підприємства автосервісу. – монографія. / С.І. Андрусенко, О.С. Бугайчук. – К.: Кафедра, 2014. – 328 с.
11. → Лудченко О.А. Управління якістю технічного обслуговування автомобілів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О.А. Лудченко, Я.О. Лудченко, В.В. Чередиш; за ред. О.А. Лудченка. – К.: Ун-т "Україна", 2012. – 327 с.
12. → Субочев О.І. Підвищення ефективності автосервісних підприємств на основі пріоритетів транспортного процесу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук.: спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / О.І. Субочев. – Київ, 2001. – 20, [1] с.
13. → Погорелов М.Г. Оптимізація показників функціонування автосервісних підприємств з урахуванням факторів пріоритетності. / М.Г. Погорелов, О.М. Ларін, О.І. Субочев // Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля / СХУ ім. Володимира Даля. – Луганськ, 2011. – № 6(120). – С. 78–84.

## Referencis

1. → Andrusenko S.I., Bugajchuk O.S. (2016) Organizaciya tekhnichnoi ekspluatatsii avtomobiliv v Ukraini za suchasniy umov. [Organization of technical exploitation of automobiles in Ukraine for crazy minds] // *Visnik NTU. Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tekhnichnij zbirnik.* – K.: NTU, – Vol. 1 (34), 12-20 [in Ukrainian].
2. → Bereznyac'kij V.V. (2016) Optimizaciya chasu prostoyu avtomobiliv u remont i obslugovuvanni za rahunok udoskonalennya operativnogo planuvannya vikonannya cih robot. [Optimization of the downtime of cars for repairs and maintenance for repairs. Improved operational plan] *Visnik NTU. Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tekhnichnij zbirnik.* – K.: NTU, – Vol. 1 (34), 56-59. [in Ukrainian]
3. → Markov O.D., Koval'ov A.P., Skiba, O.O. (2016) Optimizaciya virobnichoi strukturi avtoservisu. [Optimization of the production structure of car service] *Visnik NTU. Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tekhnichnij zbirnik.* – K.: NTU, – Vol. 1 (34), 274-254 [in Ukrainian].
4. → Markov O.D. (2018) Faktori rozvitku avtoservisu. [Development factor for car service] *Visnik Nacional'nogo transportnogo universitetu. Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tekhnichnij zbirnik.* – K.: NTU, – Vol. 1 (40), 203-214.
5. → Tarandushka L.A., Yanovskij V.V. (2018) Ranzhuvannya nomenklaturi poslug dlya avtoservisnih pidpriemstv. [Ranking of the nomenclature of services for car service enterprises] *Visnik NTU. Seriya «Tekhnichni nauki». – K.: NTU, – Vol. 3 (42), 146–153.*
6. → Savin Y.H., Mitko M.V. (2016) Docil'nist' stvorenniya virobnichih pidrozdiliv z obslugovuvannya ta remontu avtomobiliv. [Associativity in the field of robberies for servicing and repair of cars] *Visnik NTU. Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tekhnichnij zbirnik.* – K.: NTU, – Vol. 1 (34), 424-429.
7. → Markov O.D., Veretel'nikova N.V. (2015). Obslugovuvannya klientiv avtoservisu. [Servicing a car repair service]. *Navchal'nij posibnik. K.: Vidavnicтво Karavela* [in Ukrainian].
8. → Markov O.D., Rudkovskij, S.M. (2015). Problemi upravlinnya pidpriemstvami avtoservisu. [Problems of car service management]. *Lemeshtsin'kij. Visnik. Hmel'nic'kogo nacional'nogo universitetu. Tekhnichni nauki.* Vol. 2(223). [in Ukrainian].
9. → Sahno V.P., Svostin-Kosyak D.O. (2017). Formi organizacii monitoringu tekhnichnogo stanu transportnih zasobiv. [Form the organization of monitoring the technical camp of transport concerns]. *Visnik Nacional'nogo transportnogo universitetu. Seriya «Tekhnichni nauki». Naukovo-tekhnichnij zbirnik.* – K.: NTU, – Vol. 37, 373-380. [in Ukrainian].
10. → Andrusenko S.I., Bugajchuk O. S. (2014). Modelyuvannya biznes-procesiv pidpriemstva avtoservisu. [Model of business processes for car service]. *Monografiya. K.: Kafedra* [in Ukrainian].
11. → Ludchenko O.A. Upravlinnya yakistyu tekhnichnogo obslugovuvannya avtomobiliv: navch. posib. dlya stud. vishch. navch. zakl. / O.A. Ludchenko, YA.O. Ludchenko, V.V. Cherednik; za red. O.A. Ludchenka. – K.: Un-t "Ukraina", 2012. – 327 p. [in Ukrainian].
12. → Subochev O.I. (2001) Pidvishchennya efektyvnosti avtoservisnih pidpriemstv na osnovi prioritetiv transportnogo procesu. [Efficiency improvement of vehicle care enterprises on the transport process priorities basis]: avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. nekhn. nauk.: Spec. 05.22.20 «Tekspluatatsiya ta remont zasobiv transportu» – Kiiv, 2001. – 20 p. [in Ukrainian].
13. → Pogorelov M.G., Larin O.M., Subochev O.I. (2011) Optimizaciya pokaznikov funkcionuvannya avtoservisnih pidpriemstv z urahuvannyam faktoriv prioritetnosti. [Optimization of performance indicators of car service enterprises taking into account priority factors] *Visnik Shkhidnoukrains'kogo nacional'nogo universitetu imeni Volodimira Dalja, SNU im. Volodimira Dalja.* – Lugans'k, 2011. – Vol. 6(120). 78–84 [in Ukrainian].

**Olexander Subochev, Assoc. Prof., PhD in Tech. Sciences, Denis Bilyi, student**

*Dnipro State University of Agriculture and Economics, Dnipro, Ukraine*

**Olexander Sichko, Assoc. Prof., PhD in Tech. Sciences,**

*National Transport University, Kyiv, Ukraine*

### Improving the efficiency of the production and technical base of service enterprises

The formation of a fractional factorial experiment for construction using the method of regression analysis of the linear dependence of the target functional on the variables is proposed. The tasks of optimizing queuing systems with discrete variables and mixed tasks with discrete and continuous variables (which, in particular, includes the system of maintenance and repair of machines) are the most difficult.

An experimental matrix is constructed, which consists in modeling the technological process of service enterprises, determining the variables in all values of the objective functional. The matrix of the experiment contains a significant number of lines, necessitates the use of regression analysis in full amount to construct a linear regression equation. The inversion of the coefficients matrix of the equations normal system is solved using

the numerical Gaussian method, which also gives the value of the determinant.

It is proposed to study the influence of the level of mechanization on the performance of maintenance and repair, it is necessary to determine the degree of influence of mechanization on the complexity of repair work.

The degree and level of technological processes mechanization of maintenance and repair for each type of car and in general for the existing cargo service enterprise is calculated.

The processing extensive evidence effect using correlation-regression analysis is obtained. Evaluation models by Fisher's criterion showed that the greatest approximation is obtained by approximating the available data by the regression equation.

It is established that the effective technological equipment of current repair posts involves the introduction of mechanization, automation and robotics of production. In this regard, in relation to the standard equipment of current repair stations special attention and implementation in production practice deserve mechanized technological complexes at specialized posts for replacement and current repair of engines, units and units of the chassis of the ditch type and lifts.

The dependences of the criterion indicators of profit from the production of maintenance and repair of cars and the cars stay time in defective condition from the studied factors are determined. The principal distinguishing feature of the obtained dependences is that each of the dependences describing the influence of a single factor on the criterion of efficiency is obtained under the combined influence of the other five factors.

The optimal values of the studied factors are obtained, both for the maximum profit from the production of maintenance and repair of cars and for the minimum time of the cars in a faulty condition. Analyzing the approximate dependences of the influence of factors on the parameters of the efficiency of maintenance and repair of cars, it follows that the efficiency parameters do not improve over the entire range of the factor, but to a certain value.

service enterprise, experiment matrix, investigated factors, optimal value