

## АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

УДК 65.018.2

doi: 10.31498/2225-6733.40.2020.216245

© Тарандушка Л.А.\*

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТУ «АВТОМОБІЛІ» НА ПОКАЗНИК ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СИСТЕМИ АВТОСЕРВІСУ

*Стаття присвячена дослідженню впливу незалежних параметрів функціонального елемента «Автомобілі» системи автосервісу на якість технологічних процесів відновлення працездатності транспортних засобів. Аналіз проводиться за допомогою візуалізації нелінійної моделі типу Сугено, що розроблена в пакеті Matlab. Дослідження проводиться для наступних типів автосервісних підприємств: пункти технічного обслуговування, авторемонтні майстерні, станції технічного обслуговування, авторизовані станції технічного обслуговування, спеціалізовані автосервісні підприємства, комплексні автосервісні підприємства. Показано, що при зміні комбінацій незалежних параметрів функціонального елемента «Автомобілі» можливо підвищити рівень даного показника від 0,1 до 11,1% для різних типів автосервісних підприємств.*

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

*Тарандушка Л.А. Исследование влияния параметров функциональных элементов «Автомобили» на показатель качества технологических процессов системы автосервиса. Статья посвящена исследованию влияния независимых параметров функционального элемента «Автомобили» системы автосервиса на качество технологических процессов восстановления работоспособности транспортных средств. Анализ проводится с помощью визуализации нелинейной модели типа Сугено, разработанной в пакете Matlab. Исследование проводится для следующих типов автосервисных предприятий: пункты технического обслуживания, авторемонтные мастерские, станции технического обслуживания, авторизованные станции технического обслуживания, специализированные автосервисные предприятия, комплексные автосервисные предприятия. Показано, что при изменении комбинаций независимых параметров функционального элемента «Автомобили» возможно повысить уровень данного показателя от 0,1 до 11,1% для разных типов автосервисных предприятий.*

**Ключевые слова:** качество, технологический процесс, автосервисное предприятие.

*L.A. Tarandushka. Research of functional element's «Automobiles» parameters influence on the quality indicator of technological processes of autoservice enterprises. 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*

\* канд. техн. наук, доцент, Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, tarandushkal@ukr.net

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 study of influence independent parameters of functional element «Automobiles», which are part of morphological structure of auto service system, on the quality of technological processes for vehicles restoring. Independent parameters of the functional element «Automobiles» are: automobile full weight, energy unite type, automobile age. 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 enterprises: maintenance points, car repair shops, service stations, authorized service stations, specialized auto service enterprises, complex auto service enterprises. It is shown that when changing the combinations of independent parameters of the functional element «Automobiles» it is possible to increase the level of this indicator from 0,1 to 11,1% for different types of auto service enterprises.

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

**Постановка проблеми.** Стаття присвячена розробці методів оцінювання та способів підвищення якості технологічних процесів відновлення працездатності транспортних засобів в системах автосервісу на основі системного підходу до формування можливих морфологічних структур способом оптимізації параметрів транспортних засобів, які є частиною морфологічної структури системи автосервісу. Тому дослідження впливу незалежних параметрів функціонального елемента «Автомобілі» на показник якості технологічних процесів відновлення працездатності транспортних засобів є важливим важелем керування, який впливає на організацію систем автосервісу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Параметри, від яких залежить якість виконаних послуг на автосервісних підприємствах (АСП), було досліджено в роботах [1, 2]. Тут досліджують якість послуг за п'ятьма параметрами, основним з яких є попит на послуги. В роботі [3] було запропоновано 39 параметрів, що пов'язані з обслуговуванням клієнтів на психологічному рівні. Було проведено дослідження щодо споживчих критеріїв та їх важливості [4]. Також було проаналізовано критерії ефективності автосервісу [5].

На основі проведеного аналізу було виявлено 24 найзначніші параметри, які мають вплив на якість виконуваних послуг на автосервісних підприємствах. В результаті аналізу цих параметрів було вирішено залишити 19, оскільки їх рівень значущості більший ніж 0,02 [6, 7]. В роботі [8] розроблено морфологічну матрицю, що описує функціонування системи автосервісу. З 19 вагомих параметрів на основі алгоритму Фаррара-Глобера було виокремлено 7 незалежних параметрів, що належать до відповідних функціональних елементів. До функціонального елемента «АСП» належать 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, що розроблена на основі незалежних параметрів, надає 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.

**Метою роботи** є дослідження змін показника якості технологічних процесів відновлення працездатного стану транспортних засобів від зміни незалежних параметрів функціонального елемента «Автомобілі» системи автосервісу. Для досягнення поставленої мети необхідно побудувати графічну візуалізацію впливу параметрів функціонального елемента «Автомобілі» системи автосервісу на якість технологічних процесів підтримування та відновлення технічного стану транспортних засобів та дослідити межі їх впливу на показник якості.

**Виклад основного матеріалу.** Функціональний елемент «Автомобілі» характеризується наступними незалежними параметрами системи автосервісу:  $X_{10}$  – повна маса автомобіля,  $X_{11}$  – тип енергетичних установок,  $X_{12}$  – вік автомобіля. В результаті візуалізації впливу незалежних параметрів функціонального елемента «Автомобілі» на показник якості виконання технологіч-

них процесів по відновленню працездатності транспортних засобів за допомогою нелінійної моделі типу Сугено було отримано наступні результати.

В процесі аналізу поверхні  $K_{Я} = F(X_{10}, X_{11})$  було виявлено наступні закономірності. Для пунктів технічного обслуговування (ТО), авторемонтних майстерень, станцій технічного обслуговування (СТО), авторизованих АСП та спеціалізованих АСП значення показника якості зростає із збільшенням значення  $X_{10}$  та  $X_{11}$  (рис. 1, рис. 2). Тобто, повнота спектрів типів автомобілів відповідно до класифікацій за повною масою та типом енергетичних установок має вплив на якість технологічних процесів. Зі збільшенням відповідних спектрів якості технологічних процесів також збільшується.

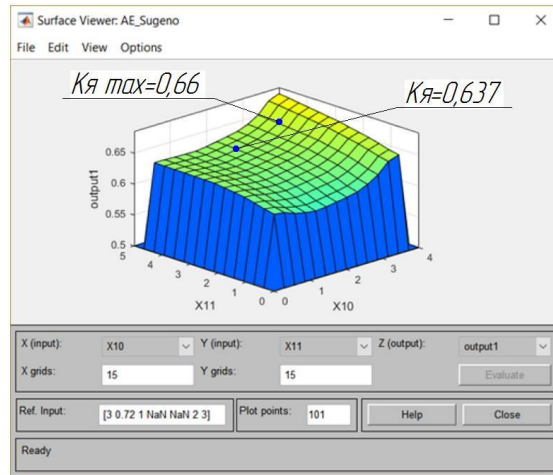


Рис. 1 – Залежність коефіцієнта якості від повної маси автомобіля ( $X_{10}$ ) та типу енергетичних установок ( $X_{11}$ ) для авторизованого СТО

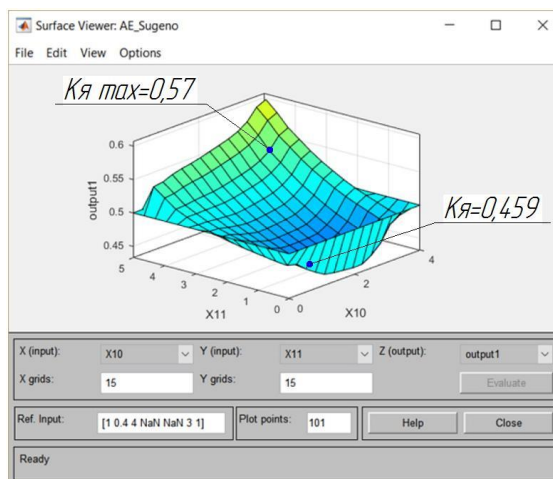


Рис. 2 – Залежність коефіцієнта якості від повної маси автомобіля ( $X_{10}$ ) та типу енергетичних установок ( $X_{11}$ ) для СТО

Таким чином, при обслуговуванні автомобілів незалежно від повної маси ( $X_{10} \in A_{10}^3$ ) з різними типами енергетичних установок ( $X_{11} \in A_{11}^4$ ) прогнозується збільшення  $K_{Я}$ : для пунктів ТО – на 0,6%; для авторемонтних майстерень – на 1,2%; для незалежних СТО – на 11,1%; для авторизованих СТО – на 2,3%; для спеціалізованих АСП – на 0,4%.

Проаналізувавши графіки залежності якості технологічних процесів від повної маси автомобіля та типу енергетичних установок для даних типів АСП, можна зробити висновок, що вони мають схожу динаміку. Поверхня  $K_{Я}$  має незначний уклін ( $\Delta K_{ЯX_{10}}$  та  $\Delta K_{ЯX_{11}}$  знаходяться в межах 0,05-0,15).

Для зазначених АСП показник якості сягає мінімального значення в процесі обслуговування автомобілів повної маси до 3,5 т з бензиновими або дизельними енергетичними установками. На незалежних СТО найменша якість прогнозується також при обслуговуванні автомобілів з бензиновими або дизельними енергетичними установками, але з масою до 7,5 т (рис. 3). Проте дане відхилення наближається до нуля, тому враховуючи похибку моделювання, можна вважати, що загальна тенденція зберігається. Винятком з даного узагальнення є комплексні АСП (рис. 4).

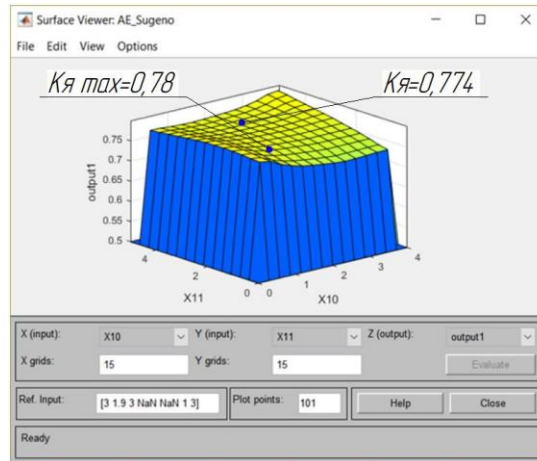


Рис. 3 – Залежність коефіцієнта якості від повної маси автомобіля ( $X_{10}$ ) та типу енергетичних установок ( $X_{11}$ ) для комплексного АСП

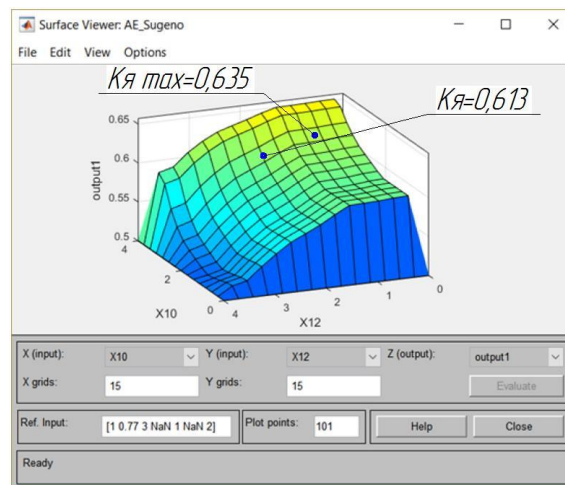


Рис. 4 – Залежність коефіцієнта якості від повної маси автомобіля ( $X_{10}$ ) та віку автомобілів ( $X_{12}$ ) для авторемонтної майстерні

На комплексних АСП тип енергетичних установок та повна маса автомобілів, що обслуговуються, мають мінімальний вплив на якість технологічних процесів. Графік поверхні пологий. При обслуговуванні автомобілів повною масою до 3,5 т для комплексних АСП більш пріоритетним з точки зору забезпечення якості виконання технологічних процесів є надання автосервісних послуг власникам автомобілів з бензиновими та дизельними енергетичними установками. В даному випадку рівень якості технологічних процесів зростає на 0,6%. Дана перевага ( $\Delta = 0,02$ ) є незначущою та пояснюється тим, що переважну частку легкових автомобілів малого та середнього класу, що обслуговуються на вітчизняних комплексних АСП, складають автомобілі з бензиновими та дизельними двигунами. Повний комплекс технологічних процесів на окремо взятому АСП, зазвичай, забезпечено кваліфікованими спеціалістами та технологіями лише для зазначеного сегменту автомобілів.

Для всіх типів досліджених АСП вплив повної маси автомобілів більш вагомий ніж тип енергетичних установок, оскільки значення приросту  $K_{Я}$  в середньому більше при прирості  $X_{10}$ , ніж при тому ж значенні приросту  $X_{11}$ . Даний висновок підтверджується значеннями відповідних коефіцієнтів множинної регресії [8] ( $a_{10} = 0,0796 > a_{11} = 0,0152$ ).

Дослідження моделі Сугено на підприємствах автосервісу навчальної та контрольної вибірок дозволяє стверджувати, що приріст коефіцієнту якості збільшується за рахунок поєднання варіантів реалізації зазначених вище параметрів функціонального елементу «Автомобілі» з інформацією про вік автомобіля (комбінації  $X_{10} \times X_{12}$  та  $X_{11} \times X_{12}$ ). Вага параметру  $X_{12}$  в рівнянні множинної регресії [8] більша за ваги  $X_{10}$  та  $X_{11}$  ( $a_{12} = -0,123$ ). Залежність між якістю та віком автомобілів є зворотною. Дані результати підтверджено в процесі дослідження поверхонь  $K_{Я} = F(X_{10}, X_{12})$  та  $K_{Я} = F(X_{11}, X_{12})$ , що відповідають реалізації моделі Сугено для всіх типів АСП. Найбільше значення показника якості технологічних процесів досягається при обслуговуванні автомобілів віком до 3 років,  $X_{12} \in A_{12}^1 (X_{12} = 1)$ . Для більшості з зазначених автомобілів обслуговування є гарантійним. Зі збільшенням віку автомобілів кут нахилу поверхні збільшується, тобто зростає динаміка погіршення якості виконання технологічних процесів (рис. 4-9).

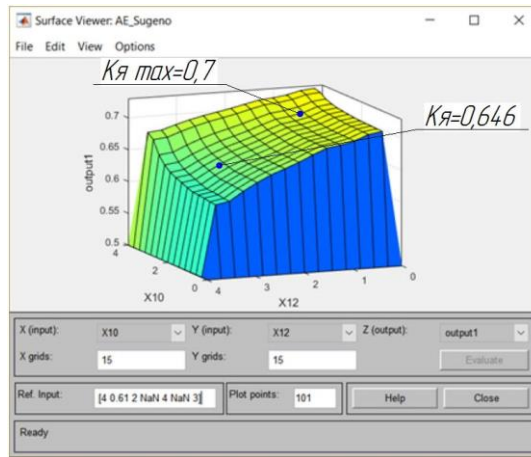


Рис. 5 – Залежність коефіцієнта якості від повної маси автомобіля ( $X_{10}$ ) та віку автомобілів ( $X_{12}$ ) для спеціалізованого АСП

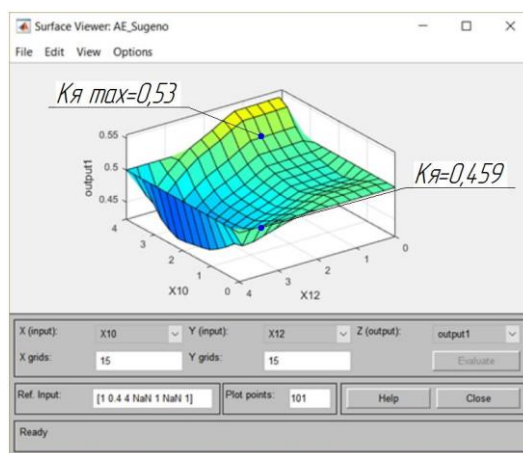


Рис. 6 – Залежність коефіцієнта якості від повної маси автомобіля ( $X_{10}$ ) та віку автомобілів ( $X_{12}$ ) для СТО

Переважно гарантійне обслуговування автомобілів здійснюється на авторизованих СТО та спеціалізованих АСП. Нахил поверхні  $K_{Я} = F(X_{10}, X_{12})$  для даних типів АСП є більш крутим. Залежність показника якості технологічних процесів від віку автомобіля наближається до лінійної (рис. 5).

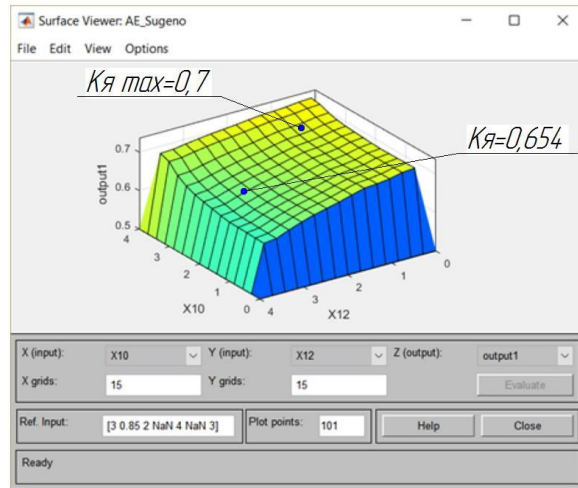


Рис. 7 – Залежність  $K_q$  від повної маси автомобіля ( $X_{10}$ ) та віку автомобілів ( $X_{12}$ ) для пункту ТО

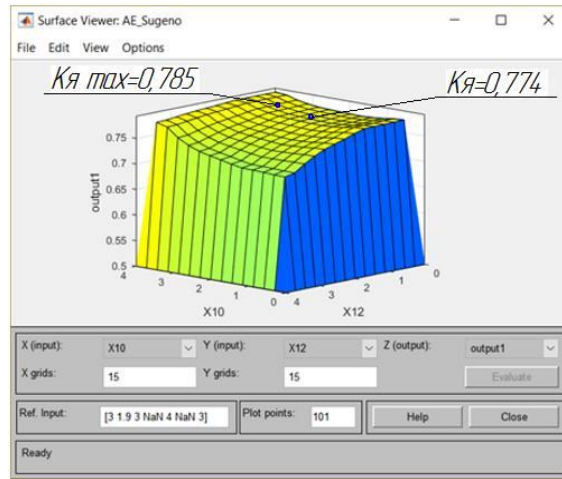


Рис. 8 – Залежність коефіцієнта якості від повної маси автомобіля ( $X_{10}$ ) та віку автомобілів ( $X_{12}$ ) для комплексного АСП

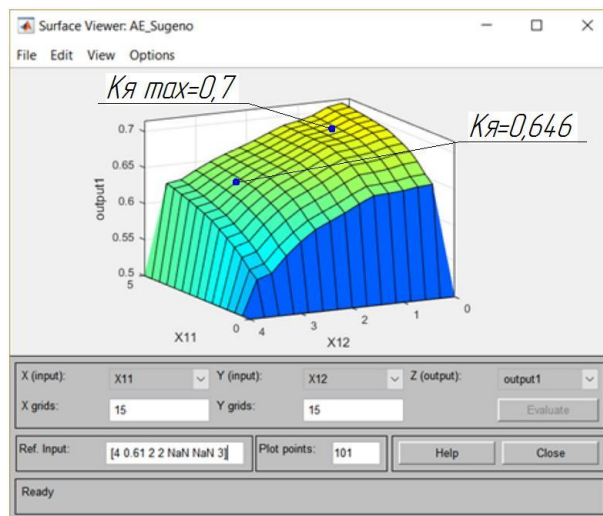


Рис. 9 – Залежність коефіцієнта якості від типу енергетичних установок ( $X_{11}$ ) та віку автомобілів ( $X_{12}$ ) для спеціалізованого АСП

На стандартні СТО та в авторемонтні майстерні, зазвичай, звертаються власники автомобілів, для яких термін гарантійного обслуговування завершено. Вплив віку автомобіля на показник якості характеризується невисокою динамікою. Проте при обслуговуванні автомобілів віком, що перевищує 7,5 років, якість виконання технологічних процесів стрімко знижується та сягає низького рівня ( $\min K_{Я} \leq 0,4$ ) (рис. 4, 6).

На пунктах ТО та комплексних АСП коефіцієнт якості в меншій мірі залежить від віку автомобілів, тому графіки відповідної залежності для даних типів АСП є більш пологими, ніж для інших (рис. 7, 8). Тобто, при обслуговуванні автомобілів різного віку динаміка змін якості для зазначених видів АСП має сталий характер.

Виходячи з аналізу динаміки змін  $K_{Я}$  від  $X_{10}$  у сполученні з  $X_{12}$  (рис. 4-9), можна зробити наступний висновок. Для всіх типів АСП за умови виконання послуг власникам автомобілів віком до 3 років ( $X_{12} \in A_{12}^1$ ) незалежно від їх повної маси ( $X_{10} \in A_{10}^3$ ) прогнозується збільшення  $K_{Я}$ : для пунктів ТО – на 4,6%; для авторемонтних майстерень – на 2,2%; для незалежних СТО – на 7,1%; для авторизованих СТО – на 3,3%; для спеціалізованих АСП – на 5,4%; для комплексних АСП – на 1,1%.

Вага коефіцієнту  $a_{12}$  в рівнянні лінійної множинної регресії на порядок вища за ваги  $a_{10}$  та  $a_{11}$ , що мають однаковий порядок значущості. Графіки залежності показника якості  $K_{Я}$  від комбінації  $X_{10}$  та  $X_{12}$ , що побудовано для досліджуваних типів АСП, та графіки залежності  $K_{Я}$  від спільного впливу параметрів  $X_{11}$  та  $X_{12}$  є геометрично подібними. Тому всі висновки, що було зроблено в процесі аналізу поверхонь  $F(X_{10}, X_{12})$ , можуть бути віднесені до поверхонь  $F(X_{11}, X_{12})$ . Для всіх типів АСП за умови виконання послуг власниками автомобілів віком до 3 років ( $X_{12} \in A_{12}^1$ ) для всіх типів енергетичних установок ( $X_{11} \in A_{11}^4$ ) прогнозується збільшення  $K_{Я}$ : для пунктів ТО – на 2,6%; для авторемонтних майстерень – на 1,7%; для незалежних СТО – на 9,1%; для авторизованих СТО – на 0,3%; для спеціалізованих АСП – на 5,4%; для комплексних АСП – на 0,1%. В лінійній моделі [8] різниця ваг  $a_{10} - a_{12}$  більша за різницю  $a_{11} - a_{12}$ , що відповідає більшому куту нахилу відповідних поверхонь в проекції  $K_{Я} \times X_{11}$ , ніж в проекції  $K_{Я} \times X_{10}$  (рис. 9).

Ще одна розбіжність спостерігається в тому, що на відміну від увігнутих поверхонь  $F(X_{10}, X_{12})$  поверхні  $F(X_{11}, X_{12})$  є опуклими. Таким чином, при одному й тому ж віці автомобіля відхилення  $K_{Я}$  від максимального значення буде значно більшим при ремонті та ТО автомобілів з бензиновими та дизельними установками, ніж інших:  $\Delta K_{Я1} \rightarrow \max$  при  $X_{11} = 1$ . При  $X_{11} = 2, 3, 4$   $\Delta K_{Я2} \approx \Delta K_{Я3} \approx \Delta K_{Я4} \rightarrow 0$ . Винятком є ремонт та ТО автомобілів на незалежних СТО, що не є представниками підприємств-продуцентів та не спеціалізуються на виконанні конкретного набору робіт. Графік функції  $F(X_{11}, X_{12})$  є увігнутим (рис. 10), що свідчить про те, що при обслуговуванні на таких незалежних СТО автомобілів з енергетичними установками, що належать тільки до одного терму: бензинових та дизельних, або газобалонних, або електричних та гібридних, – не можливо досягти високого рівня якості.

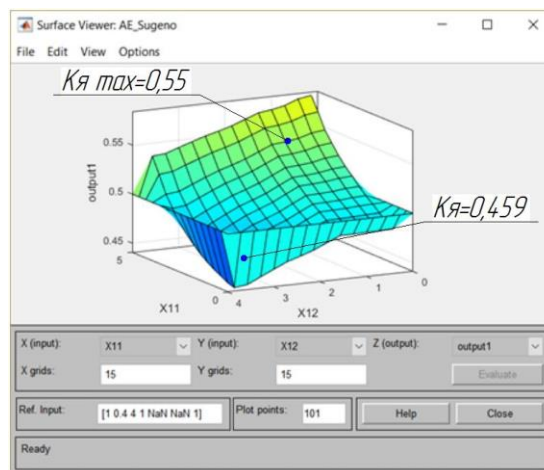


Рис. 10 – Залежність коефіцієнта якості від типу енергетичних установок ( $X_{11}$ ) та віку автомобілів ( $X_{12}$ ) незалежного СТО

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що об'єктивно визначити характер впливу конкретного параметру на показник якості технологічних процесів типових підприємств автосервісу можливо лише в процесі аналізу залежності якості від різних комбінацій даного параметру з іншими.

#### Висновки

Досліджено вплив незалежних параметрів функціонального елементу «Автомобілі» на рівень якості технологічних процесів відновлення технічного стану транспортного засобу. Зокрема показано, що при зміні комбінацій незалежних параметрів функціонального елементу «Автомобілі» можливо підвищити рівень даного показника від 0,1 до 11,1% для різних типів АСП.

#### Перелік використаних джерел:

1. Hossain M.S. Improvement of Service Quality at Automobile Workshop in Bangladesh / M.S. Hossain, A. Zahid, R.J. Hoque // *ICBM 2017 – 1st International Conference on Business & Management*. – 2017. – Pp. 1-5.
2. Katarne R. Measurement of Service Quality of an Automobile Service Centre / R. Katarne, S. Sharma, J. Negi // *Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. – 2010. – Pp. 1-6.
3. Velimirović D. Automotive maintenance quality of service influencing factors / D. Velimirović, Č. Duboka, P. Damnjanović // *Tehnicki Vjesnik*. – 2016. – Vol. 23, № 5. – Pp. 1431-1438. – Mode of access: [DOI: 10.17559/TV-20140402074657](https://doi.org/10.17559/TV-20140402074657).
4. Формування номенклатури споживчих критеріїв для розробки моделі організації автосервісного виробництва / А.П. Солтус, Л.А. Тарандушка, В.В. Біліченко, Н.Л. Кост'ян // *Вісник машинобудування та транспорту*. – 2018. – № 2. – С. 119-126.
5. Марков О.Д. Критерії та показники ефективності автосервісу / О.Д. Марков, П.О. Марков // *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. – 2013. – Вип. 12. – С. 110-116. – (Серія : Технічні науки).
6. Тарандушка Л.А. Технологія моніторингу показників якості технічного обслуговування та ремонту автомобілів / Л.А. Тарандушка, І.П. Тарандушка // *Вісник Чернігівського державного технологічного університету*. – 2014. – № 1. – С. 116-122. – (Серія : Технічні науки).
7. Тарандушка Л.А. Морфологічний опис верхнього рівня моделі функціонування автосервісних підприємств / Тарандушка Л.А. // *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. – 2020. – № 1. – С. 84-89. – Mode of access: [DOI: 10.31649/1997-9266-2020-148-1-84-89](https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-148-1-84-89).
8. Assessing the quality level of technological processes at car service enterprises / L. Tarandushka, V. Mateichyk, N. Kostian, M. Rud // *Eastern-European journal of enterprise technologies*. – 2020. – Vol. 2/3 (104). – Pp. 58-75. – Mode of access : [DOI:10.15587/1729-4061.2020.200332](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200332).

#### References:

1. Hossain M.S., Zahid A., Hoque R.J. Improvement of Service Quality at Automobile Workshop in Bangladesh. *ICBM 2017 – 1st International Conference on Business & Management*, 2017, pp. 1-5.
2. Katarne R., Sharma S., Negi J. Measurement of Service Quality of an Automobile Service. *Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2010, pp. 1-6.
3. Velimirović D., Duboka Č., Damnjanović P. Automotive maintenance quality of service influencing factors. *Tehnicki Vjesnik*, 2016, vol. 23, no. 5, pp. 1431-1438. doi: [10.17559/TV-20140402074657](https://doi.org/10.17559/TV-20140402074657).
4. Soltus A.P., Tarandushka L.A., Bilichenko V.V., Kost'ian N.L. Formuvannia nomenklatury spozhivchikh kriteriiv dlia rozrobki modeli organizatsii avtoservisnogo virobnitstva [Formation of the nomenclature of consumer criteria for development of model of the organization of car service production]. *Visnik mashinobuduvannia ta transport – Journal of Mechanical Engineering and Transport*, 2018, no. 2, pp. 119-126. (Ukr.)
5. Markov O.D., Markov P.O. Kriteriï ta pokazniki efektyvnosti avtoservisu [Criteria and indicators of car service efficiency]. *Upravlinnia proektami, sistemniï analiz i logistika. Serii: Tekhnichni nauki – The National Transport University journal of Projects Management, System Analysis and Logistics. Series: Technical Sciences*, 2013, vol. 12, pp. 110-116. (Ukr.)



6. Tarandushka L.A., Tarandushka I.P. Tekhnologiya monitoringu pokaznikiv yakosti tekhnichnogo obslugovuvannya ta remontu avtomobiliv [Technology of monitoring the indicators of quality of maintenance and repair of cars]. *Visnik Chernigivs'kogo derzhavnogo tekhnologichnogo universitetu. Seriya: Tekhnichni nauki – Bulletin of Chernihiv State Technological University. Series: Technical Sciences*, 2014, no. 1, pp. 116-122. (Ukr.)
7. Tarandushka L.A. Morfologichnii opis verkh'n'ogo rivnia modeli funktsionuvannya avtoservisnikh pidpriemstv [Morphological description of the upper level of the model of functioning of car service enterprises]. *Visnik Vinnits'kogo politekhnichnogo institutu – Visnyk of Vinnytsia Politechnical Institute*, 2020, no. 1, pp. 84-89. doi: 10.31649/1997-9266-2020-148-1-84-89. (Ukr.)
8. Tarandushka L., Mateichyk V., Kostian N., Rud M. Assessing the quality level of technological processes at car service enterprises. *Eastern-European journal of enterprise technologies*, 2020, vol. 2/3 (104), pp. 58-75. doi: 10.15587/1729-4061.2020.200332.

Рецензент: А.П. Солтус  
д-р техн. наук, проф., ЧДТУ

Стаття надійшла 20.02.2020

УДК 621.43

doi: 10.31498/2225-6733.40.2020.216246

© Стефановський О.Б.\*

### РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ШЕСТЕРЕНЬ МАСЛЯНОГО НАСОСА ЗА ДОПОМОГОЮ ЇХ РЕГРЕСІЙНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ВІД РОБОЧОГО ОБ'ЄМУ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА

Шляхом обробки методом найменших квадратів отримані регресійні залежності опублікованих основних розмірів (ширини або осевої довжини і зовнішнього діаметру) шестерень масляних насосів із зовнішнім зачепленням, що застосовувалися і застосовуються у вітчизняних автомобільних двигунах з іскровим запаленням (як карбюраторних, так і з уприскуванням палива), а також функцій цих розмірів від робочого об'єму двигунів. На базі трьох пар таких регресійних залежностей запропоновані способи обчислення ширини шестерні масляного насоса, у тому числі за допомогою рішення біквадратного і квадратного рівнянь, з подальшим коригуванням результату. Отримане значення цієї ширини використовується для обчислення зовнішнього діаметру шестерні. Для сукупності близько 20 відомих конструкцій масляних насосів, що встановлювалися на 35 двигунах, оцінена точність розрахунку ширини і зовнішнього діаметру шестерні цими способами. Середньоквадратичне відхилення від фактичних значень розмірів для сукупностей результатів цього розрахунку при згладжуванні абсолютних погрішностей допоміжними функціями робочого об'єму склали: для ширини шестерні – близько 1,9 мм при використанні біквадратного і близько 1,6 мм – квадратного рівняння; для зовнішнього діаметру шестерні 0,75 мм – при використанні біквадратного і 0,84 мм – квадратного рівняння. Середня за абсолютною величиною відносна погрішність обчислення цими способами ширини шестерні склали близько 0,03...0,04, а зовнішнього діаметру – близько 0,02. Запропонована регресійна залежність, що дозволяє вичислити модуль зубчастого зачеплення шестерень масляного насоса з середньоквадратичним відхиленням близько 0,1 мм. Наведено приклади використання викладеного методу для автомобільних двигунів з робочим об'ємом 1,5; 3,0; 4,5 і 6,0 л.

**Ключові слова:** автомобільний двигун, масляний насос, ширина шестерні, зовнішній діаметр шестерні, залежність.

\* канд. техн. наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, [a19xt9@gmail.com](mailto:a19xt9@gmail.com)