

УДК 629.3.083

УНІФІКОВАНИЙ АЛГОРИТМ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНА ВНУТРИШНЬОГО ЗГОРЯННЯ З ЕЛЕКТРОННОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯР.М. Модла¹, О.О. Іванюк¹, В.В. Сеньків¹, В.М. Бритковський¹, О.М. Сорочинський²¹ Національний університет "Львівська політехніка"

вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

²Українська академія друкарства,

вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

В роботі запропонований уніфікований алгоритм діагностування двигуна внутрішнього згоряння з безрозбірною комп'ютерною діагностикою механіки двигуна на базі методу визначення кореляційної залежності між параметрами досліджуваного та базового сигналів. Розроблений алгоритм дає змогу електронними засобами визначити несправності двигуна та оцінити подальшу ефективність його роботи. Запропонований алгоритм дає змогу забезпечити комплексне швидке діагностування системи запалення, електронної системи керування двигуном автомобіля та механічної частини двигуна без його розбирання.

Ключові слова: безрозбірна діагностика двигуна автомобіля, система запалювання автомобіля, центральний процесор, спектральна щільність потужності сигналу, автомобільний сканер, поелементна діагностика.

Постановка проблеми. Сучасні електронні системи, призначені для керування вузлами і агрегатами автомобіля, оснащені так званими системами самодіагностики, які інформують водія про появу деяких несправностей. Так, наприклад, на приладовому щитку багатьох автомобілів є багатофункціональний індикатор – лампа Check Engine, яка зазвичай спалахує при включенні запалювання і гасне через деякий час після запуску двигуна. Якщо ж при самодіагностиці наявні несправні компоненти, то індикатор не згасне. У разі виникнення деяких несправностей під час руху індикатор також загоряється, а при однократній несправності він може і згаснути (зберігши помилку в пам'яті для подальшого зчитування), але якщо він продовжує горіти, то не вдасться уникнути негайної зупинки для більш глибокої діагностики і ремонту.

Системи діагностики на різних автомобілях можуть відрізнятися, але принцип дії всіх систем схожий: блоком управління зчитуються показання датчиків на різних режимах роботи у процесі експлуатації автомобіля (запуск, прогрівання, холостий хід, розгін і гальмування тощо). Показання датчиків бувають статичними або динамічними. Статичні показники датчиків зазвичай визначаються якимось пороговим значенням – сигналом певного рівня або «перемикачем» (тобто наявністю або відсутністю сигналу). Всі діагностичні системи зберігають і відображають статичні дані – «коди помилок» та динамічні характеристики.

На дискретні показання датчиків система самодіагностики зазвичай реагує тільки при відсутності електричного контакту (формує сигнал про несправність датчика), а зміна динамічних показників відстежується з таблиць, що зберігаються в пам'яті пристрою управління. Втім, один і той же датчик може перевірятися як на електричний контакт, так і на допустимі межі зміни. І тоді для одного пристрою можуть бути дві помилки: відсутність сигналу та вихід за граничні параметри.

Пристрій управління може складатися з декількох блоків: окремо для двигуна – ECU або ECM (Engine Control Module), окремо для антиблокувальної системи гальм – ABS, для автоматичної коробки передач – А/Т і т. д. Слід відмітити що несправності в блоці керування двигуном та автоматичній коробці передач часто взаємопов'язані, що також ускладнює діагностику вказаних систем керування [1].

Після цього збережені в пам'яті коди помилок зчитуються спеціальним приладом (сканером) або вручну, за допомогою певної процедури, яка вводить електронний блок управління в режим індикації кодів самодіагностики. Після їх вивчення та аналізу додаткових даних приймається рішення про те, що робити далі.

Необхідно пам'ятати, що автомобіль – це набір складних пристроїв і агрегатів і що його стан залежить від великої кількості параметрів. Таким чином, навіть незначна на перший погляд несправність може викликати цілу комбінацію кодів, але в той же час жоден з них не дасть відповіді на питання про те, що ж насправді зламалося. Отже, для встановлення точного діагнозу потрібно інженерна кваліфікація, а також наявність досить тривалого періоду часу. Після читання коду помилки потрібно виконати додаткові перевірочні операції для того, щоб переконатися в правильній інтерпретації коду.

Більшість автомобільних комп'ютерів (керуючих пристроїв) запам'ятовують і зберігають дані про функціонування систем автомобіля для оптимізації експлуатаційних характеристик і поліпшення працездатності.

Після обнулення пам'яті пристрій керування буде використовувати значення, задані за замовчуванням, до тих пір, поки не буде записана нова інформація для кожної складової системи. Протягом кількох робочих циклів комп'ютер відновлює оптимальні значення і запам'ятовує їх знову (пристрій управління може запам'ятовувати дані для 40 параметрів автомобіля. В ході стадії перенавчання може спостерігатися деяке погіршення «поведінки» автомобіля: можуть виникнути різке або нечітке перемикавання передач, низькі або нестабільні оберти холостого ходу; можуть з'явитися навіть перебої в роботі двигуна, пов'язані з збагаченням або, навпаки, зі збідненням горючої суміші. Однак ці симптоми швидко зникнуть після відслідковування комп'ютером ряду циклів водіння (тобто приблизно через 30-40 км) [2].

Однак слід зазначити, що частина параметрів, що визначають стан двигуна, залишається поза зоною контролю. І навіть після зчитування кодів важливо не тільки їх ідентифікувати, але і визначити правильну причину виникнення несправності. Крім цього 10-15% випадків несправностей пов'язані з механікою двигуна, а традиційні методи діагностування вимагають демонтажу окремих вузлів двигуна і є досить трудомісткими. У таких методах надто великим є вплив суб'єктивних

факторів, тому досить актуальним є питання зменшення важливості людського фактору при діагностуванні. Це може бути досягнуто впровадженням та удосконаленням методів математичної обробки отриманої діагностичної інформації [3].

Мета дослідження. Розроблення уніфікованого алгоритму діагностування двигуна внутрішнього згоряння з безрозбірною комп'ютерною діагностикою механіки двигуна на базі методу визначення кореляційної залежності між параметрами досліджуваного та базового сигналів.

Виклад основного матеріалу. В [4] запропонована методика діагностування системи запалення з використанням записаних сигналів давачів і їх подальшою обробкою з використанням кореляційної залежності між параметрами досліджуваного та базового сигналів. В роботі запропонований уніфікований алгоритм діагностування двигуна внутрішнього згоряння з безрозбірною комп'ютерною діагностикою механіки двигуна, на базі методу визначення кореляційної залежності між параметрами досліджуваного та базового сигналів.

Така система (рис. 1) складається з: центрального процесора з програмним забезпеченням (ЦП), інформації власника автомобіля (ІВА), сигналу первинного кола системи запалювання (СПК СЗ), електронної бази даних осцилограм системи запалювання (ЕБДО СЗ), електронної бази даних хімічного складу масла двигуна (ЕБД ХС МД), електронної бази даних хімічного складу масла двигуна (ЕБДС МД), електронної бази даних спектральної щільності потужності сигналів первинного кола систем (ЕБД СЩП СПК СЗ), електронної бази даних спектральної щільності потужності сигналів механіки двигуна (ЕБД СЩП СМД), електронної бази продіагностованих автомобілів (ЕБПА), результату діагностування (РД), оператора-діагноста (ОД), ремонтних операцій (РО), універсального мотор тестера (УМТ), поелементної діагностики (ПД), автомобільного сканера (АС), бортової діагностики автомобіля (БДА). Універсальний мотор тестер комплектується датчиками для вимірювання тиску в циліндрах двигуна, тиску картерних газів і у вихлопній системі.

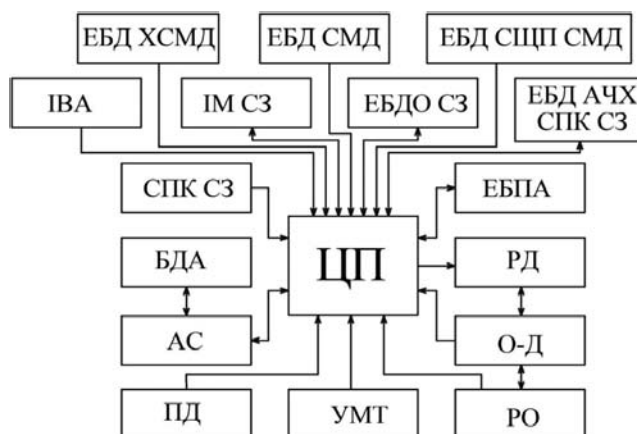


Рис. 1. Узагальнена структурна схема адаптивної автоматизованої системи діагностування двигуна внутрішнього згоряння з електронною системою керування

Послідовність роботи ЦП такої системи відображена в алгоритмі роботи адаптивної системи діагностування електронних систем запалювання автомобіля (рис. 2).

На початковому етапі діагностування необхідно провести опитування власника автомобіля і виявити всі відхилення в роботі автотранспортного засобу, проведені діагностичні та ремонтні роботи, умови експлуатації автомобіля. Якщо автомобіль є в ЕБПА, то необхідно провести детальний аналіз. При цьому необхідно звернути увагу на зовнішній стан елементів двигуна, цілісність патрубків та наявність підтікань палива та охолоджуючої рідини. На заведеному двигуні звернути увагу на вібрацію двигуна і ознак детонаційних стуків. Вияснити які регламентні і ремонтні роботи проводилися на двигуні.

На цьому етапі в основному визначається подальша стратегія діагностування ЕБК, СЗ та механіки двигуна автомобіля, а в найпростіших випадках може бути встановлений кінцевий діагноз.

Визначення екологічних характеристик дає змогу визначити несправності системи запалювання автомобіля при несприятливій зміні характеристик сенсорів системи керування запалюванням, несправності системи подачі повітря і відводу вихлопних газів, а також частково оцінити правильність встановлення фаз ГРМ та справність ЦПС. На цьому етапі можна виявити серйозні відхилення в роботі механіки двигуна.

Мотор-тестером фіксуються пульсації тиску картерних газів і на основі кореляційної обробки приймається рішення про правильність формування фаз газорозподілу. В класичному варіанті необхідно забезпечити доступ до паса ГРМ і перевірити правильність встановлення міток в декількох точках. При використанні розробленого алгоритму затрати часу зменшуються на порядок.

В подальшому записуються мотор-тестером сигнали тиску у всіх циліндрах. Їх аналіз дає змогу визначити справність клапанної і циліндрово-поршневої групи. Така процедура дає змогу прогнозувати подальші можливості двигуна, а також розробити стратегію капітального ремонту двигуна автомобіля.

Сигнали пульсації тиску у вихлопній системі дають можливість проконтролювати рівномірність роботи циліндрів та герметичність випускної системи двигуна.

Подальша перевірка системи запалення та електронного блока керування двигуном детально описані в [4].

На основі аналізу описаних процедур діагностування, розроблений алгоритм функціонування центрального процесора, який показаний на рис. 2.

Висновки.

В роботі запропонований уніфікований алгоритм діагностування двигуна внутрішнього згоряння з безрозбірною комп'ютерною діагностикою механіки двигуна на базі методу визначення кореляційної залежності між параметрами досліджуваного та базового сигналів. Розроблений алгоритм дає змогу електронними засобами визначити несправності двигуна та оцінити подальшу ефективність його роботи. Запропонований алгоритм дає змогу забезпечити

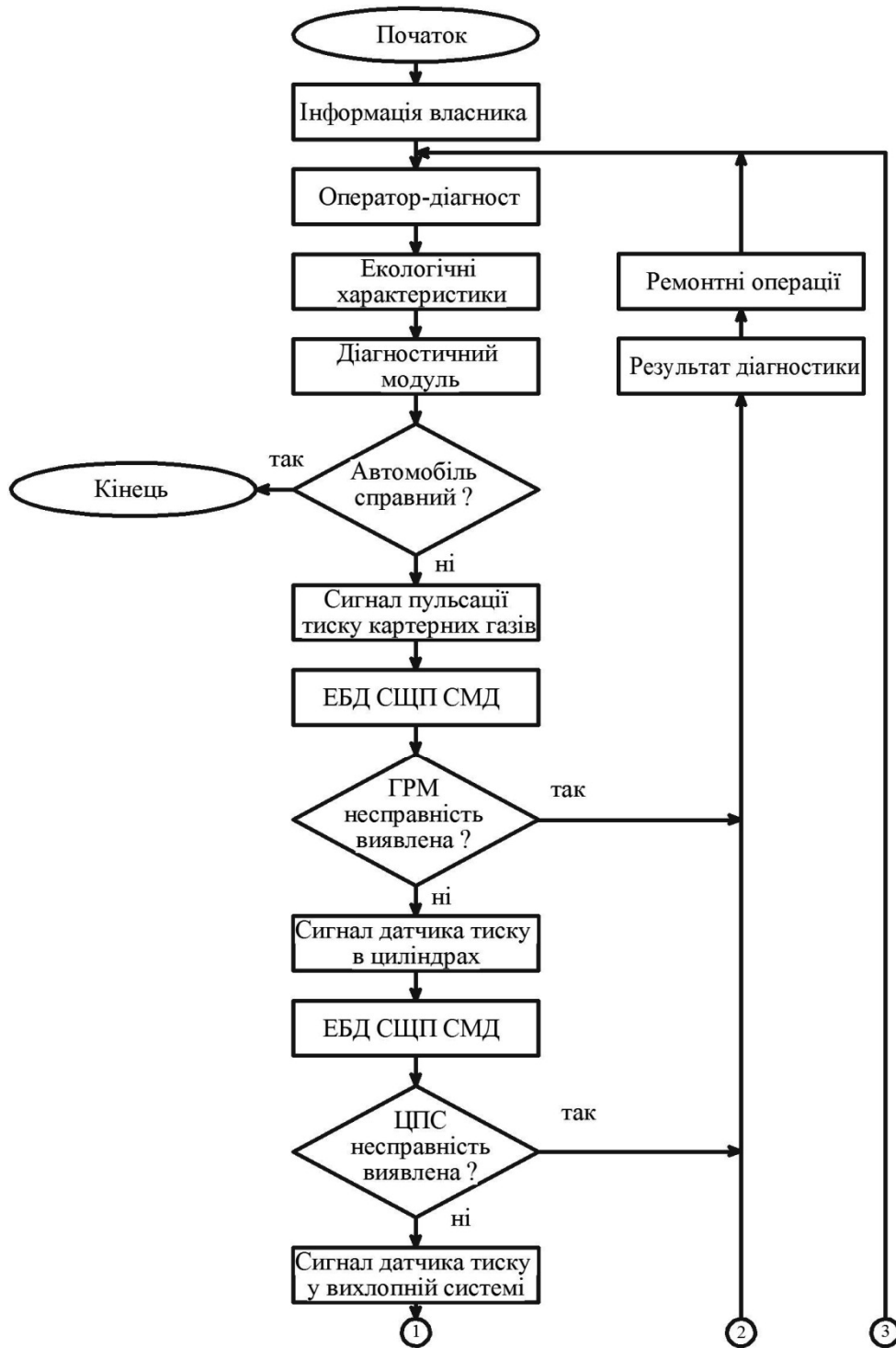
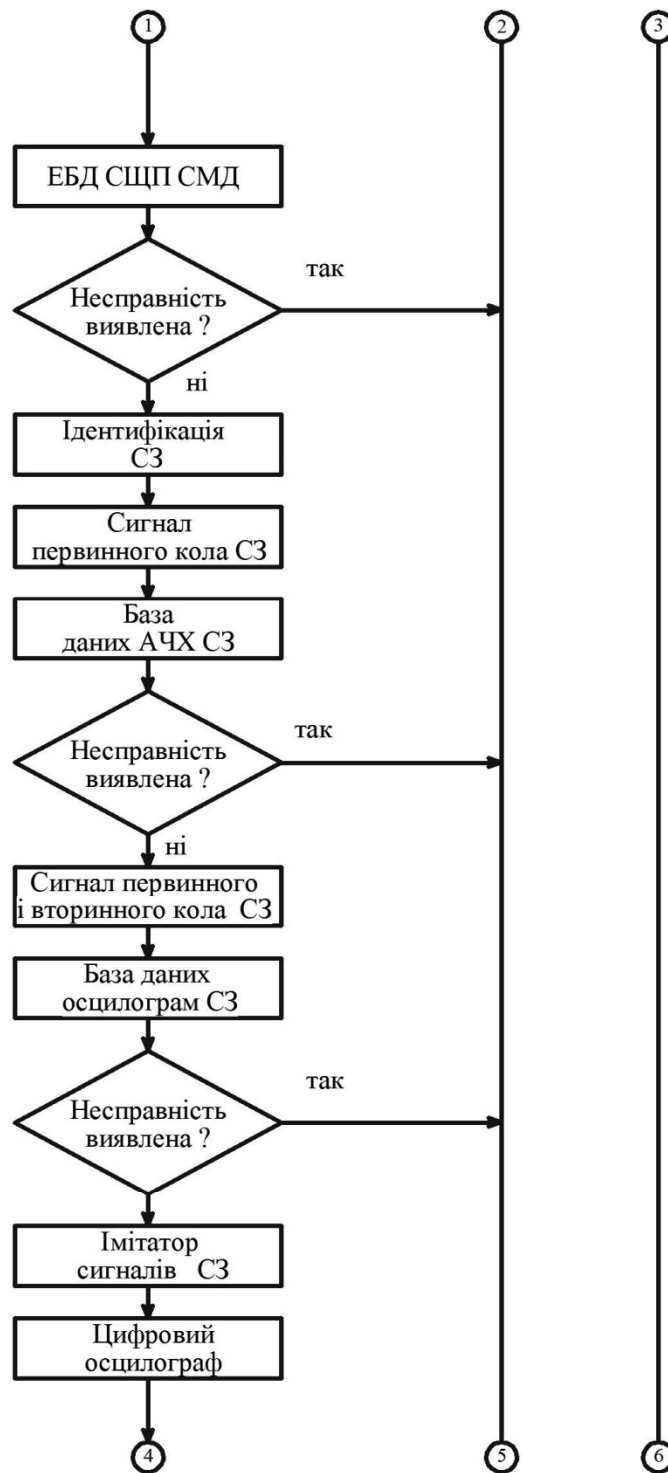
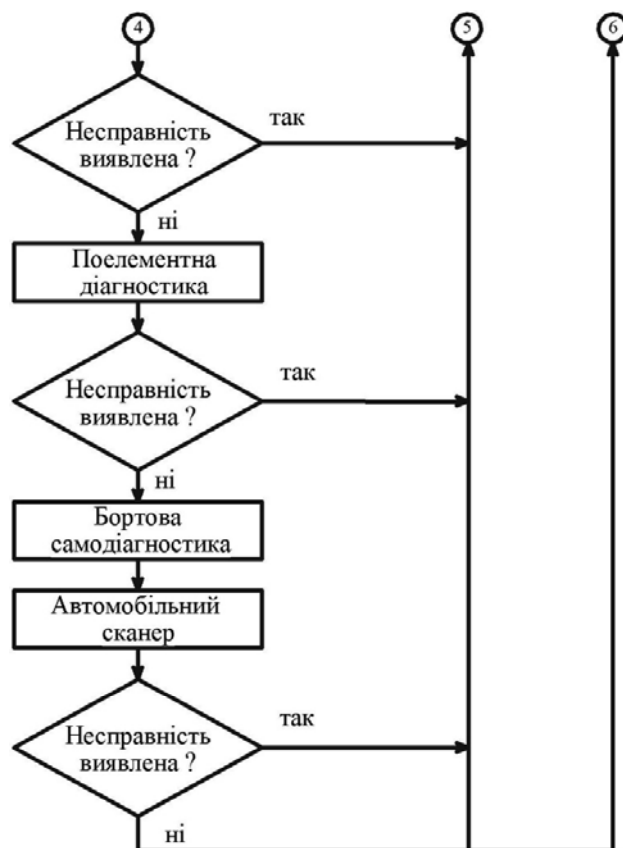


Рис. 2. Алгоритм функціонування центрального процесора



Продовження рис. 2.



Продовження рис. 2.

комплексне швидке діагностування системи запалення, електронної системи керування двигуном автомобіля та механічної частини двигуна без його розбирання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Соснин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д. А. Соснин, В. Ф. Яковлев – М. : СОЛОН-Пресс, 2005. – 240 с.
2. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Підручник. – К.: Знання - Прес, 2003. – 511с.
3. Кукурудзяк Ю. Ю. Розробка та реалізація методу автоматизованого діагностування системи запалювання автомобільного двигуна на основі порівняння спектрів сигналів : дис. канд. техн. наук: 05.22.20 / Ю. Ю. Кукурудзяк. – Харків, 2005. – 205 с.
4. Модла Р. М., Автоматизація діагностування електронних систем запалювання бензинових двигунів автомобілів / Р. М. Модла, А. Г. Павельчак, О. С. Вігер, О. М. Сорочинський // Комп'ютерні технології друкарства. – 2017. – № 2 (38). – С. 50–56.

REFERENCES

1. Sosnyn D. A. Novejshye avtomobylnye elektronnye systemy / Sosnyn D. A., Yakovlev V. F. – M. : SOLON-Press, 2005. – 240 s.
2. Ludchenko O.A. Texnichne obslugovuvannya i remont avtomobiliv. Pidruchnyk. – K.: Znannya - Pres, 2003. – 511s.
3. Kukurudzyak Yu. Yu. Rozrobka ta realizaciya metodu avtomatyzovanogo diagnostuvannya systemy zapalyuvannya avtomobilnogo dvyguna na osnovi porivnyannya spektriv sygnaliv : dys. kand. texn. nauk: 05.22.20 / Yu. Yu. Kukurudzyak. – Xarkiv, 2005. – 205 s.
4. Modla R. M., Pavelchak A. G., Viter O. S., Brytkovskyj V. M., Sorochny`ns`ky`j O. M. Avtomatyzaciya diagnostuvannya elektronnyh system zapalyuvannya benzynovyh dvyguniv avtomobiliv // Komp`yuterni tehnologiyi druzarstva. – 2017. – №2 (38). – S. 50–56.

UDC 629.3.083**UNIFIED ALGORITHM OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE
DIAGNOSTICS WITH ELECTRONIC CONTROL SYSTEM**R.M. Modla¹, O.O. Ivanyuk¹, V.V. Senkiv¹, V.M. Brytkovsky¹, O.M. Sorochny²¹*National University "Lviv Polytechnic"
12, S. Bandera St., Lviv, 79013, Ukraine*²*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*

The paper presents a unified algorithm for diagnostics of an internal combustion engine with an independent computer diagnostics of engine mechanics based on a method for determining the correlation dependency between the parameters of the studied and the basic signals. The developed algorithm allows the electronic means to determine the engine malfunction and evaluate the further effectiveness of its operation. The suggested algorithm allows to provide the complex rapid diagnosis of the ignition system, the electronic system of the car engine control and the mechanical part of the engine without disassembly.

Keywords: *independent diagnostics of the car engine, car ignition system, central processor, spectral density of signal strength, automobile scanner, elemental diagnostics.*

Стаття надійшла до редакції 22.02.2018

Received 22.02.2018

UDC 512.64

DECOMPOSABILITY CONDITIONS INTO LINEAR FACTORS FOR MATRIX POLYNOMIALS

P. V. Kolyada, O. M. Melnyk

*Ukrainian Academy of Printing, 19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
rostyslavakolyada@gmail.com, melnykorest@gmail.com*

Research Methodology. We have used a method based on studying and research properties of coefficients of a characteristic polynomial, as well as elementary divisors of a regular matrix polynomial.

Results. We have studied the decomposability conditions for a regular matrix polynomial into a product linear factors over an arbitrary, possibly algebraically closed field, taking into consideration the coefficients of the characteristic polynomial of a matrix polynomial and the number of elementary divisors of a matrix polynomial.

Novelty. To establish the conditions of decomposability of a matrix polynomial into linear factors we have used a new method which involves using the properties of coefficients of a characteristic polynomial and a number of elementary divisors.

Practical Significance. The scientific results are theoretical in nature, and could be used in studying problems in linear algebra.

UDC 629.3.083

UNIFIED ALGORITHM OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE DIAGNOSTICS WITH ELECTRONIC CONTROL SYSTEMR.M. Modla¹, O.O. Ivanyuk¹, V.V. Senkiv¹, V.M. Brytkovsky¹, O.M. Sorochinsky²¹*National University "Lviv Polytechnic" 12, S. Bandera St., Lviv, 79013, Ukraine*²*Ukrainian Academy of Printing, 19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*

Research Methodology. The method of determining the correlation between the parameters of the studied and the basic signals in diagnosing the mechanical part of the engine and the ignition system has been used. This technique allows you to reduce the time of diagnosis and increase its reliability. The use of pressure sensors in engine cylinders, crankcase and exhaust gases provides an independent diagnosis of the mechanical part of the engine.

Results. A unified algorithm for diagnosing an internal combustion engine with an independent computer diagnostics of engine mechanics has been developed based on the method of determining the correlation between the parameters of the studied and the basic signals. Unifying the diagnostic process reduces the time consuming and increases the reliability and completeness of the diagnosis.

Novelty. The scientific novelty is in the integrated approach to the diagnosis of the electronic ignition system, the engine electronic control unit and the mechanical part by electronic means.

Practical Significance. The suggested method is used in the educational process for training of specialists in automobile electronics at the Department of Computerized Automation Systems at National University “Lviv Polytechnic”. The methodology can be used at service stations in the diagnosis and repairing of modern automobile engines.

UDC 681.335 (088.8)

**IMPROVED RECURRENT METHOD
OF ANALOG-TO-DIGITAL FUNCTIONAL CONVERSION
FOR INCREASE OF SPEED AND ACCURACY**

Lesya Mychuda

*National University «Lviv Polytechnic» 12, S.Bandera St., Lviv, Ukraine, 79013
lesyamychuda@yahoo.com*

Research Methodology. The methodological basis of the study is the principles of complexity, reliability and scientific objectivity, based on the priority of the published materials. In order to identify the condition of development of the topic, general scientific methods have been used – comparison, analysis, synthesis, generalization, which made it possible to distinguish the most significant in separate primary sources, as well as ensured the integrity of the consideration of issues. The method of recurrent analog-to-digital functional conversion is based on the theory of linear electric circuits. The estimation of the errors of the developed devices has been carried out in accordance with the theory of errors and using numerical methods of analysis.

Results. In the conducted research the improvement of the recurrent method of analog-to-digital functional conversion has been suggested. The method is implemented using switching capacitors. This construction is technological for manufacturing and provides low power consumption and high reliability. Increasing the speed, reducing the required number of standards and increasing the accuracy at a reduced digit is achieved by choosing the basis of the logarithm and repeated appeals to the oldest digit at the first stage of the conversion. In the subsequent conversion steps, the values of the compensating voltage in the previous step and the variable coefficient are used. The value of the coefficient depends on the approach to the set value of the input voltage. The paper suggests an algorithm for an improved recurrent method and its scheme implementation. The simulation has been carried out and it has been established that when converting according to the suggested method from the studied 18 values of input voltages, 15 were converted to achieve the specified accuracy in 25 steps. And only 5 values were converted in 30 or more steps. The error of conversion can be set by the user before the start of work. The error