

УДК 658.013.3

**В.Л.Крещенецький, С.В.Цимбал, Н.С.Семічаснова, М.О.Клименко**  
**Вінницький національний технічний університет**  
**РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АВТОСЕРВІСНИХ**  
**ПІДПРИЄМСТВ**

*В роботі вивчено особливості роботи автосервісних підприємств та рівень конкуренції між ними. Розроблено алгоритм на базі імітаційного моделювання, який відображує основні елементи системи та дозволяє моделювати роботу автосервісних підприємств.*

**В.Л.Крещенецький, С.В.Цымбал, Н.С.Семичаснова, М.О.Клименко**  
**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ**  
**АВТОСЕРВИСА**

*В работе изучены особенности работы автосервисных предприятий и уровень конкуренции между ними. Разработан алгоритм на базе имитационного моделирования, который отображает основные элементы системы и позволяет моделировать работу автосервисных предприятий.*

**V.Kreschenetskiy, S.Tsymbal, N.Semichasnova, M.Klymenko**  
**DEVELOPMENT OF ALGORITHM OF DESIGN OF WORK OF ENTERPRISES OF**  
**CAR-CARE CENTER**

*The features of work of autoservice enterprises and level of competition are in-process studied between them. First of all it behaves to the unevenness of streams of requests on technical service and repair of cars and risk of loss of clients, conditioned by the action of competition. On the stages of creation of enterprise of car-care center it is also important to give the prognosis of stream of requests on technical service and repair in a certain borough and to expect his power near to the optimal in these terms competition. Home businessmen intuitively take measure on partial neutralization of negative influence of vibrations of streams of requests on efficiency of functioning of autoservice enterprises, but this problem did not find the proper attention in scientific researches and certainly for a car-care center corresponding recommendations are not worked out for new operating of autoservice enterprises conditions. At the same time, at large amplitudes of oscillation of stream of requests, an effect is attained due to varying of organization of labour a form it can appear insufficient. An effect is arrived at due to the mutual help of the performers envisaged after the different posts of technical service and repair. In this case three variants of cooperation of performers are possible: absence of mutual help; partial mutual help; complete mutual help. Two basic simulation models are in this connection worked out on the sign of mutual help of performers: first without a mutual help, second with partial and complete. At the same time, for providing of perception of algorithms of imitation design of work of enterprises of car-care center there was the worked out algorithm that removes the basic elements of models.*

**Ключові слова:** автосервісні підприємства, технічне обслуговування та ремонт, конкуренція, алгоритм, імітаційне моделювання.

**Постановка проблеми**

Незважаючи на загальну несприятливу економічну кон'юнктуру в економіці країни, останніми роками об'єм автопослуг значно виріс, що пояснюється зростанням числа рухомого складу в основному зарубіжного виробництва. Проте темпи зростання сучасної виробничо-технічної бази автосервісу істотно відстають від темпів збільшення рухомого складу автомобілів, що знаходяться у власності громадян. В зв'язку з цим якість виконання робіт по технічному обслуговуванню і ремонту автомобілів у більшості випадків не відповідає вимогам технічної експлуатації. Відсутність пристосованих приміщень, сучасного технологічного устаткування і висококваліфікованого персоналу призводять до порушення технології виконання робіт і ведуть до збільшення числа дорожньо-транспортних пригод з технічних причин. Більшість виробничих будівель малих і середніх підприємств автосервісу не відповідають також вимогам охорони праці.

В той же час власники підприємств автосервісу зазнають величезних труднощів, обумовлених специфікою сфери послуг, яка включає і автосервіс. В першу чергу це відноситься до нерівномірності потоків заявок на технічне обслуговування і ремонт автомобілів і ризику втрати клієнтів, обумовленого дією конкуренції. Ці два чинники є визначальними для успішного функціонування підприємств автосервісу. Тому високу якість послуг автосервісу

включає не лише міра відповідності виконаних робіт технічним вимогам, але і своєчасність прийому заявки і завершення операцій обслуговування.

Перша складова якості залежать від досконалості виробничо-технічної бази і кваліфікації персоналу підприємств автосервісу, друга частина є функцією відповідності наявної потужності в кожен момент часу реальним потокам заявок.

Якщо виробничо-технічна база підприємств і кваліфікація персоналу міняються поступово і вимагають значних інвестицій, то ефективне використання наявної виробничої потужності за рахунок вдосконалення організації виробництва дає віддачу без великих додаткових коштів. На стадіях створення підприємства автосервісу також важливо дати прогноз потоку заявок на технічне обслуговування і ремонт в конкретному районі міста і розрахувати його потужність, близьку до оптимальної в цих умовах конкуренції.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Як зазначалось раніше, підприємства автосервісу зазнають серйозні труднощі по завантаженню виробничих потужностей в силу великих коливань потоків заявок на технічне обслуговування і ремонт в часі.

Природа випадкового характеру потоків несправностей автомобілів відома з теорії надійності [1,2], але в даному випадку йдеться про нестационарність цих процесів. У ряді досліджень для автомобільних парків автотранспортних підприємств [3-5] було встановлено, що незважаючи на відносно стабільну інтенсивність експлуатації автомобілів, спостерігаються значні коливання потоків заявок на ремонт в одному і тому ж автотранспортному підприємстві.

Природа цього явища полягає в поступовому характері процесу зношування більшості елементів автомобілів [6-8], що дозволяє регулювати момент появи заявки на ремонт залежно від мотивації водіїв.

При експлуатації автомобілів індивідуальних власників окрім суб'єктивних причин появи нерівномірності потоків заявок, обумовлених різними потребами клієнтів, на їх коливання в першу чергу відбивається нерівномірність інтенсивності експлуатації автомобілів протягом тижня, місяця, сезону.

Якщо для автотранспортних підприємств, які є замкнутими системами, наслідки нерівномірності потоку заявок відбивалися в основному на ефективності використання виробничо-технічної бази і персоналу технічної служби, то для автосервісних підприємств втрата кожного не обслуженого автомобіля є синонімом втрати доходу. Таким чином, гострота і актуальність своєчасного надання автопослуг для автосервісних підприємств значно вищі, ніж для автотранспортних підприємств.

З огляду на те, що автосервісні підприємства не можуть безпосередньо впливати на моменти появи заявок, вони вимушені пристосовуватися до коливань потоків за рахунок зміни пропускної спроможності.

У зарубіжній літературі вказується [9-10], що головна проблема, з якою стикаються підприємства сфери послуг в ринкових умовах господарювання - це неузгодженість попиту і пропозиції в часі. Вітчизняні підприємці інтуїтивно вживають заходи по частковій нейтралізації негативного впливу коливань потоків заявок на ефективність функціонування автосервісних підприємств, але ця проблема не знайшла належної уваги в наукових дослідженнях і конкретно для автосервісу не розроблені відповідні рекомендації для нових умов функціонування автосервісних підприємств.

**Метою даної роботи** є розробка методики оптимального використання потужності підприємств автосервісу в малих містах і населених пунктах.

#### **Основні результати дослідження**

Реформування економіки країни, що триває впродовж останніх двох десятиліть, привело до глобальних змін у виробничих стосунках, радикально реструктуризувалася підприємства основних галузей народного господарства. У автосервісі спостерігаються зміни, які найяскравіше характеризують дію ринкових стосунків на усій території країни. У системі автосервісу країни відбулися дві найважливіші події, які торкнулися кожного працівника сфери автосервісу і усього населення : сталося роздержавлення виробничо-технічної бази підприємств і об'єднань, і радикально змінився структурний склад мережі автосервісу. Якщо раніше на ринку автопослуг домінували великі підприємства, які в силу системи постачання

запчастинами, що склалася, були по суті монополістами в регіонах, то нині провідні позиції за об'ємом автопослуг завоювали малі підприємства автосервісу. При цьому структурний склад підприємств автосервісу сформувався залежно від міри насиченості території автомобілями і масштабу регіону (міста, району, сіла). У великих містах станції технічного обслуговування виявилися конкурентоздатнішими, хоча для цього їм довелося перепрофілювати свою діяльність, орієнтуючись на автосервіс іномарок. У середніх і малих містах стався перехід до однозмінного режиму роботи з коефіцієнтом завантаження потужності 0.3-0.4, а об'єм автопослуг на цих підприємствах зменшився в середньому в 3-3.5 рази в порівнянні з дореформеним періодом.

Однією з серйозних причин, що привели великі і середні підприємства автосервісу до втрати клієнтури, є витік найбільш кваліфікованих слюсарів, які або заснували власні малі підприємства автосервісу, або перейшли до них на контрактних умовах. Незважаючи на погану пристосованість виробничих приміщень для виконання робіт по технічному обслуговуванню і ремонту, автосервісні підприємства швидко завоювали ринок послуг завдяки персоніфікації виконавців і індивідуальній відповідальності за якість виконуваних робіт. Умови малого міста, в якому комунікаційні канали спілкування населення особливо насичені, висока кваліфікація того або іншого майстра стає надбанням широкого кола автовласників і завдяки цьому формується стійкий круг його постійної клієнтури. Таким чином підприємства автосервісу працюють в умовах вільної конкуренції. Велика частина конкуруючих підприємств автосервісу розосереджена на значній відстані, що дає певні переваги кожному з них, оскільки вони наближаються до потенційних джерел заявок і тим самим кожна з них придбаває певні переваги. Проте гострота конкуренції визначається все ж співвідношенням між сумарним потоком заявок на цей вид обслуговування по цій марці автомобілів і загальною продуктивністю конкуруючих підприємств автосервісу.

Природно припустити, що нерівномірність потоку заявок в мережі автосервісу викликає зміни середнього часу очікування, оскільки сумарна потужність усіх підприємств автосервісу є відносно постійною величиною. В зв'язку з цим залежно від зміни потоків заявок доцільно адаптувати потужність підприємства, що пов'язано з додатковими витратами, які повинні виправдатися за рахунок збільшення об'єму послуг. В той же час є певні резерви підвищення ефективності виробництва за рахунок вдосконалення організації праці виконавців, безпосередньо зайнятих обслуговуванням автомобілів. Ефект досягається за рахунок взаємодопомоги виконавців, закріплених за різними постами технічного обслуговування і ремонту. В цьому випадку можливі три варіанти взаємодії виконавців: відсутність взаємодопомоги; часткова взаємодопомога; повна взаємодопомога.

Відсутність взаємодопомоги означає, що незалежно від ситуацій, що складаються в зонах технічного обслуговування і ремонту, кожен виконавець (2-3 виконавці), закріплений за конкретним постом, виконує роботи по автомобілях, що поступили на цей пост. За відсутності автомобіля виконавець простоює. Часткова взаємодопомога має на увазі, що вільні від роботи виконавці надають допомогу іншим. Проте зважаючи на обмеженість фронту робіт на одному автомобілі число виконавців на одному посту обмежене. Тому не усі вільні від роботи виконавці можуть надати допомогу колегам і вимушені простоювати.

Третій варіант організації праці припускає, що фронт робіт необмежений і усі виконавці підприємства можуть одночасно обслуговувати один автомобіль. Природно, така можливість на практиці відсутня у зв'язку з характером технології технічного обслуговування і ремонту, що допускає не більше 2-3 виконавців на одному посту. Проте на малих підприємствах автосервісу, що налічують 1-2 пости, така можливість існує реально. Отже усі три форми організації праці в певних ситуаціях можуть мати місце при обслуговуванні автомобілів на підприємствах автосервісу різної потужності. В той же час, при великих амплітудах коливання потоку заявок, ефект досягнутий за рахунок варіювання формою організації праці може виявитися недостатнім. У певні пікові періоди доцільне збільшення пропускну здатності підприємства автосервісу. Це можливо за рахунок збільшення числа виконавців або застосування продуктивнішого технологічного устаткування. Залучення додаткового числа виконавців з числа персоналу підприємства автосервісу є ефективнішим, оскільки їх праця може використовуватися по потребі періодично, а в проміжках між ними вони можуть

займатися основною роботою, не пов'язаною з обслуговуванням автомобілів, що знаходяться на постах. Якщо на підприємстві відсутні такі фахівці (чи їх недостатньо) можуть періодично притягуватися виконавці з досить високою кваліфікацією з боку.



Рис.1. Алгоритм імітаційного моделювання роботи автосервісних підприємств

©В.Л. Крещенецький, С.В. Цимбал, Н.С. Семічаснова, М.О. Клименко

Таким чином, на стадії функціонування підприємств автосервісу існують три варіанти адаптації виробництва до потоку заявок, що міняється:

- зміна форм організації праці виконавців.
- залучення виконавців суміжних професій з числа персоналу підприємства.
- залучення виконавців з боку.

Усі ці варіанти можуть використовуватися як окремо, так і разом. Доцільність певних комбінацій організації взаємодії виконавців може бути встановлена при кількісній оцінці ефекту кожного з розглянутих вище з урахуванням умов конкуренції.

Для цих цілей необхідно запропонувати математичні моделі даних стохастичних процесів вступу заявок на обслуговування автомобілів і виконання робіт по усуненню відмов і несправностей.

Різноманіття реальних процесів, пов'язаних з масовим обслуговуванням заявок, не може бути враховане при їх математичному описі аналітичними методами не лише зважаючи на нестационарність потоку, але і відмінності реальних законів розподілу від прийнятих в теорії масового обслуговування.

При розробці імітаційних моделей було допущено деяке спрощення класифікації, прийнятої для аналітичних моделей, що обумовлено допоміжним характером імітаційних моделей для вирішення завдань, поставлених в справжній роботі.

В зв'язку з цим розроблені дві основні імітаційні моделі за ознакою взаємодопомоги виконавців: перша без взаємодопомоги, друга з частковою і повною. В той же час, для забезпечення прийняття алгоритмів імітаційного моделювання роботи підприємств автосервісу був розроблений алгоритм, який відбиває основні елементи моделей (рис. 1).

На початку роботи алгоритму формуються масиви початкових даних (блок 2) і встановлюється тип вибраної моделі функціонування підприємства автосервісу із запропонованої класифікації (блок 3). Потім здійснюється формування початкових значень ідентифікаторів відповідно до розміру обчислювального циклу. Згідно з прийнятою ступінчастою схемою завдання початкової інформації про потоки заявок обчислюється інтенсивність вступу автомобілів на початок першого тижня (блок 6) і на початок робочого дня (блок 7). Відповідно до реального закону розподілу проміжків часу між вступом чергових заявок обчислюються їх випадкові значення (блок 8).

Так само згідно зі встановленим із спостережень законом розподілу часу обслуговування заявки визначається тривалість обслуговування конкретної заявки (блок 9). Відповідно до прийнятої моделі функціонування підприємства автосервісу робився вибір поста (блок 10) і розрахунок часу простоїв постів і автомобілів для кожного варіанту взаємодії виконавців (блок 11).

Потім робилося підсумовування цих величин (блок 12) до закінчення випробувань (блок 13). Якщо випробування тривали, робилося обчислення поточних значень інтенсивності потоку заявок (блок 14) для кожного з трьох тривалості (блоки 5,6,7) і обчислювальний процес тривав по встановленому циклу до завершення випробувань (блок 13), після чого здійснювалася обробка результатів моделювання, яка полягала в обчисленні середніх значень показників автосервісних підприємств (блок 15), і видача на друк. Якщо передбачений пошук оптимальних значень показників по одному з прийнятих критеріїв оптимальності, усі обчислювальні операції алгоритму повторюються при нових початкових величинах змінних параметрів.

### Висновки

В результаті аналізу функціонування мережі автосервісу в малих містах і населених пунктах встановлено, що зважаючи на нерівномірне завантаження і обмеженість ринку автопослуг підприємств автосервісу випробовують конкуренцію.

Розроблена імітаційна модель функціонування підприємств автосервісу яка дозволяють врахувати різну міру розсіювання початкових параметрів і отримати достовірні значення показників підприємств автосервісу.

Короткий опис алгоритму моделювання роботи підприємств автосервісу розкриває використовувані прийоми і принципи, але вони не дають уявлення про обчислювальні процеси,

©В.Л. Крещенецький, С.В. Цимбал, Н.С. Семічаснова, М.О. Клименко

що відбуваються при кожному варіанті функціонування підприємства автосервісу, і тому видається доцільним їх детальний опис в операторній формі незалежно від вживаної мови програмування.

1. Прошан Ф. Математическая теория надежности / Прошан Ф. – М.: Сов. радио, 1969. - 487 с.
2. Кокс Д. Теория восстановления / Кокс Д., Смит В. – М: Советское радио, 1967. - 298с.
3. Бауер В.И. Формирование рациональных вариантов технологических процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей для условий производств различных мощностей. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. -М., 1993. - 20с.
4. Луйк И.А. Теоретические основы планирования технической эксплуатации машинного парка / Луйк И.А. - К.: Вища школа, 1976. - 149 с.
5. Тахтамышев Х.М. Методы оптимального технологического расчета автотранспортных предприятий / Тахтамышев Х.М. - Киев: Вища школа, 1986. – 110 с.
6. Авдоськин Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей / Авдоськин Ф.Н. - М.: Транспорт, 1985. - 214 с.
7. Кузнецов Е.С. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей: Учеб. Пособие / Кузнецов Е.С. – М.: МАДИ, 1979. - 111 с.
8. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей / Кузнецов Е.С. - М.:Транспорт, 1982. – 224 с.
9. Драккер П.Ф. Управление, нацеленное на результаты. : Пер. с англ. / Драккер П.Ф. - М.: Технологическая школа бизнеса, 1992. -192 с.
10. Карлофф Б. Деловая стратегия : Пер. с англ. / Карлофф Б. - М. Экономика, 1991. – 239 с.

Стаття надійшла до редакції 09.04.2014.