

2. Qu S., Ma X. Improvement of impact wear properties of seat insert by laser cladding cobalt-based alloy. *Materials Science, Engineering*. DOI:10.1088/2051-672X/ac8364.

3. Рожков О.Д. Технологія нанесення покриттів. Частина I: Навч. посібник. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2008. 511 с.

УДК 629.113

ВИКОРИСТАННЯ АНАЛІТИКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АВТОСЕРВІСІВ

Мірошниченко Микита Сергійович, магістрант кафедри інжинірингу систем автомобільного транспорту ім. Говоруценка М.Я., Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Павленко В'ячеслав Миколайович, канд. техн. наук, доцент кафедри інжинірингу систем автомобільного транспорту ім. Говоруценка М.Я., Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: vp.khadi@gmail.com, ORCID: [0000-0003-0796-4307](https://orcid.org/0000-0003-0796-4307)

Сучасний автосервіс (СТО) функціонує в умовах зростаючої складності автомобілів, підвищених вимог клієнтів до швидкості та якості обслуговування, а також жорсткої конкуренції. Ефективність роботи СТО безпосередньо залежить від здатності керувати ресурсами, прогнозувати попит, мінімізувати простой та оптимізувати всі внутрішні процеси. Традиційні методи управління, засновані на інтуїції або базовому статистичному обліку, вже не відповідають цим викликам.

В цьому контексті аналітика великих даних (Big Data Analytics) стає ключовим інструментом трансформації [1]. Великі дані в автосервісі охоплюють не лише внутрішні операційні дані (історія замовлень, нормо-години, облік запчастин), але й зовнішні джерела (телематичні дані автомобілів, відгуки клієнтів, географічні та демографічні дані). Обробка та аналіз цих масивів інформації дозволяє виявити неявні закономірності, які є критично важливими для прийняття обґрунтованих стратегічних і тактичних рішень.

Метою роботи є дослідження того, як використання аналітики великих даних може радикально підвищити операційну ефективність, покращити клієнтський досвід та, зрештою, збільшити прибутковість СТО.

Для ефективного аналізу необхідно ідентифікувати та інтегрувати різноманітні джерела даних, які можна розділити на внутрішні та зовнішні:

– внутрішні джерела (операційні дані): дані системи управління дилером (DMS/ERP) (замовлення-наряди, тарифікація, облік нормо-годин, час роботи механіків, залишки на складі); дані CRM (історія взаємодії з клієнтами, частота звернень, середня сума чека, скарги); облік робочого часу (точні дані про продуктивний час, простій, ефективність виконання нормо-годин окремими механіками (особливо цінні дані з інтелектуальних систем обліку часу));

складські та логістичні дані (швидкість обігу запчастин, час очікування постачання, частота екстрених закупівель).

– зовнішні джерела (дані про автомобіль та ринок): телематичні дані (IoT/CAN) (дані про стан автомобіля, що передаються в режимі реального часу (пробіг, коди помилок, температури, тиск, стиль водіння). Це критично важливо для прогнозного обслуговування); дані соціальних мереж та відгуків (оцінки на Google Maps, Facebook, спеціалізованих форумах. Ці неструктуровані дані дозволяють оцінити рівень задоволеності клієнтів (Customer Satisfaction, CSAT) та виявити больові точки сервісу); макроекономічні та демографічні дані (зміна цін на паливо, середній дохід у регіоні, динаміка реєстрації нових автомобілів).

Обсяг цих даних, їхня швидкість (Velocity) генерації (особливо телематичних даних) і різноманітність (Variety) (від структурованих таблиць до неструктурованого тексту) вимагають використання спеціалізованих технологій великих даних (Hadoop, Spark, NoSQL) та хмарних обчислень.

Аналітика великих даних дозволяє СТО перейти від реактивного до прогнозного та прескриптивного управління в ключових виробничих сферах:

– прогнозне технічне обслуговування (Predictive Maintenance, PdM). Метод – аналіз телематичних даних, інтегрованих із внутрішньою статистикою відмов. Замість очікування відмови або обслуговування за регламентом (яке часто не відповідає реальному зносу), алгоритми машинного навчання (ML) виявляють ранні ознаки аномалій. Результат – СТО може заздалегідь зв'язатися з клієнтом і запропонувати заміну компонента (наприклад, гальмівних колодок або акумулятора) до того, як він вийде з ладу. Це знижує ризик поломки на дорозі, підвищує безпеку та лояльність клієнтів;

– управління запасами та логістикою (Inventory Management). Метод – аналіз історичних даних про продажі запчастин, сезонності, очікуваного пробігу автомобілів у базі клієнтів, та прогнозування PdM. Результат – моделі прогнозують точний попит на конкретні запчастини. Це дозволяє мінімізувати запаси дорогих, але рідко використовуваних деталей (зниження витрат на зберігання) і гарантувати наявність високочастотних деталей. Знижується час простою автомобіля в очікуванні запчастин, що є критичним фактором задоволеності клієнтів;

– оптимізація продуктивності праці. Метод – аналіз даних про нормо-години, фактичний час виконання робіт, кваліфікацію механіків та час простою (з ІСОПЧ). Результат – аналітика виявляє, чому одні механіки регулярно перевищують норму часу, а інші – ні. Це дозволяє керівництву:

1. Персоналізувати навчання для механіків, які мають проблеми з конкретними видами ремонту;

2. Оптимізувати планування – призначати завдання, які найкраще відповідають кваліфікації конкретного співробітника, підвищуючи якість та швидкість.

В епоху соціальних мереж та онлайн-відгуків клієнтський досвід є не менш важливим, ніж якість ремонту. Аналітика великих даних надає потужні інструменти для управління цим досвідом.

– аналіз настроїв (Sentiment Analysis). Метод – використання методів обробки природної мови (NLP) для аналізу неструктурованих даних (текстів відгуків, коментарів, скарг) у CRM та соціальних мережах [2]. Результат – система може швидко ідентифікувати ключові больові точки, які викликають найбільше незадоволення (наприклад, "брудний автомобіль після обслуговування", "неввічливий консультант", "недооцінка часу ремонту"). Це дозволяє керівництву негайно втрутитися та виправити системні проблеми;

– персоналізована взаємодія. Метод – створення детальних профілів клієнтів на основі історії обслуговування, стилю водіння (з телематики) та демографічних даних. Результат – СТО може надсилати таргетовані пропозиції: наприклад, власнику спортивного автомобіля, який часто гальмує різко (дані телематики), можна надіслати пропозицію на преміальні гальмівні колодки, тоді як власнику сімейного автомобіля — на сезонну діагностику підвіски. Це підвищує конверсію маркетингових кампаній;

– прогнозування відтоку клієнтів (Churn Prediction). Метод – ML-моделі аналізують частоту звернень, зниження середнього чека, відсутність відповіді на пропозиції та відгуки, щоб оцінити ймовірність того, що клієнт піде до конкурентів [3]. Результат – СТО може запустити спеціальну програму утримання для клієнтів із високим ризиком відтоку (наприклад, пропозиція персональної знижки або безкоштовної діагностики), що значно дешевше, ніж залучення нового клієнта.

Висновок

Аналітика великих даних є каталізатором для фундаментальної трансформації операційної моделі автосервісу. Вона перетворює СТО з місця ремонту "за фактом" на інтелектуальний центр прогнозного обслуговування та персоналізованого клієнтського досвіду.

Завдяки здатності аналізувати величезні обсяги структурованих і неструктурованих даних, СТО отримують можливість: точніше прогнозувати відмови (PdM), оптимізувати запаси (мінімізуючи простой) та підвищувати продуктивність праці через об'єктивну оцінку ефективності. Вирішення таких викликів, як інтеграція та забезпечення якості даних, є вирішальним для реалізації повного потенціалу Big Data. В умовах посилення конкуренції, СТО, які інвестують в аналітичні можливості, будуть лідирувати, пропонуючи не просто ремонт, а комплексне, проактивне та високоперсоналізоване управління життєвим циклом автомобіля.

Література

1. Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. McKinsey Global Institute Report.

2. Lee, Y., & Shin, Y. (2018). Improving Service Quality in Automobile Repair Shops using Customer Reviews and Text Mining. *Service Business*, 12(4), 721–745.

3. Liu, M., Zhang, H., & Wang, Y. (2020). A Predictive Maintenance Model for Vehicle Engine Faults Based on Telematics and Machine Learning. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(12), 5227-5241.

УДК 629.113

ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ РОБОЧОГО ЧАСУ НА СТО

Муден Камал, магістрант кафедри інжинірингу систем автомобільного транспорту ім. Говоруценка М.Я., Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Павленко В'ячеслав Миколайович, канд. техн. наук, доцент кафедри інжинірингу систем автомобільного транспорту ім. Говоруценка М.Я., Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: vp.khadi@gmail.com, ORCID: [0000-0003-0796-4307](https://orcid.org/0000-0003-0796-4307)

Ефективне управління трудовими ресурсами та контроль за виробничими процесами є визначальними факторами успіху для будь-якого підприємства, що надає послуги, особливо для станцій технічного обслуговування (СТО). Унікальність СТО полягає у високій варіативності робіт, залежності від кваліфікації механіків та необхідності точного розрахунку вартості послуг, які часто базуються на понятті нормо-години.

Традиційні методи обліку робочого часу (РЧ) – за допомогою журналів, табелів або простих карткових систем – демонструють суттєві недоліки. Вони схильні до людських помилок, потенційного шахрайства ("buddy punching"), ускладнюють розмежування продуктивного часу від простою та не дають керівництву об'єктивної картини ефективності окремого співробітника або робочої зони. У результаті, СТО стикаються з необґрунтованими перевитратами на заробітну плату, неточним плануванням завантаженості та зниженням загальної рентабельності.

У відповідь на ці виклики на передній план виходять інтелектуальні системи обліку робочого часу (ІСОПЧ). Ці системи поєднують сучасні сенсорні технології, біометричну ідентифікацію та алгоритми машинного навчання для автоматизації збору, аналізу та верифікації даних про робочий час [1].

Метою цієї статті є аналіз архітектури, методів та економічної ефективності впровадження інтелектуальних систем обліку робочого часу на станціях технічного обслуговування як критичного інструменту для підвищення операційної ефективності та контролю фінансових показників.

Облік робочого часу на СТО має специфічні особливості, які роблять ІСОПЧ особливо актуальними [2]. На відміну від офісної роботи, на СТО необхідно чітко розділяти: