

УДК 004.9

DOI <https://doi.org/10.36994/2788-5518-2025-01-09-07>

ПРИНЦИП ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДОБОРУ ОЛИВ

Тягунова М. Ю., к.т.н., доц., Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна. <https://orcid.org/0000-0002-9166-5897>, mary.tyagunova@gmail.com

Бобирь Д. С., аспірант, Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна. <https://orcid.org/0009-0009-6635-3582>, dimabobyr@gmail.com

Анотація. В умовах нестримного розвитку автомобільної галузі питання вибору мастильного матеріалу стає дедалі актуальнішим, адже сучасні силові агрегати вимагають точного дотримання технологічних норм і стандартів. Невідповідна олива може призвести до зниження ефективності двигуна, зростання витрат пального й передчасного зносу. Автоматизовані системи підбору моторної оливи дають змогу підвищити ефективність технічного обслуговування транспортних засобів, забезпечуючи точність, швидкість і персоналізацію вибору [1; 2]. Метою роботи є розроблення алгоритму, що має адаптуватися до змінних умов експлуатації, технічних параметрів двигуна й індивідуальних запитів користувача. У статті розглянуто створення алгоритму автоматизованої системи, яка враховує технічні характеристики транспортного засобу (тип двигуна, об'єм, турбонаддув, ступінь зношення), експлуатаційні умови (сезонність, стиль керування, навантаження), нормативні вимоги (API, ACEA, ILSAC, OEM-допуски), а також суб'єктивні вподобання споживача (бренд, бюджет, інтервал заміни). Алгоритм добору базується на системі експертних правил, що реалізовані у вигляді дерева прийняття рішень з багаторівневою фільтрацією. Для кожного варіанта оливи обчислюється рейтинг відповідності, який враховує пріоритетність критеріїв. З метою підвищення продуктивності системи запропоновано оптимізаційні підходи: індексацію бази даних, кешування результатів, паралельну обробку запитів. Інтеграція машинного навчання дає змогу системі самонавчатися на основі накопиченої інформації, підвищуючи точність персоналізованих рекомендацій. Валідація охоплює аналітичні методи, порівняння з офіційними специфікаціями й експертну оцінку. Розроблена система демонструє високу точність добору, відповідність міжнародним стандартам і має значний потенціал для практичного застосування в галузі сервісного обслуговування автомобільного транспорту.

Ключові слова: автоматизована система; експлуатаційні умови; база даних; моторна олива; алгоритм підбору оливи.

THE PRINCIPLE OF OPERATION OF AN AUTOMATED OIL SELECTION SYSTEM

Mariia Tyahunova, Ph.D, Ass. Prof., National University Zaporizhzhia Polytechnic, Zaporizhzhia, Ukraine. <https://orcid.org/0000-0002-9166-5897>, mary.tyagunova@gmail.com

Dmytro Bobyr, PhD student, National University Zaporizhzhia Polytechnic, Zaporizhzhia, Ukraine. <https://orcid.org/0009-0009-6635-3582>, dimabobyr@gmail.com

Abstract. In the context of rapid development in the automotive industry, the issue of selecting an appropriate lubricant is becoming increasingly relevant, as modern power units require strict compliance with technological standards and regulations. Inappropriate engine oil can lead to decreased engine efficiency, increased fuel consumption, and premature wear. Automated engine oil selection systems help improve the efficiency of vehicle maintenance by ensuring accuracy, speed, and personalization in the selection process. The aim of this work is to develop an algorithm that adapts to changing operating conditions, technical parameters of the engine, and individual user preferences. This study considers the creation of an algorithm for an automated system that takes into account the technical characteristics of the vehicle (engine type, displacement, turbocharging, degree of wear), operating conditions (seasonality, driving style, load), regulatory requirements (API, ACEA, ILSAC, OEM approvals), as well as subjective consumer preferences (brand, budget, oil change interval). The selection algorithm is based on a system of expert rules implemented in the form of a decision tree with multi-level filtering. For each oil option, a conformity rating is calculated, taking into account the prioritization of various criteria. To increase system performance, optimization approaches are proposed: database indexing, result caching, and parallel request processing. The integration of machine learning allows the system to self-learn based on accumulated data, improving the accuracy of personalized recommendations. Validation includes analytical methods, comparison with

official specifications, and expert evaluation. The developed system demonstrates high selection accuracy, compliance with international standards, and significant potential for practical application in the field of automotive maintenance.

Key words: *automated system; operating conditions; database; engine oil; oil selection algorithm.*

Вступ

Оптимальний підбір моторної оливи є одним із ключових факторів забезпечення довготривалої, ефективної та екологічно безпечної експлуатації двигуна внутрішнього згоряння [3; 4]. У сучасних умовах розвитку інженерії нестримно зростає актуальність створення автоматизованих систем підтримки прийняття рішень у цій сфері. Ефективність таких систем визначається точністю побудови критеріїв підбору мастильних матеріалів, що мають охоплювати широкий спектр параметрів.

При побудові наших алгоритмів доцільно буде виокремити чотири ключові групи критеріїв вибору моторної оливи в інформаційно-аналітичних платформах.

Передусім необхідно розглянути технічні параметри силового агрегату.

Вони охоплюють конструкційно-функціональні характеристики двигуна, які безпосередньо впливають на вимоги до властивостей мастильного матеріалу. Розглянемо основні технічні характеристики. Тип двигуна – бензинові, дизельні, гібридні та газові установки мають різні потреби у в'язкості, рівні зольності, хімічному складі й температурній стабільності оливо. Робочий об'єм двигуна визначає теплове навантаження та швидкість деградації оливи; потужніші двигуни зазвичай потребують більш розширений склад моторного пакету. Наявність турбіни вимагає застосування термостійких оливо із підвищеними антиокислювальними властивостями. Стан агрегату (пробіг, знос) – двигуни з підвищеним зношенням можуть потребувати більш в'язких оливо або продуктів із модифікованими присадками для підтримки компресії та зменшення витрат мастила.

По-друге, потрібно звернути увагу на експлуатаційні умови використання транспортного засобу. Щоденне використання автомобіля визначає динаміку старіння мастильного матеріалу, ступінь термічного й механічного навантаження та загальну потребу в певних типах захисту. Експлуатація автомобіля в зимовий або літній період вимагає оливо із відповідним температурним діапазоном. Температурні коливання навколишнього середовища зумовлюють вибір оливо із відповідним індексом в'язкості (SAE). Агресивне керування, інтенсивне гальмування та прискорення, часті поїздки в міському циклі сприяють швидкому зносу й потребують оливо із високими протизношувальними характеристиками. Регулярне перевезення вантажів, короткі дистанції, тривалі простої або підвищена заповненість впливають на частоту заміни й вимоги до складу оливи.

По-третє, відповідність нормативним вимогам і стандартам. Автоматизована система має інтегрувати актуальні технічні регламенти, які забезпечують безпеку й відповідність моторної оливи конструкційним вимогам автовиробника. Розглянемо основні з них.

Міжнародні класифікації (API, ACEA, ILSAC) регламентують категорії якості, термостійкість, рівень забруднення, окислювальну стабільність тощо. OEM-допуски – вимоги, установлені виробниками автомобілів (наприклад, Mercedes-Benz MB 229.5, VW 504.00/507.00), які гарантують відповідність оливи конкретним силовим агрегатам. Екологічні стандарти (EURO-4, EURO-5, EURO-6) установлюють обмеження на хімічний склад та емісію забруднюючих речовин, що передбачає застосування Low SAPS-оливо із низьким умістом сульфатної золи, фосфору й сірки. Також необхідно враховувати особисті пріоритети й уподобання кінцевих споживачів. Незважаючи на технічну другорядність, ці параметри часто мають вирішальне значення у фінальному рішенні користувача: суб'єктивне ставлення до торгової марки, маркетингові кампанії та досвід попереднього використання; фінансова доступність мастильного матеріалу визначає його придатність для широких груп споживачів; тривалість інтервалу між замінами оливи залежить від її базового складу (мінеральна, синтетична) та умов експлуатації.

Таким чином, ефективне впровадження автоматизованої системи добору моторної оливи передбачає не лише наявність детальної бази даних, а й побудову чітко визначеної логіки прийняття рішень. Запропонована система ґрунтується на підході, що базується на експертних правилах, які описують умови використання конкретних видів мастильних матеріалів залежно від численних вхідних параметрів.

Виконання досліджень

Розглянемо основні принципи алгоритмічного підходу. Кожне експертне правило реалізується у формі логічної конструкції, що дає змогу поетапно звужувати перелік можливих варіантів шляхом аналізу одного або кількох параметрів. На цій основі формується дерево прийняття рішень, яке забезпечує поступову фільтрацію даних із подальшим формуванням впорядкованого списку відповідних оливо [5].

Розглянемо кожен крок такого алгоритму. Спочатку відбувається збирання вхідної інформації. На цьому етапі система отримує дані, які можуть бути внесені вручну користувачем або імпортовані автоматично. До них належать технічні характеристики транспортного засобу, умови експлуатації, стандарти автовиробника, а також побажання самого користувача. Первинна фільтрація даних ви-

користується з метою зменшення вибірки. Система виконує відсів невідповідних варіантів оливо за такими критеріями: тип двигуна (бензиновий, дизельний, гібридний), температурні умови експлуатації (параметри в'язкості за SAE), наявність допусків автовиробника (наприклад, VW, MB, BMW) [6, 7].

Наступний крок – оцінювання й розрахунок рейтингу. Для кожного залишеного у вибірці варіанта розраховується коефіцієнт відповідності, що узагальнює ступінь придатності конкретної оливи для заданих умов. Рейтинг розраховується за формулою:

$$\text{Рейтинг} = W_1 \cdot D + W_2 \cdot T + W_3 \cdot S + W_4 \cdot C,$$

де

- D – відповідність технічним характеристикам двигуна;
- T – відповідність температурному режиму;
- S – відповідність нормативам і стандартам (API, ACEA, ILSAC);
- C – урахування індивідуальних уподобань користувача;
- $W_1 \dots W_4$ – вагові коефіцієнти, які відображають пріоритетність кожного критерію.

На основі розрахованих рейтингів система формує список рекомендованих мастильних матеріалів. Кожна позиція супроводжується коротким поясненням вибору й описом основних характеристик продукту.

Якщо рекомендована олива недоступна в наявності, користувачу пропонуються найближчі альтернативи, які відрізняються мінімальною різницею в рейтингу.

Побудована модель відзначається високим рівнем адаптивності. Система дає змогу динамічно змінювати вагові коефіцієнти з урахуванням типу автомобіля, стилю керування чи індивідуальних пріоритетів користувача. Завдяки цьому забезпечується як гнучкий підхід до добору, так і висока точність персоналізованих рекомендацій. На рис. 1 представлено блок-схему послідовності роботи алгоритму.

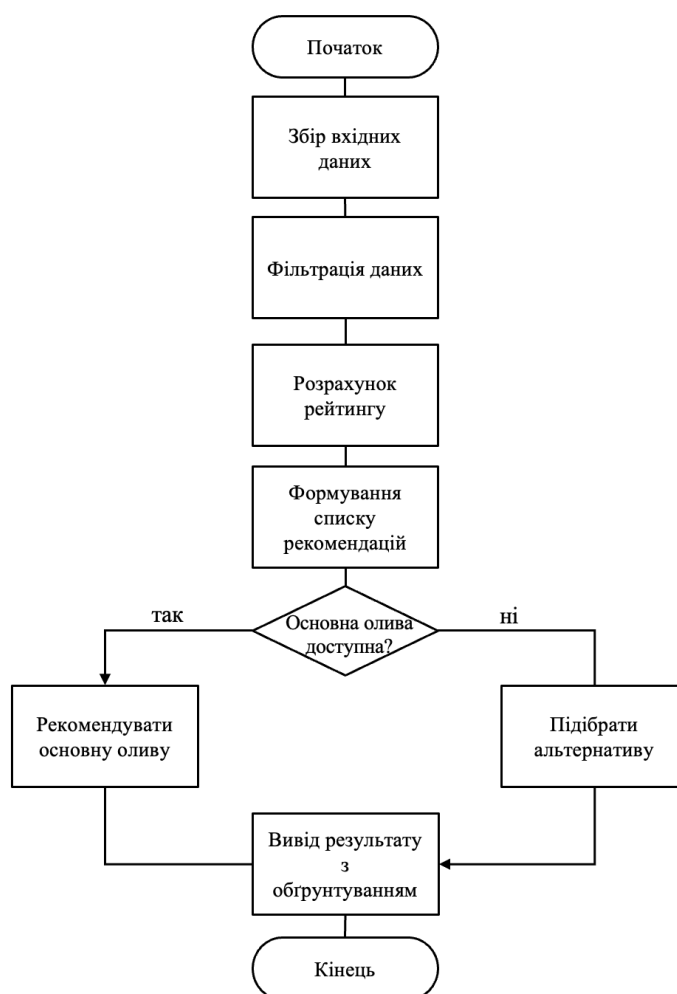


Рис. 1. Блок-схема алгоритму функціонування системи

Щоб забезпечити високу продуктивність і надійну роботу автоматизованої системи добору моторних оливи, необхідно застосувати сучасні підходи до оптимізації обробки даних. Удосконалення охоплює як логіку алгоритмів, так й інфраструктурні аспекти. Одним із базових способів підвищення ефективності є індексація структур бази даних, яка значно пришвидшить вибірку інформації. Додатково, з метою зменшення навантаження на серверну частину, пропонується впровадити механізм кешування результатів запитів, що дасть змогу уникнути повторних обчислень у разі схожих параметрів.

Підтримка паралельної обробки даних дасть змогу одночасно обслуговувати велику кількість запитів, оптимізуючи використання апаратних ресурсів і знижуючи час очікування відповіді. Окрім того, зібрані історичні дані можуть бути використані як основа для навчання предиктивних моделей [7]. Застосування методів машинного навчання підвищить точність результатів і дасть змогу формувати більш індивідуалізовані рекомендації.

Адаптація системи до конкретного користувача є важливим складником сучасного сервісу. У цьому контексті в системі використовуватимуться дані про попередні запити, звички керування транспортом, історію заміни оливи й умови експлуатації. Усе це дасть можливість системі з кожним новим зверненням точніше відповідати потребам користувача. Таким чином, поєднання оптимізаційних механізмів з адаптивними можливостями формує інтелектуальну платформу, здатну до самонавчання на основі накопиченого досвіду [5].

Для гарантування коректної роботи системи необхідно провести ретельну валідацію всіх її компонентів. Перевірка точності запропонованих рекомендацій здійснюється в кілька етапів, що охоплюють як аналітичні, так і практичні методи оцінювання. Серед першочергових підходів – ручне тестування на типових прикладах, що відображають реальні сценарії експлуатації. Це дає змогу виявити критичні помилки в логіці алгоритмів. Також важливим є порівняння результатів системи з офіційними рекомендаціями виробників техніки, що забезпечує відповідність нормативним вимогам.

Додаткову цінність дає експертна оцінка спеціалістів, які можуть визначити практичну доцільність запропонованих рішень. Не менш важливим є й зворотний зв'язок від кінцевих користувачів. Аналіз таких відгуків дає змогу швидко вносити зміни в логіку добору або уточнювати параметри алгоритмів.

До основних критеріїв якості належать відповідність запропонованої оливи міжнародним стандартам (API, ACEA, ILSAC), безпечність її використання в конкретних умовах, зменшення зношення елементів двигуна та стабільність витрат палива після її застосування [6; 7].

Нарешті, частота потреби в ручному втручанні в процес підбору слугує показником ступеня автономності системи. Чим рідше виникає така необхідність, тим вища ефективність функціонування платформи.

Після впровадження запропонованої системи підбору оливи отримаємо інструмент, завдяки якому значно знизиться рівень помилок при підборі оливи в техніку. Нижче наведено графік оцінювання ефективності системи.

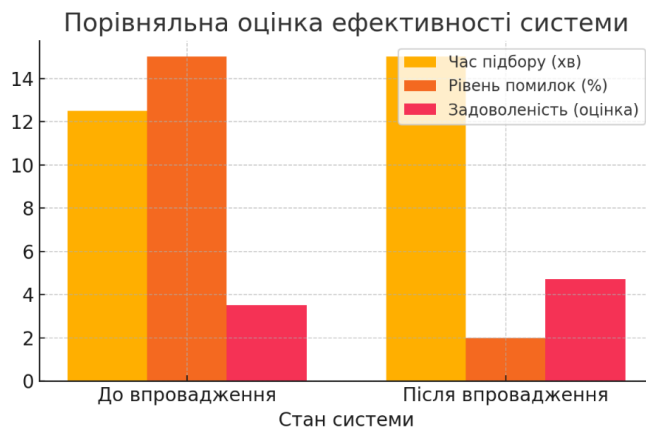


Рис. 2. Порівняльна оцінка ефективності системи

Комплексна реалізація зазначених механізмів перевірки дає змогу досягти високого рівня достовірності результатів і сформувані довіру до системи серед кінцевих користувачів.

Висновок

У результаті дослідження розроблено концепцію інтелектуального алгоритму підбору моторної оливи, який здатен адаптуватися до широкого спектру вхідних параметрів. Запропоновані методи оптимізації й валідації забезпечують високу точність та ефективність системи, що дає змогу інтегрувати її у сферу сервісного обслуговування автомобілів і сприяти підвищенню якості експлуатації техніки.

Література

1. Kamble A. R., Kamble A. D. Expert system for automotive engine oil recommendation based on driving conditions. *International Journal of Computer Applications*, 2019. Vol. 178 (9). P. 1–5. <https://doi.org/10.5120/ijca2019919017>.
2. Zhou Y., Xian, Y. (2020). Application of machine learning in automotive predictive maintenance: A review. *Procedia Computer Science*. 2020. Vol. 175. P. 539–546. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.077>.
3. Mang T., Dresel W. (Eds.). *Lubricants and lubrication* (3rd ed.). Wiley-VCH, 2017.
4. Totten G. E. *Lubrication and lubricant selection: A practical guide* (2nd ed.). CRC Press, 2011.
5. API. *Engine oil guide*. American Petroleum Institute. 2023. URL: <https://www.api.org/products-and-services/engine-oil>.
6. ILSAC. ILSAC GF-6 and API SP standards. *International Lubricant Standardization and Approval Committee*. 2023. URL: <https://www.agma.org/ilsac>.
7. Smith D. W., Spikes H. A. The science of engine oils – Composition, function, and performance. *Journal of ASTM International*. 2005. Vol. 2 (1). P. 1–10. <https://doi.org/10.1520/JAI12534>.

References

1. Kamble, A. R., & Kamble, A. D. (2019). Expert system for automotive engine oil recommendation based on driving conditions. *International Journal of Computer Applications*, 178 (9), 1–5. <https://doi.org/10.5120/ijca2019919017>.
2. Zhou, Y., & Xiang, Y. (2020). *Application of machine learning in automotive predictive maintenance: A review*. *Procedia Computer Science*, 175, 539–546. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.077>.
3. Mang, T., & Dresel, W. (Eds.). (2017). *Lubricants and lubrication* (3rd ed.). Wiley-VCH.
4. Totten, G. E. (2011). *Lubrication and lubricant selection: A practical guide* (2nd ed.). CRC Press.
5. API. (2023). *Engine oil guide*. American Petroleum Institute. <https://www.api.org/products-and-services/engine-oil>.
6. ILSAC. (2023). *ILSAC GF-6 and API SP standards*. International Lubricant Standardization and Approval Committee. <https://www.agma.org/ilsac>.
7. Smith, D. W., & Spikes, H. A. (2005). *The science of engine oils – Composition, function, and performance*. *Journal of ASTM International*, 2 (1), 1–10. <https://doi.org/10.1520/JAI12534>.

Дата першого надходження рукопису до видання: 12.05.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 11.06.2025
Дата публікації: 25.07.2025