

В. М. Павленко<sup>1</sup>В. П. Кужель<sup>2</sup>М. Є. Хорін<sup>1</sup>

## СУТНІСТЬ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ

<sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

У статті розглянуто підхід впровадження і використання експертної системи обслуговування легкових автомобілів на прикладі автомобілів марки Mercedes.

Проаналізувавши розвиток тенденцій штучного інтелекту, прийшли до висновку, що одним з основних напрямків в цій області є експертні системи реального часу. Напрямок експертних систем є розробка програм, які при вирішенні складних для експерта-людини завдань, отримують результати, що не поступаються за якістю і ефективністю рішень, одержуваних експертом. Такий підхід дозволяє створювати практично будь-які діагностичні *online* комплекси швидше, ніж з використанням традиційних методів. Важливим напрямком в автомобільній індустрії, є точна і достовірна прогностична оцінка основних показників надійності, та справності автомобіля в цілому. Технічне діагностування є складовою частиною технологічних процесів прийому, ТО і ремонту автомобілів на станціях технічного обслуговування і є процесом визначення технічного стану об'єкта діагностування з певною точністю.

Мета роботи: розкрити сутність експертного підходу на сучасному етапі розвитку систем діагностування при обслуговуванні легкових автомобілів.

Тема роботи розкривається на прикладі сучасного діагностичного комплексу з елементами експертної системи діагностики автомобілів Mercedes. Зокрема, розглянуто роботу програмного забезпечення *Star Diagnosis*, яке забезпечує успішність діагностики автомобіля. Комплекс, фахівець сервісу, або експертна система мають здатність проаналізувати стан автомобіля, критичність несправності, і підібрати методи ремонту автомобіля за межами на сервісній станції.

В кінцевому підсумку, на основі розвитку електронних систем і кількості виконуючих елементів різних блоків управління в автомобілі по можливості виведення величезної кількості інформації, яку ми можемо використовувати при його обслуговуванні, можна зробити висновок, що на сьогодні перспектива розвитку експертних методів і засобів діагностування автомобілів з використанням експертних систем є дуже актуальною.

**Ключові слова:** автомобіль, інформація, інтелектуальні системи, експертна система, діагностування, технічний стан

### Постановка проблеми

Інформація, як форма знань потрібна людині для вирішення тих чи інших задач. Темпи росту пізнання, накопичення цінної інформації це важливий показник інформатизації.

Сама по собі інформація ні як не здатна збільшити виробництво матеріальних або культурних цінностей. Вона здатна приносити користь тільки тоді, коли втілена в новітню техніку або технологію. Важливо підкреслити, що інформація як перетворена форма знань не збігається з самим знанням. В широкому сенсі слова знання – цілісна систематизована сукупність наукових понять про закономірності природи, суспільства та мислення, накоплених людством [1]. Знання людей це перевірений на практиці результат пізнання дійсності.

Прагнення людства автоматизувати інтелектуальні процеси за допомогою інформаційних технологій створило таку область діяльності, як інженерія знань, яка займається методами отримання експертних знань від фахівців

Придбання знань реалізується за допомогою отримання інформації з зовні та її систематизації. При цьому в залежності від здатності системи до логічних висновків можливі різноманітні форми придбання знань, а також й різноманітні форми отримання інформації. Форма представлення знань для їх використання визначається всередині системи, тому форма інформації залежить від того які можливості має система для формалізації інформації до рівня знань. Тобто чим вища здатність машини до логічних висновків, тим менше навантаження на людину [2].

На початку восьмидесятих років в дослідженнях зі штучного інтелекту сформувався самостійний напрям, який одержав назву експертні системи. Мета досліджень за напрямком експертних систем полягає в розробці програм, які при вирішенні завдань, важких для експерта-людини, отримують

результати, що не поступаються за якістю і ефективністю рішень, що отримуються експертом. Дослідники в області експертних систем для назви своєї дисципліни часто використовують також термін – інженерія знань [3].

### Основна частина

Експертна система це програма, яка оперує знаннями у певній області, головною метою якої є надання рекомендацій чи вирішення проблем пов'язаних з технічними несправностями. Тобто такі системи можуть частково полегшити роботу людини, відіграючи роль асистента, чи повністю взяти під контроль окремі функції, виконання яких раніше не могло обійтися без участі спеціаліста [4].

Інакше кажучи, при доцільному розподілі функцій між людиною та програмою, спеціаліст може досягнути більш високої якості та ефективності своєї праці, це і є одним з ключових моментів впровадження в роботу експертних систем.

Але слід виділити, що дослідження в цій області насамперед сконцентровані не тільки на розробці, а і на впровадженні таких програм, які могли б відтворити навіть ті процеси, що потребують мислення, точності та багаторічного досвіду людини.

У прикладах з типових завдань які може вирішити експертна система можна виділити такі:

- діагностування несправностей автомобіля;
- створення плану послідовності виконання операцій задля досягнення поставленої мети;
- структурний аналіз складних об'єктів;
- виділення потрібної інформації з первинних даних.

Експертні системи застосовуються для вирішення тільки важких практичних завдань. За якістю і ефективністю вирішення експертні системи не поступаються рішенням експерта-людини. Експертні системи здатні поповнювати свої знання в ході взаємодії з експертом. Необхідно відзначити, що в даний час технологія експертних систем використовується для вирішення різних типів завдань (інтерпретація, прогноз, діагностика, планування, конструювання, контроль, налагодження, інструктаж, управління) в найрізноманітніших проблемних областях, таких, як фінанси, нафтова і газова промисловість, енергетика, транспорт, космос, металургія, гірнична справа, хімія, освіта, телекомунікації і зв'язок та ін. [3].

Після проведення величезної кількості досліджень автомобілів з пробігом виявилось, що кожного року продуктивність авто знижується в 1,5–2 рази порівняно з початковою. За строк експлуатації авто витрати на його технічне обслуговування та ремонт зростає у декілька разів порівняно з обслуговування нового автомобіля. Тому важливим напрямком в автомобільній індустрії, є точна і достовірна прогнозна оцінка основних показників надійності, та справності автомобіля в цілому. Технічне діагностування є складовою частиною технологічних процесів прийому, ТО і ремонту автомобілів на станціях технічного обслуговування і є процесом визначення технічного стану об'єкта діагностування з певною точністю.

Через кожен певний проміжок часу або кілометражу пробігу автомобіля, необхідно проводити профілактичний технічний огляд у встановленому обсязі, та при виявленні потреби – ремонт автомобіля. При цьому, не зважаючи на зміну режимів технічного огляду і ремонту авто, залежно від ряду чинників, індивідуальний підхід до кожного окремого автомобіля відсутній. Але навіть при експлуатації автомобіля у однакових умовах, технічний стан кожного окремого авто може істотно відрізнятись в наслідок низки причин, отже необхідність у індивідуальному підході є. Далеко не кожному автомобілю необхідні всі операції, передбачені жорсткими рамками обсягу того чи іншого виду ТО. Виконання цих не потрібних операцій призводить до неповної реалізації індивідуальних властивостей автомобіля, підвищення витрат на ТО, та ніяк не сприяє поліпшенню технічного стану автомобіля, та навіть навпаки деякою мірою шкодять йому, адже при деяких механічних втручаннях підвищується ймовірність ушкоджень кріпильних з'єднань, сполучених поверхонь, та порушується герметичність з'єднань. Також з великим обсягом ремонтних впливів з'являються значні витрати трудових та матеріальних ресурсів, обумовленим несвоєчасним виявленням відмов [5].

Найбільш повне використання індивідуальних можливостей автомобіля, та на цій основі, забезпечення високої ефективності рухомого складу в процесі експлуатації, може бути здійснено за рахунок широкого впровадження в технологічний процес ТО і ремонту програмного діагностування технічного стану автомобілів.

Технічна діагностика – галузь знань, що досліджує технічний стан об'єкта діагностування і прояви технічних станів, розробляє методи їх визначення, а також принципи побудови та організацію використання систем діагностування. Технічне діагностування – процес визначення технічного стану об'єкта діагностування з певною точністю. Діагностика автомобіля сприяє підвищенню надійності

автомобілів за рахунок своєчасного визначення необхідності ТО або ремонту та попередження виникнення відмов та несправностей і, в свою чергу, своєчасне виявлення несправностей сприяє підвищенню довговічності агрегатів та вузлів за рахунок скорочення кількості часткових розборок, зменшуються витрати запасних частин, експлуатаційних матеріалів і трудових витрат на ТО і ремонт за рахунок проведення ремонту за потреби на підставі даних діагностування, проведеного, як правило, планово.

Для оцінки технічного стану автомобіля або конкретного агрегату, при діагностиці використовують так звані вихідні процеси функціонуючого механізму. Вихідні процеси поділяють на робочі та супутні, робочі процеси це, наприклад, кількість потужності, витрата палива, теплообмін з зовнішнім середовищем, супутні процеси це такі процеси, як наприклад, шуми, вібрації, світлові явища і т. д. За допомогою відповідних параметрів кожен з вихідних процесів кількісно оцінюється. Наприклад, віддача потужності може бути оцінена відповідною величиною, темпом її наростання

Існує функціональний зв'язок між структурними параметрами і параметрами вихідних процесів, завдяки чому за показниками параметрів вихідних процесів можна досить повно оцінити технічний стан автомобіля або агрегату, та якість його функціонування.

Граничне значення параметра вихідного процесу свідчить про несправний стан автомобіля, визначає необхідність ТО або ремонту. Номінальним значенням структурних параметрів відповідають номінальні значення параметрів вихідних процесів. З погіршенням технічного стану автомобіля параметри вихідних процесів або зростають, або зменшуються. Проаналізувавши характер зміни параметрів, темп зміни параметрів вихідного процесу та знаючи граничні значення цих самих параметрів, можна вирахувати ресурс роботи автомобіля до чергового ТО або ремонту.

У залежності від кількості інформації, яку ми дізнаємося з параметрів вихідних процесів, фахівець або експертна система може охарактеризувати технічний стан автомобіля в цілому, за допомогою узагальнених вихідних процесів. Наприклад: шлях і час розгону автомобіля до заданої швидкості, витрата палива на 100 км шляху та інше. Або за допомогою приватних вихідних процесів, охарактеризувати технічний стан конкретного механізму, системи. Наприклад: люфт рульового колеса або стук в кривошипно-шатунному механізмі двигуна.

Для визначення технічного стану автомобіля без розбирання використовується вимірювання параметрів вихідних процесів, які вимірюються, як правило, на працюючому автомобілі [6].

Вихідні процеси, які використовуються для оцінки технічного стану машини без її розбирання, називаються діагностичними ознаками, а параметри таких процесів-діагностичними параметрами. Але не всі вихідні процеси можуть бути діагностичними ознаками. Параметри діагностичного процесу мусить відповідати деяким умовам для того, щоб його можна було використовувати в якості діагностичного:

- параметр мусить бути функціонально важливим для оцінки технічного стану автомобіля;
- бути однозначним, тобто цей параметр не повинен плавати від зростаючої функції до спадаючої чи навпаки, у залежності від виробітки автомобіля або зміни його структурного параметра від початкового до граничного значення.
- бути інформаційним. Інформаційність характеризується швидкістю збільшення вихідного параметра, та його величиною.
- бути стабільним при багаторазових вимірюваннях, що характеризується ступенем розсіювання значень відносно середнього значення параметра при постійних умовах вимірювання;
- мати диференціальну здатність, що дозволяє локалізувати та розділяти несправності різних елементів за місцем їх виникнення;
- забезпечувати економічність і технологічність, обумовлені поліпшенням зручності визначення параметра при діагностуванні, відповідними матеріальними та трудомісткими витратами.

Від швидкісного, навантажувального та теплового режимів роботи агрегатів суттєво залежить достовірність результатів діагностування. Тому для отримання високоякісної інформації при діагностиці транспортного засобу використовуються відповідні пристрої, що задають і підтримують оптимальні навантажувальні, швидкісні і теплові режими.

На даний час виділяють три основні групи методів діагностування технічного стану автомобілів або агрегатів, які характеризуються за способом вимірювання параметрів, найбільш належних для використання в залежності від цілі діагностування, та за фізичною суттю [7].

Перша група методів виділяється по параметрах експлуатаційних властивостей – методи цієї групи базуються на імітації швидкісних і навантажувальних режимів роботи автомобіля, порівняні з еталонними показниками та визначені при конкретно заданих умовах вихідних параметрів. Такі методи застосовуються при загальній діагностиці автомобіля або агрегату, виконується ця діагностика за

допомогою спеціального обладнання, або безпосередньо в процесі роботи автомобіля.

Наступною групою методів діагностування є діагностування за параметрами супутніх процесів до якої відносяться такі методи:

- діагностування агрегатів на герметичність робочих об'ємів. Діагностика такого роду виконується за допомогою надлишкового тиску або розрідження, та оцінки інтенсивності їх падіння. Прикладом систем які можна продіагностувати таким чином є: циліндро-поршнева група двигуна, пневматичні приводи гальм та інші;
- тепловий метод діагностування, дозволяє оцінити параметри які характеризуються кількістю тепла яке виділяється в процесі згорання палива, при роботі сил тертя в заданих навантажувальних режимах. Цей метод може використатися при оцінюванні стану двигуна, агрегатів трансмісії, підшипникових вузлів, проте широкого застосування на автотранспорті поки не знайшов [8];
- проте метод діагностування систем за параметрами коливальних процесів навпаки знайшов широкий спектр використання при створенні засобів діагностування. Такий метод поділяється на три категорії: методи, що оцінюють коливання напруги в електричних ланцюгах, на основі цієї категорії методів створені мотор-тестери; за параметрами віброакустичних сигналів, одержуваних при роботі зубчастих зчеплень, клапанних механізмів, підшипників і т. д.; за параметрами оцінки пульсації тиску в трубопроводах, тестери для діагностування дизельної паливної апаратури створені саме на основі цього методу.

Третя група ґрунтується на геометричних параметрах вузлів та агрегатів, це зазори, люфти, кути встановлення розвал-сходження коліс, але мінусом цього методу є те що він може легко використовуватись тільки коли параметри легкодоступні для безпосереднього вимірювання.

Розглянемо приклад сучасного діагностичного комплексу з елементами експертної системи на прикладі діагностування автомобілів Mercedes. Впевнене і фахове поводження з апаратним і програмним забезпеченням Star Diagnosis важливе для успішної діагностики автомобіля. Діагностичні прилади також як і автомобілі підкоряються технічному прогресу та розвиваються з плином часу. На рис. 1 зображено історію розвитку діагностичного обладнання з самого початку, з 1997 року.

З середини 2012 року доступно нове покоління діагностичних приладів, під назвою Xentry Kit. Вони прийшли на зміну Star Diagnosis Compact 4 та Multiplex SDconnect [9].

Нова діагностична система як і раніше складається з двох апаратних компонентів (рис. 2): з Xentry Connect в якості мультиплексора, та Xentry Tab в якості обладнання управління та індикації. Є також нове програмне забезпечення Xentry Control, що працює на Xentry Tab.

Головне нововведення Xentry Kit полягає в тому, що порівняно з Star Diagnosis діагностичні додатки запускаються безпосередньо на мультиплексорі.



Рис. 1 – Історія розвитку діагностичного обладнання



Рис. 2 – Компоненти Xentry Kit

Індикація та керування додатка відбувається за допомогою Xentry Tab, або альтернативно на стандартному ПК. На станції технічного обслуговування зв'язок між Xentry Tab та Xentry Connect відбувається за допомогою бездротового з'єднання через так звану, точку доступу (рис 3), яка зв'язана з мережею станції технічного обслуговування.

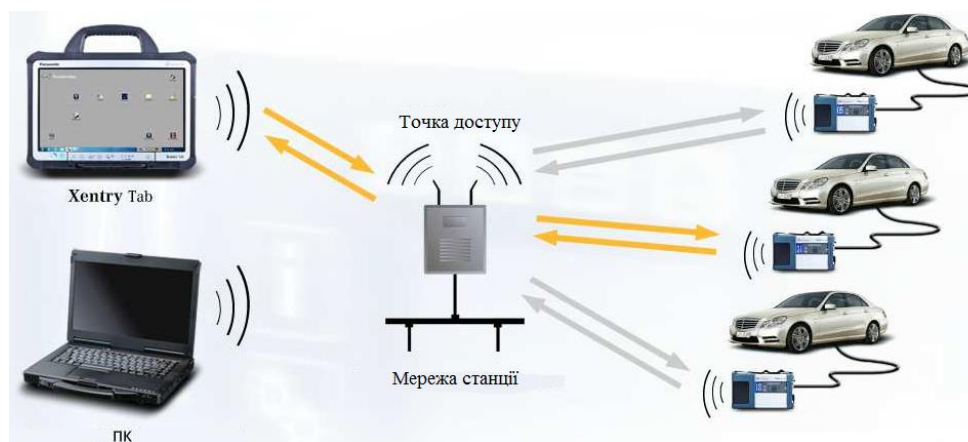


Рис. 3 – Схема бездротового з'єднання

Завдяки цьому усі процеси з Xentry Connect відображаються на Xentry Tab, та керування цими процесами відбувається за допомогою того ж Xentry Tab. Також завдяки цьому майстер має здатність запустити декілька Xentry Connect, і за необхідності, за допомогою спеціального програмного забезпечення, перемикається між ними. Однак неможливо встановлювати одночасне з'єднання з декількома Xentry Connect.

Xentry Connect є мультіплексором з незалежним комп'ютером, що працює на операційній системі Windows 7. На Xentry Connect встановлені усі діагностичні додатки, які до цього працювали на Star Diagnosis, вони були встановлені на внутрішньому жорсткому диску.

Xentry Tab необхідний для керування Xentry Connect та для індикації відповідних діагностичних додатків. Xentry Tab це незалежна, відкрита комп'ютерна система яка працює на Windows 7 Professional і вище.

Програмне забезпечення Xentry Control встановлюється на Xentry Tab, воно здійснює індикацію діагностичних додатків, які працюють на Xentry Connect, і необхідні для введення в експлуатацію та конфігурацію в цілому Xentry Kit. Xentry Control здійснює такі базові функції: керування декількома Xentry Connect в мережі; вибір різних Xentry Connect; встановлення з'єднання; розрив з'єднання; відображення екрана під'єданого до Xentry Connect; візуалізація стану Xentry Connect, наприклад стан АКБ або мережевого з'єднання; підтримка нових варіантів використання, наприклад, діагностика або програмування блока керування в фоновому режимі, а також активне або пасивне з'єднання з іншим Xentry Connect.

На даний час активно розробляють нові методи діагностування, та вдосконалюють вже існуючі методи, у зв'язку з ускладненням конструкції сучасних автомобілів, зміною та розширенням електронної бази мікроелектроніки та мікропроцесорної техніки. Гарним фактором є те, що одна і та ж сама діагностична ознака найчастіше може бути встановлена за допомогою декількох методів діагностування. Питання вибору найбільш доцільного з них в кожному конкретному випадку вирішується з урахуванням: рівня інформативності і точності, ступеня універсальності методу діагностування, трудомісткості діагностування, різних організаційно-економічних чинників [10–12].

В роботі пропонується реалізація отримання експертною системою інформації від автомобіля за допомогою програми, яку розробила компанія Mercedes BENS, це пакет послуг Mercedes me connect.

У пакеті послуг Mercedes me connect (рис. 4) зібрані служби, які реалізуються через зовнішнє з'єднання з автомобілем. При цьому приймаються, з одного боку, служби які використовуються з автомобіля, наприклад, сигнал екстреного виклику або отримання даних про транспортну ситуацію в реальному часі. З другого боку, користувач пакету послуг Mercedes me connect, або сервісна станція з обслуговування даного автомобіля може, за наявності необхідних узгоджень та договорів, запитувати інформацію про автомобіль в даний час, або дистанційно керувати деякими функціями автомобіля. Користувач має здатність активувати або деактивувати доступні для його автомобіля служби, як правило, через портал Mercedes me та веб-додаток Mercedes me [10].

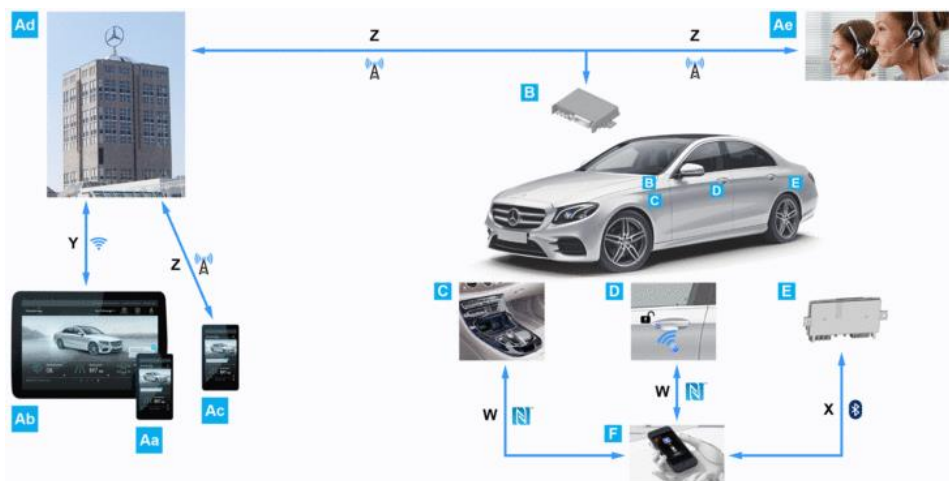


Рис. 4 – Загальна схема зв'язку пакета послуг Mercedes me connect

На рис. 4 можемо бачити такі елементи: Aa – веб-додаток Mercedes me; Ab – портал Mercedes me; Ac – додаток Mercedes me; Ad – станція технологічної підтримки; Ae – диспетчерська, фахівець сервісу; B – комунікаційний модуль встановлений на автомобілі; C – NFC передавач у тримачі для телефону. Доступ до автомобіля, санкційний доступ через смартфон; D – NFC передавач у ручці відкриття дверей водія; E – блок керування системою допомоги при паркуванні. Дистанційне керування паркуванням; F – смартфон; W – комунікація ближнього поля NFC; X – Bluetooth з'єднання; Y – інтернет з'єднання; Z – мобільний зв'язок.

Ця служба принципово заснована на надійності зв'язку між комунікаційним модулем в автомобілі та центром технічного обслуговування. Для функцій, які використовуються поза автомобілем, користувач має можливість через свій мобільний пристрій, який має доступ до інтернету, або викликати веб-додаток Mercedes me, або використати встановлений додаток Mercedes me.

Комунікаційний модуль встановлений в автомобілі, з'єднаний через систему шин даних CAN, має можливість таким чином отримувати необхідні дані або виконувати необхідні дії.

Винятком є дистанційне керування заїздом на паркувальне місце. Цей додаток реалізується тільки по Bluetooth-з'єднанню між смартфоном та блоком керування паркувальною системою автомобіля.

Дані про стан автомобіля як правило передаються циклічно, тобто через конкретні проміжки часу або при досягненні конкретного значення, наприклад: відновлення пробігу в км кожні X км; та при конкретних змінах статусу, наприклад: включення чи виключення запалювання. Правила оновлення даних не є однаковими для всіх служб. Після виключення запалювання комунікаційний модуль спочатку переходить в режим – сон, в якому до нього ще є доступ. Сплячий режим для комунікаційного модуля продовжується близько одного місяця після виключення запалювання проте, якщо запалювання все ще залишається виключеним, доступ до комунікаційного модуля зникає і він стає повністю не доступним. Якщо в автомобілі напруга акумуляторної батареї замала, то з'єднання з комунікаційним модулем також не можливе.

Як було обумовлено раніше комунікаційний модуль автомобіля зв'язаний за допомогою системи шин даних CAN з усіма блоками керування систем, а звідси і має доступ до усіх вимірювальних діагностичних даних автомобіля. Виходячи з цього сервісний центр за яким закріплений автомобіль може в будь-який час дистанційно, провести короткий діагностичних тест.

Короткий тест дає огляд технічного стану автомобіля та його несправностей. Після чого в залежності від необхідності візиту автомобіля на сервіс для проведення ремонтних робіт, через

встановлені засоби комунікацій, водія повідомляють про критичність стану його автомобіля та терміновість візиту на сервісну станцію.

### Висновки

Проаналізувавши розвиток електронних систем в автомобілях та кількість виконуючих елементів різноманітних блоків керування, можливість виводу величезної кількості інформації, такої як вимірювані параметри і т. д., яку ми можемо використати при виконанні ТО та ремонту автомобіля, можна зробити висновок що на даний час перспектива розвитку експертних методів та засобів діагностування автомобілів дуже велика.

Виходячи з тенденцій розвитку штучного інтелекту, можна стверджувати, що одним з основних напрямків в цій області є експертні системи реального часу. Це дозволяє створювати практично будь-які діагностичні online комплекси швидше, ніж з використанням традиційних методів, і знизити трудовитрати на супровід готових додатків і їх перенесення на інші платформи.

На прикладі сучасного діагностичного комплексу з елементами експертної системи на прикладі діагностування автомобілів Mercedes розглянуте поведіння програмного забезпечення Star Diagnosis, яке забезпечує успішність діагностики автомобіля. Завдяки такій роботі, фахівець сервісу, або експертна система має здатність проаналізувати стан автомобіля, критичність несправності, та підібрати методи ремонту автомобіля не маючи автомобіль на сервісній станції.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Э. Хант, *Искусственный интеллект*. М.: Мир, 1978, 558 с.  
 [2] П. Уинстон, *Искусственный интеллект*. М.: Мир, 1980, 520 с.  
 [3] Perley D.R. *Migrating to Open Systems: Taming the Tiger*. McGraw-Hill. 1993, 252 p.  
 [4] P. Harmon, *The AI Tools Market. The Market for Intelligent Software Building Tools*. Part I. Intelligent Software Strategies. 1994. 114 p.  
 [5] F. Hayes-Roth, and N. Jacobstein, *The State of Knowledge-Based Systems. Communications of the ACM*, 1994, 270 p.  
 [6] А. А. Газарян, *Технічна експлуатація, обслуговування і ремонт автотранспортних засобів: Практичні рекомендації та нормативна база*. К.: Юрінком Інтер, 2000, 558 с.  
 [7] Методи діагностування автомобілів. – URL: <https://vse-pro-avtomobili7.webnode.com.ua/news/metodi-diaagnostuvannya-avtomobiliv/> (дата звернення 07.12.2020).  
 [8] А. Д. Борц, Я. Х. Закин, Ю. В. Иванов, *Диагностика технического состояния автомобиля*. М.: Транспорт, 1979. 160с.  
 [9] Дилерский диагностический сканер Mercedes [Електронний ресурс]. – URL: [http://autoshoping.com.ua/vybor-skanera/mercedes/star-c4-mercedes.html?gclid=Cj0KCQiAwf39BRCCARIsALXWETzppIX2ot8\\_2bkyV2ECPhK3og9e\\_Q4SDOBiUuslpqrthgUXiAfe\\_hEaAu31EALw\\_wcB](http://autoshoping.com.ua/vybor-skanera/mercedes/star-c4-mercedes.html?gclid=Cj0KCQiAwf39BRCCARIsALXWETzppIX2ot8_2bkyV2ECPhK3og9e_Q4SDOBiUuslpqrthgUXiAfe_hEaAu31EALw_wcB) (дата звернення 07.12.2020).  
 [10] Новое приложение MERCEDES ME. – URL: <https://avtotachki.com/novoe-prilozhenie-mercedes-me-uzhe-v-prodazhe/> (дата звернення 07.12.2020).  
 [11] В. П. Волков, В. М. Павленко, В. П. Кужель, «Дослідження агентного підходу контролю технічного стану транспортних засобів» у *Вісник Машинобудування та транспорту*. №2(10), 2019. с. 16-23. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2019-10-2>.  
 [12] В. П. Волков, В. М. Павленко, В. П. Кужель, і С. В. Калашніков, «Аналіз програмного забезпечення для формування онтологічного простору обслуговування автомобілів» у *Вісник Машинобудування та транспорту*. №2(8), 2018, с. 15-24.

**Павленко В'ячеслав Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, e-mail: [vp.khadi@gmail.com](mailto:vp.khadi@gmail.com).

**Хорін Максим Євгенійович** – магістрант кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, e-mail: [makschorin11@gmail.com](mailto:makschorin11@gmail.com).

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків.

**Кужель Володимир Петрович** – канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com).

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**V. Pavlenko<sup>1</sup>**  
**V. Kuzhel<sup>2</sup>**  
**M. Khorin<sup>1</sup>**

## The essence of automobile diagnostics in the implementation of expert systems

<sup>1</sup>Kharkiv National Automobile and Highway University

<sup>2</sup>Vinnitsia National Technical University

*The article discusses the approach to the implementation and use of an expert system for servicing passenger cars using the example of Mercedes cars.*

*After analyzing the development of trends in artificial intelligence, we came to the conclusion that one of the main directions in this area is real-time expert systems. The direction of expert systems is the development of programs that, when solving difficult*

tasks for a human expert, obtain results that are not inferior in quality and efficiency of solutions obtained by an expert. This approach allows you to create almost any online diagnostic complexes faster than using traditional methods. An important direction in the automotive industry is an accurate and reliable forecast assessment of the main indicators of reliability and serviceability of the car as a whole. Technical diagnostics is an integral part of the technological processes of acceptance, maintenance and repair of vehicles at service stations and is a process of determining the technical condition of the object of diagnosis with a certain accuracy.

*Purpose of the work: to reveal the essence of the expert approach at the present stage of development of diagnostic systems when servicing passenger cars.*

*The theme of the work is revealed by the example of a modern diagnostic complex with elements of an expert system for diagnosing Mercedes cars. In particular, the work of Star Diagnosis software, which ensures the success of car diagnostics, is considered. A complex, a service specialist, or an expert system has the ability to analyze the condition of the car, the severity of the malfunction, and select methods for repairing the car without having a car at the service station.*

*Ultimately, based on the development of electronic systems and the number of executing elements of various control units in the car, if possible, output a huge amount of information that we can use when servicing it, we can conclude that today the prospect of the development of expert methods and means of diagnosing cars using expert systems is very promising.*

**Key words:** car, information, intelligent systems, expert system, diagnostics, technical condition.

**Pavlenko Viacheslav** – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of Technical operation and service of cars department, e-mail: [vp.khadi@gmail.com](mailto:vp.khadi@gmail.com).

**Kuzhel Volodymyr** – Ph. D. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of Automobiles and transport management department, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com).

**Khorin Maksim** – magistrant of Technical operation and service of cars department, e-mail: [maksckhorin11@gmail.com](mailto:maksckhorin11@gmail.com).

**В. Н. Павленко<sup>1</sup>**

**В. П. Кужель<sup>2</sup>**

**М. Е. Хорин<sup>1</sup>**

## **Суть автомобильной диагностики при внедрении экспертных систем**

<sup>1</sup>Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

<sup>2</sup>Винницкий национальный технический университет

*В статье рассмотрен подход внедрения и использования экспертной системы обслуживания легковых автомобилей на примере автомобилей марки Mercedes.*

*Проанализировав развитие тенденций искусственного интеллекта, пришли к выводу, что одним из основных направлений в этой области являются экспертные системы реального времени. Направлением экспертных систем является разработка программ, которые при решении трудных для эксперта-человека задач, получают результаты, не уступающие по качеству и эффективности решений, получаемых экспертом. Такой подход позволяет создавать практически любые диагностические online комплексы быстрее, чем с использованием традиционных методов. Важным направлением в автомобильной индустрии, является точная и достоверная прогнозная оценка основных показателей надежности и исправности автомобиля в целом. Техническое диагностирование является составной частью технологических процессов приема, ТО и ремонта автомобилей на станциях технического обслуживания и представляет собой процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определенной точностью.*

*Цель работы: раскрыть сущность экспертного подхода на современном этапе развития систем диагностирования при обслуживании легковых автомобилей.*

*Тема работы раскрывается на примере современного диагностического комплекса с элементами экспертной системы диагностики автомобилей Mercedes. В частности, рассмотрена работа программного обеспечения Star Diagnosis, которое обеспечивает успешность диагностики автомобиля. Комплекс, специалист сервиса, или экспертная система обладает способностью проанализировать состояние автомобиля, критичность неисправности, и подобрать методы ремонта автомобиля не имея автомобиль на сервисной станции.*

*В конечном итоге, на основе развития электронных систем и количества исполняющих элементов различных блоков управления в автомобиле по возможности вывода огромного количества информации, которую мы можем использовать при его обслуживании, можно сделать вывод, что на сегодня перспектива развития экспертных методов и средств диагностирования автомобилей с использованием экспертных систем является очень актуальной.*

**Ключевые слова:** автомобиль, информация, интеллектуальные системы, экспертная система, диагностирование, техническое состояние.

**Павленко Вячеслав Николаевич** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, e-mail: [vp.khadi@gmail.com](mailto:vp.khadi@gmail.com).

**Кужель Владимир Петрович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры автомобилей и транспортного менеджмента, e-mail: [kuzhel2017@gmail.com](mailto:kuzhel2017@gmail.com).

**Хорин Максим Евгеньевич** – магистрант кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, e-mail: [maksckhorin11@gmail.com](mailto:maksckhorin11@gmail.com).