

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

## Пояснювальна записка

до дипломної роботи  
освітнього ступеня «Магістр»  
на тему:

Оптимізація використання робочих потужностей підприємств  
технічного сервісу

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМз-2-20

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ (підпис)

Казбеков А.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Субочев О.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Бас К.М.

(прізвище та ініціали)

Дніпро  
2021

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

Освітній ступінь «Магістр»  
 Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
 «Експлуатація машинно –  
 тракторного парку», доцент

О.Д. Деркач

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
 НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Казбекова Артема Ростиславовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Оптимізація використання робочих потужностей  
підприємств технічного сервісу

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

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

затверджені наказом ДДАЕУ від « 17 » листопада 2021 р. № 3539

2. Термін подання студентом проекту « 1 » грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: Аналіз сучасних умов діяльності підприємств  
технічного сервісу. Розподіл підприємств технічного сервісу м. Дніпро за  
видами робіт. Дослідження оптимізації потужності підприємств  
технічного сервісу. Підвищення оптимальності функціонування  
підприємств. Методологія вибору математичних моделей процесів  
технічного сервісу.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз існуючих методів управління виробництвом та підвищення  
ефективності дилерських сервісних підприємств. Теоретичні дослідження  
базових математичних моделей теорії масового обслуговування. Розробка  
методики експериментальних досліджень та моделювання виробничих

*процесів технічного сервіс. Оптимізація виробничих процесів підприємств  
технічного сервісу.*

---

5. Перелік демонстраційного матеріалу Мета дипломної роботи, задачі, об'єкт дослідження, предмет дослідження. Аналіз сучасних умов діяльності підприємств технічного сервісу. Вибір методів оптимізації потужності підприємств технічного сервісу. Вибір методів досліджень теорії масового обслуговування на дилерських сервісних підприємствах. Загальний алгоритм моделювання функціонування підприємств технічного. Алгоритм розрахунку показників ПТС при різних формах організації. Методика визначення оптимального рівня використання потужності підприємств технічного сервісу

#### 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 « 28 » вересня 2021 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз існуючих методів управління виробництвом та підвищення ефективності підприємств технічного сервісу	28.09 – 8.10.21	
2	Теоретичні дослідження базових математичних моделей теорії масового обслуговування	9.10 – 20.10.21	
3	Розробка методики експериментальних досліджень та моделювання роботи підприємств технічного сервісу	21.10 – 03.11.21	
4	Методика визначення оптимального рівня використання потужності підприємств технічного сервісу	04.11 – 11.11.21	
5	Охорона праці та захист в надзвичайних ситуаціях	21.11 – 30.11.21	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Казбеков А.Р.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_

Субочев О.І.

\_\_\_\_\_

(підпис)

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Казбеков А.Р. Оптимізація використання робочих потужностей підприємств технічного сервісу / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Рослинництво»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2012. – 96 с.

**Предметом дослідження** є основні закономірності впливу факторів зовнішнього і внутрішнього середовища на показники функціонування ПТС, аналітичні та імітаційні моделі функціонування підприємств технічного сервісу.

**Об'єктом досліджень** підприємства технічного сервісу, розташовані в Дніпрі.

**Мета дипломної роботи** є розробка методики оптимального використання потужності підприємств технічного сервісу.

Розроблені алгоритми імітаційного моделювання дозволяють сформулювати нестационарні вхідні потоки заявок з виявленими циклічність, визначити показники функціонування ПТС при різних рівнях конкуренції і формах організації праці з достатньою для інженерних розрахунків достовірністю.

При реалізації розроблених імітаційних моделей можуть бути використані різні мови програмування, що підвищує цінність запропонованих алгоритмів.

Для визначення оптимального резерву потужності діючих підприємств необхідно керуватися економічною доцільністю зміни пропускну здатності виходячи зі співвідношення інтенсивності вхідного потоку, середньої ціни обслуговування одного автомобіля і поточних витрат підприємства на утримання матеріальних і трудових ресурсів.

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 MathType, редактор таблиць MS Excel, програмний продукт АBBYY FineReader (робота зі сканером).

ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС, МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ, РОБОЧІ  
ПОТУЖНОСТІ, ТЕОРІЯ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ,  
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, МОДЕЛЮВАННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ  
ВИКОРИСТАННЯ ПОТУЖНОСТЕЙ

Публікація: Субочев О.І. Оптимізація використання робочих потужностей підприємств технічного сервісу / О.І. Субочев, О.Є. Січко, А.Р. Казбеков // Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет - конференції

(Мелітополь, 01-26 листопада 2021 р.) / . -Мелітополь: ТДАТУ, 2021. – С. 461 – 464.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>		9
<b>1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ</b>		10
1.1	Аналіз сучасних умов діяльності підприємств технічного сервісу	10
1.2.	Дослідження оптимізації потужності підприємств технічного сервісу	16
1.3.	Підвищення оптимальності функціонування підприємств техсервісу	20
1.4.	Висновки за першим розділом	24
1.5.	Обґрунтування теми дипломної роботи	24
<b>2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БАЗОВИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ</b>		26
2.1	Вибір методів досліджень теорії масового обслуговування на підприємствах технічного сервісу	26
2.2.	Випадковий процес загибелі і розмноження в теорії масового обслуговування	27
2.3.	Різновиди застосованих математичних моделей масового обслуговування	29
2.4.	Математичні моделі формування та функціонування технічного підприємств сервісу	33
2.5.	Критерії оптимальності при використанні потужності технічного сервісу	35
2.6.	Висновки за другим розділом	39
<b>3 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ</b>		41
3.1.	Вибір об'єкта та збір даних експериментальних досліджень	41
3.2	Аналіз формування потоків заявок на обслуговування і відновлення працездатності автомобілів технічним сервісом	42
3.3.	Загальний алгоритм моделювання функціонування підприємств	48

технічного сервісу	
3.4. Формування нестаціонарних випадкових потоків заявок	51
3.5. Алгоритм розрахунку показників ПТС при різних формах організації праці	54
3.6. Висновки за третім розділом	57
<b>4 ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ</b>	<b>59</b>
4.1. Організація і проведення аналізу виробництва підприємств технічного сервісу	59
4.2. Результати моделювання роботи підприємств технічного сервісу	62
4.3. Методика визначення оптимального рівня використання потужності підприємств технічного сервісу	70
4.4. Висновки за четвертим розділом	72
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	<b>75</b>
5.1. Аналіз стану охорони праці на ТОВ «Паритет-СП»	75
5.2. Аналіз і характеристика основних виробничих шкідливостей і небезпечностей на підприємстві технічного сервісу	75
5.3. Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників від дії вказаних вами вище шкідливих та небезпечних факторів	77
5.4. Правила безпечного виконання агрегатних робіт	79
5.5. Розрахунок заземлення устаткування агрегатної ділянки	80
5.6. Висновок за п'ятим розділом	82
<b>6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА</b>	<b>83</b>
6.1 Забезпеченість СП основними засобами виробництва	83
6.2 Визначення річних поточних витрат функціонування підприємства	85
6.2.1 Витрати на ресурси, що використовуються у процесі експлуатації устаткування, виробничих та адміністративних приміщень	85
6.3. Розрахунок фонду заробітної платні працівників СП	87
6.4 Сумарні експлуатаційні витрати	90
6.5. Розрахунок доходу від діяльності підприємства	92
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	<b>94</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК</b>	<b>95</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	<b>97</b>





## ВСТУП

Сучасний період техсервісу характеризується не тільки виникненням принципово нових господарських відносин, але спричиняє за собою глибокі зміни як в сфері управління економікою, так і в структурному складі підприємств.

Ці процеси найбільш яскраво проявилися на автомобільному транспорті, в тому числі і в техсервісі. Великі підприємства техсервіса (фірмові і автоцентри), які були по суті монополістами в містах та регіонах, поступилися своїми позиціями дрібним і середнім підприємствам автосервісу, що з'явилися у великій кількості, як у великих, так і в малих містах країни.

Незважаючи на загальну несприятливу економічну кон'юнктуру в економіці країни, в останні роки обсяг автопослуг значно зріс, що пояснюється зростанням числа рухомого складу, як вітчизняних автомобілів, так і зарубіжного виробництва.

Разом з тим власники підприємств техсервіса (ПТС) відчують величезні труднощі, зумовлені специфікою сфери послуг, яка включає в себе і автосервіс.

В першу чергу це відноситься до нерівномірності потоків заявок на ТО і ремонт автомобілів і ризику втрати клієнтів, зумовлених впливом конкуренції. Ці два фактори є визначальними для успішного функціонування підприємств автосервісу. Тому висока якість послуг автосервісу включає в себе не тільки ступінь відповідності виконаних робіт технічним вимогам, але і своєчасність прийому заявки і завершення операцій обслуговування.

Якщо ПТБ підприємств і кваліфікація персоналу змінюються поступово і вимагають значних інвестицій, то ефективне використання наявної виробничої потужності за рахунок вдосконалення організації виробництва дає віддачу без великих додаткових коштів.

У зв'язку з цим стає **актуальними проблеми** оптимізації використання сучасної виробничо-технічної бази підприємств техсервісу з урахуванням

нестационарності інтенсивності потоків заявок, різних рівнів конкуренції між різними ПТС та організації праці виконавців підприємства техсервісу.

# 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

## 1.1 Аналіз сучасних умов діяльності підприємств технічного сервісу

Сіть сервісних підприємств являється найбільш динамічною зоною давання послуг, яка підвищує продуктивність і технічну експлуатацію автомобілів, та є найоптимальнішою і доступнішою в своїй сфері.

Така ситуація стала однією з ознак початку другого етапу розвитку сервісних підприємств - підвищення рівню якості послуг, що надаються на основі посилення дії ринкових механізмів конкуренції.

Як і в інших галузях народного господарства, що займаються наданням послуг населенню, перші принципова зміна в структурі підприємств автосервісу торкнулися організаційні та економічні аспекти, так як трапляється в широких масштабах роздержавлення підприємств, створення нових малих приватних підприємств, особи які не маючи початкового капіталу, розгортали свою діяльність в малопристосованих приміщеннях з порушуючи всі чинні екологічних та санітарно-гігієнічних вимоги[4].

Здебільшого порушувалися так само технічні умови, а також технологія виконання операцій технічного обслуговування і ремонту. Оскільки така картина мала місце на переважній більшості новостворених СП, їхні менеджери не відчували наслідків цих негативних сторін діяльності компанії. Проте, оскільки мережа автосервісу на певній території підприємства розширюється до межі, конкуренція посилюється, і більшості підприємств необхідно вживати заходів для підвищення локальної конкурентоспроможності.. Ці кроки здійснювалася і здійснюється у внутрішньому або зовнішньому середовищі організації, а в деяких випадках і в обох середовищах [3].

Після вичерпання такого роду ресурсів велика кількість підприємств звернулася до трансформації виробничої спеціалізації та диверсифікації, а в окремих випадках перемістила підприємства в інші райони міста. Останні тенденції зумовлені новими явищами в містобудуванні.

За статистикою обробки результатів «Укравтопром» на рис. 1.1. - 1.4. наведено зміни загальної кількості рухомого складу, імпорту, експорту та вантажних автомобілів та автобусів, які експлуатувалися та вироблялися з 2013 по 2020 рік . Виходячи з аналізу, ці цифри зменшилися між 2015 - 2016 років. Причиною цього скорочення є:

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

2 - за рахунок роботи виробника зменшився випуск автомобільної техніки;

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

маршрутизації.

У 2016 - 2020 роках спостерігається збільшення кількості автомобілів.

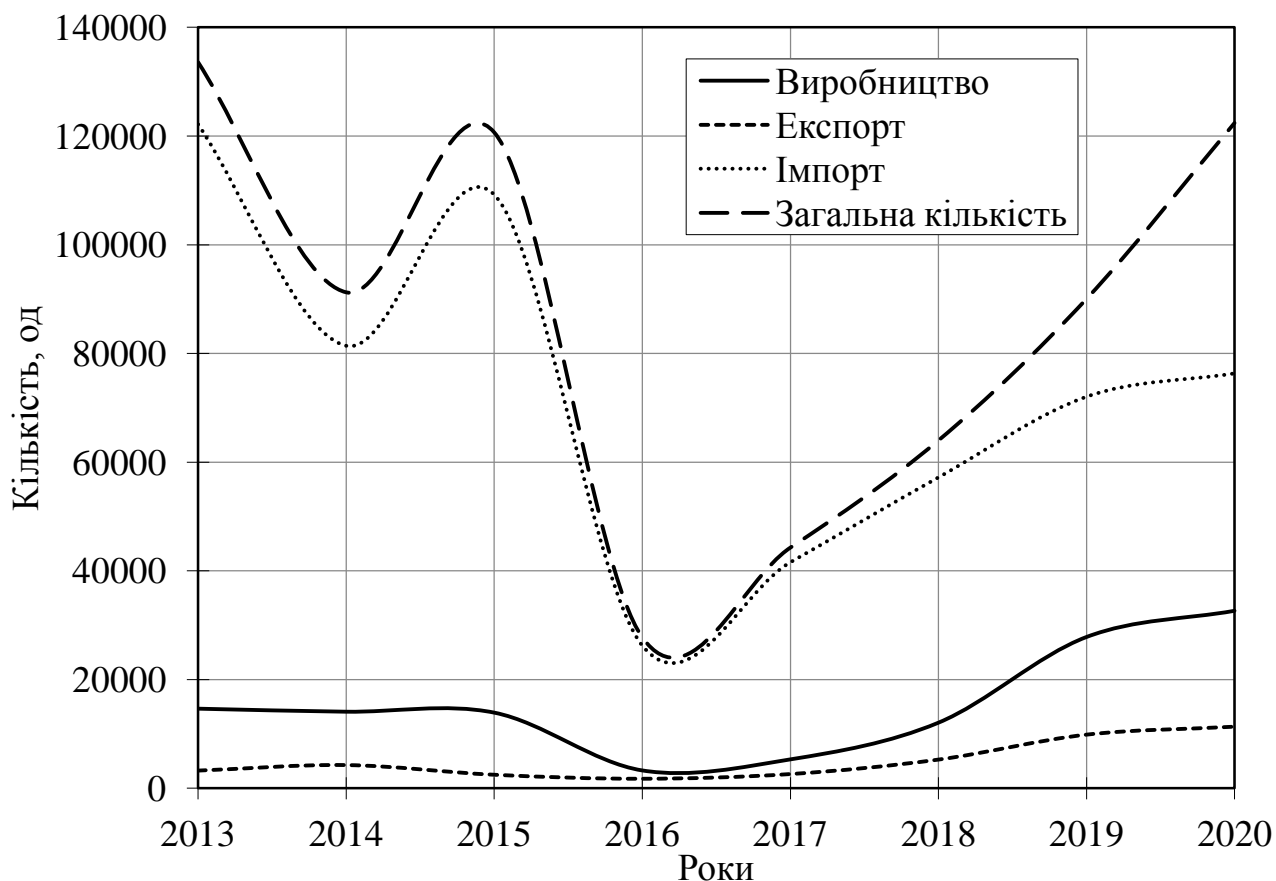


Рис 1.1. Розподіл кількості вантажних автомобілів за роками

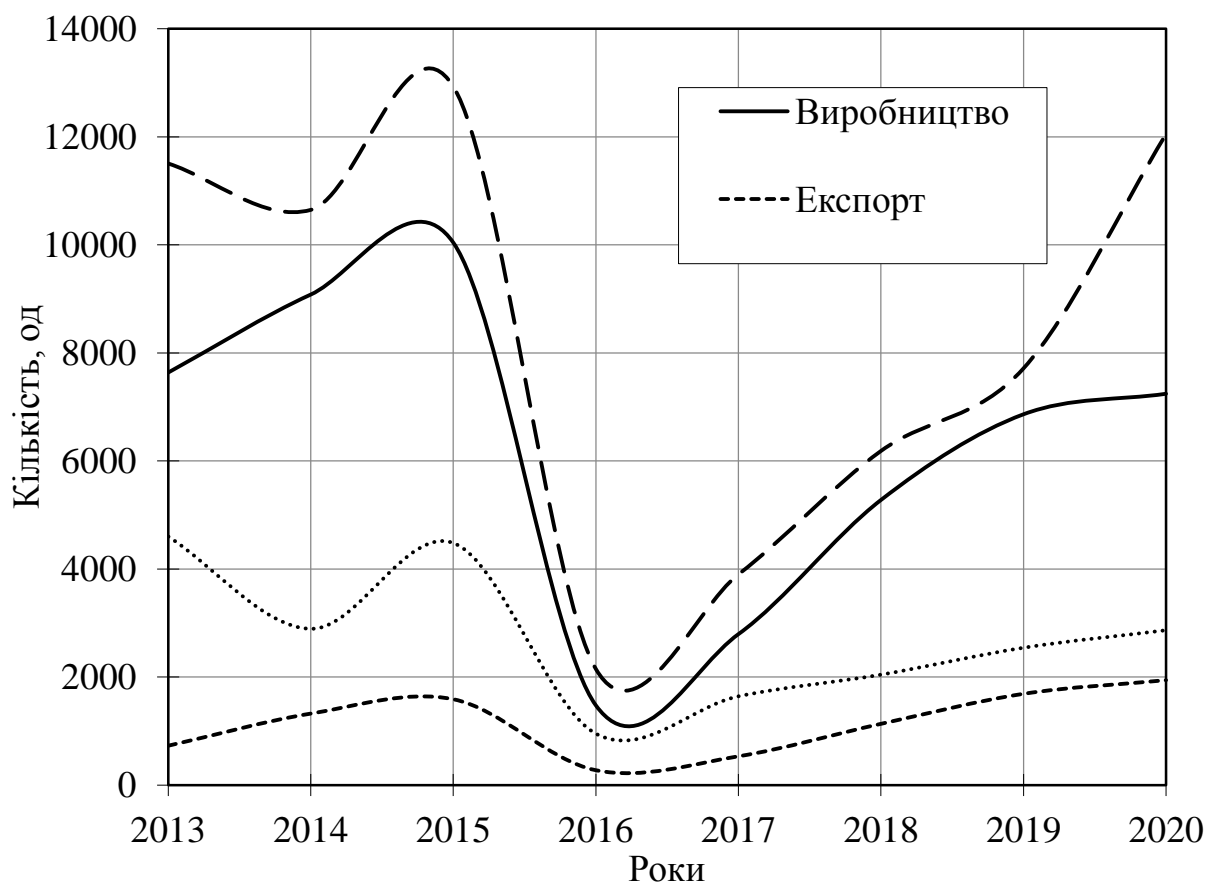


Рис 1.2. Розподіл кількості автобусів за роками

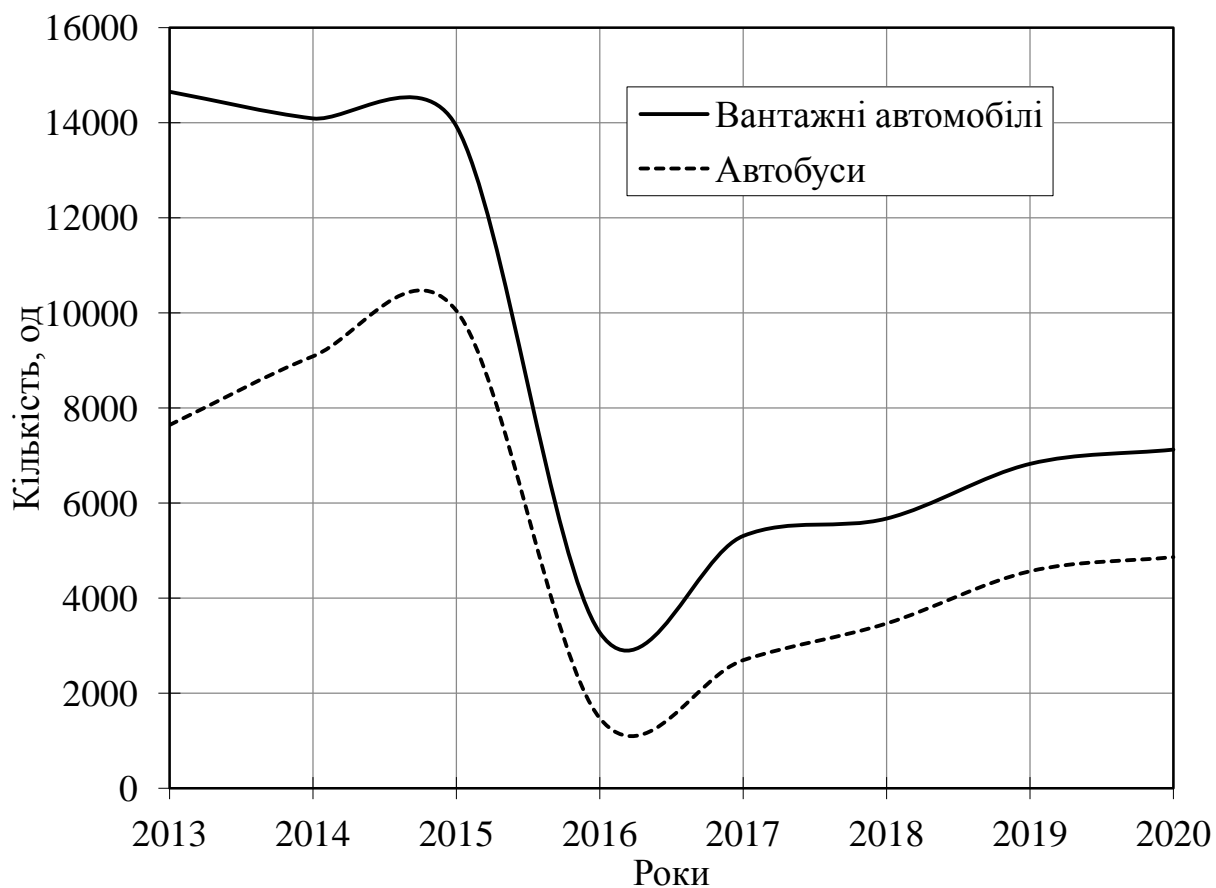
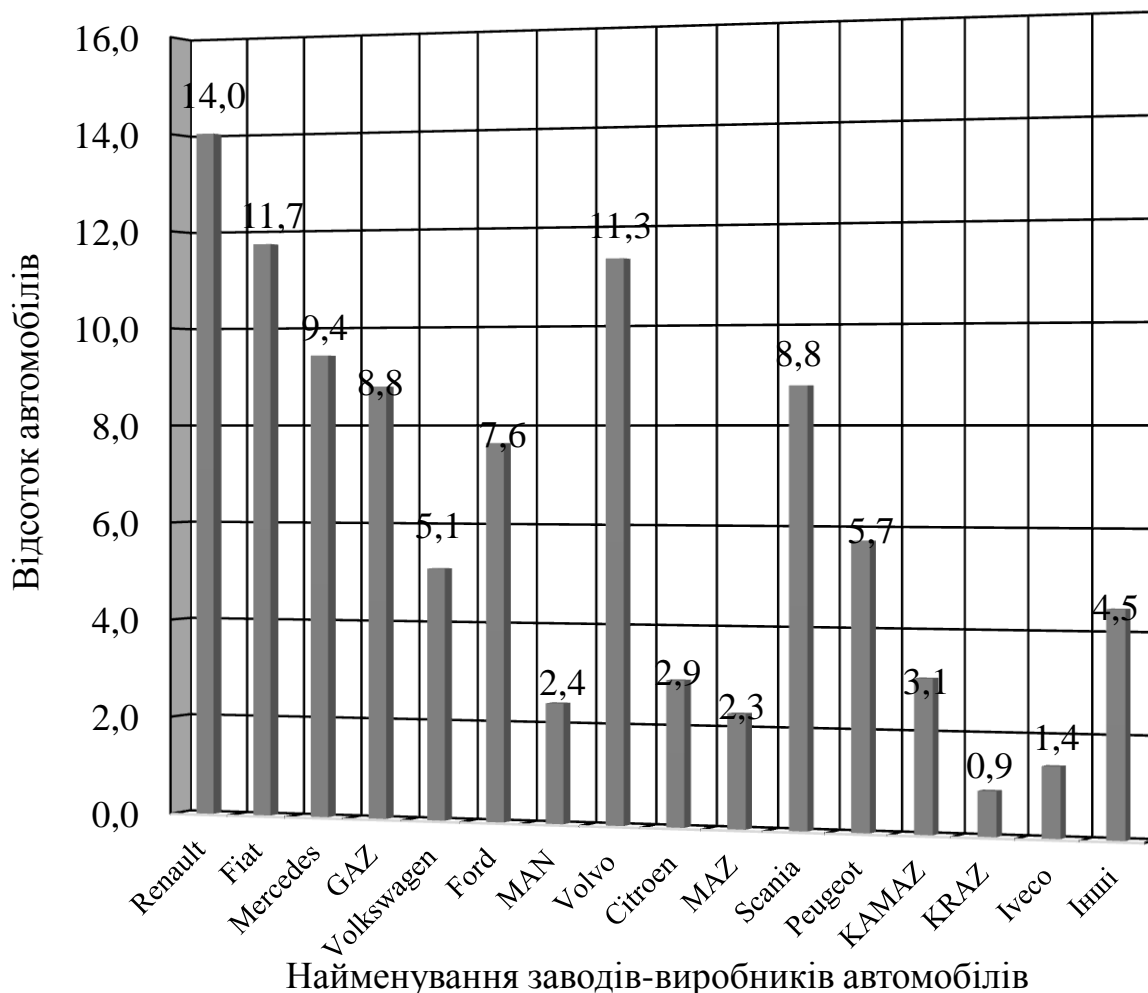


Рис 1.3. Розподіл виробництва автомобілів за роками

За даними статистики «Укравтопром» аналізовано загальна кількість вантажних комерційних автомобілів в 2017-2020 роках. Домінуючу більшість клієнтів вантажних сервісних підприємств обслуговують автомобілі заводів-виробників Fiat, Mercedes, GAZ, Volkswagen, KAMAZ, Peugeot, Ford, Renault (рис. 1.4).



**Рис. 1.4. Розподіл вантажних автомобілів за заводами-виробниками**

Тому врахування тимчасових етапів проектування, будівництва, обладнання та навчальних програм, прогнозування загального потоку заявок на технічне обслуговування та ремонт і середньої складності технічного обслуговування стало одним із елементів прогнозування ефективності запусків.. Для виходу на ринок послуг також необхідно враховувати певний час, завдяки інтеграції певної групи клієнтів, він має певний ступінь консервативності та традицій.

Ситуація, що формується мережа автосервісу в Дніпропетровській області складається з декількох великих ПТС (табл. 1.1), невеликого числа середніх ПТС, які мають приміщеннями, які відповідають вимогам технічної експлуатації та охорони праці. Інша частина підприємств техсервіса це в переважній більшості одно-двох постові автомайстерні, розташовані в переобладнаних гаражах. У таких приміщеннях через малі габарити неможливо розміщення стаціонарного і пересувного технологічного обладнання, необхідного для проведення складного ремонту агрегатів, включаючи їх капітальний ремонт.

Таблиця 1.1

Розподіл підприємств техсервісу м. Дніпро за видами робіт.

№	Види робіт	Кількість ПТМС	З них ПТС з вузькою спеціалізацією
1	Технічне обслуговування та поточний ремонт	10	8
2	Вулканізаційні роботи	10	7
3	Кузовні роботи	21	9
4	Фарбувальні роботи	13	12
5	Ремонт ходової частини	23	18
6	Мийка автомобілів	9	7
7	Регулювання кутів установки керованих коліс	5	4
8	Антикорозійний захист кузовів	1	1
9	Ремонт двигунів	5	4
10	Ремонт карбюраторів	6	6
11	Зварювальні та жерстяницькі роботи	1	1
12	Електротехнічні роботи	2	2
13	Діагностика автомобілів	1	1
14	Ремонт акумуляторів	1	1
15	Слюсарно-механічні роботи	1	1

У цих умовах ПТС спеціалізуються по двох напрямках: по горизонталі і по вертикалі.

Але горизонталі відбувається спеціалізація за рівнем складності операцій. Обмеженість виробничо технічної бази ПТС сприяла тому, що більшість з них займаються ТО і дрібним ремонтом різних марок автомобілів, включаючи і зарубіжного виробництва по значній номенклатурі операцій.



Спеціалізація ПТС по вертикалі відбувається по окремим системам, вузлів і агрегатів автомобілів різних марок. Так, створені ПТС з технічного обслуговування і ремонту коліс (вулканізаційні роботи, балансування коліс, установка кутів керованих коліс тощо), паливної апаратури різних типів, ремонту кузовів, фарбування кузовів тощо.

З 38 підприємств техсервісу Дніпропетровської області переважна більшість є спеціалізованими по видам робіт і складності ТО і ремонту. Спеціалізація складалася стихійно і в даний час можна виділити наступні види діяльності.

З них в умовах вільної конкуренції працюють підприємства, що виконують дрібний і середній ремонт і технічне обслуговування автомобілів, вулканізаційні і фарбувальні роботи. Найбільше число підприємств (близько 30%) спеціалізуються по ходової частини автомобілів і кузовним робіт (близько 23%).

Виникли спеціалізовані ПТС з поглибленого і капітального ремонту базових вузлів і агрегатів автомобілів: двигунів, коробок передач і роздавальних коробок, головних передач і задніх мостів, рульових механізмів.

Парк автомобілів в цих підприємствах не відрізняється великою різномарочністю. Тому частина ПТС відчувають конкуренцію безпосередньо в районі свого розташування і перехід автомобілів від одного до іншого підприємства в разі незадовільної якості обслуговування або наявності черги не вимагає відчутних тимчасових і матеріальних витрат, включаючи витрати на інформацію про наявність черги на обслуговування у конкурентів.

Велика частина конкуруючих ПТС розосереджена на значній відстані, що дає певні переваги кожного з них, тому що вони наближаються до потенційних джерел заявок і тим самим кожна з них набуває певні переваги. Однак гострота конкуренції визначається все ж співвідношенням між сумарним потоком заявок на даний вид обслуговування по даній марці автомобілів і загальною продуктивністю конкуруючих ПТС:

$$K_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \frac{\lambda_i}{v_i \cdot n_i}, \quad (1.1)$$

де,  $\lambda_i$  - потік заявок за даним видом обслуговування за даною маркою автомобілів;

$V_i$  - інтенсивність обслуговування за даною маркою автомобілів;

$n_i$  - кількість постів за даним видом обслуговування за даною маркою автомобілі.

Природно, рівень конкуренції, випробовуваний кожним окремим підприємством, може відрізнитися від середнього значення в залежності від місця розташування його в межах міста і якості виконання, робіт по ТО і ремонту. Висококваліфіковані майстри з одного боку практично не відчують конкуренції, з іншого не мають можливості збільшити потужність ПТС в силу фінансових можливостей або персоніфікованості виконуваних операцій. Таким чином, середнє значення коефіцієнта завантаження потужності ПТС в конкурентному середовищі кількісно оцінює рівень конкурентоспроможності конкретного підприємства в порівнянні з іншими.

$$K_i = \frac{\psi_i}{K_\Sigma} . \quad (1.2)$$

Якщо значення  $K_i < 1$  це свідчить про більш низьку якість в порівнянні з конкуруючими ПТС, а при  $K_i > 1$  можна стверджувати про технологічні переваги конкретного підприємства або високу майстерність його виконавців.

Підприємства техсервісу зазнають серйозних труднощів із завантаження виробничих потужностей в силу великих коливань потоків заявок на ТО і ремонт в часі.

## 1.2. Дослідження оптимізації потужності підприємств технічного сервісу

Відбуваються на автомобільному транспорті глибинні процеси зміни структури підприємств і виробничих відносин не могли не відбитися на значущості раніше проведених наукових досліджень.

У зв'язку зі скороченням загального обсягу автомобільних перевезень в країні, обумовлене зтяжною економічною кризою в провідних вантажоскладових галузях народного господарства, в останні роки не спостерігалось виникнення нових ПТС як масового явища. Навпаки, тривав процес розукрупнення діючих підприємств.

Техсервіс досяг в даний час фази порівняльної стабілізації виробничих відносин і структурної збалансованості відповідно до сформованим ринком послуг в регіоні і в країні в цілому.

Свобода підприємницької діяльності розв'язала руки ініціативи, з іншого боку підприємства втратили державної підтримки, що виключало банкрутство підприємств. Незважаючи на свою громіздкість і неефективність, техсервіс в нашій країні в дореформені роки розвинувся настільки, що виробничо-технічна база автосервісу була сформована в тій мірі, яка дозволила в наступні роки використовувати ВТБ великих ПТС як високотехнологічних виробництв з обслуговування іномарок.

За іноземного досвіду були створені фірмові станції автосервісу, налагоджено гарантійне обслуговування автомобілів. Держава здійснювала суворий контроль за дотриманням правил і норм автосервісу, приваблювало до відповідальності підприємства і організації, які порушили ці вимоги.

Сучасні умови господарювання, радикально змінили структурний склад підприємств техсервіса, наблизивши їх до споживачів. Разом з тим була зруйнована система фірмового обслуговування, яка базувалася на дилерських функціях ПТС.

Децентралізована система продажу автомобілів, характерна для сучасних відносин, зруйнувала сформовану систему розподілу продукції автомобільних заводів, позбавила їх можливості здійснювати передпродажний контроль, а, отже, звільнила від відповідальності за якість обслуговування.

Беручи до уваги монопольний характер діяльності великих автоцентрів, розрахунки їх потужності велися виходячи з чисельності рухомого складу в даному місті, середньорічного пробігу автомобіля, середнього числа автомобіле-заїздів і їх середньої трудомісткості.

Застосування апарату теорії масового обслуговування дозволило не тільки уточнити детерміновані методи розрахунку; але і перейти до вирішення нового класу задач оптимізації потужності ПТС на стадії функціонування. Це стало можливим не тільки завдяки більшій адекватності математичних моделей теорії масового обслуговування реальним процесом автосервісу, а й показниками, які дозволяють розрахувати ці моделі: середню довжину черги автомобілів, вірогідність відходу автомобіля з черги, середнє число зайнятих посад тощо.

Однак використання цих факторів на практиці було утруднено, так як на увазі монопольності ПТС та фірмової системи розподілу запчастин ймовірність виходу автомобіля з черги на практиці наближалася до нуля.

З великим ефектом імовірнісні методи розрахунку використовувалися для практики проектування ПТС, завдяки яким були розроблені, науково-обґрунтовані коефіцієнти резервування потужності постів ТО і ремонту, які були включені до державного стандарту проектування підприємств автомобільного транспорту.

Широкі дослідження щодо вдосконалення організації виробництва з ТО і ремонту з застосуванням імовірнісних методів розрахунку були проведені для різних умов використання автомобільного транспорту.

Обмеженість числа робіт по оптимізації формування та використання потужності підприємств автосервісу в дореформений період із зазначених вище причин зумовило необхідність розробки цих питань на етапі бурхливого розвитку техсервісу в країні в останні роки.

Розвиток техсервісу було обмежене рамками системи господарювання і результати цих досліджень не піддаються критичному аналізу виходячи з ситуації, що склалася. Однак і на той момент більшість виконаних робіт мали недоліки щодо адекватності математичних моделей, так як в них не позначалася форма організації праці виконавців, яка істотно впливає на показники роботи ПТС.

Чи не розглядалися детально причини звільнення автомобілів з черги і не обґрунтовувалася ймовірність цієї події.

Справедливості заради слід зазначити, що ці завдання не були раніше актуальними і не могли бути об'єктом великих досліджень. Новий завдання, що відкрилися в період реформування автосервісу пов'язаний з виникненням конкуренції між підприємствами, сезонної кон'юнктурою потреби в автосервісі та іншими особливостями зовнішнього середовища.

Конкуренція, що є головною рушійною силою ринкової економіки, стала для ПТС визначальним фактором виживання і процвітання. Тому кількісна оцінка заходів, що підвищує конкурентоспроможність ПТС, стає актуальною і життєво важливою для них при прагненні до стійкості положення підприємства в мінливій конкурентному середовищі.

Вплив їх на вхідний потік заявок залежить від видів конкуренції. При монопольної конкуренції підприємство за рахунок «терплячості» заявок може звести вхідний потік до стаціонарного шляхом регулювання вхідного потоку заявок. При олигополістичної конкуренції управління входять потоком ускладняється через конкуренцію декількох підприємств. Ті, хто має місце між такими підприємствами домовленості часто наближають їх умови функціонування до монопольним, а отже: в певних випадках дозволяють регулювати потоки заявок в часі.

При вільної конкуренції можливості регулювання потоку заявок вельми обмежені через неможливість досягнення певних домовленостей між конкурентами через їхню численність і слабких можливостей малих підприємств автосервісу, переважаючих при даному виді конкуренції. У зв'язку з зазначеними особливостями конкурентного середовища ПТС підходи при оптимізації формування та функціонування ПТС для трьох видів конкуренції різні (табл.1.3). При монопольної конкуренції регулювання вхідного потоку має здійснюватися таким чином, щоб в цьому конкурентному середовищі не виникла необхідність створення другого конкуруючого підприємства. При олигополістичної конкуренції можливості регулювання повинні доповнюватися елементами адаптації підприємства до коливань потоку заявок особливо за тривалі періоди часу.

Третій вид конкуренції передбачає наявність регулювання потоку заявок і адаптації продуктивності ПТС до коливань попиту в рівній мірі. Обмеженість

оперативного регулювання вхідного потоку заявок не виключає стійкого збільшення інтенсивності потоку заявок за рахунок поліпшення якості обслуговування при введенні нових престижних технологій із застосуванням новітніх засобів діагностування, технічного обслуговування і ремонту. Останнє є перевагою вільної конкуренції, так як модернізація підприємства та інші радикальні заходи не можуть бути предметом домовленості між конкурентами.

При вільній конкуренції змінними факторами можуть бути всі три: інтенсивність потоку заявок  $X$ , його рівномірність  $K_u$  і абсолютна пропускна здатність (продуктивність).

Незважаючи на різноманітний арсенал засобів і методів, який надає малим підприємствам вільна конкуренція, на етапі функціонування найбільш краща для них адаптація продуктивності до коливань потоку заявок.

Існують «активні» і «пасивні» пости, маючи на увазі під останніми резервні, що дозволяють збільшувати продуктивність зони ТР при пікових навантаженнях. Розроблено імітаційну модель управління потоком заявок на ТР з введенням пріоритетів в обслуговуванні і адаптації зони ремонту до коливань потоку заявок. Однак стосовно до систем з втратами, коли частина заявок покидає систему, аналітичні та імітаційні моделі не знайшли належного поширення за вказаними раніше причин. Тим часом, такі моделі повинні розроблятися і використовуватися в наукових дослідженнях для комплексного розгляду всіх домінуючих чинників.

Завданням є кількісна оцінка їх впливу на показники ПТС з метою вибір оптимального рішення, яке не виключає проведення одночасно декількох заходів, що підвищують ефективність використання потужності ПТС.

### **1.3. Підвищення оптимальності функціонування підприємств техсервісу**

Незважаючи на серйозні зміни, що відбулися в виробничих відносинах на автомобільному транспорті, коло вирішуваних завдань по дереву цілей технічної експлуатації, не зазнав істотних коректив. Сучасні умови функціонування лише привнесли додаткові чинники, які необхідно враховувати при вирішенні поставлених завдань. Однак кошти і способи їх вирішення

залишилися незмінні. Зокрема, системний підхід, який отримав широке поширення в останні роки, в ринкових умовах стає, мабуть, єдиним інструментом, що забезпечує достовірність отриманих результатів (рис. 1.2).

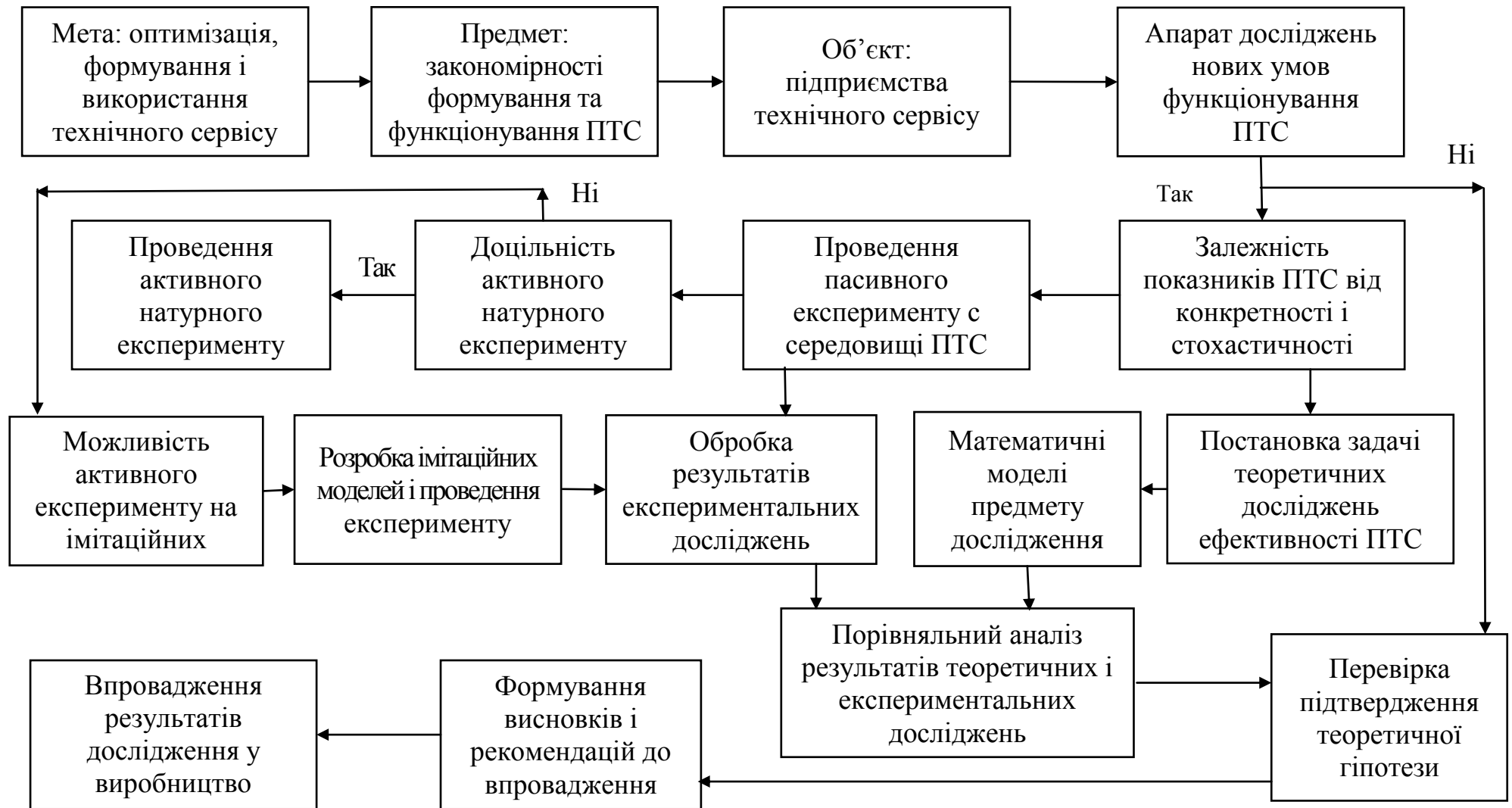


Рис. 1.2. Послідовність проведення дослідження підвищення оптимальності функціонування підприємств техсервісу



Разом з тим дещо змінилися підходи до вирішення оптимізаційних задач, так як в умовах ринку часто потрібне прийняття «хороших» рішень, так як «відмінні» на практиці, недосяжні через велику трудомісткість і тривалості збору вихідних даних, які на момент прийняття рішення застарівають.

На етапі функціонування підприємств прийняття рішень в умовах нестационарних випадкових процесів появи обслуговування заявок, наближає їх до рішень, що приймаються в умовах ризику, а в окремих випадках - в умовах невизначеності.

При цьому вимоги до адекватності математичних моделей змінюються в залежності від періодичності прийняття оптимізаційних рішень. Апроксимація досліджуваних процесів за допомогою найсучаснішого математичного апарату не дає очікуваного результату, якщо періодичність прийняття рішення не фіксує мінливий стан системи. Це в повній мірі відноситься до коливань потоку заявок за днями, тижнями та кварталам. Чим частіше приймаються управлінські рішення, тим більше стан системи наближається до оптимального.

Однак кожне прийняття рішення вимагає певних витрат і надмірно часте прийняття рішень може не виправдатися економічно. До того ж частина таких рішень не практикується (наприклад, число залучених додатково виконавців є дискретним).

Більш того, постійний контроль стану системи (середня довжина черги, число автомобілів, які покидають чергу) передбачає прийняття швидких і своєчасних рішень на основі інтуїції і досвіду менеджерів, які можуть виявитися або «хорошими», або «задовільними» з точки зору миттєвої вигоди підприємства, але блискучими, виходячи з довгострокових цілей залучення додаткових клієнтів (реклама, престижність тощо.).

Зазначені особливості розглянутих процесів вимагали розробки такого плану досліджень, який міг би дати достовірні результати, застосовні на практиці. Розроблений план включав всі етапи проведення досліджень в певній загальноприйнятій послідовності постановка цілей, вибір предмета і об'єкта досліджень, розробка гіпотези і здійснення теоретичних і експериментальних

досліджень. Після обробки даних і аналізу отриманих результатів, проводилась перевірка правильності прийнятої раніше робочої гіпотези, при не підтвердженні її проводилось коригування і всі етапи дослідження виконувалися знову в обсязі, необхідному для підтвердження скорелірувати гіпотези. Важливою складовою дослідження були теоретичні дослідження.

З цією метою в роботі була розроблена методологія вибору і обґрунтування математичних моделей (рис. 1.3). При цьому необхідно було враховувати участь людини як об'єкта, що використовує предмети праці і приймає управлінські рішення.



Рис. 1.3. Методологія вибору математичних моделей процесів технічного сервісу

У зв'язку з цим при обґрунтуванні математичних моделей, апроксимуючих розглядаються процеси, слід виходити з періодичності і

можливості бути реалізованим управлінських рішень, а при вирішенні оптимізаційних задач прагнути не до точці оптимуму, а задовольнятися «зоною» оптимальності, якій відповідають «хороші» рішення.

#### **1.4. Висновки за першим розділом**

1. Сформована структура підприємств техсервісу характеризується переважанням малих і середніх підприємств, які є товариствами з обмеженою відповідальністю.

2. Регулювання діяльності підприємств техсервісу відбувається під впливом конкуренції і негативного впливу нерівномірності потоків заявок на автопослуги.

3. Переважна кількість підприємств техсервісу під впливом факторів середовища ринку автопослуг переходять на спеціалізацію за складністю ремонту, видам впливів на окремі системи елементів автомобілів:

4 З огляду на великі коливання потоків заявок і варіації трудомісткості усунення відмов і несправностей при оптимізації потужності ПТС слід вважати достатніми управлінські рішення в області оптимуму.

5. Математичні моделі, апроксимуючі процеси автосервісу, повинні відображати вплив двох основних факторів зовні середовища ПТС - нерівномірність потоків заявок і конкуренції.

#### **1.5. Обґрунтування теми дипломної роботи**

Темпи зростання сучасної виробничо-технічної бази техсервісу істотно відстають від темпів збільшення рухомого складу автомобілів, які перебувають у власності громадян. У зв'язку з цим якість виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів в більшості випадків не відповідає вимогам технічної експлуатації. Відсутність пристосованих приміщень, сучасного технологічного обладнання та висококваліфікованого персоналу

призводять до порушення технології виконання робіт і ведуть до збільшення числа дорожньо-транспортних пригод з технічних причин. Більшість виробничих будівель підприємств техсервісу не відповідають також вимогам охорони праці.

**Метою дипломної роботи** є розробка методики оптимального використання потужності підприємств техсервісу.

**Завдання дослідження:**

1. Виявити закономірності структурної перебудови автосервісу на прикладі регіону.
2. Встановити специфічні особливості функціонування ПЛ в малих містах.
3. Дослідити закономірності потоків заявок на ТО і ремонт для номенклатури робіт, виконуваних на ПТС.
4. Розробити математичні моделі функціонування ПТС при різних формах організації праці та інтенсивності конкуренції.
5. Обґрунтувати критерії оптимального формування і ефективного використання потужності ПТС.
6. Встановити закономірності функціонування ПТС при різних рівнях конкуренції.
7. Виявити за допомогою моделювання ефективність заходів щодо раціонального використання потужності ПТС.

**Предметом дослідження** є основні закономірності впливу факторів зовнішнього і внутрішнього середовища на показники функціонування ПТС, аналітичні та імітаційні моделі функціонування ПТС.

**Об'єктом досліджень** підприємства технічного сервісу, розташовані в Дніпрі.

**Методика проведення** дослідження базувалася на системному підході з використанням математичного апарату теорії масового обслуговування.

## 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БАЗОВИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

### 2.1 Вибір методів досліджень теорії масового обслуговування на підприємствах технічного сервісу

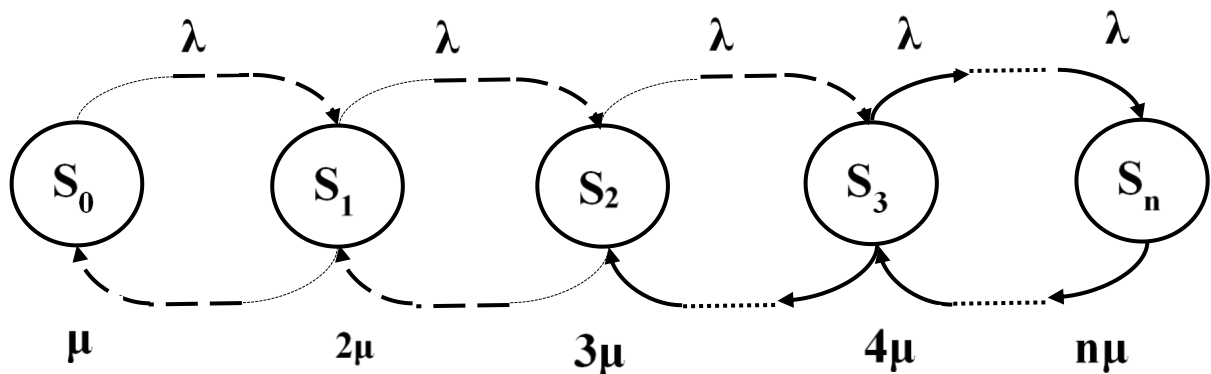
Неможливо уявити життя сучасних людей без контакту з різними системами обслуговування: бібліотеками, транспортними засобами, медициною, телефонами, ринками, банками тощо. При моделюванні таких контактів необхідно враховувати наявність певних запитів та вимог до послуг та інструментів, які можуть певною мірою задовольнити ці запити. Метод математичного моделювання систем масового обслуговування (СММ) дає змістовні та ефективні пропозиції щодо проектування впровадження та управління цими системами у напрямку їх використання за призначенням. Відмінною рисою ВМО є існування двох взаємопов'язаних сторін: одна потребує послуг, а інша – надавати необхідні послуги. Уникнути випадковостей у цих відносинах неможливо. Їх виникнення обумовлена природою взаємодії вказаних сторін: потреби на обслуговування як у часі, так і в певному діапазоні вимог є випадковим; період обслуговування теж має непередбачуваний характер (наприклад, виникнення вимоги на певний тип технічного обслуговування або ремонту та термін здійснення такого запиту).

Є також величезна кількість математичних моделей СМО. Розглянемо моделі СМО, в яких використано методи кількісної оцінки їх роботи. СМО, представлені такими моделями, є спрощенням фактично існуючих систем, однак вони дозволяють з певною мірою відповідності або адекватності охарактеризувати їх рівень і наближені кількісні характеристики. У багатьох математичних моделях (ММ) математичний апарат процесів вчення масового обслуговування (ТМО) є доволі складним. Виходячи з практичної значимості сприймання основ ТМО користуємось результатами теоретичних обґрунтувань з відповідними поясненнями.

## 2.2. Випадковий процес загибелі і розмноження в теорії масового обслуговування

Випадковий процес загибелі і розмноження системи масового обслуговування з відмовами, має розмічений граф у вигляді ланцюжка (рис. 2.1), в якій кожний стан пов'язаний прямий і зворотним зв'язком з сусідніми станами, при цьому в будь-який момент часу він може збільшитися на одиницю або зменшитися на одиницю, або залишитися незмінним.

Інтенсивності потоку подій, що ведуть до збільшення функції  $X(t)$  («розмноженню»), позначені  $\lambda$ . Інтенсивності потоку подій, що спричиняють зменшення функції («загибелі»), позначені  $\mu$ .



*Рис. 2.1. Розмічений граф станів системи масового обслуговування з відмовами*

Нехай маємо  $n$  - каналну СМО з відмовами, в яку надходить потік вимог (автомобілів) на обслуговування з інтенсивністю  $\lambda$ , інтенсивність обслуговування одного каналу дорівнює  $\mu$ . Визначимо показники ефективності роботи такої системи.

На розміченому графу станів системи (рис. 2.1) стани системи пронумеровані за кількістю зайнятих каналів:

$S_0$  - всі канали вільні;

$S_1$  - зайнятий один канал, інші вільні;

$S_2$  - зайняті два канали, інші вільні;

.....

$S_n$  - зайняті всі  $n$  каналів.

За стрілкою зліва направо систему переводить потік заявок з інтенсивністю  $\lambda$ . За стрілками справа наліво систему переводить потік обслуговування інтенсивністю  $k\mu$ , де  $k$  - число зайнятих каналів.

Одновимірний закон розподілу процесу загибелі і розмноження  $X(t)$  можна описати за допомогою системи рівнянь Колмогорова для розміченого графа (рис. 2.1) Для обчислень граничних ймовірностей станів системи  $P(i)$  наводиться система лінійних рівнянь (табл. 1.1).

Таблиця 1.1.

Ланцюжок рівнянь

$K$	Ланцюжок рівнянь	Імовірність стану системи
1	$\lambda P_0 = \mu P_1$	$P_1 = \frac{\rho}{1!} P_0$
2	$\lambda P_1 = 2\mu P_2$	$P_2 = \frac{\rho}{2} P_1 = \frac{\rho^2}{2!} P_0$
3	$\lambda P_2 = 3\mu P_3$	$P_3 = \frac{\rho}{3} P_2 = \frac{\rho^3}{3!} P_0$
4	$\lambda P_3 = 4\mu P_4$	$P_4 = \frac{\rho}{4} P_3 = \frac{\rho^4}{4!} P_0$
...	.....	.....
$K$	$\lambda P_{k-1} = k\mu P_k$	$P_k \frac{\rho}{k} P_{k-1} + \frac{\rho^k}{k!} P_0$
...	.....	.....
$N$	$\lambda P_{n-1} = n\mu P_n$	$P_n = \frac{\rho}{n} P_{n-1} = \frac{\rho^n}{n!} P_0$

Рекурентний вираз для визначення ймовірності стану

$$\frac{P_k}{P_{k-1}} = \frac{\rho}{k} \quad (2.1)$$

де  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$  - коефіцієнт завантаження.

Вводиться нормувальна умова:

$$P_0 + P_1 + P_2 + \dots + P_n = 1 \quad (2.2)$$

Вирішуючи його спільно з системою рівнянь табл. 1.1, імовірність простою системи дорівнює:

$$P_0 = \frac{1}{1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \frac{\rho^3}{3!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!}} \quad (2.3)$$

Решта ймовірності станів знайдемо з виразів табл. 4.1.

Знаючи граничні ймовірності станів  $P_0, P_1, P_2, \dots, P_n$ , обчислимо характеристики роботи СМО.

*Ймовірнісні характеристики:*

- ймовірність того, що всі канали зайняті і відмова в обслуговуванні:

$$P_{\text{відм}} = P_n \quad (2.4)$$

- відносна пропускна здатність:

$$P_{\text{відн}} = 1 - P_n$$

*Кількісні характеристики:*

- середнє число зайнятих каналів:

$$n_{\text{зайн}} = 0P_0 + 1P_1 + 2P_2 + \dots + nP_n = \rho(1 - P_{\text{відм}}), \quad (2.5)$$

- середнє число каналів, вільних від обслуговування:

$$n_{\text{віль}} = n - n_{\text{зайн}}, \quad (2.6)$$

- абсолютна пропускна здатність:

$$P_{\text{абс}} = \lambda(1 - P_n), \quad (2.7)$$



*Часова характеристика*

- середній час обслуговування

$$t_{\text{обс}} = \frac{1}{\mu} \quad (2.8)$$

*Якісні характеристики:*

- коефіцієнт зайнятості каналів

$$K_3 = \frac{n_{\text{зайн}}}{n} \quad (2.9)$$

- коефіцієнт простою каналів

$$K_{\text{пр}} = 1 - K_3 \quad (2.10)$$

### **2.3. Різновиди застосованих математичних моделей 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).

Однією з свідчень класифікацій СМО є порядок обслуговування – умови відбору запиту чи наявності черги та вільного каналу обслуговування. За способом відбору запитів для обслуговування виділяють ось такі види дисципліни черги:

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

Розшифровка показників функціонування систем масового обслуговування та формули визначення їх наведені в таблицях 2.2 і 2.3.

Таблиця 2.2

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	$t_{ож} = 0$	$t_{ож} = \frac{r}{\lambda \cdot P_{отн}}$	$t_{ож} = \frac{r}{\lambda}$
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	$n_c = n_{зан}$	$n_c = n_{зан} + r$	$n_c = n_{зан} + r$

Таблиця 2.3

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	$\bar{t}_{ож} = 0$	$\bar{t}_{ож} = \frac{r}{\lambda \cdot P_{отн}}$	$\bar{t}_{ож} = \frac{r}{\lambda}$
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 вимог у системі	кількість $n_c = n_{зан}$	$n_c = n_{зан} + r$	$n_c = n_{зан} + r$
----	----------------------------	------------------------------	---------------------	---------------------

#### 2.4. Математичні моделі формування та функціонування сервісних підприємств

Розглядається перспектива буття 4-х видів конкуренції: гострої, помірної, слабкої і нульової. Підтверджені три основних види конкуренції: жорстка, помірна і слабка, а також три основні форми організації діяльності виконавців: при відсутності взаємодопомоги, при частковій взаємодопомозі і при повній взаємодопомозі робітників.

Вибираються математичні моделі розімкнутих структур масового обслуговування з обмеженою довжиною черги для трьох форм організації праці:

*A* - без взаємодопомоги виконавців;

*B* - з частковою взаємодопомогою виконавців;

*C* - з повною взаємодопомогою виконавців.

Наведені моделі функціонування *A*, *B*, *C*, відображають в основному властивості внутрішнього середовища СП, автозаправних станцій та автостоянках. в якій може бути прийнята та чи інша форма організації праці робітників на постах ТО і ремонту автомобілів, Тим часом, є кореляційний зв'язок між формами організації праці і рівнем конкуренції.

Подивимось моделі функціонування сервісного підприємства при відсутності взаємодопомоги серед виконавцями. У такій СМО при наявності в системі заявок більше числа постів  $n$  і деякого заданого кількості автомобілів  $m$  в черзі, наступна заявка покидає систему. Згідно розв'язанням диференціальних рівнянь стану системи виходять такі характеристики:

1. Імовірність того, що всі пости вільні:

$$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^n \frac{\psi^k}{k!} + \frac{\psi^k}{n!} \sum_{s=1}^m \left(\frac{\psi}{n}\right)^s}. \quad (2.11)$$

2. Імовірність того, що всі пости зайняті обслуговуванням:

$$P_n = \frac{\psi^n}{n!} \cdot P_0 = \frac{\frac{\alpha^n}{n!}}{\sum_{k=1}^n \frac{\alpha^k}{k!} + \frac{\alpha^n}{n!} \psi \frac{1-\psi^m}{1-\psi}}. \quad (2.12)$$

3. Імовірність того, що всі пости зайняті обслуговуванням  $n$  в черзі перебуває рівно  $m$  заявок:

$$P_{n+m} = P_{отк} = \frac{\psi^m}{n!} \left( \frac{\psi}{n} \right)^m \cdot P_0 = \psi^m \cdot P_n. \quad (2.13)$$

За вихідними умовами при наявності в черзі допустимого числа заявок  $m$ , автомобіль залишає підприємство, тому  $P_{n+m} = P_{отк}$ .

4. Середнє кількість постів, зайнятих обслуговуванням:

$$M_p = \sum_{k=1}^n k \cdot P_k + n \sum_{k=1}^m P_{n+k} = n\psi (1 - \psi^m P_n). \quad (2.14)$$

5. Середнє кількість заявок в черзі:

$$M_{ож} \sum_{k=1}^m k P_{n+k} = P_n \psi \frac{1 - \psi^m [n(1-\psi) + 1]}{(1-\psi)^2}. \quad (2.15)$$

6. Кількість автомобілів, які залишили чергу:

$$\lambda_0 = \lambda \cdot \psi^m \cdot P_n. \quad (2.16)$$

Прийнявши в цих висловах  $m = \infty$ , тобто можливе число заявок в черзі необмежену, беремо формули, що дозволяють розрахувати показники ПА, що діє в середі відсутності конкуренції.

На рис. 2.1. показано взаємозв'язок між рівнями конкуренції и формами організації праці.

Для форми організації праці (модель  $B$ ), яка передбачає часткову взаємодопомогу виконавців, приймається так само математичний тип з обмеженою довжиною черги.

Отже, у такий спосіб при слабкій конкуренції, коли рівень завантаження потужності високий, найкраще рішення правомірно застосування моделі  $A$ , яка відповідає формі організації праці без взаємодопомоги між виконувачами.

При невеликій конкуренції, коли рівень завантаження доволі низький, виникає можливість епізодичної взаємодопомоги між людьми. Ця закономірність взаємодії виконавців при стохастичних потоках заявок більш правомірно апроксимувати моделлю (В) математичними виразами СМО з взаємодопомогою між людьми (рис. 2.2).

Третій тип СП (модель С), при якій може бути достатня допомога між виконавчими особами, характерна для виробництв невеликих масштабів (малих СП, АЗС, автостоянок, автомийок та ін.), а також високу ціну обслуговування автомобілів (іномарок, великовантажних автомобілів міжнародних перевезень та ін.).

## **2.5. Критерії оптимальності при використанні потужності технічного сервісу**

Завдання, що виникають при формуванні потужності ПТС, пов'язані з розрахунковими або прогнозованими вихідними даними, що зумовлює наближеність кінцевих результатів.

Дійсно, на стадії проектування підприємств необхідні прогнози показників функціонування як складової частини бізнес-планування. Тому предметом оптимізації є число постів ТО і ТР, виробничі площі, комплект необхідного технологічного устаткування і відповідний цій технологічній базі персонал працівників.

У зв'язку з тим, що пропускна здатність ПТС визначається сумарною пропускною спроможністю постів ТО і ремонту, основним завданням оптимізації на стадії - формування потужності стає визначення оптимального їх числа, що забезпечує максимум прибутку.

При використанні потужності ПТС коло завдань оптимізації дещо змінюється. В цьому випадку переслідуються мета найбільш ефективного використання наявної потужності шляхом управління входять потоком заявок і адаптацією до нього продуктивності постів, тобто досягненням оптимального завантаження.



Рис. 2.2. Взаємозв'язок між рівнями конкуренції и формами організації праці

Перелік заходів, рекомендованих для узгодження попиту і пропозиції в сфері послуг при функціонуванні підприємств в ринкових умовах відомий.

Однак реалізація цих заходів при очевидній їх ефективності вимагає визначення кількісної оцінки впливу кожного фактору на показники підприємства. Таким чином при функціонуванні ПТС виникають два завдання: управління потоком заявок і адаптація продуктивності ПТС до нерівномірного входить потоку.

Однак, незалежно від кола вирішуваних завдань в обох випадках, критерій оптимальності залишається загальноприйнятим максимум прибутку.

Як відомо, прибуток складається з двох частин: дохідної та видаткової. Дохідна частина для ПТС формується за рахунок оплати автопослуг:

$$D = \lambda \cdot P_{обс} \cdot C_D \quad (2.17)$$

Видаткова частина формується з усіх постійних і змінних витрат, які несе підприємство.

Для зручності вирішення поставлених в роботі завдань доцільно оперувати питомими витратами, що припадають на один пост або одного виконавця, тому в подальшому з урахуванням цього положення приймемо такі позначення:

$C_n$  - питомі витрати ПТС на амортизацію будівель, обладнання, сплату податків на нерухомість;

$C_e$  - питомі експлуатаційні витрати, пов'язані з оплатою енергоресурсів і праці виконавців;

$C_m$  - питома оплата простою одного виконавця;

$C_D$  - середня ціна обслуговування однієї заявки, грн.

Якщо розглянути ці статті в сумі з урахуванням названих особливостей, то отримується такий вираз:

$$P = n \cdot C_n + \alpha \cdot P_{обс} \cdot C_e + (n - \alpha \cdot P_{обс}) \cdot C_m \quad (2.18)$$

Провівши прості перетворення, отримаємо:



$$P = n \cdot (C_n + C_m) + \alpha \cdot P_{обс} \cdot (C_e - C_m) \quad (2.19)$$

а функція прибутку набуде вигляду:

$$\Pi = D - P = \alpha \cdot P_{обс} \cdot C_D - n \cdot (C_n + C_m) - \alpha \cdot P_{обс} \cdot (C_e - C_m) \rightarrow \max \quad (2.20)$$

Прибуток можна записати в іншому, більш традиційному вигляді, коли визначається мінімум витрат від втрати автомобілів і простою постів ПТС:

$$U = \lambda \cdot P_n \cdot C_D + (1 - \Psi_o \cdot P_{обс}) \cdot n \cdot (C_n - C_m) \rightarrow \min \quad (2.21^*)$$

В обох випадках результат оптимізації буде однаковим.

Незважаючи на те, що наведені функції мети справедливі для випадку функціонування ПТС, доцільно для другого етапу кілька перетворити ці функції, включивши в них безпосередньо шуканий показник  $\Psi_o$  - коефіцієнт оптимального завантаження. Для цього скористаємося відомими з теорії масового обслуговування співвідношення між, реальним (сформованим) значенням коефіцієнта завантаження і параметрами  $\alpha$  і  $n$ :

$$\Psi_o = \frac{\alpha \cdot P_{обс}}{n} = \frac{\alpha_c}{n} \quad (2.22)$$

Замінивши у виразі (2.64) і значення  $n$  на  $\Psi_o$  отримаємо відповідно

$$\Pi = \lambda \cdot \alpha \cdot P_{обс} \cdot C_D - \alpha \cdot P_{обс} \left[ (C_n + C_m)(\Psi \cdot P_{обс}) + C_e - C_m \right] \rightarrow \max \quad (2.23)$$

Для другої функції запишемо вираз (2.21) з заміною позначення суми витрат при простоях на величину  $C_p$ .

$$B = \lambda \cdot P_n \cdot C_D + (1 - \Psi \cdot P_{обс}) \cdot n \cdot C_p \rightarrow \min \quad (2.24)$$

де величини  $\alpha$  та  $\Psi$  є складовими елементами розрахункових виразів в математичних моделях. Якщо замінити їх сформованими значеннями в результаті відходу частини автомобілів з черги, то величина  $P_{обс}$  по-друге доданків виразів (2.23) і (2.24) скасовується.

Для випадків слабкою і нульовий конкуренції критерії оптимальності аналогічні наведеним, однак замість  $P_{отк}$  в виразах (2.23) і (2.24) використовуються ймовірності  $P(t_{ож} \text{ f } t_{дон})$ , де  $t_{дон}$  допустима час простою

автомобіля в очікуванні виходячи з конкретних умов зовнішнього середовища підприємств і якості виконання робіт на даному підприємстві. У зв'язку з цим значення  $t_{don}$  в умовах гострої і помірної конкуренції характеризують якість виконання робіт (персонифіцированність виконавця), а при слабкій економіці та монопольної конкуренції-несприятливу для клієнтури зовнішнє середовище.

Функції мети (2.23) і (2.24), прийняті в якості критеріїв оптимальності функціонування ПТС, характеризують успішність досягнення мети організацією [64, 84], так як при цьому забезпечується максимальна прибуток.

З огляду на того, що при функціонуванні ПТС всі заходи групуються на дві: управління потоком заявок і адаптація виробництва до варіацій вхідного потоку заявок, в кінцевому підсумку пошук оптимуму проводиться по обох групах одночасно. Це забезпечує знаходження глобального оптимуму для підприємства і його служб в конкретних станах зовнішнього і внутрішнього середовища підприємств. Природно, що обчислення вирашів від кожного кроку оптимізації досягається шляхом розрахунку нових значень показників ПТС як СМО:  $P_{обс}, \lambda_o, \Psi$ .

Одним з нових змінних параметрів, що відбивають умови конкурентного середовища, є ціна послуг  $C_d$ , яка при відомій еластичності попиту може варіювати входять потім заявок  $\lambda$  для підприємств однаковою конкурентоспроможності.

## 2.6. Висновки за другим розділом

1. З огляду на нерівномірно потоку заявок на обслуговування автомобілів обмеженості ринку автопослуг в містах підприємства автосервісу відчують такі види конкуренції: слабку, помірну та гостру.

2. Більшість підприємств техсервіса в малих містах і населених пунктах відчують в основному вільну конкуренцію, яку можна розділити на 4 види: гостру, помірну, слабку і нульову.

3. В умовах нерівномірності потоку заявок і коливання трудомісткості робіт по технічного обслуговування і ремонту автомобілів доцільне використання різних форм організації праці.

4. Для прийняття науково-обґрунтованих управлінських рішень щодо ефективного використання потужності ПТС необхідно було на першому етапі розробити комплекс математичних моделей, апроксимуючих функціонування ПТС при різних рівнях конкуренції і формах організації праці.

5. Обґрунтування показників підприємств автосервісу як систем масового обслуговування і припущені критерії оптимального використання потужності ПТС дозволяють в ринкових умовах функціонування забезпечити їм максимальний прибуток.

### 3. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

#### 3.1. Вибір об'єкта та збір даних експериментальних досліджень

Виробничо-технічна основа сервісних підприємств є сильно фондоємним виробництвом. Заміна її стану у визначеному порядку зв'язано зі значними трудовими і матеріальними витратами.

Об'єктом аналізу при контролі запропонованої моделі формування мережи СП, є виробничий акт сервісних підприємств.

Вибір об'єкта аналізу обумовлений дальшими причинами: необхідністю дослідження виробничих процесів СП, спрямованих на вантажні автомобілі; особливістю вантажних автомобілів до різних форм власності; адаптацією виробничо-технічної бази (ВТБ) існуючих СП до сучасних моделей автомобілів як закордонних так і вітчизняних.

Як досліджуваний об'єкт вибираються сервісні підприємства ТОВ «Технофорум», «Паритет-СП», ТОВ «Дніпро – Сервіс». Це місто характеризується найбільшою по області концентрацією промислового потенціалу, населення, та транспорту.

Розглянуті колись базові математичні моделі формування потужності СП допускали кілька обмежень, які в майбутньому можуть знизити точність і підсумок результатів дослідження.

У аналітично - розрахункових формулах масового обслуговування (2.15 - 2.25) припускається пуассонівський вхідний потік і експоненціальний час обслуговування.

Коефіцієнт завантаження розраховується:

$$\psi_0 = \frac{\lambda_{ex} t_{mp}}{\nu \cdot n} = \frac{\lambda_{ex} t_{mp}}{T_{cm} P_p \delta_{ob} n} \quad (3.1)$$

У цій формулі допускається стаціонарною інтенсивність вхідного потоку протягом дня, а, отже у такий спосіб, лінійна залежність між тривалістю роботи протягом дня  $T_{cm}$  коефіцієнтом  $\psi$ .

Якщо інтенсивність вхідного потоку заявок протягом дня має згасаючий характер, слід встановити цю залежність експериментально і відобразити її при розрахунку коефіцієнта  $\psi$ .

Ефективність роботи виконавців по мірі приросту їх числа на одному посту падає за деяким законом. Для встановлення цих закономірностей при ТО і ремонті автомобілів на ПТС потрібно провести експериментальні спостереження. У зв'язку з цим в цьому розділі поставлена настанова проведення пасивного експерименту по встановленню аналізу впливу цих явищ на результат роботи ПТС.

Для цих задач здійснюються збори та обробка статистичних даних за сервісними підприємствами Індустріального, Кіровського, Соборного районів м Дніпро.

### **3.2 Аналіз формування потоків заявок на обслуговування і відновлення працездатності автомобілів технічним сервісом**

Натурний експеримент здійснювався у вигляді тривалих спостережень, що забезпечують достатню репрезентативність статистичного матеріалу. Активний натурний експеримент здійснювався на етапі впровадження розроблених методик оптимізації формування та використання потужності ПТС. Активний експеримент проводився на математичних моделях, завдяки чому стало можливим встановлення закономірностей впливу тих чи інших факторів на показники ПТС як СМО.

Об'єктами проведення експериментальних досліджень з'являються підприємства техсервісу, розташовані в місті Дніпро.

Потоки заявок на обслуговування автомобілів носять нерівномірний характер по досить тривалим проміжків часу. Таким чином, тривалість спостережень становить 2 роки: 2020 та 2021 роки.

Для того щоб забезпечити об'єктивність інформації про закономірності зміни потоків заявок основний експеримент проводився паралельно по трьох

підприємствах техсервісу: ТОВ «Паритет-СП», ТОВ «Технофорум», ТОВ «Дніпро – Сервіс».

Прийнята методика обробки та аналізу статистичної інформації цілеспрямованою і передбачає досягнення такої точності і достовірності, яка дозволяла встановити міру впливу і коливання інтенсивності потоку заявок за різні періоди роботи на показники ПТС. Інформація про сумарному потоці за кожен робочий день була основою для побудови графіків надходження автомобілів до ремонту по днях тижня, по тижнями та місяцями року (рис. 3.1-3.4).

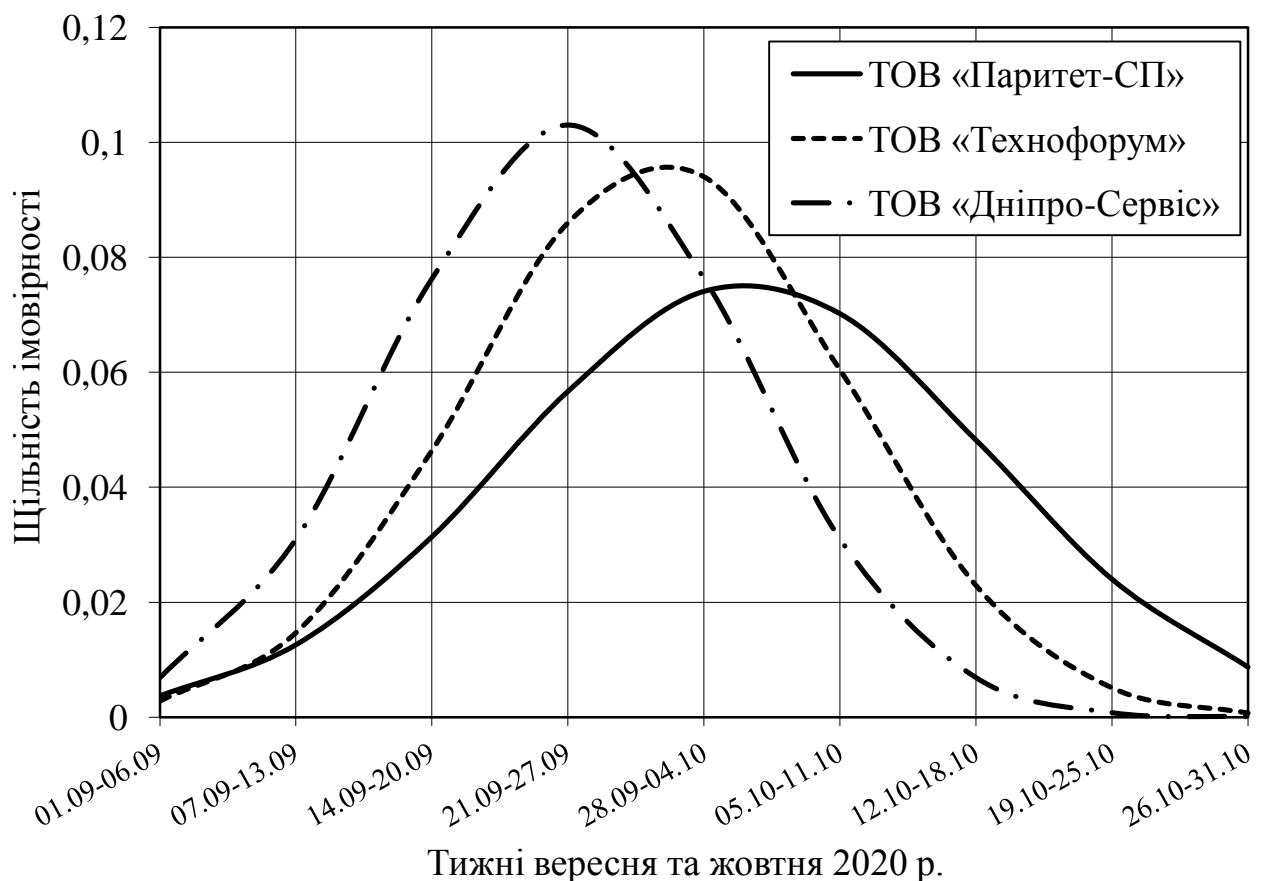


Рис.3.1. Розподіл надходження автомобілів протягом тижнів за вересень та жовтень 2020 р. роботи за розподілом Максвелла

При зборі інформації про надходження автомобілів на ПТС протягом дня переслідувалася мета перевірки можливості прогнозування коливань потоку заявок в різні місяці року.

Аналіз статистичної інформації про розподіл потоків заявок по днях тижня показав (рис.3.2), що тижнева нестаціонарність потоку заявок також

обумовлена психологічними, побутовими причинами, а також підвищенням інтенсивності експлуатації автомобілів у вихідні дні.

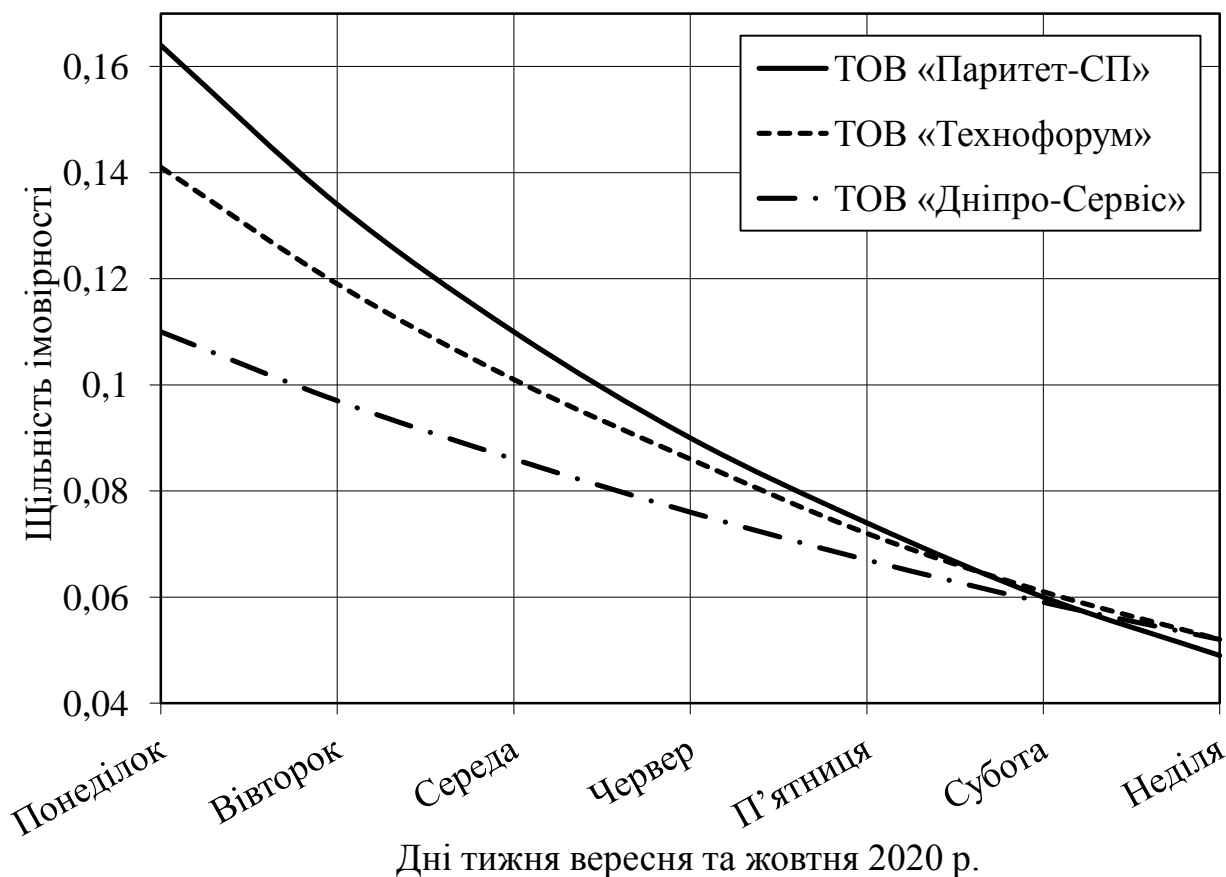


Рис.3.2. Розподіл надходження автомобілів протягом за тижнями протягом вересня 2020 р. роботи за експонентним розподілом

Складність збору інформації про потоках заявок і трудомісткості усунення несправностей і відмов автомобілів обумовлена також, небажанням підприємств надавати допомогу в зборі інформації при відсутності належного обліку в більшості з них.

Використовується найбільш простий спосіб опису нестационарності: обчислювалося середньорічне значення інтенсивності потоків заявок, що припадає на одну педелю, а інтенсивність по кожному тижні визначалася за відповідним коефіцієнтом коригування. Таким же прийомом визначалося значення інтенсивності по кожному дню тижня і по кожній годині робочого дня (рис.3.3; 3.4).

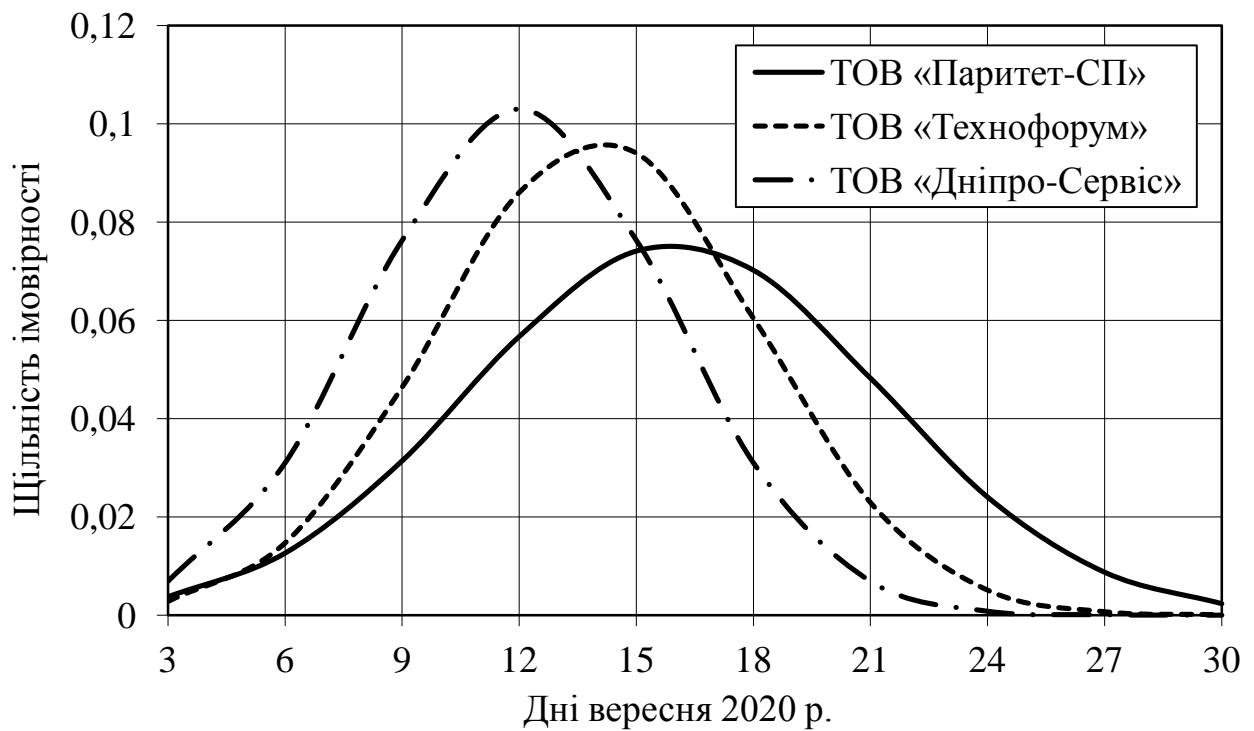


Рис.3.3. Розподіл надходження автомобілів протягом вересня 2020 р. за нормальним розподілом

Нестационарність потоку заявок на обслуговування автомобілів веде до порушення ординарності, а отже потоки відрізняються від найпростіших.

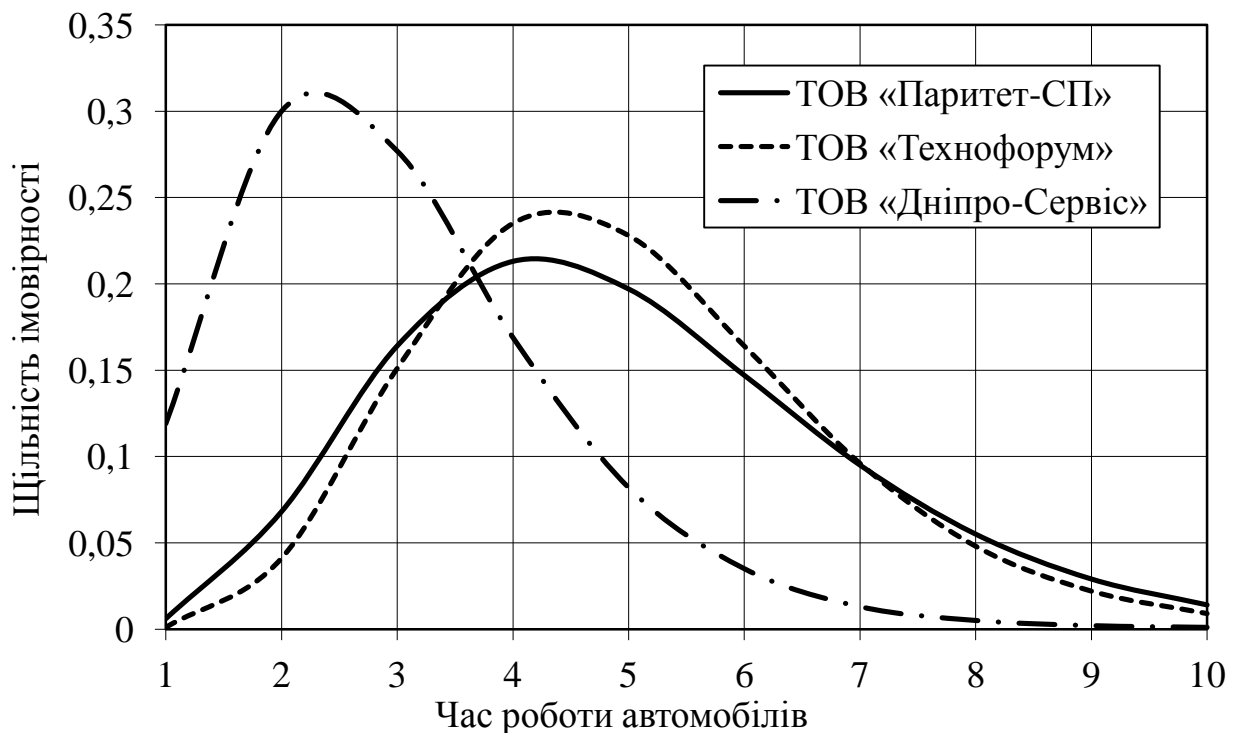


Рис.3.4. Розподіл надходження автомобілів за часом роботи за гамма розподілом



Якщо виходити їх формальних підходів до встановлення законів розподілу потоків заявок і відновлень, то в кожному разі необхідно перевіряти відповідність гістограм одному з найбільш близьких законів розподілу по відомими критеріями згоди (табл. 3.1).

З іншого боку, для цілей ефективного використання потужності ПТС доцільно диференціювати змінну інтенсивність по тимчасовим сходами з кроком, рівним одній годині.

Що стосується законів розподілу часу обслуговування (ТО і ремонту), то підтверджуються раніше встановлені закономірності про те, що час розподілу технічного обслуговування, як правило, підпорядковується нормальному закону з коефіцієнтами варіації 0.12 - 0.40 (табл. 3.1).

Разом з тим, було вперше встановлено, що на спеціалізованих ПТС і автомайстерень розподіл часу ремонту відрізнялося від експоненціального, що пояснюється, на наш погляд, наступними причинами. Проведені дослідження розподілу частоти регулювань кутів установки керованих коліс за експонентним розподілом (рис. 3.5).

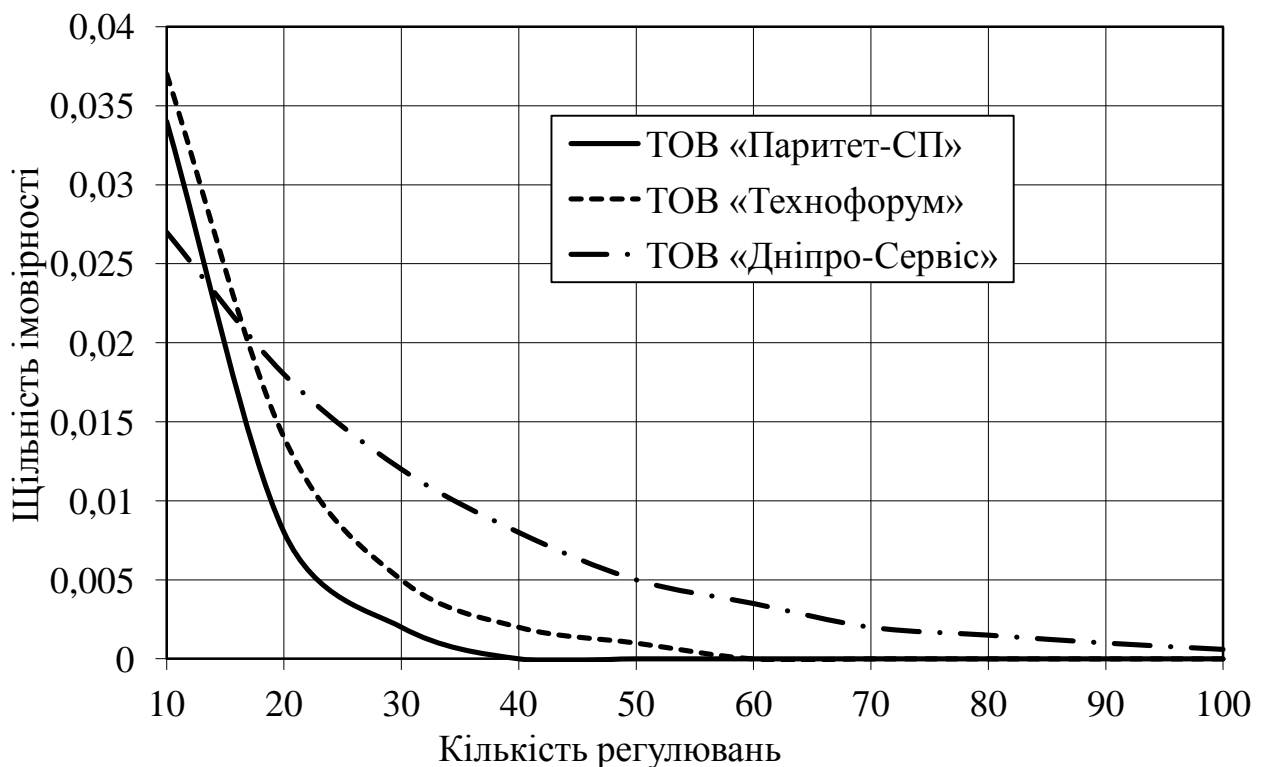


Рис.3.5. Розподіл частоти регулювань кутів установки керованих коліс за експонентним розподілом

Номенклатура впливів включає в себе операції дрібного, середнього і складного ремонту по великій номенклатурі впливів. Так як раціонально

сконструйована і виготовлена система елементів автомобіля на увазі допущення рідкісних відмов дорогих і важкодоступних елементів і збільшення числа відмов по менш цінним і доступним деталям, то експоненціальне часу розподілу ремонту автомобілів на універсальних постах була об'єктивною і стійкою реальністю. Однак при спеціалізованому ремонті номенклатура можливих впливів різко обмежена і ймовірність розсіювання трудомісткості виконання робіт зменшується (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Параметри законів розподілу часу автомобілів на ПТС м Дніпро

№	Найменування підприємств	Параметри		Критерій Романовського
		Математичне сподівання	Коефіцієнт варіації	
1	ТОВ «Техкомплекс Інтер Авто»	1.26	0.79	0.47
2	ТОВ «Інтер-Авто»	1.23	0.80	0.51
3	ТОВ «Truck-Service»	2.12	0.47	1.67
4	ТОВ «Автомаркет плюс»	0.98	1.01	1.70
5	ТОВ «Універсал Ремонт Сервіс»	1.40	0.68	0.27
6	ТОВ «Дніпро-Скан-Сервіс»	1.90	0.52	1.54
7	ТОВ «Авто-Р Плюс»	2.05	0.48	0.69
8	ТОВ «Технофорум»	1.35	0.73	3.08
9	ТОВ «Паритет-СП»	1.29	0.77	2.28
10	ТОВ «Дніпро Сервіс»	1.60	0.60	0.08
Ремонт ходової частини				
11	ТОВ «Truck-Service»	2.95	1.04	0.19
12	ТОВ «Дніпро-Скан-Сервіс»	4.47	0.68	1.56
13	ТОВ «Технофорум»	2.19	0.85	2.40
14	ТОВ «Мобил Сервіс»	3.44	0.69	2.10
Регулювання кутів управління коліс				
15	ТОВ «Діагностик»	0.32	0.56	4.12
16	ТОВ «Інтер-Авто»	0.24	0.62	3.18
Кузовні роботи				
17	ТОВ «Технофорум»	4.12	0.79	2.11
18	ТОВ «Паритет-СП»	7.42	0.81	2.08

Крім того, велику частку обсягу ремонту складають регулювальні роботи, пов'язані з операціями технічного обслуговування, для яких характерна менша варіація.

### 3.3. Загальний алгоритм моделювання функціонування підприємств технічного сервісу

Різноманіття реальних процесів, пов'язаних з масовим обслуговуванням заявок, не може бути враховано при їх математичному описі аналітичними методами не тільки з огляду на нестационарності потоку, а й відмінності реальних законів розподілу від прийнятих в теорії масового обслуговування.

В залежності завдання потрібно розробити алгоритми для створення комп'ютерних програм пошуку місця дислокації, виду спеціалізації (діяльності) і розміру потужності СП.

Глобальна сіть сервісних підприємств, являє собою сукупність локальних мереж підготовлених підприємств, розміщених випадковим чином за територією міст.

Суцільний алгоритм складається з важливих частин, які наведені в наступних підрозділах, та є окремими алгоритмами (рис. 3.6):

- 1 - моделювання вибору СП;
- 2 - оптимізація виробничої потужності СП;
- 3 – утворення рівня конкуренції між різними СП;
- 4 - моделювання спеціалізації завдяки шляхом вибору поста за спеціалізацією
- 5 - утворення організації праці виконавців СП.

При розробці моделей було допущено деяке спрощення класифікації, прийнятої для аналітичних моделей, що обумовлено, як вказувалося в першому розділі, допоміжним характером імітаційних моделей.

У зв'язку з цим розроблено дві основні моделі за ознакою взаємодопомоги виконавців: перша - без взаємодопомоги, друга з частковою та повною. При цьому в кожній моделі враховуються дисципліни черги.

Короткий опис алгоритму моделювання роботи ПТС розкриває використовувані прийоми і принципи, але вони не дають уявлення про обчислювальних процесах, що відбуваються при кожному варіанті функціонування ПТС.

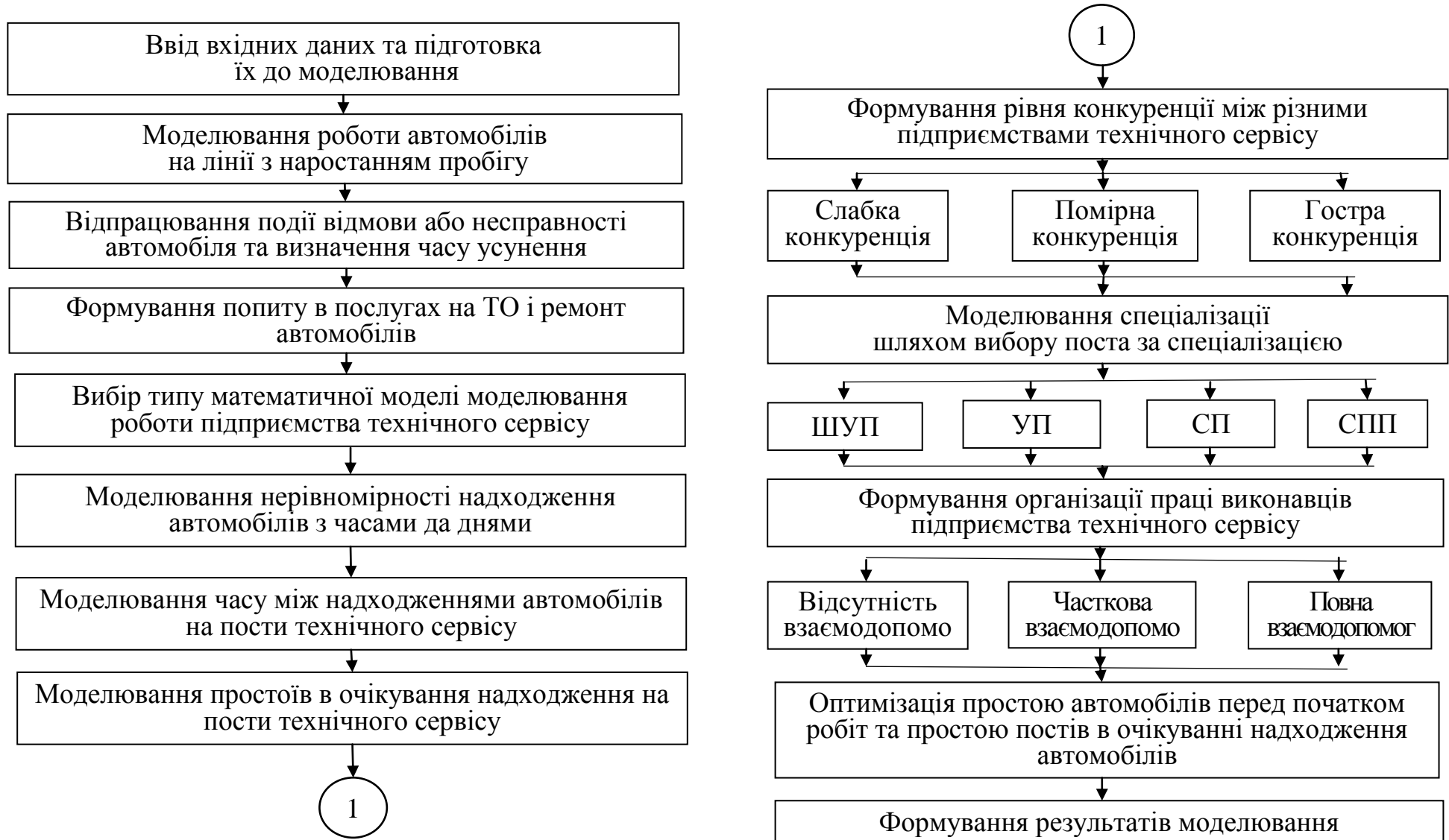


Рис. 3.6. Укрупнений алгоритм моделювання функціонування підприємств технічного сервісу

Незважаючи на те, що значна кількість обчислювальних процедур для всіх моделей функціонування ПТС є загальними, з принципової точки зору важливо спочатку розробити алгоритм для найбільш типового класичного випадку, коли взаємодопомога або неможлива, або економічно недоцільна.

Алгоритм працює за трьома варіантами поведінки автомобілів: перша модель - при відсутності вільного поста (місця) автомобіль негайно залишає ПТС; друга модель - автомобіль залишає ПТС, якщо час очікування більше допустимого; третя модель - автомобіль очікує вільного поста необмежений час.

При описі алгоритму доцільно спочатку привести інформацію, що позначає вихідні дані і величини, які беруть участь в обчислювальному процесі.

Алгоритм починає свою роботу з вибору типу математичної моделі (з миттєвим, відкладеним відмовою в обслуговуванні і необмеженим часом очікування), після чого формуються вихідні дані за прийнятими позначенням: інтенсивності потоків заявок, варіації законів розподілу проміжків часу між надходженнями автомобілів, математичні очікування і коефіцієнти варіації законів розподілу часу обслуговування заявок на одному посту без взаємодопомоги між виконавцями; тривалості дня в годинах, тижні в днях, місяці в тижнях; число постів, допустимий час простою автомобіля в черзі. Потім враховується кількість автомобілів, що надійшли на обслуговування і пішли до конкурента; поточному часу моделювання; накопичування кількості постів; накопичування часу простою автомобілів і постів.

Розглянутий алгоритм використовується для моделювання роботи ПТС при частковій і повній взаємодопомоги виконавців.

Алгоритм передбачає функціонування ПТС при трьох варіантах поведінки клієнтів-власників автомобілів: без очікування, з обмеженим і необмеженим часом очікування.

Після закінчення вибірки вільних постів проводиться розрахунок тривалості часу ремонту за звичайним прийому за умови, що обслуговують його виконавці, закріплені за одним постом. За цим фактично тривалість обчислюється як частка від ділення прогнозованого часу на число вільних виконавців.

Якщо в алгоритмі прийнята організація праці, що передбачає обмеження на число виконавців, що одночасно беруть участь в обслуговуванні одного автомобіля на одному посту, то визначається число вільних постів.

Початкове значення імовірності відмови визначається після проведення 100 випробувань, що забезпечувало стійкість його значення при пуассонівському потоку заявок, що має найбільшу дисперсію. Після завершення кожного повного циклу моделювання проводилося уточнення імовірності відмови і кількості випробувань згідно з наведеним алгоритмом.

При визначенні основних показників ПТС використовувалися накопичені значення часу простоїв автомобілів і постів, загального числа автомобілів, які залишили чергу. Спочатку розраховувалося останнім уточнене значення ймовірності відходу автомобіля з черги, потім обчислюється середньостатистичне значення коефіцієнта завантаження, в результаті чого стало можливим визначення середнього кількості постів у стані простою.

Після обчислення загальної кількості автомобілів, обслужених на ПТС за весь період моделювання, встановлюється середній час простою одного автомобіля в черзі. Завдяки встановленим раніше кількостю обслужених автомобілів, відомої тривалості випробувань і тривалості одного робочого дня в годинах, дає змогу розрахувати абсолютну пропускну здатність ПТС, а потім середню довжину черги автомобілів.

Якщо завданням моделювання було визначення основних показників ПТС при конкретних вихідних даних, то моделювання припинялося через завершення роботи.

В іншому випадку проводяться пошук нових значень оптимізуються показники шляхом покрокового зміни кількості ресурсів.

Варіантом організації праці все вільні виконавці ПТС можуть включатися в обслуговування одного автомобіля,

### **3.4. Формування нестационарних випадкових потоків заявок**

Для потоку заявок, яку представляють послідовністю випадкових величин  $t_1, t_2, t_3 \dots t_m$  необхідно фіксувати випадковий процес у часі. Тому зазвичай

для зручності користуються випадковими величинами  $t_{a1}, t_{a2}, t_{a3} \dots t_{am}$  є довжинами інтервалів часу між послідовними моментами:

$$t_1 = t_{a1}$$

$$t_2 = t_{a1} + t_{a2}$$

$$t_k = t_{a1} + t_{a2} + t_{a2} + \dots t_{ak}$$

Таким чином розглядаються безперервні випадкові величини  $\Gamma A1$ , які характеризується сукупністю їх спільної функції щільності розподілу. Для проміжків часу, розподілених за експоненціальним законом (найпростіший потік) псевдовипадкова величина визначається за виразом:

$$t_{ai} = - \frac{1}{\lambda \cdot \lg(1 - R_i)} \quad (3.1)$$

Якщо інтервали часу між черговими надходженнями заявок розподілені по нормальному закону, то розрахункове вираз має вигляд:

$$t_{ai} = M(t_a) + \sigma_H \left( \sum R_i - \epsilon \right) \quad (3.2)$$

де,  $M(t_a)$  - математичне очікування появи заявки,

$\sigma_H$  - середньоквадратичне відхилення.

Як видно з цього виразу, для вироблення псевдовипадкового числа  $\Gamma a!$  необхідно виробити 12 псевдовипадкових чисел, розподілених по рівномірному закону.

Незважаючи на те, що цей закон має місце при описі тривалості технічного обслуговування, згідно з його меж, певна частина випадкових чисел може мати від'ємне значення. Тому можна скористатися логарифмічно-нормальним розподілом, яке при близькості параметрів до нормального не має негативних значень.

Для цього закону псевдовипадкові числа виробляються за допомогою параметрів нормального розподілу:

$$t_{ai} = e^{\frac{M(t_a) + \delta_H \cdot R_{Hi}}{\lg e}} \quad (3.3)$$

$R_{Hi}$  - нормально розподілена випадкова величина з параметрами  $[0;1]$

Якщо випадкова величина тривалості часу між надходженням чергових заявок підпорядкована закону Вейбулла, то

$$t_{ai} = k \sqrt[k]{\frac{1}{\alpha \cdot \ln R_i}} \quad (3.3)$$

де,  $\alpha$  - масштабний параметр;

$k$  - параметр, що визначає асиметрію і ексцес.

Цей закон видозмінює щільність розподілу в залежності від значень  $\alpha$  до  $k$  і є універсальним.

Однак при вирішенні поставлених в даній роботі завдань, обмеженого 2-3 законами розподілу, що мають місце в розглянутих процесах, використання його вельми проблематично. Разом з тим, з огляду на універсальність розроблених алгоритмів моделювання для подальшого використання їх в суміжних галузях, було визнано за доцільне їх включення в арсенал законів розподілу.

Розглянуті прийоми отримання псевдовипадкових величин для декількох законів розподілу мали на меті апроксимацію випадкового стаціонарного потоку заявок. Як зазначалося раніше, нестаціонарність (нерівномірність) надходження заявок є найбільш несприятливим фактором при функціонуванні ПТС. У зв'язку з цим опис нестаціонарного процесу є необхідним вихідним елементом при формуванні випадкових моментів появи заявок.

Якщо вище розглядалися випадкові реалізації появи однієї конкретної заявки, в даному випадку мова йде про обчислення випадкового значення інтенсивності появи заявок на даному часовому інтервалі змінного значення  $X_1$ . Після визначення фіксованої величини  $\lambda_i$ , проводиться розіграш моменту появи заявки по одному з вищенаведених законів розподілу.



Якщо нестационарність потоку заявок описується безперервною функцією, то досить зафіксувати момент появи заявок на осі часу, а значення  $\lambda_i$  обчислити по одній з апроксимуючих функцій згідно з результатами опрацювання статистичних даних.

При відсутності таких можна скористатися експериментальними дискретними значеннями  $\lambda_i$  за певними довжинами інтервалів (часовий, тижневий, місячний). В процесі розробки імітаційної моделі була прийнята наступна послідовність. Вихідним для розрахунку середньої інтенсивності потоку заявок за тиждень приймалося значення інтенсивності, що передбачало стаціонарність процесу за перший тиждень місяця. Потім обчислювалося середнє значення інтенсивності потоку за перший тиждень першого місяця, а в кінці фіксувався перший робочий час першого дня тижня першого місяця. Значення інтенсивності змінювалося протягом дня по годинах. Для кожного інтервалу часу розігрувалося значення моменту появи заявки. У такій послідовності повторювалася процедура обчислень до закінчення першого робочого дня першого тижня першого місяця.

Ця обчислювальна процедура тривала до закінчення тижня, після чого визначалося початкове значення інтенсивності для другого тижня і наступних тижнів місяця. Після завершення моделювання протягом місяця, потім в перший день першого тижня другого місяця і так далі аналогічно моделювання потоку за перший місяць. Після закінчення моделювання за 12 місяців, розрахунок починався заново по тим же вихідним даним, що і за попередній рік моделювання.

Такий метод формування потоків заявок на обслуговування автомобілів дозволив спростити масив вихідних даних без шкоди для точності результатів завдяки тому, що спостерігалася стійка повторюваність коливань потоку заявок протягом дня і тижня незалежно від сезону.

### **3.5. Алгоритм розрахунку показників ПТС при різних формах організації праці**

У минулому розділі був детально описаний метод розшуку простору дислокації та спеціалізації СП, а асоціація розрахунків підсумків проєктованих фірм була опущена у зв'язку з чималою кількістю операторів. Завдяки останній обставині виникла потреба розробки автономного способу (рис. 3.10). Відповідно до прийнятих у роботі базовим математичним моделям розрахунку параметрів СП, прийнято три форми організації праці, для яких доцільно створити окремий спосіб. При моделюванні всієї мережі автосервісу прийнята зміна організації праці значною мірою впливає кінцеві результати, унаслідок цього кожному з них було складено окремий спосіб, враховує перелічені форми організації праці. Метод розрахунку характеристик СП без взаємодопомоги артистів починає власну роботу із присвоєння накопичувачів величин нульових значень.

У блоках передбачаються наступні параметри можливість того, що всі пости обслуговування зайняті (блок 4), а також ймовірність того, що в системі знаходиться  $n+t$  автомобілів (блок 5), середнє число зайнятих постів (блок 6), кількість автомобілів, які залишили чергу (блок 7) і середній час очікування початку обслуговування автомобілів (блок 8).

Метод розрахунку показників СП з обмеженою взаємодопомогою осіб складено подібним чином з урахуванням індивідуальностей взаємодії людей.

Слідом за тим поелементно орієнтуються елементи розрахунку ймовірності недоступності вільних постів (блок 10) і можливість присутності машин на постах з обмеженою чергою (блок 11), розраховується середня кількість автомобілів, що залишають чергу (блок 12), середній час очікування у черзі (блок 13).

Спосіб третього варіанту взаємодії виконавців – з абсолютною взаємодопомогою – легше перших двох у зв'язку з найменшою складністю розрахункових формул аналогічних систем глобального обслуговування. Блок 15 спеціалізований для обчислення ймовірності недоступності вільних постів. Блок 16 обчислюють можливість присутності ПТС  $n+t$  автомобілів, після чого орієнтується середня чисельність зайнятих постів (блок 17).

Сукупним параметром вважається середня довжина черги машин, що розраховується в блоці 18.



Рис. 3.7. Алгоритм розрахунку показників сервісних підприємств при різних формах організації праці

Кінцем цього алгоритму є визначення економічно-технічних показників; витрат від функціонування, доходу, прибутку і терміну окупності.

### 3.6. Висновки за третім розділом

2. Вхідний потік заявок на ПТС по ТО і ремонту автомобілів є нестационарним стохастичним процесом, формування якого відбувається під впливом постійно діючих факторів зовнішнього середовища підприємств, в зв'язку з чим закономірності цих потоків носять довготривалий і стійкий характер.

3. Нерівномірність вхідного потоку заявок має певні часові цикли, що повторюються протягом календарного року: день (добу), тиждень, квартал. При цьому найбільший вплив на величину інтенсивності потоку заявок надають сезонні умови, однак найбільші коливання потоку заявок спостерігаються протягом дня і тижня з високим ступенем стійкості.

4. Апроксимація нерівномірного потоку заявок з достатньою точністю можлива при використанні полінома четвертого ступеня, однак для практичних завдань доцільніше опис нерівномірного потоку дискретними стационарними сходами.

5. Незважаючи на відміну вхідних потоків заявок від найпростішого, параметри їх близькі до пуассоновским зважаючи складання ефекту від нестационарності і групового характеру виникнення відмов і несправностей автомобілів.

6. Закони розподілу часу обслуговування автомобілів при поточному ремонті автомобілів на універсальних ПТС підкоряються експоненціальним законом, однак на спеціалізованих підприємствах з обмеженою номенклатурою операцій, коефіцієнти варіації коливаються в межах 0.6-0.9.

7. Відмінність вхідних потоків заявок від найпростішого потоку і законів розподілу часу обслуговування автомобілів на спеціалізованих ПА від експоненційних вимагає розробки і використання імітаційних моделей

функціонування ПТС для коригування показників ефективності діючих підприємств.

8. Розроблені алгоритми імітаційного моделювання дозволяють сформувати нестационарні вхідні потоки заявок з виявленими циклічність, визначити показники функціонування ПТС при різних рівнях конкуренції і формах організації праці з достатньою для інженерних розрахунків достовірністю.

9. При реалізації розроблених імітаційних моделей можуть бути використані різні мови програмування, що підвищує цінність запропонованих алгоритмів.

## 4. ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

### 4.1. Організація і проведення аналізу виробництва підприємств технічного сервісу

Перший етап оптимізації виробничих процесів підприємств технічного сервісу мали метою обґрунтувати статистичну базу моделювання. Перш за все стояло завдання встановлення можливості застосування аналітичних формул масового обслуговування для розрахунку показників функціонування ПТС.

Другий етап проведення досліджень полягав у виявленні реальності прийнятих показників ПТС і критеріїв, якими керуються власники автомобілів при користуванні послугами конкретних підприємств.

Інші фактори були названі в числі другорядних і були супутніми основним. У їх числі: наявність запасних частин, мала тривалість ремонту, режим роботи підприємства, малий час очікування в черзі, неформальні відносини.

Висока якість обслуговування забезпечує не тільки більшу виробничу програму, але і велике завантаження потужності підприємства. Значний відрив від конкурентів за якістю обслуговування наближають такі підприємства до умов слабкої конкуренції як в пікові години, так і в години затишшя.

Спостереження за іншою групою конкуруючих підприємств, що здійснюють ремонт і фарбування кузовів підтверджують, що кожне підприємство має своє значення, при якому автомобіль не минає черги. Найчастіше цей час обчислюється днями, а для престижних ПТС і тижнями. Разом з тим встановлено, що знаходиться в кореляційній залежності від тривалості обслуговування.

Для домінуючих підприємств це співвідношення коливалося в підприємствах:

$$t_{очік}^{домін} = (2 \div 3) \cdot t_{обс} \quad (4.1)$$

Для інших підприємств:

$$t_{очік}^{інші} = (1 \div 2) \cdot t_{обс} \quad (4.2)$$

Вплив вартості виконуваних робіт на величину потоку заявок мало явно виражену залежність для ПТС, що спеціалізуються на вітчизняних автомобілях. Підприємства спеціалізуються на іномарках, не відчують цієї залежності (еластичності попиту) з огляду на те, що власники їх більш заможні і в кінцевому підсумку їх цікавило якість виконуваних робіт.

У проміжні періоди часу, коли потік автомобілів на заправку наближався до середнього значення, фактор довжини черги зміщувався і знаходився в числі двох-трьох домінуючих.

Для підприємств, що виконують складний ремонт вузлів і агрегатів характерна відсутність автовласників в період обслуговування автомобілів. Тому скупчення деякої кількості автомобілів в черзі не настільки відчутно, для автовласників, якщо нормативна тривалість ремонту гарантується підприємством.

Цій групі підприємств властиво переносити момент початку ремонту за домовленістю з клієнтом на час, що влаштовує обидві сторони.

Ця домовленість носить усний характер без правових зобов'язань сторін і частка клієнтів, які дотримуються обумовлені умови за статистикою, коливається в межах 30- 40%. Інша частина шукає більш прийнятні умови серед конкурентів, маючи в запасі раніше укладену домовленість.

Практично всі ПТС зі свого боку дотримуються ці домовленості як міру збереження довіри. Разом з тим, кількість планованих переносів, свідомо вище можливостей підприємства щодо їх виконання, але такий прийом виправданий психологічно і економічно з урахуванням низького коефіцієнта повернення автомобілів.

Встановлюється, що високі коефіцієнти повернення автомобілів характерні і для складних тривалих ремонтів, які здійснюються підприємствами монополістами, олігополістами і лідерами вільної конкуренції. Опитування автовласників на різних ПТС показав, фактор відстані до місця обслуговування

не грає помітної ролі для прийняття рішення про обслуговування автомобіля на тому чи іншому ПТС.

Всі зазначені вище особливості функціонування ПТС, що спеціалізуються за різними видами робіт, що відрізняються обмеженою номенклатурою та середньої трудомісткістю, обслуговування показують, що часовий параметр є одним з домінуючих чинників в пікові періоди часу (години, дні, тижні), але не визначальним успішність бізнесу в цілому.

Загострення конкуренції в періоди падіння потоку заявок не впливає суттєво на показники підприємств, так як завжди є резерв потужності, розрахований на пікові характеристики потоку заявок. Більшість відходів автомобілів до конкурентам має місце як раз в пікові періоди часу, в зв'язку з чим, цей режим є найбільш важливим для ПТС.

Таке явище пояснюється тим, що в години падіння інтенсивності потоку заявок конкуренція загострюється, але, по суті, це не відноситься до тимчасовими показниками ПТС і резервування їх потужності. У пікові періоди часу престижні ПТС мають величезні черги, і потоки заявок змушені перерозподіляться між усіма ПТС по всій мережі техсервісу.

Це відноситься так само як до дрібного, так і складного трудомісткого ремонту. Відмінність полягає лише в тривалості періодів маневрування: для дрібного ремонту - протягом дня, для складного ремонту - в більш тривалі періоди часу (тижні, місяці).

Для вирішення питання про підвищення ефективності функціонування ПТС слід розглядати всі фактори внутрішнього і зовнішнього середовища, визначити їх кількісний вплив на показники підприємств і розробити на цій основі конкретні рекомендації. Таке завдання може бути поставлена окремо виходячи з економічної доцільності.

Кількісні залежності між рівнем завантаження потужностей і втратами підприємств від відходу частини автомобілів з черги являють дієвим інструментом при вирішенні глобальної задачі - підвищення ефективності функціонування ПТС в конкурентному середовищі.



## 4.2 Результати моделювання роботи підприємств технічного сервісу

Основною метою моделювання є встановлення залежностей між ймовірністю догляду автомобілів з черги і коефіцієнтом завантаження потужності ПТС.

Низькі значення коефіцієнта завантаження приймаються для кількісної оцінки оптимізаційних заходів, спрямованих на зменшення втрат доходу підприємств від переходу автомобілів до конкурентам через надмірну довжину черги автомобілів.

Розрахунки проводяться для всіх моделей функціонування підприємств, але суттєві результати по найбільш типовим варіантам: моделям з втратами, моделям з обмеженим і необмеженим числом автомобілів в черзі. Для кожної з них розглянуті всі три форми організації праці: без взаємодопомоги, з чистою і повною взаємодопомогою.

Для всіх моделей потоки приймаються стаціонарними пуассонівським, а потім вносяться корективи в показники, обумовлені відмінністю реальних законів від пуассонівських.

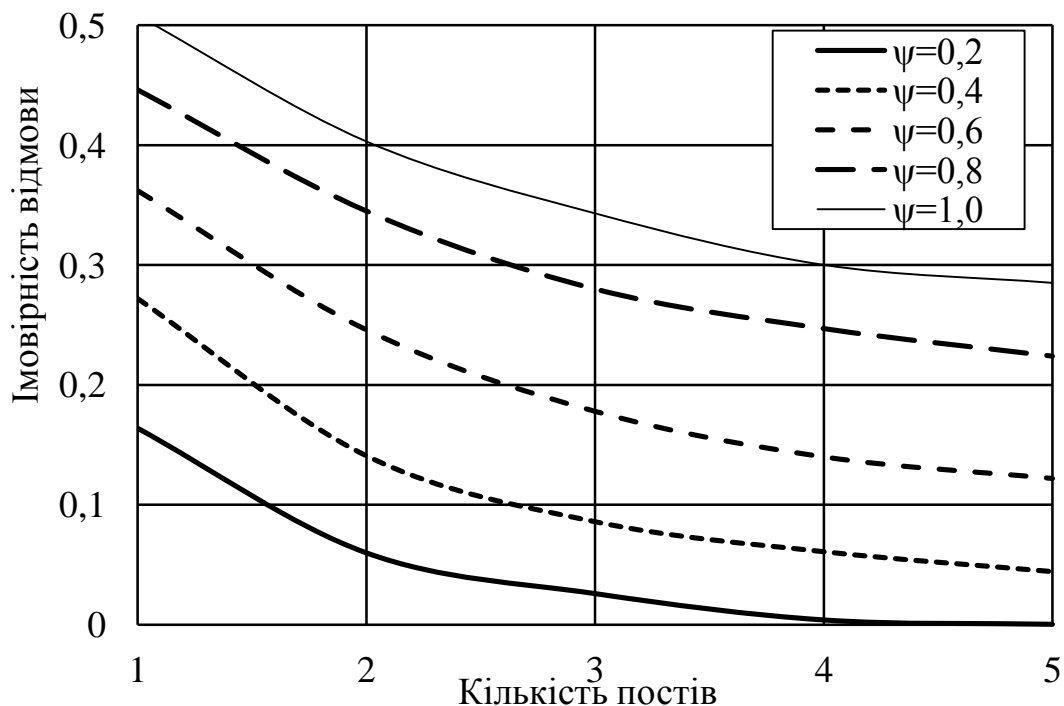


Рис. 4.1. Зміна ймовірності відмови в обслуговуванні клієнтів в залежності від кількості постів ( $n$ ) при різних коефіцієнтах завантаження ( $\psi$ ), при відсутності черги ( $m=0$ ) та відсутності взаємодопомоги між виконавцями

Для моделей, апроксимуючих поведінку «нетерплячих» заявок при відсутності взаємодопомоги, частковою та повною взаємодопомоги визначалася залежність між імовірністю уходу автомобіля  $P_n$  і рівнем завантаження потужності  $\Psi$  для найбільш типових значень числа постів (рис. 4.1,4.2).

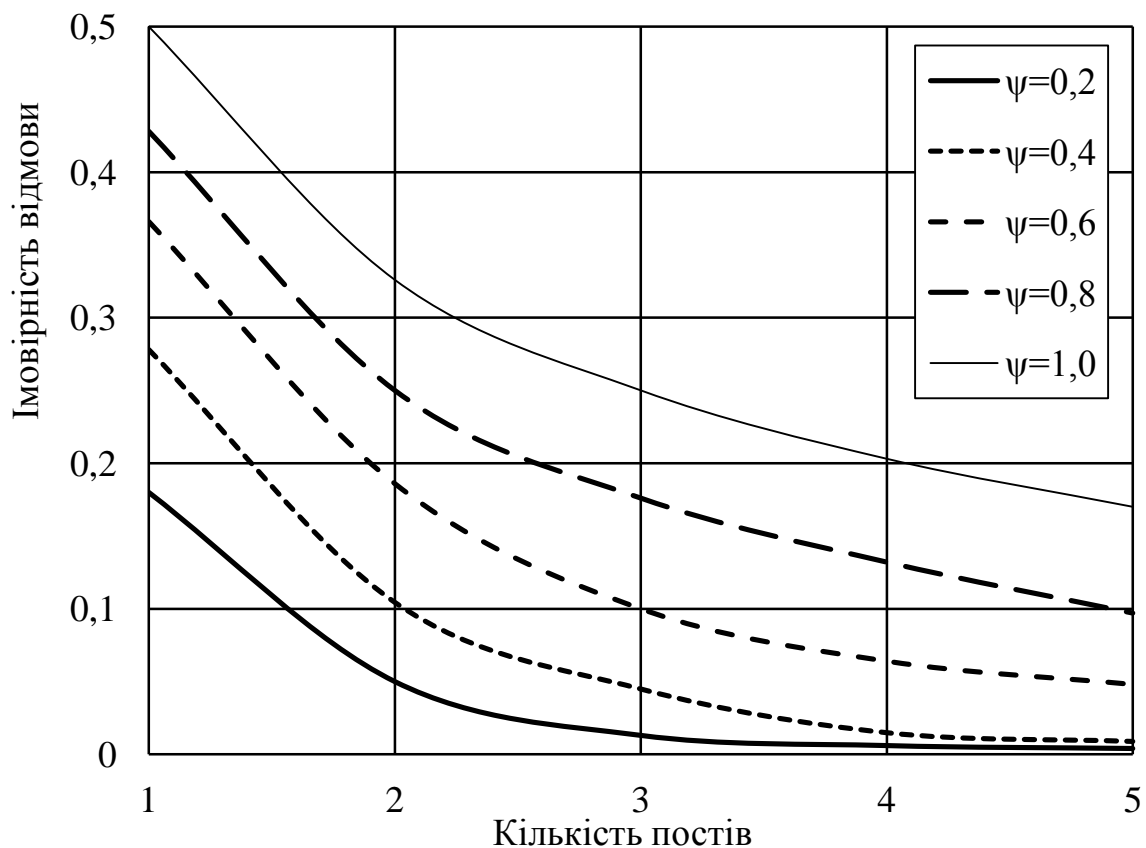


Рис. 4.2. Зміна імовірності відмови в обслуговуванні клієнтів в залежності від кількості постів ( $n$ ) при різних коефіцієнтах завантаження ( $\psi$ ) при відсутності черги ( $m=0$ ) та повної взаємодопомозі між виконавцями

Отримані криві показують, що ефективність взаємодопомоги зростає в міру збільшення коефіцієнта завантаження. Гідність отриманих залежностей полягає в кількісній оцінці очевидних явищ. Відсутність черги характерно для ПТС в годинник падіння інтенсивності потоку заявок і має місце в ці періоди гострою конкуренцією.

В цілому для більшості ПТС представляє інтерес отримане сімейство кривих для значень коефіцієнта завантаження в межах  $\Psi = 0.5-0.7$ .

Особливу увагу було приділено моделям, що допускають обмежену довжину черги (рис. 4.3-4.5). Основний позитивний ефект від допущення черзі досягається при значеннях  $m = 1 \div 2$ , в подальшому інтенсивність збільшення рівня завантаження помітно знижується (рис. 4.3).

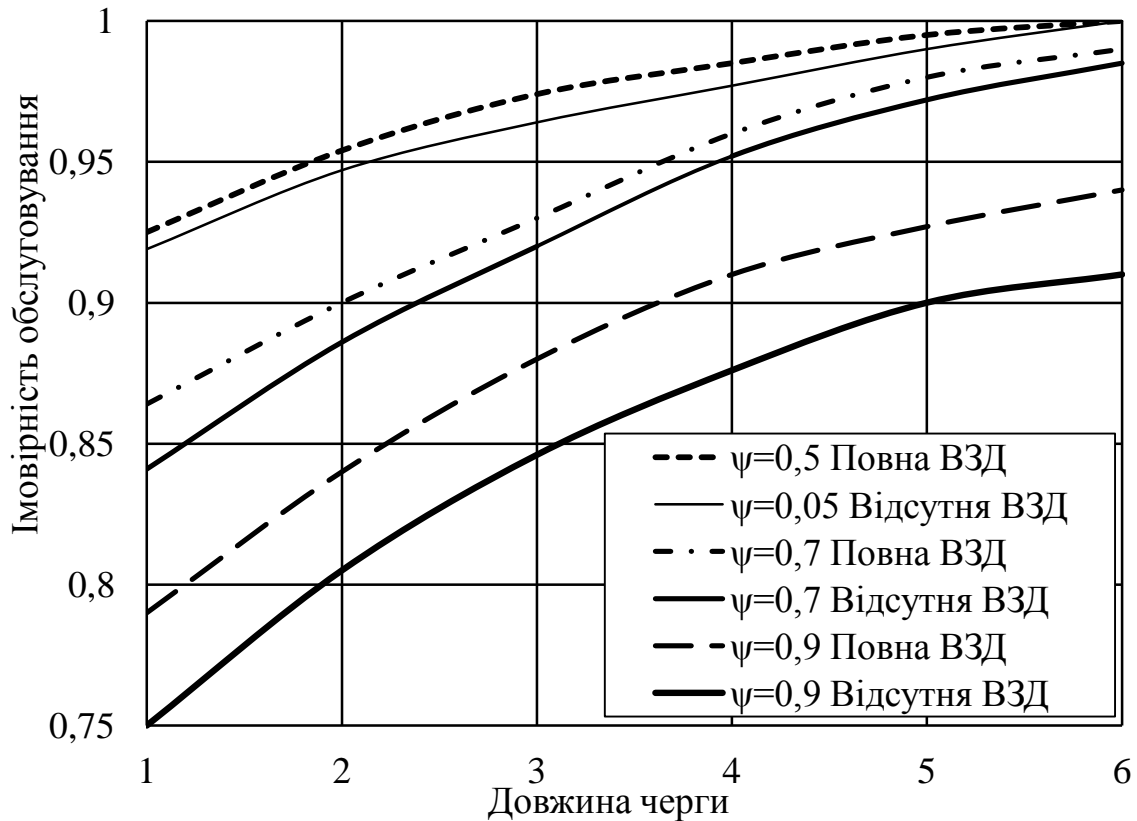


Рис. 4.3. Зміна імовірності обслуговування клієнтів в залежності від довжини черги ( $m$ ) при різних коефіцієнтах завантаження ( $\psi$ ) та виду взаємодопомоги між виконавцями

Отже, при проектуванні ПТС необхідно передбачати не менше двох автомобілів-місць очікування. Відсутність таких відповідно до закономірностями наростання рівня завантаження (рис.4.3) може привести до різкого зниження ефективності виробництва на ПТС за рахунок низького рівня використання виробничих потужностей.

Результати моделювання дають кількісну оцінку ефективності вимірювання різних параметрів ПТС як систем масового обслуговування: середньої довжини черги автомобілів (середнього часу очікування), варіантів взаємодопомоги виконавців. Практична значимість цих залежностей полягає в тому, що завдяки кількісному підходу до вимірювання ефективності тих чи

інших організаційних заходів з'явилася можливість прийняття управлінських рішень не на основі інтуїції або досвіду, а знанні кінцевого результату.

Результати моделювання ефективності взаємодопомоги виконавців при стаціонарному входить потоці (рис. 4.5) не слід перебільшувати можливості бригадної форми організації купа при виконанні ТО і ТР автомобілів.

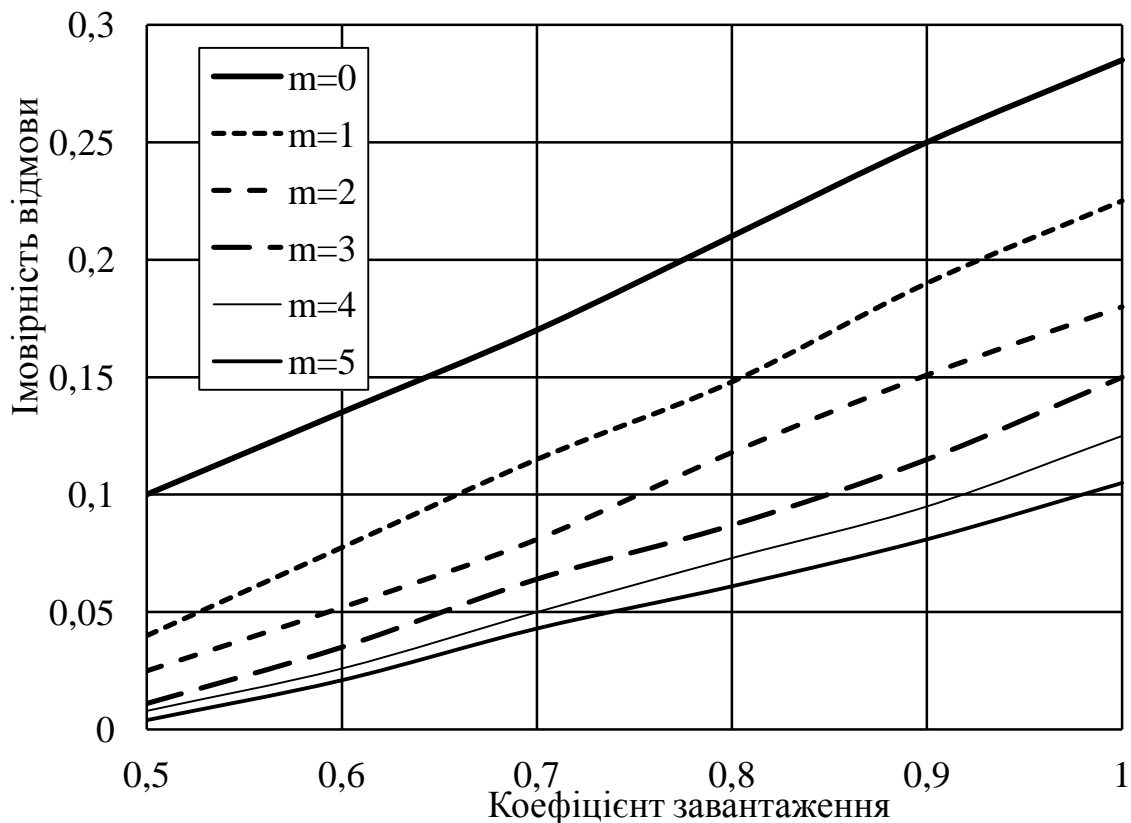


Рис. 4.4. Зміна імовірності відмови в обслуговуванні клієнтів в залежності від коефіцієнту завантаження( $\psi$ ) при різній довжини черги ( $m$ ) та повної взаємодопомозі між виконавцями

Індивідуальна форма організації праці (без взаємодопомоги виконавців) забезпечує більш високу якість обслуговування через персональну відповідальність за виконану роботу. В умовах конкуренції ця обставина може зіграти вирішальну роль при прийнятті рішення про вибір варіанта організації праці, тому взаємодопомога повинна надаватися по простих операцій, а найбільш складні і відповідальні операції повинні бути виконані однією особою, закріпленим за даним автомобілем і постом.

В умовах конкуренції ця обставина може зіграти вирішальну роль при прийнятті рішення про вибір варіанта організації праці, тому взаємодопомога повинна надаватися по простих операцій (розбирання, найпростіші операції установки), а найбільш складні і відповідальні операції повинні бути виконані однією особою, закріпленим за даним автомобілем і постом.

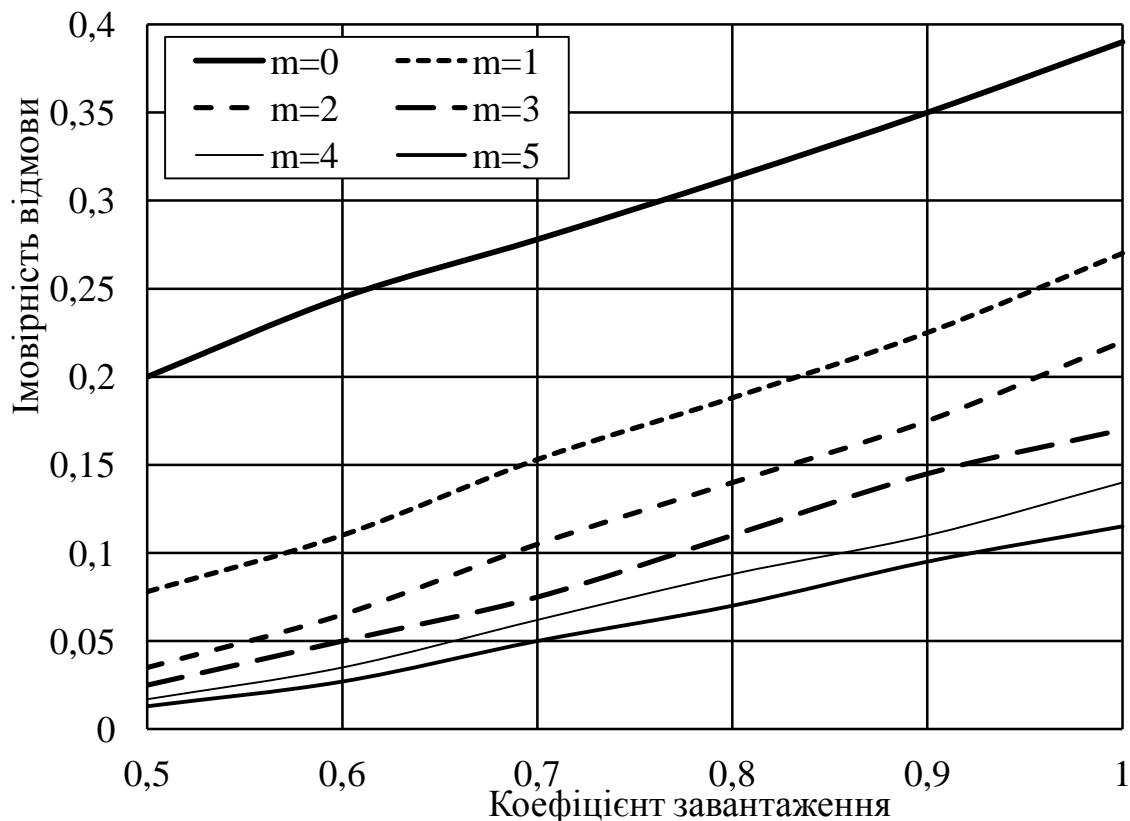


Рис. 4.5. Зміна імовірності відмови в обслуговуванні клієнтів в залежності від коефіцієнту завантаження( $\psi$ ) при різній довжини черги ( $m$ ) та відсутності взаємодопомоги між виконавцями

Неможливо врахувати при моделюванні, але їх ігнорування на практиці може призвести до негативних наслідків. В умовах конкуренції ця обставина може зіграти вирішальну роль при прийнятті рішення про вибір варіанта організації праці, тому взаємодопомога повинна надаватися по простих операцій (розбирання, найпростіші операції установки), а найбільш складні і відповідальні операції повинні бути виконані однією особою, закріпленим за даним автомобілем і постом.

При зміні інтенсивності вхідного потоку заявок різко змінюється рівень завантаження відповідно до виразу  $\psi = \frac{\lambda}{v \cdot n}$  потужності ПТС. Оптимальне значення цього коефіцієнта досягається на практиці за короткий проміжок часу при пікових і мінімальних значеннях потоків заявок за рахунок зміни пропускної здатності шляхом регулювання чисельності виконавців або постів. При цьому залишається постійним співвідношення  $\alpha = \frac{\lambda}{v}$ , звідки випливає, що пропускна здатність повинна змінюватися пропорційно прирощенням інтенсивності потоку заявок.

Тому нейтралізація негативних наслідків коливання потоку заявок за рахунок зміни форми організації праці може бути рекомендований при малих варіаціях потоку заявок. Однак зміна пропускної здатності ПТС за рахунок залучення додаткового числа виконавців має узгоджуватися з циклічністю коливання потоку заявок. Так при тижневому циклі слід залучати додаткових виконавців по окремих днях, а деяких - по певним часовим періодам цих днів, які збігаються з піковими навантаженнями (рис. 4.6).

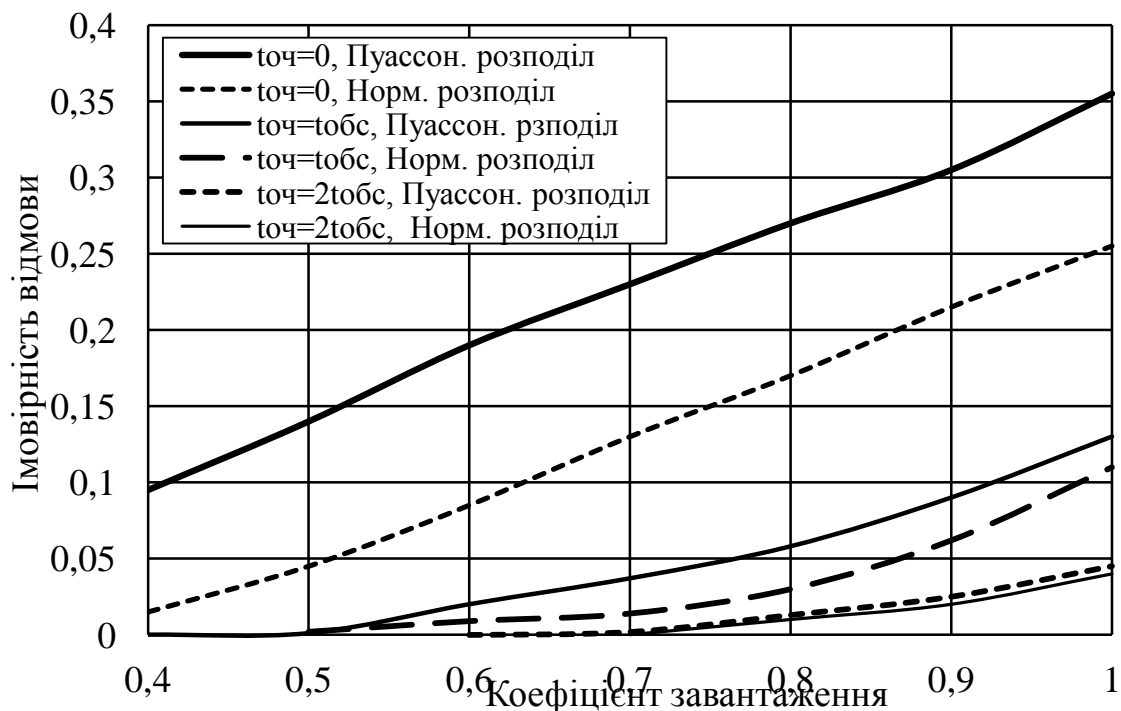


Рис. 4.6. Зміна імовірності відмови в обслуговуванні клієнтів в залежності від коефіцієнту завантаження ( $\psi$ ) при відсутності взаємодопомоги між виконавцями при різному часі очікування ( $t_{оч}$ )

Користуючись сімейством кривих, отриманих при моделюванні, можна побудувати залежності, що встановлюють оптимальні рівні завантаження в залежності від величини співвідношень втрат доходів від догляду автомобілів до конкурентам і передбачуваних витрат на утримання резерву потужності ПТС.

Однак при цьому виявилось, що обчислення оптимального рівня завантаження вимагає знання середнього числа автомобілів в черзі, при якому вони залишають чергу (рис. 4.7). У зв'язку з цим слід для конкретного підприємства проводити збір даних не тільки за кількістю автомобілів, які залишили чергу  $\Delta\lambda$  і середнє значення  $m$ .

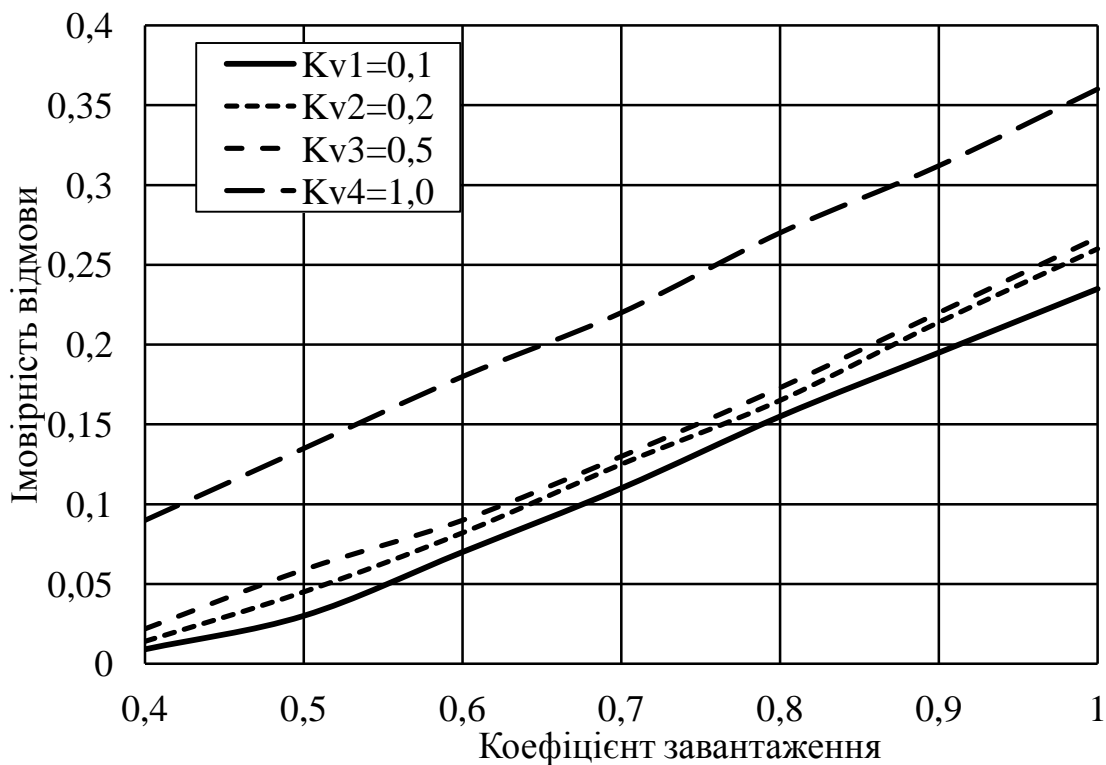


Рис. 4.7. Зміна імовірності відмови в обслуговуванні клієнтів в залежності від коефіцієнту завантаження ( $\psi$ ) при відсутності черги ( $m=0, t_{оч}=0$ ) та відсутності взаємодопомоги між виконавцями при різних коефіцієнтах варіації ( $K_v$ )

Для прийняття рішення про скорочення числа робочих постів на одиницю необхідно було визначити значення функції мети при новому значенні числа постів за умови збереження вхідного потоку заявок. Нове значення коефіцієнта завантаження визначалося з урахуванням можливого збільшення кількості

автомобілів, які покидають чергу, попередньо обчисливши прогнозований рівень завантаження

Широкий діапазон коливань потоку заявок викликає варіацію оптимального числа постів. У цій ситуації вирішальним є і подальше за цим управлінське, наскільки довго зберігається вихідна інтенсивність потоку заявок. Рух трудових ресурсів приводить до додаткових витрат, часте прийняття рішення про зміну числа виконавців може призвести до необґрунтованих витрат.

Рівна періодичність прийняття рішення не дає максимального ефекту, так як періодичності коливання потоків заявок мають значну варіацію, як протягом дня, так і протягом тижня, місяця, кварталу. З урахуванням цієї особливості інтенсивності потоків заявок доцільно приймати рішення на тривалі періоди стабілізації, а не на пікові (нетривалі) періоди часу.

При визначенні таких періодів необхідно обґрунтувати дискретний крок пошуку. Проведені розрахунки і аналіз показали, що протягом дня мінімальної періодичністю прийняття рішення є час, для тижні-один день, для місяця і кварталу- тиждень.

Середнє значення числа постів (виконавців) по всій мережі автосервісу коливається в межах 2-3, тому достатнім визначити для практичних цілей криві оптимального рівня завантаження при  $n = 3$  для різних співвідношень вартісних показників.

Нестаціонарність потоку заявок на обслуговування автомобілів настільки велика, що коефіцієнт завантаження, лінійно залежить від інтенсивності потоку

за виразом  $\psi = \frac{\lambda}{v \cdot n}$ , постійно змінюється в широких межах.

Для практичного використання знайдених залежностей між ймовірністю догляду автомобілів і коефіцієнтом завантаження доцільно скористатися одним з отриманих графіків (рис.4.1, 4.2). В даному випадку представляє інтерес графік залежностей для умов гострої конкуренції, коли число автомобілів дорівнює нулю. Для переходу від цього екстремального варіанта до помірної і слабкої конкуренцію досить прийняти допустиму кількість автомобілів в черзі в якості додаткових постів.



Рекомендації щодо прийняття оптимальних рішень можуть бути реалізовані на основі формалізованого підходу. Аналіз результатів імітаційного моделювання дозволив встановити залежність між номінальними значеннями коефіцієнта завантаження і коефіцієнтами варіації законів розподілу часу, а обслуговування автомобілів. Для практичного користування були побудовані криві для коригування коефіцієнтів завантаження, отриманих аналітичними методами (при  $K_v = 1$ ) для різного числа постів і «терплячості» автовласників (рис. 4.7). Значення номінальних коефіцієнтів завантаження однакові, коригування вироблялося за ймовірністю відмови в обслуговуванні  $P_n$ . Завдяки цьому були встановлені коефіцієнти коригування номінального рівня завантаження, які забезпечували відповідні значення  $P_n$ .

### **4.3 Методика визначення оптимального рівня використання потужності підприємств технічного сервісу**

При функціонуванні підприємств технічного сервісу є можливість збору всіх вихідних даних, крім що є комерційною таємницею власників.

При наявності зацікавленості керівників ПТС в підвищенні ефективності використання потужності діючих підприємств є дві можливості збільшення прибутку: а) створення оптимального резерву потужності, що забезпечує своєчасність обслуговування автомобілів в періоди збільшення потоку заявок; б) підвищення якості обслуговування при незмінній потужності підприємства, що забезпечує більшу середню довжину черги, а отже, більший рівень завантаження і збільшення виробничої програми. Для визначення оптимального резерву потужності необхідно керуватися не тільки характеристиками ПТС як систем масового обслуговування, а й економічними показниками.

В якості вихідних даних служать наступні параметри:

$C_d$  - середня ціна обслуговування однієї заявки;

$C_p$  - середня заробітна плата одного робітника і витрати на утримання робочого поста;

$m$  - середня довжина черги автомобілів.

Критерієм оптимальності приймається мінімум сумарних витрат від відходу частини автомобілів з черги і зміст резервної потужності:

$$U = \Delta\lambda \cdot P_n \cdot C_d + (1 - \Psi_o) \cdot n \rightarrow \min \quad (4.3)$$

де  $\lambda$  - загальне число автомобілів надійшли на підприємство;

$\Delta\lambda$  - число автомобілів, які перейшли до конкурента;

$\Psi_o$  - фактичний завантаження потужності;

$n$  - число постів (робочих).

Якщо на підприємстві ведеться облік числа автомобілів, які залишили чергу протягом доби і загальне число автомобілів  $\lambda$ , що надійшли на обслуговування, то ймовірність відходу клієнта розраховується як відношення:

$$P_n = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \quad (4.4)$$

Для пошуку оптимального резерву потужності можна збільшити число постів або робочих, завдяки чому можна визначити нове значення коефіцієнта завантаження  $\Psi_n$ . Підставивши отримані величини в залежність (2.67) можна порівняти  $U_1$  і  $U_2$  і прийняти відповідне рішення. Для використання результатів досліджень при мінімальному зборі статистичного матеріалу скористаємося наступним.

Алгоритм визначення оптимального рівня завантаження потужності підприємств технічного сервісу складається з кількох процедур.

Здійснюється збір даних про середній дохід за один обслужений автомобіль -  $C_d$ .

Виконується калькуляцію витрат підприємства на утримання одного робочого поста в одиницю часу, включивши в нього зарплату робітників, (якщо на посаді більше одного) витрата електроенергії, тепла, амортизації будівель і інші витрати щодо одного поста -  $C_p$

Здійснюється збір даних про загальну кількість автомобілів, які прибувають на ПТС в середньому за добу  $\lambda$ , кількості автомобілів, що залишили чергу  $\Delta\lambda$  і середній довжині черги  $m$ .

Розраховується співвідношення витрат:

$$S = \frac{\lambda \cdot C_D}{C_P}. \quad (4.5)$$

Визначається оптимальний рівень завантаження  $\Psi_{opt}$  для відповідних  $m$  і  $S$ .

Якщо з яких-небудь причин необхідно змінюється співвідношення  $S$ , то визначається нове значення коефіцієнта завантаження  $\Psi_o$ .

Якщо в результаті використання нової технології виконання операцій або модернізації технологічного обладнання змінилася середня довжина черги, то за при новому значенні  $m$  визначається новий рівень оптимального завантаження потужності підприємства.

Визначається економічний ефект від проведених оптимізаційних заходів необхідно виконати наступні обчислювальні операції.

При змінненні резерву потужності без зміни вартісних показників економічний ефект від запропонованих заходів розраховуються за формулою:

$$E = \lambda \cdot (P_n - P_{n.opt}) \cdot C_D \cdot (\Psi_{opt} - \Psi_o) \cdot n \cdot C_P. \quad (4.6)$$

При змінненні вартісних показників економічний ефект від запропонованих заходів розраховується за формулою:

$$E = \lambda \cdot (P_n - P_{n.opt}) \cdot (C_D - C_{D.opt}) + (\Psi_{opt} - \Psi_o) \cdot n \cdot (C_P - C_{P.opt}). \quad (4.7)$$

#### 4.4. Висновки за четвертим розділом

1. Мережа автосервісу малих міст і населених пунктів є кілька конкуруючих груп підприємств, що спеціалізуються за видами робіт і маркам автомобілів.

2. У кожній групі (малої мережі) мають місце вільна, олігополістина і монопольна конкуренції, а підприємства з огляду на компактного розташування малих міст і населених пунктів відчувають безпосередню конкуренцію між собою.

3. З огляду на нерівномірності сумарного вхідного потоку заявок всі підприємства мережі автосервісу, що функціонують в умовах вільної конкуренції, відчувають гостру, помірну, слабку і нульову конкуренцію.

4. В умовах жорсткої конкуренції на перше місце виходить якість виконання операцій ТО і ремонту, при слабкій конкуренції-середній час початку обслуговування.

5. В умовах конкуренції в малих мережах автосервісу має місце ешелоновані розподіл потоків заявок, коли частина автомобілів при більшій довжині черги на підприємствах-лідерах конкурентного середовища переходять послідовно до менш конкурентоспроможним підприємствам через брак часу очікування початку обслуговування.

6. Середня довжина черги автомобілів в умовах вільної конкуренції є показником якості виконання робіт і наявності перспектив збільшення потужності.

7. Для визначення оптимального резерву потужності діючих підприємств необхідно керуватися економічною доцільністю зміни пропускної здатності виходячи зі співвідношення інтенсивності вхідного потоку, середньої ціни обслуговування одного автомобіля і поточних витрат підприємства на утримання матеріальних і трудових ресурсів.

8. Середній час очікування обслуговування автомобіля в умовах помірної конкуренції знаходяться в кореляційної залежності від середнього часу обслуговування і коливається в межах для лідерів-конкуренції 2-3; для інших підприємств 1-2 тривалості часу виконання операцій ТО і ремонту.

9. На ПТС відбувається регулювання вхідного потоку заявок за рахунок перенесення часу обслуговування з пікових періодів на періоди падіння інтенсивності потоків, однак при цьому відбувається втрата клієнтів до 20-30%.

10. За результатами моделювання встановлено закономірності зміни ймовірності відходу автомобілів в залежності від середнього номінального рівня завантаження потужності ПТС і числа постів ТО і ремонту в діапазоні 1-5, завдяки яким встановлено кількісні значення показників ПТС при різних вихідних параметрах.

11. Завдяки отриманим залежностям встановлено, що для підприємств як мінімум доцільно наявність 1-2 місць очікування, а ефект від подальшого збільшення їх числа значно менше.

12. Ефективність використання бригадної форми організації праці особливо висока при жорсткій ( $t = 0$ ) і помірної ( $t = 1-2$  автомобіля) конкуренції і в міру зменшення очікування конкуренції, а отже збільшення рівня завантаження, вплив взаємодопомоги падає.

13. Оптимальний рівень завантаження потужності ПА за критеріями максимум прибутку або мінімум витрат від відходу частини клієнтів і змісту виробництва залежить від співвідношення  $\delta = X * C_d / C_p$ -інтенсивності вхідного потоку, ціни обслуговування одного автомобіля і питомої вартості утримання одного поста.

14. При оптимізації потужності ПТС на стадії використання потужності достатньо визначення величини  $B$  і розробленої номограми оптимального рівня завантаження потужності.

15. Отримані при імітаційному моделюванні коефіцієнти коригування рівня завантаження потужності в залежності від коефіцієнта варіації законів розподілу часу обслуговування дозволяє врахувати відмінність фактичних законів від експоненціального.

## **5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

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

Охорона праці - це система правових, організаційно-технічних соціально-економічних, , 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 момент, вплив якого на співробітника в конкретних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого несподіваного різкого посилення негативних тенденцій самопочуття або до смерті [22].

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» наймач відповідає за забезпечення здорових, безпечних і наступних умов праці для підприємства. Тому він організує функціонування системи управління службою охорони праці (СУОП).

Перед прийняттям на роботу всі робітники протікають лікарський огляд та вступний інструктаж із завдань охорони праці. Офісу охорони праці на підприємстві немає. Вступний інструктаж ведеться в офісі головного інженера, в якому є банери з охорони праці, але в недостатньому числі і деякі з них архаїчні. Запис про проведення вступного інструктажу заноситься в журнал реєстрації вступних інструктажів за завданнями охорони праці з обов'язковим підписом інструктуючого та інструктованої особи.

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

Дуже багато виробничих процесів на АТП проводяться наявність виробничих небезпек і шкідливостей, які негативно впливають на здоров'я і самопочуття працюючих. Характеристика і аналіз основних виробничих шкідливостей і небезпек приведені в табл. 5.1.

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

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

Аби послабити вплив небезпечних і шкідливих чинників, використовується ряд профілактичних заходів.

Згідно з ГОСТом 12.1.019-79 “ССБТ. Безпека загальні вимоги”, електробезпечність повинна забезпечуватися спеціальною конструкцією електроустановок, засобами захисту, організаційними заходами, механічними засобами.

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

Існує декілька способів створення безпечних умов роботи на заточувальних верстатах. Так, перед тим, як встановлювати абразивний інструмент, його ретельно оглядають і перевіряють на тривкість і наявність тріщин. Окрім цього, верстати обладнують захисними екранами й огороженнями з кожухами, що у свою чергу не повинні перешкоджати швидкому демонтажу абразивного інструмента.

Інструменти, що використовуються на ділянках, повинні регулярно перевірятися на справність і відбраковуватися не менше одного разу на місяць.

Ручки кувалд та молотків мають бути гладкими та виготовлятися з твердих порід дерева. Бойки повинні бути злегка опуклими. Також потрібно перевірити, що інструмент надійно насаджений на ручки і розклепаний металевими клинами.

Напилки, викрутки та ножівки 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. Ні в якому разі не допускається наявність непаралельних губок, тріщин і вибоїн.



Категорично заборонено під час накачування шин повітрям виправляти постукуванням положення шини або наносити удари молотком по замковому кільцю. Накачувати шини дозволяється тільки в спеціально відведених місцях, при цьому обов'язково використовуючи захисних пристосування та огороження. При подачі повітря в шину потрібно постійно 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 пилюкою на підприємстві є організація технологічного процесу, що усуває утворення пилюки, наприклад, застосування пилососів при складанні салонів автомобілів.

На ділянках із великим виділенням пилюки необхідне систематичне складання пилюки 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

Одягнути і впорядкувати спецодяг: застебнути або обв'язати обшлага рукавів, заправити одяг, наприклад щоб не було вільних кінців. Приготувати до роботи методи оборони.

Приготувати робочий простір до безпечної роботи, прибрати чужі предмети, звільнити проходи. Переконайтеся в тому, що робочий простір добре освітлений. Свої інструменти, адаптацію розкласти в комфортному та безпечному просторі та з'ясувати їхню справність.

При виявленні несправного інструменту, пристосування, обладнання або електроосвітлення заявити майстру.

Під час роботи

Зняття, перевезення та постановку вузлів і агрегатів на стенди робіти лише за допомогою підйомно – транспортних засобів.

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

При складанні та іспиті конструкція на щиті треба зафіксувати. Несправні болти слід по стопах зрізати ножівкою або зрубати зубилом. В обов'язковому

порядку одягнути захисні окуляри. Зняття та встановлення пружин виготовляти тільки за допомогою спеціальних пристроїв.

Забороняється здувати металеву стружку з верстатів або подробиць стиснутим повітрям. Для видалення стружки або пилу потрібно скористатися щіткою - міткою.

В жодному разі не можна припускати виливання мастильних матеріалів на підлогу. При одержанні травми на виробництві слід негайно звернутись за підтримкою і негайно повідомити майстра про це, що трапилось.

Після завершення роботи працівнику потрібно:

Вимкнути обладнання і навести порядок на робочому просторі. Прибрати інструмент в відведене для цього місце.

Заявити майстру про всі поломки, виявлені під час роботи.

Забороняється мити руки в олії, бензині, гасі і втирати їх ганчір'ям, забрудненим тирсою та стружкою.

Запити до приміщення, висота агрегатної ділянки, внутрішня площа будівлі наведено у 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

Задля того, аби захистити персонал агрегатної дільниці від ураження електричним струмом, потрібно переконатись, що всі електромеханізми, якими

користуються працівники, заземлені. Формули для розрахунку заземлення електромеханізмів наведено нижче.

Застосовуємо контурне заземлення. Для контуру використовуємо труби діаметром 60 мм, довжиною 3 м і заглибленням 1 м [15].

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

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:

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

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

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

В даному розділі було проведено аналіз стану охорони праці ТОВ СП «Паритет». В результаті дослідження, були виявлені недоліки в його організації та приведені рекомендації щодо поліпшення стану охорони праці. Також розглянуто вимоги безпеки при агрегатних роботах.

## 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

Серед основних форм створення та розвитку виробничо-технічної бази (ВТБ) сервісних підприємств (СП) ключову роль грають удосконалення та автоматизація технологічних процесів підприємства, розширення існуючого та реконструкція діючого підприємства, переозброєння виробництва, тощо. Наведені вище форми створення та розвитку ВТБ, як правило, потребують залучення суттєвих фінансових ресурсів і мають розглядатись як інвестиційні проекти.

Інвестиції в удосконалення та автоматизація технологічних процесів діяльності, реконструкцію підприємства, технічне переозброєння технічної бази проводяться задля того, аби збільшити прибуток організації через підвищення доходів або зменшення витрат на експлуатацію .

Основу розрахунків економічної ефективності реалізації проектних рішень складають технологічні показники функціонування СП. Їх перелік 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>Xp</i>	12
2	Обсяг реалізації послуг з ТО і ПР автомобілів	н.год	<i>T то,пр</i>	46476
3	Загальна трудомісткість допоміжних робіт	н.год	<i>T доп</i>	4648
4	Кількість днів роботи АСП за рік	дні	<i>Dpp</i>	301
5	Тривалість зміни	год	<i>Tзм</i>	7.00
6	Кількість змін роботи на добу	од.	<i>nзм</i>	1
7	Технологічно необхідна кількість виробничих робітників	люд.	<i>Pт</i>	33
8	Загальна кількість штатних виробничих робітників	люд.	<i>Pш</i>	35
9	Чисельність допоміжних робітників	люд.	<i>Pдоп</i>	2
10	Чисельність ІТП	люд.	<i>Pітп</i>	15

### 6.1 Забезпеченість СП основними засобами виробництва

Загальна вартість основних виробничих фондів (ОВФ) СП може складатись з вартості наступного ряду груп основних виробничих фондів, перелік яких наведено 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 того, щоб отримати інформацію про вартість земельних ділянок, можна скористатись інформацією з 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:

$$C_Y = B_{ЗУ} + B_{МУ} + B_{БЕУ} , \quad (6.5)$$

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

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

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

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

Загальна вартість основних виробничих фондів

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

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	$C_V$	745000	760000
4	Інші основні фонди	$C_{ін}$	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:

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

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

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

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



$K_{ВД}$  - 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:

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

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:

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

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

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

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

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

$C_{OP}$  — 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.

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

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

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

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

Таблиця 6.4

Результати розрахунку виробничих і допоміжних робітників фонду заробітної платні

№	Найменування показників	Одиниця вимірювання	Одиниця вимірювання
1	2	3	4
Виробничі робітники			
1	Тарифна ставка виробничого робітника	грн.	14.80
2	Заробітна платня робітників за тарифною ставкою	грн.	1694349
3	Премія	грн.	593022
4	Основний фонд заробітної платні виробнич. робітників	грн.	2287372
5	Додаткова заробітна платня виробничих робітників	грн.	274485
6	Загальний фонд заробітної платні виробнич. робітників	грн.	2561856
Допоміжні робітники			
7	Тарифна ставка допоміжного робітника	грн.	11.50
8	Заробітна платня робітників за тарифною ставкою	грн.	53447
9	Премія	грн.	16034
10	Основний фонд заробітної платні робітників	грн.	69481
11	Додаткова заробітна платня допоміжних робітників	грн.	8338
12	Загальний фонд заробітної платні допоміж. робітників	грн.	77819

Загальний фонд оплати праці підприємства

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

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

Таблиця 6.5

Результати розрахунку розмірів ФЗП і середньомісячної заробітної платні  
працівників СП

№	Найменування показників	Середньомісячна платня грн	Кількість працівників, люди	Річний ФЗП	
				Базовий варіант грн	Проект. варіант грн
1	Виробничі робітники	6469.3	33	2561856	2328960
2	Допоміжні робітники	3242.4	2	77819	77819
3	ІТП	5000.0	15	1170000	1170000
4	Службовці	4300.0	6	402480	402480
5	МОП	4000.0	6	403200	403200
	Усього	6203.4	62	4615355	4382459

#### 6.4 Сумарні експлуатаційні витрати

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

2) Відрахування в соціальні фонди:

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

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

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

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

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

Отже,  $VP_{CF} = 38,56\%$  ФОП, грн.

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

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

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

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

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

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

$$B_{Ц} = B_{V.CII} + B_{TO,Y} + \Sigma B_{IIEP} + B_{Ц,II} , \quad (6.22)$$

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

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

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

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

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.

$P_3$  - податок на землю, грн.

$P_B$  - збір за використання водних ресурсів, 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

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

Сумарні експлуатаційні витрати

В результаті загальна сума експлуатаційних витрат:

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

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	ФОП	4615355	4382459
2	Єдиний внесок на загал. держ. соц. страхування	ВР єв	1779681	1779681
3	Амортизація	А	1267278	1281726
	Будівлі, споруди, їх структурні	С сп	911040	919488
	Устаткування, інструмент та інвентар	С у	298000	304000
	Інші основні фонди	С ін	58238	58238
4	Цехові витр	В ц	2586173	2589092
5	Податки і збори	П	136173	136234
6	Інші витрати	В ін	1198067	1198067
	Разом	ΣВ екс	12850006	12648986

### 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:

$$D = D_{TO,PP} + D_{IH}, \quad (6.32)$$

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

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

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

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 ПР автомобілів	грн.	17573683	19770394
4	Доходи від реалізації інших послуг і продукції	грн.	1757368	1977039
	Загальна сума доходів	грн.	19331052	21747433

Чистий дохід виробництва визначається за формулою:

$$Ч_д = D - \sum B_{екс}, \quad (5.9)$$



Для базового проектного варіантів:

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

$$Ч_{д.н} = 19770394 + 1977039 - 12648986 = 9098447 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект складатиме:

$$E_e = Ч_{д.н} - Ч_{д.б} = 9098447 - 6481046 = 2617401 \text{ грн.}$$

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.	<i>Xp</i>	12	12
2	Обсяг реалізації сервісних послуг	норм.год	<i>Tто,пр</i>	46476	46476
3	Необхідна кількість виробничих робітників	люд	<i>Pвр</i>	33	30
4	Загальна чисельність працівників підприємства	люд	<i>Pпр</i>	62	59
5	Вартість основних виробничих фондів	грн	<i>Вовф</i>	17475660	17596260
	Земельні ділянки	грн	<i>Сзд</i>	5100000	5100000
	Будівлі, споруди, їх структурні	грн	<i>Ссп</i>	11388000	11493600
	Устаткування, інструмент та інвентар	грн	<i>Су</i>	745000	760000
	Інші основні фонди	грн	<i>Сін</i>	242660	242660
6	Сумарні експлуатаційні втрати	грн	<i>ΣВекс</i>	12850006	12648986
	Загальний фонд заробітної платні працівників	грн	<i>ФОП</i>	4615355	4382459
	Єдиний внесок на загал. держ. соц. страхуванн	грн	<i>ВРєв</i>	1779681	1779681
	Амортизаційні витрати	грн	<i>А</i>	1267278	1281726
	Цехові витрати	грн	<i>Вц</i>	2586173	2589092
	Податки і збори	грн	<i>П</i>	136173	136234
	Інші витрати	грн	<i>Він</i>	1198067	1198067
7	Доходи від надання сервісних послуг	грн	<i>Дсп</i>	19331052	21747433
8	Чистий дохід підприємства	грн	<i>Чд</i>	6481046	9098447
9	Річний економічний ефект	грн	<i>Ев</i>		2617401

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. В результаті аналізу функціонування мережі техсервіса встановлено, що з огляду на нерівномірне завантаження і обмеженості ринку автопослуг ПТС відчують монопольну, олігополістичну і вільну конкуренцію. При цьому більшість ПТС функціонують в умовах вільної конкуренції, яка може диференціюватися на чотири рівні: гостру, помірну, слабку і нульову.

2. Виявлено, що при стохастичних виробничих процесах ПТС, показником рівня конкуренції є середня довжина черги автомобілів ш, яка наближено для 4 рівнів конкуренції має відповідні значення  $m = 0 \div 3$ .

3. Потоки заявок на ПТС є нестационарними стохастичними процесами, які мають певні повторювані тимчасові цикли: день, тиждень, місяць, квартал (сезон).

4. В результаті проведення модельних експериментів отримані залежності між рівнем завантаження потужності і ймовірністю переходу автомобілів до конкурента при різних рівнях конкуренції, формах організації праці і ступеня розсіювання вихідних параметрів.

5. Для підприємств техсервісу найбільш доцільним є створення 1-2 місць очікування, а бригадна форма організації праці найбільш ефективна при гострій і помірної конкуренції при рівні завантаження потужності в межах  $\psi = 0,6 \div 0,8$ , завдяки чому частка необслужених автомобілів зменшується на 15 - 20%.

6. Оптимальний рівень завантаження потужності  $\psi_{opt}$  залежить від числа постів  $n$ , рівня конкуренції і співвідношення  $S = \lambda_i \frac{C_{обс}}{3П_{сер}}$ , значення

$\psi_{opt}$  в залежності від вихідних параметрів може коливатися в межах 0,35 - 0,8 - для умов слабкої конкуренції та 0,1 - 0,6 - для умов гострої конкуренції. Ці закономірності дозволили розробити методику оптимального використання потужності ПТС в ринковій мережі автосервісу.



## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ 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., Варфоломеев 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» від 14.10.92 р. №2694-ХІІ, зміни Наказ Президента України. від 21.11.02 р. №229-ІV
  - 22 ДСТУ 2293-99
  - 23 Довідник нормативних документів у сфері охорони праці, пожежної безпеки, гігієни праці та соціального страхування від нещасних випадків

