## *ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ (275)*

**УДК 65.018.2**

# ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З УРАХУВАННЯМ ВЗАЄМНОГО ВПЛИВУ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ АВТОСЕРВІСУ

**Канд. техн. наук Л. А. Тарандушка**

# RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROCESSES QUALITY INDICATOR CHANGING TAKING INTO ACCOUNT MUTUAL INFLUENCE OF FUNCTIONAL ELEMENTS AUTOSERVICE SYSTEM

**PhD (Tech.) L. A. Tarandushka**

DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.192.2021.223772

***Анотація.*** *Стаття присвячена дослідженню впливу незалежних параметрів, що описують функціонування системи автосервісу та якість технологічних процесів відновлення працездатності транспортних засобів. Аналіз проводиться за допомогою візуалізації нелінійної моделі типу Сугено, що розроблена в пакеті Matlab. Дослідження проводиться для таких типів автосервісних підприємств: пункти технічного обслуговування, авторемонтні майстерні, станції технічного обслуговування, авторизовані станції технічного обслуговування, спеціалізовані автосервісні підприємства, комплексні автосервісні підприємства. Показано, що для досліджуваних підприємств технічного сервісу різних типів зміна значень морфологічних ознак основних функціональних елементів дозволяє підвищити рівень якості технологічних процесів підтримування та відновлення технічного стану транспортних засобів від 0,1 до 21,1 %.*

***Ключові слова:*** *якість, технологічний процес, автосервісне підприємство.*

***Abstract.*** *The analysis of perspective tendencies which connected with changing of autopark structure and designs of vehicles, the newest technologies of diagnosing their technical condition and service, methods of estimation services quality at the existing auto service enterprises, the last EU directives on application of the corresponding technical regulations has shown that innovative approaches to the organization of technical service systems for vehicles, assessing the quality of technological processes of maintaining and restoring the working condition of vehicles and ensuring the efficiency of car service systems should be applied. Therefore, the development of methodology for assessing the quality of technological processes of vehicle recovery at the systems of auto service enterprises, which would take into account a comprehensive approach to future trends in fleet structure and vehicle designs, the latest technologies for diagnosing their technical condition and maintenance, methods of assessing service quality is an urgent problem today.*

*The article is devoted to the study of influence independent parameters describing the morphological structure of auto service system on the quality of technological processes fore restoring the efficiency of vehicles. The independent parameters are: capacity of auto service companies (number of posts), level of personnel availability, production organization form, automobile full weight, energy unite type, automobile age, income level of vehicle's owners. The analysis is performed using visualization of a nonlinear model of the Sugeno type, developed in the*

*Matlab package. The study is conducted for the following types of auto service companies: maintenance points, car repair shops, service stations, authorized service stations, specialized auto service enterprises, complex auto service enterprises. It is shown that for the studied enterprises of different types technical service the change of values morphological features of the main functional elements allows to increase the level of quality of technological processes of vehicle's maintenance and restoration from 0,1% to 21,1%.*

***Keywords:*** *quality, technological process, auto service enterprise.*

**Вступ.** Стаття присвячена розробленню методів оцінювання та способів підвищення якості технологічних процесів відновлення працездатності транспортних засобів у системах автосервісу на основі системного підходу до формування можливих морфологічних структур, оптимізації параметрів підприємств технічного сервісу, транспортних засобів, що обслуговуються, і зовнішнього середовища як основних функціональних елементів системи з метою належного підтримування технічного стану транспортних засобів для забезпечення необхідного рівня їхньої безпеки, енергоефективності та екологічності протягом періоду експлуатації. Тому розроблення методології оцінювання якості технологічних процесів відновлення працездатності транспортних засобів у системах автосервісних підприємств, яка б враховувала комплексний підхід до перспективних тенденцій зміни структури парку та конструкцій транспортних засобів, новітніх технологій діагностування їхнього технічного стану та обслуговування, методів оцінювання якості послуг є актуальною проблемою сьогодення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Авторами роботи [1] було побудовано функціональну модель процесу «Контроль якості послуг» для автосервісних підприємств (АСП) та отримано математичну залежність для розрахунку індикаторів поточного стану підприємства, які в подальшому рекомендовано використовувати для визначення оптимальної стратегії розвитку. Для покращення якості виконаних послуг на АСП може бути застосована стратегія, спрямована на реорганізацію виробництва. Моделюванню процесу оптимізації АСП шляхом раціонального вибору форми виробництва присвячена робота [2]. У роботі [3] подано комп'ютерну реалізацію даної моделі.

Автори наукової роботи [4] вважають, що якість автосервісних послуг залежить від навчання персоналу, розроблення інноваційних послуг, використання правил спілкування з клієнтами та включає діагностику роботи автомобіля, виявлення несправностей і їх усунення без згоди клієнта. Але в даній роботі не враховано технічне забезпечення підприємства, що є дуже важливим фактором, який впливає на якість послуг, що надаються. У роботі McMurrian R. C., Matulich E. також зазначено, що рівень якості обслуговування клієнтів на автосервісних підприємствах є важливою характеристикою, яка впливає на ефективність виробничого процесу, тобто збільшує прибутковість і підвищує коефіцієнт задоволеності та лояльності клієнтів [5]. Мета роботи [6] полягає в тому, щоб зробити доступним документ «єдиного столу», який спрямовуватиме майбутніх дослідників у галузі технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Emmanuel Baffour-Awuah запропонував колективно об'єднувати дослідження в даній галузі автосервісних послуг. Результати дослідження показали, що SERVQUAL залишається найпопулярнішим методом оцінювання якості обслуговування в галузі технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Але в попередніх роботах не досліджено взаємний вплив функціональних елементів системи на рівень якості технологічних процесів

відновлення працездатності транспортних засобів.

**Визначення мети та завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження змін показника якості технологічних процесів відновлення працездатного стану транспортних засобів від зміни параметрів функціональних елементів системи автосервісу. Для досягнення поставленої мети необхідно побудувати графічну візуалізацію впливу параметрів функціональних елементів системи автосервісу на якість технологічних процесів підтримування та відновлення технічного стану транспортних засобів і дослідити межі їх впливу на показник якості.

**Основна частина дослідження.** У роботі [7] розроблено морфологічну матрицю, що описує функціонування системи автосервісу. Виявлено 19 вагомих параметрів і на основі алгоритму Фаррара-Глобера було виокремлено сім незалежних параметрів, що належать до відповідних функціональних елементів. До функціонального елемента «АСП» належать такі параметри: $X_2$ – потужність АСП (кількість постів), $X_5$ – рівень забезпеченості персоналом, $X_9$ – форма організації виробництва; до функціонального елемента «Автомобілі»: $X_{10}$ – повна маса автомобілів, $X_{11}$ – тип енергетичної установки, $X_{12}$ – вік автомобілів; до функціонального елемента «Середовище»: $X_{19}$ – рівень доходу власників транспортних засобів. А також було визначено, що нелінійна модель системи автосервісу у вигляді систем нечіткого логічного виведення Сугено, розроблена на основі незалежних параметрів, дає можливість аналізувати поточний стан системи та формувати рекомендації щодо зміни її морфологічної структури з метою досягнення цільового рівня якості технологічних процесів відновлення працездатного стану транспортних засобів.

Розглянемо взаємний вплив незалежних параметрів на показник якості виконання ТП відновлення працездатності транспортних засобів на прикладі автосервісних підприємств типу СТО.

Під час аналізу динаміки показника якості для автосервісних підприємств типу СТО було виявлено такі закономірності.

На СТО найбільш якісне обслуговування $K_я\ max$=0,67 очікується при $X_{19} = 5$ (рис. 1), тобто може пропонуватись широкому колу клієнтів.

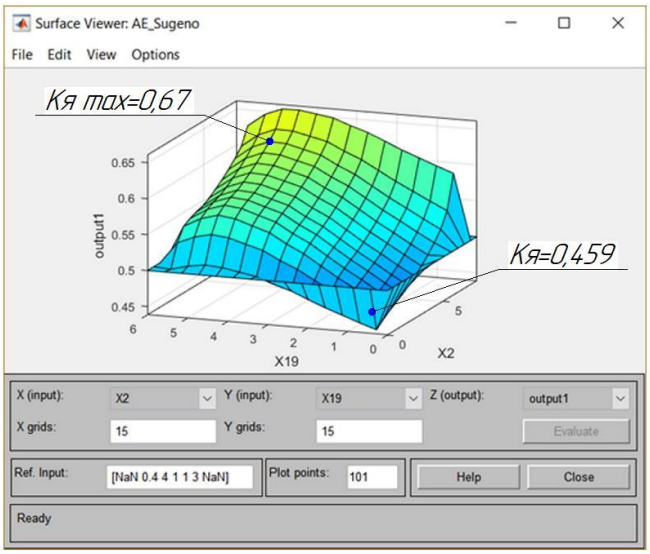


Рис. 1. Залежність коефіцієнта якості від потужності АСП ($X_2$) і рівня доходу власників ТЗ ($X_{19}$) для СТО

Проте при виконанні робіт для клієнтів з високим рівнем доходу прогнозується рівнозначний рівень якості ($К_{Я4} \cong К_{Я5}$). Мінімальне значення показника якості за фіксованої кількості постів досягається при обслуговуванні клієнтів тільки з низьким і середнім доходом. Збільшення потужності СТО не змінює зазначені закономірності.

Зазначені вище результати повністю підтверджено при дослідженні поверхні $F(X_5, X_{19})$ (рис. 2). Незважаючи на те, що рівень забезпеченості персоналом $X_5$ має більшу вагу в рівнянні множинної регресії [7], даний показник не змінює загальної тенденції, $К_Я\ max$=0,67 при $X_{19} = 5$, що характеризує вплив $X_{19}$ на якість технологічних процесів СТО.

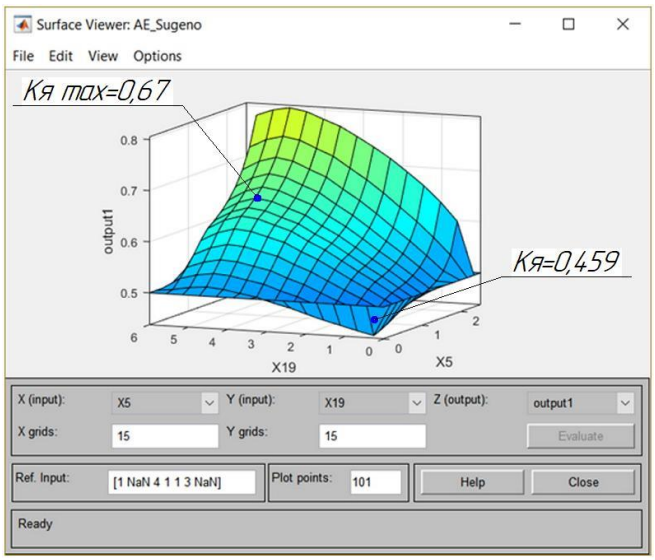


Рис. 2. Залежність коефіцієнта якості від рівня забезпеченості персоналом ($X_5$) і рівня доходу власників ТЗ ($X_{19}$) СТО

Змінюючи форму організації виробництва, існує можливість підлаштовуватись під різні сегменти клієнтів. Постову форму організації виробництва з універсальним або спеціалізованим обладнанням ($X_9 = 1, 2$) доцільно застосовувати при орієнтації на клієнтів з середнім і високим доходом ($X_{19} = 3$) (рис. 3). Тоді як дільнично-постову форму ($X_9 = 3$) рекомендується використовувати при обслуговуванні лише клієнтів з високим доходом ($X_{19} = 4$), а індивідуальну ($X_9 = 4$) – для обслуговування одночасно клієнтів з низьким, середнім і високим рівнями доходу ($X_{19} = 5$) ($К_Я\ max$=0,53 при $X_{19} = 5, X_9 = 4$).

Аналізуючи поверхню $F(X_{10}, X_{19})$ (рис. 4), можна дійти такого висновку. При обслуговуванні автомобілів повною масою до 3,5 т ($X_{10} = 1$) СТО може забезпечити максимальну якість технологічних процесів $К_Я\ max$=0,56 для всіх категорій клієнтів: з низьким, середнім і високим рівнями доходу ($X_{19} = 5$). При орієнтації на автомобілі повною масою до 7,5 т ($X_{10} = 2$) діапазон доходу клієнтів звужується. Незначний пріоритет мають клієнти з високим рівнем доходу ($X_{19} = 4$). Якщо СТО виконує ремонт і ТО автомобілів незалежно від їхньої повної маси ($X_{10} = 3$), то для отримання максимального рівня якості технологічних процесів необхідно орієнтуватись на клієнтів з середнім і високим доходом ($X_{19} = 3$).

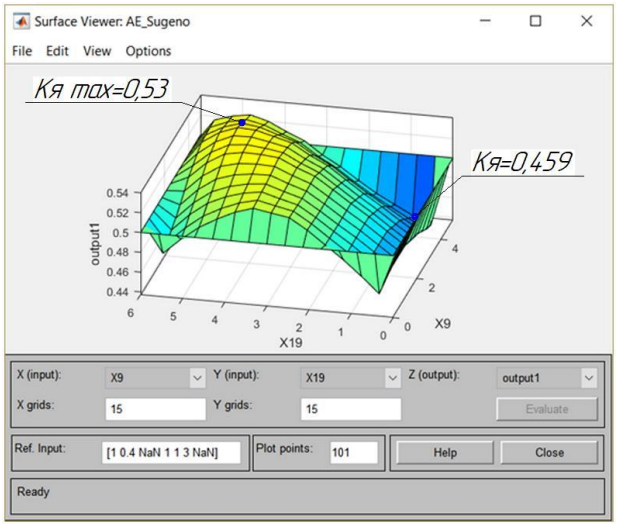


Рис. 3. Залежність коефіцієнта якості від форми організації виробництвом ($X_9$) і рівня доходу власників ТЗ ($X_{19}$) для СТО

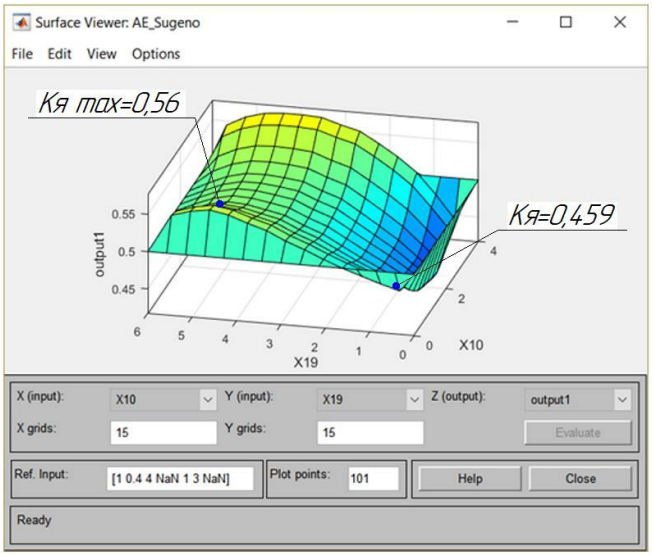


Рис. 4. Залежність $K_Я$ від повної маси автомобіля ($X_{10}$) і рівня доходу власників ТЗ ($X_{19}$) для СТО

При додатковому врахуванні типу енергетичних установок виявлено таке. Якщо на СТО планується обслуговувати автомобілі з бензиновими, дизельними ($X_{11} = 1$) або газобалонними ($X_{11} = 2$) установками, необхідно сформувати набір послуг, який буде спрямовано на широке коло клієнтів з різним рівнем доходу ($X_{19} = 5$) (рис. 5).

При обслуговуванні електричних і гібридних автомобілів ($X_{11} = 3$) доцільно організовувати виробництво орієнтуючись на клієнтів з високим рівнем доходу ($X_{19} = 4$). Для отримання максимальної якості технологічних процесів $K_Я\ max$=0,64 на СТО рекомендується пропонувати послуги ремонту і ТО автомобілів, що перекривають весь спектр енергетичних установок ($X_{11} = 4$), для клієнтів з середнім і високим доходом ($X_{19} = 3$).

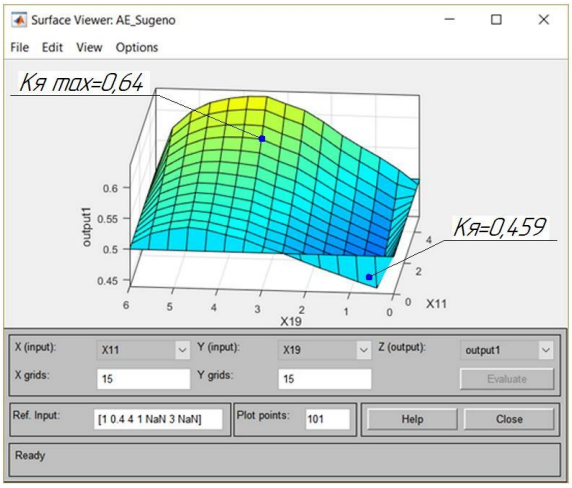


Рис. 5. Залежність $K_Я$ від типу енергетичних установок ($X_{11}$) і рівня доходу власників ТЗ ($X_{19}$) для СТО

Як і у випадку авторемонтних майстерень, найкращого показника якості виконання технологічних процесів на СТО $K_Я\ max$=0,59 можна очікувати в процесі обслуговування автомобілів віком до 3 років ($X_{12} = 1$), власники яких можуть мати різний дохід: низький, середній, високий ($X_{19} = 5$) (рис. 6). При виконанні робіт для автомобілів старшого віку ($X_{12} = 2,3$) так само необхідно орієнтуватись на всі категорії клієнтів, проте показник якості в даному випадку буде мати середній рівень ($0,4 < K_Я \leq 0,6$).

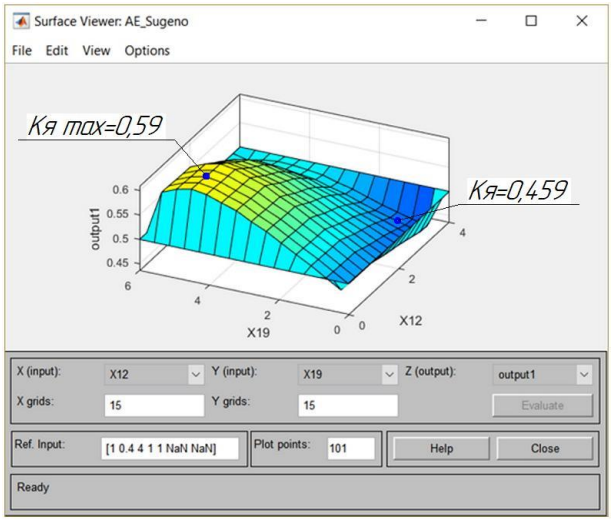


Рис. 6. Залежність коефіцієнта якості від віку автомобіля ($X_{12}$) і рівня доходу власників ТЗ ($X_{19}$) для СТО

Виходячи з аналізу впливу всіх комбінацій параметрів функціональних елементів «АСП» та «Автомобілі» з $X_{19}$ можна стверджувати, що мінімальний рівень якості робіт буде отримано при обслуговуванні клієнтів з низьким і середнім доходом.

Аналогічно було проаналізовано взаємний вплив параметрів функціональних елементів системи автосервісу «АСП», «Автомобілі», «Середовище» для таких типів автосервісних підприємств: пункти ТО, авторемонтні майстерні, авторизовані СТО, спеціалізовані АСП, комплексні АСП.

**Висновки.** Досліджено взаємний вплив параметрів функціональних елементів «АСП», «Автомобілі», «Середовище» на якість технологічних процесів відновлення працездатного стану транспортних засобів. Показано, що для досліджуваних підприємств технічного сервісу різних типів зміна значень морфологічних ознак основних функціональних елементів дозволяє підвищити рівень якості технологічних процесів підтримування та відновлення технічного стану транспортних засобів від 0,1 до 21,1 %.

### *Список використаних джерел*

1. Mateichyk V. P., Tarandushka L. A., Kostian N. L. Optimization of autoservice enterprises activity based on the current state indicators. Systems and means of car transport. *Problems of explotation and diagnostics*. 2018. Vol. 14. P. 91–99. URL: http://nv.nung.edu.ua/index.php/nv/article/view/710 (last access: 02.09.2020).

2. Тарандушка Л. А., Костьян Н. Л. Функціональна модель вибору стратегії форми організації виробництва для якісного виконання послуг на автосервісному підприємстві. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2018. № 1 (10). С. 131–136. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ctmbt_2018_1_23 (дата звернення: 02.09.2020).

3. Тарандушка Л. А., Костьян Н. Л. Програмна підтримка реструктуризації виробництва в системі управління якістю авто сервісного підприємства. *Науковий вісник Івано-Франківського національного університету нафти і газу*. 2019. № 2(47). С. 48–56.

4. Khaksar S. M., Nawaser K., Jahanshahi A. F., Kamalian A. R. The relationbetween after-sales services and entrepreneurial opportunities: Case study of Iran-Khodro Company. *African Journal of Business Management*. 2011. Vol. 5(13), P. 5152–5161. DOI:10.5897/AJBM10.1226. URL: https://www.academia.edu/1470063/The_relation_between_after-sales_services_and_entrepreneurial_opportunities_Case_study_of_Iran-_Khodro_Company (last access: 02.09.2020).

5. McMurrian R. C., Matulich E. Building customer value and profitability with business ethics. *Journal of Business & Economics Research*. 2006. Vol. 4(1111). P. 11–18. URL: https://clutejournals.com/index.php/JBER/article/view/2710 (last access: 02.09.2020).

6. Baffour-Awuah Emmanuel. Service Quality in the Motor Vehicle Maintenance and Repair Industry: A Documentary Review. *International Journal of Engineering and Modern Technology*. 2018. ISSN 2504-8856 Vol. 4(1). P. 14–34. URL: https://www.academia.edu/37280065/Service_Quality_in_the_Motor_Vehicle_Maintenance_and_Repair_Industry_A_Documentary_Review (last access: 02.09.2020).

7. Tarandushka L, Mateichyk V., Kostian N., Rud M. Assessing the quality level of technological processes at car service enterprises. *Eastern-European jornal of enterprise technoligies*. 2020. Vol. 2/3 (104). P. 58–75.

Тарандушка Людмила Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації Черкаського державного технологічного університету. ORCID iD: 0000-0002-1410-9088. Тел.: (066) 428-65-03. E-mail: tarandushkal@ukr.net.

Tarandushka Liudmyla, PhD (Tech.), Associate Professor, Head of Department, Department of Vehicles and Technology for their Exploitation, Cherkasy State Technological University. ORCID iD: 0000-0002-1410-9088. Tel.: (066) 428-65-03. E-mail: tarandushkal@ukr.net.

Статтю прийнято 16.09.2020 р.