

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля»

для студентів спеціальності G 11.05 «Транспортні засоби»

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля» для студентів спеціальності G 11.05 «Транспортні засоби» / Укл. : О. М. Артюх. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2025. 41 с.

Укладачі: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук

Рецензенти: О.С. Слюсаров, доцент, канд.техн.наук;
С.М. Турпак, професор, д-р.техн.наук

Відповідальний за випуск: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук

Затверджено
на засіданні кафедри «Автомобілі,
теплові двигуни та гібридні
енергетичні установки»
Протокол № 1
від « 29 » серпня 2025.

Рекомендовано для видання
НМК Транспортного факультету

Протокол № 1
від « 11 » вересня 2025.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Лабораторна робота № 1. Аналіз архітектури та протоколів автомобільних мереж 7	
1.1 Загальні відомості	7
1.2 Завдання до лабораторної роботи	7
1.3 Порядок проведення лабораторної роботи.....	9
1.4 Зміст звіту.....	9
Контрольні запитання.....	9
Лабораторна робота № 2. Дослідження стандартів OBD-II та діагностичного програмного забезпечення	11
2.1 Загальні відомості	11
2.2 Завдання до лабораторної роботи	11
2.3 Порядок проведення лабораторної роботи.....	13
2.4 Зміст звіту.....	13
Контрольні запитання.....	13
Лабораторна робота № 3. Практичне використання діагностичних сканерів та осцилографів	15
3.1 Загальні відомості	15
3.2 Завдання до лабораторної роботи	15
3.3 Порядок проведення лабораторної роботи.....	17
3.4 Зміст звіту.....	17
Контрольні запитання.....	17
Лабораторна робота № 4. Діагностика електричних кіл та основи програмування ЕБУ.....	19
4.1 Загальні відомості	19
4.2 Завдання до лабораторної роботи	19
4.3 Порядок проведення лабораторної роботи.....	20
4.4 Зміст звіту.....	21
Контрольні запитання.....	21
Лабораторна робота № 5. Аналіз параметрів систем керування двигуном та систем безпеки	23
5.1 Загальні відомості	23
5.2 Завдання до лабораторної роботи	23
5.3 Порядок проведення лабораторної роботи.....	24
5.4 Зміст звіту.....	25
Контрольні запитання.....	25

Лабораторна робота № 6. Особливості діагностики гібридних, електричних систем та систем комфорту	27
6.1 Загальні відомості	27
6.2 Завдання до лабораторної роботи	27
6.3 Порядок проведення лабораторної роботи	29
6.4 Зміст звіту	29
Контрольні запитання	29
Лабораторна робота № 7. Комплексна діагностика трансмісії та розробка діагностичних алгоритмів	31
7.1 Загальні відомості	31
7.2 Завдання до лабораторної роботи	31
7.3 Порядок проведення лабораторної роботи	33
7.4 Зміст звіту	33
Контрольні запитання	33
Лабораторна робота № 8. Перспективи комп'ютерної діагностики та використання сучасних технологій	35
8.1 Загальні відомості	35
8.2 Завдання до лабораторної роботи	35
8.3 Порядок проведення лабораторної роботи	37
8.4 Зміст звіту	37
Контрольні запитання	37
Рекомендована література	39
Базова	39
Допоміжна	39
Інформаційні ресурси	41

ВСТУП

Сучасний автомобіль – це складна мехатронна система, в якій традиційні механічні елементи тісно інтегровані з електронними модулями, сенсорами, виконавчими пристроями та програмним забезпеченням. Перетворення автомобіля на високотехнологічну мобільну комп'ютерну платформу зумовило потребу у фахівцях нового покоління – спеціалістах, які здатні поєднувати знання з електроніки, програмування, телематики, мережевих технологій та інженерної діагностики.

У цих умовах курс «Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля» має на меті сформувані у студентів системне розуміння архітектури, принципів функціонування та методів аналізу складних електронних систем транспортних засобів.

Практичні та лабораторні заняття є ключовим елементом підготовки майбутнього діагноста. Вони забезпечують зв'язок між теоретичними знаннями та реальними інженерними завданнями, дозволяють не лише опанувати інструменти, але й розвинути логічне, алгоритмічне та системне мислення. Саме через практичну діяльність студент навчається розпізнавати симптоми несправностей, аналізувати параметри роботи системи, будувати діагностичні алгоритми та робити технічно обґрунтовані висновки.

В основі практичних робіт лежить проектно-дослідницький підхід, орієнтований на самостійний пошук, аналіз і синтез інформації. Кожне завдання побудовано таким чином, щоб студент не лише виконував алгоритмічні операції, а й критично осмислював отримані результати, розумів фізичні процеси, що лежать в основі роботи електронних систем, і вмів інтерпретувати сигнали з різних джерел – датчиків, шин зв'язку чи блоків керування. Такий формат дозволяє поєднати навчальний процес із реальними сценаріями роботи сучасного сервісного центру або лабораторії технічного обслуговування.

Особливу увагу у практичній підготовці приділено вивченню структури електронних систем керування (ECU) та протоколів обміну даними – CAN, LIN, FlexRay, Ethernet, що становлять «нервову систему» автомобіля. Важливими складовими є опанування стандарту OBD-II, навички роботи з діагностичними сканерами, мультиметрами та осцилографами. Студенти вчать не лише користуватися цими інструментами, але й усвідомлювати їх технічні можливості, обмеження

та принципи побудови. Значна частина практикумів присвячена аналізу «живих даних» (Live Data), дослідженню заморожених кадрів (Freeze Frame Data) та створенню власних алгоритмів пошуку «плаваючих» несправностей.

Не менш актуальним є опрацювання тем, пов'язаних із гібридними та електричними транспортними засобами, системами безпеки (ABS, ESP, SRS), комфорту та мультимедіа. Студенти отримують практичне уявлення про принципи роботи високовольтних систем, методи контролю стану батарей (SOC, SOH), діагностику інверторів і блоків BMS, а також про техніку безпеки під час роботи з такими системами. Останні лабораторні завдання орієнтовані на сучасні тенденції галузі – використання хмарних технологій, віддалену діагностику, предиктивне обслуговування та інтеграцію елементів штучного інтелекту у процесі технічного аналізу.

Таким чином, практичні роботи спрямовані не лише на формування технічних навичок, а й на розвиток компетенцій інженера-аналітика: вміння збирати та інтерпретувати дані, оцінювати ефективність системи, передбачати можливі відмови й застосовувати інноваційні технології в процесі діагностики. Комплексність підходу забезпечує глибоке розуміння взаємодії всіх підсистем автомобіля та формує готовність до роботи в умовах швидкої цифрової трансформації транспортної галузі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ ТА ПРОТОКОЛІВ АВТОМОБІЛЬНИХ МЕРЕЖ

Мета: вивчити архітектуру сучасних автомобільних мереж, дослідити принципи роботи протоколів CAN, LIN, FlexRay та Ethernet, а також провести практичний аналіз їхньої взаємодії для діагностики систем автомобіля.

1.1 Загальні відомості

Метою даної роботи є закріплення знань про архітектуру сучасних електронних систем керування (ECU) та основні протоколи обміну даними (CAN, LIN, FlexRay, Ethernet). Студент має самостійно дослідити реальну структуру комунікаційної мережі конкретного транспортного засобу, визначити її топологію, типи шин та їх функціональне призначення.

1.2 Завдання до лабораторної роботи

Варіанти завдань для виконання лабораторної роботи

Варіант 1: Дослідити архітектуру та застосування CAN-шини у системі керування двигуном (ECU) автомобіля VW Passat B8.

Варіант 2: Проаналізувати роль протоколу LIN у системі освітлення та комфорту автомобіля Toyota Camry XV70.

Варіант 3: Вивчити використання FlexRay в системі ADAS (адаптивний круїз-контроль, утримання в смузі) автомобіля BMW 5 Series (G30).

Варіант 4: Описати застосування Automotive Ethernet у мультимедійній системі автомобіля Audi A8 (D5).

Варіант 5: Дослідити топологію CAN-шини у системі ABS/ESP автомобіля Ford Focus 3.

Варіант 6: Проаналізувати, як протоколи CAN та LIN взаємодіють у системі клімат-контролю автомобіля Skoda Octavia A7.

Варіант 7: Вивчити, як FlexRay використовується для комунікації між ECU підвіски та керування шасі автомобіля Mercedes-Benz S-Class (W222).

Варіант 8: Описати архітектуру автомобільної мережі Hyundai Santa Fe TM, визначивши роль кожного з протоколів.

Варіант 9: Дослідити використання CAN-FD (Flexible Data-Rate) у системі інфотейнменту автомобіля Mazda CX-5 (KF).

Варіант 10: Проаналізувати, як протокол LIN контролює роботу склопідйомників та дзеркал в автомобілі Renault Koleos.

Варіант 11: Вивчити комунікаційну мережу Honda CR-V (RW), зосередившись на взаємодії між ECU двигуна, трансмісії та гібридної установки.

Варіант 12: Описати роль Automotive Ethernet у передачі відеоданих від камер кругового огляду в автомобілі Land Rover Discovery Sport.

Варіант 13: Дослідити архітектуру електронних систем автомобіля KIA Sportage (QL), зосередившись на взаємодії між системою керування двигуном та системою безпеки.

Варіант 14: Проаналізувати, як FlexRay забезпечує синхронізацію роботи активної підвіски автомобіля Porsche Panamera.

Варіант 15: Вивчити особливості комунікаційної мережі електромобіля Tesla Model 3.

Варіант 16: Описати застосування CAN-шини для діагностики несправностей у системі керування двигуном автомобіля Chevrolet Cruze.

Варіант 17: Дослідити, як протокол LIN використовується для керування фарами та індикаторами повороту в автомобілі Audi A4 B9.

Варіант 18: Проаналізувати архітектуру гібридної системи Lexus RX450h, звертаючи увагу на комунікацію між ECU двигуна, інвертора та батареї.

Варіант 19: Вивчити використання Automotive Ethernet для передачі даних у бортових системах автомобіля Cadillac Escalade.

Варіант 20: Описати загальну топологію шин даних в автомобілі Toyota RAV4 (XA50).

1.3 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом тем 1 та 2 курсу.
2. Обрати варіант завдання, що відповідає номеру студента в списку групи.
3. Провести самостійне дослідження обраної теми, використовуючи наукові статті, технічну документацію виробників, спеціалізовані блоги та відеоматеріали.
4. Створити структурну схему досліджуваної системи та описати її компоненти.
5. Підготувати звіт, що відповідає вимогам.

1.4 Зміст звіту

1. Титульна сторінка.
2. Вступ (актуальність теми, мета роботи).
3. Опис загальної архітектури досліджуваної системи та її компонентів.
4. Аналіз обраних протоколів обміну даними (фізичний та логічний рівні).
5. Структурна схема взаємодії компонентів з поясненнями.
6. Висновки (аналіз переваг та недоліків обраної системи).
7. Список використаних джерел.

Контрольні запитання

1. Поясніть, чим відрізняється розподілена архітектура ECU від централізованої.
2. Які основні переваги використання CAN-шини в автомобілі?
3. Опишіть логіку арбітражу в мережі CAN.
4. Назвіть основні відмінності між протоколами CAN та LIN.
5. В яких системах найчастіше використовується протокол FlexRay та чому?

6. Поясніть, чому Automotive Ethernet стає популярним у сучасних авто.
7. Що таке топологія шини та які її типи існують?
8. Яку роль виконує «шлюз» (gateway) у комунікаційній мережі автомобіля?
9. Опишіть структуру повідомлення (фрейма) в CAN-шині.
10. Як діагностувати несправність, пов'язану з обривом CAN-шини?
11. Які недоліки має LIN-протокол?
12. Назвіть щонайменше 3 типи датчиків, сигнали від яких надходять на ECU.
13. Поясніть призначення високошвидкісної та низькошвидкісної CAN-шин.
14. Що таке CRC (Cyclic Redundancy Check) і для чого він використовується в протоколах?
15. Яким чином FlexRay забезпечує високу надійність передачі даних?
16. Поясніть роль мікроконтролера в електронному блоці керування.
17. Як відбувається процес програмування ECU через комунікаційну шину?
18. Назвіть 3 приклади систем, які використовують CAN-шину.
19. Поясніть, що таке «маніпуляція» в шині CAN.
20. Які заходи безпеки передбачені в сучасних автомобільних мережах?

Література

[1]-[6].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНДАРТІВ OBD-II ТА ДІАГНОСТИЧНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Мета: ознайомитися зі стандартами OBD-II, дослідити функціональні можливості діагностичного програмного забезпечення та відпрацювати навички зчитування DTC і аналізу Live Data.

2.1 Загальні відомості

Метою роботи є поглиблене вивчення стандартів бортової діагностики (OBD-II/EOBD) та аналіз функціональних можливостей професійного діагностичного програмного забезпечення. Студент повинен дослідити конкретні режими OBD-II та порівняти можливості різних діагностичних програм.

2.2 Завдання до лабораторної роботи

Варіанти завдань для виконання лабораторної роботи

Варіант 1: Проаналізувати режими OBD-II, що відповідають за діагностику системи керування двигуном.

Варіант 2: Підготувати аналітичний звіт про можливості та інтерфейс дилерської програми VCDS (VW/Audi/Skoda).

Варіант 3: Дослідити діагностику системи контролю випаровувань палива (EVAP) за допомогою OBD-II.

Варіант 4: Порівняти функціонал мультимарочних сканерів Autel MaxiSys та Launch X431.

Варіант 5: Проаналізувати «заморожений кадр» (Freeze Frame Data) для типової несправності P0171.

Варіант 6: Підготувати огляд дилерського ПЗ ISTA для автомобілів BMW.

Варіант 7: Дослідити діагностику каталізатора за допомогою

OBD-II.

Варіант 8: Порівняти можливості програмного забезпечення для діагностики вантажних автомобілів (наприклад, Volvo PTT) та легкових.

Варіант 9: Проаналізувати режим Mode 06 (результати тестів моніторів) та його застосування.

Варіант 10: Підготувати звіт про можливості дилерського ПЗ Toyota Techstream.

Варіант 11: Дослідити особливості діагностичних кодів несправностей для гібридних автомобілів.

Варіант 12: Порівняти можливості та вартість оновлень програмного забезпечення для мультимарочних сканерів.

Варіант 13: Проаналізувати, як за допомогою OBD-II перевірити роботу кисневого датчика.

Варіант 14: Підготувати огляд спеціалізованих програм для діагностики систем подушок безпеки (SRS).

Варіант 15: Дослідити принципи роботи режиму Mode 09 та його застосування для ідентифікації ECU.

Варіант 16: Порівняти дилерське ПЗ GDS для Hyundai/KIA та Diagbox для Peugeot/Citroen.

Варіант 17: Проаналізувати, як діагностувати несправності системи ABS за допомогою OBD-II.

Варіант 18: Підготувати аналітичний звіт про функціонал діагностичного ПЗ Forscan для автомобілів Ford.

Варіант 19: Дослідити, як за допомогою OBD-II можна перевірити стан роботи паливної системи.

Варіант 20: Проаналізувати режим Mode 04 та його роль у діагностиці.

2.3 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом тем 3 та 4 курсу.
2. Обрати варіант завдання.
3. Провести самостійне дослідження.
4. Підготувати аналітичний звіт.

2.4 Зміст звіту

1. Титульна сторінка.
2. Вступ.
3. Детальний опис обраних режимів OBD-II.
4. Порівняльний аналіз обраного діагностичного ПЗ.
5. Аналіз структури діагностичних кодів несправностей.
6. Висновки.
7. Список використаних джерел.

Контрольні запитання

1. Поясніть призначення та відмінності між OBD-I та OBD-II.
2. Назвіть основні режими роботи OBD-II.
3. Як розшифровується структура стандартного коду DTC (наприклад, P0123)?
4. Яка функція індикатора MIL (Malfunction Indicator Lamp)?
5. Що таке «стан готовності» (Readiness Monitors) та для чого він потрібен?
6. Поясніть різницю між дилерським та мультимарочним діагностичним ПЗ.
7. Чим відрізняються загальні та специфічні для виробника коди несправностей?
8. Опишіть, як відбувається оновлення діагностичного програмного забезпечення.
9. Які дані можна отримати за допомогою режиму Mode 01?
10. Поясніть призначення режиму Mode 09.
11. Назвіть 3 приклади функцій, доступних у професійному діагностичному ПЗ, але відсутніх у простих сканерах.
12. Що таке «живі дані» (Live Data) та як їх аналізувати?
13. Які дані містить «заморожений кадр» (Freeze Frame Data) та для чого він використовується?

14. Поясніть принципи ліцензування діагностичного ПЗ.
15. Яким чином відбувається скидання кодів несправностей?
16. Опишіть призначення режиму Mode 03.
17. Які основні виклики при роботі з китайським діагностичним ПЗ?
18. Поясніть, що таке «адаптація» та «кодування» в контексті діагностики.
19. Чому важливо аналізувати статус готовності перед техоглядом?
20. Які переваги та недоліки використання хмарних діагностичних платформ?

Література

[1]-[6].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ СКАНЕРІВ ТА ОСЦИЛОГРАФІВ

Мета: опанувати практичні навички роботи з діагностичними сканерами та осцилографами для аналізу сигналів датчиків і виконавчих механізмів, а також виявлення несправностей електричних систем.

3.1 Загальні відомості

Метою роботи є освоєння методології роботи з апаратними засобами діагностики. Студент повинен дослідити та порівняти можливості різних типів сканерів та навчитися аналізувати сигнали за допомогою осцилографа для виявлення несправностей, що не фіксуються сканером.

3.2 Завдання до лабораторної роботи

Варіанти завдань для виконання лабораторної роботи

Варіант 1: Підготувати посібник по використанню осцилографа для діагностики індуктивного датчика швидкості колеса.

Варіант 2: Порівняти функціонал сканера Autel MaxiCom MK808BT та Bosch KTS 590.

Варіант 3: Створити алгоритм діагностики несправності кисневого датчика за допомогою осцилографа.

Варіант 4: Описати процедуру перевірки сигналу датчика положення колінчастого вала.

Варіант 5: Проаналізувати застосування осцилографа для діагностики роботи форсунок.

Варіант 6: Порівняти можливості бездротових адаптерів VCI.

Варіант 7: Створити віртуальну модель сигналу датчика Холла

та проаналізувати його.

Варіант 8: Дослідити застосування осцилографа для діагностики пропусків запалювання.

Варіант 9: Підготувати звіт про вимірювання напруги та форми сигналу CAN-шини.

Варіант 10: Порівняти осцилограф PicoScope 4425A та Hantek 1008C.

Варіант 11: Розробити алгоритм перевірки сигналу датчика тиску.

Варіант 12: Дослідити, як осцилограф допомагає діагностувати несправності системи VVT-i (Toyota).

Варіант 13: Створити посібник з діагностики датчика положення розподільного вала за допомогою осцилографа.

Варіант 14: Проаналізувати можливості універсального сканера Launch X431 Pro.

Варіант 15: Описати процедуру діагностики роботи клапана холостого ходу.

Варіант 16: Дослідити, як осцилограф допомагає виявити несправності в роботі генератора.

Варіант 17: Створити порівняльний звіт про можливості мультимарочних та дилерських сканерів.

Варіант 18: Розробити посібник з діагностики роботи паливного насоса за допомогою осцилографа.

Варіант 19: Проаналізувати, як за допомогою осцилографа можна виявити перешкоди на шині даних.

Варіант 20: Описати застосування осцилографа для перевірки сигналів від блоку керування до форсунок.

3.3 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом тем 5 та 6 курсу.
2. Обрати варіант завдання.
3. Провести самостійне дослідження.
4. Створити структурну схему або діаграму.
5. Підготувати звіт.

3.4 Зміст звіту

1. Титульна сторінка.
2. Вступ.
3. Детальний опис обраних режимів OBD-II.
4. Порівняльний аналіз обраного діагностичного ПЗ.
5. Аналіз структури діагностичних кодів несправностей.
6. Висновки.
7. Список використаних джерел.

Контрольні запитання

1. Чим портативний сканер відрізняється від сканера на базі ПК?
2. Назвіть основні характеристики, на які слід звертати увагу при виборі сканера.
3. Поясніть роль протоколу J2534 в діагностиці.
4. Чому осцилограф є незамінним інструментом для пошуку «плаваючих» несправностей?
5. Опишіть, як налаштувати тригер осцилографа.
6. Як за допомогою осцилографа перевірити роботу датчика Холла?
7. Поясніть різницю між аналоговим та цифровим сигналами.
8. Як можна перевірити цілісність CAN-шини за допомогою осцилографа?
9. Опишіть, як виглядає нормальний сигнал з кисневого датчика.
10. Як діагностувати пропуски запалювання за допомогою осцилографа?
11. Назвіть 3 переваги використання бездротових діагностичних пристроїв.
12. Поясніть, що таке «автомобільний осцилограф».
13. Як проаналізувати сигнал з датчика положення дросельної заслонки?

14. Які переваги дає використання мультиплексних адаптерів?
15. Опишіть типові помилки початківців при роботі з осцилографом.
16. Як осцилограф допомагає в діагностиці роботи форсунок?
17. Поясніть, що таке «часова розгортка».
18. Як вибрати правильний масштаб (вольти/ділення) для осцилограми?
19. Опишіть, як можна за допомогою осцилографа перевірити роботу ШІМ-сигналів.
20. Які критерії вибору осцилографа для автодіагноста?

Література

[1]-[6].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4. ДІАГНОСТИКА ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ТА ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ ЕБУ

Мета: дослідити методи діагностики електричних кіл за допомогою мультиметра і тестера, а також освоїти основи програмування ЕБУ через OBD-підключення та bench programming.

4.1 Загальні відомості

Метою роботи є вивчення застосування мультиметрів та спеціалізованих тестерів для діагностики електричних кіл. Також студент повинен дослідити технології калібрування та програмування ЕБУ, усвідомити пов'язані з цим ризики та заходи безпеки.

4.2 Завдання до лабораторної роботи

Варіанти завдань для виконання лабораторної роботи

Варіант 1: Створити покрокову інструкцію для вимірювання струму витoku в автомобілі.

Варіант 2: Дослідити технологію «чип-тюнінгу» двигуна, описати процес та ризики.

Варіант 3: Розробити алгоритм перевірки цілісності проводки форсунки за допомогою мультиметра.

Варіант 4: Підготувати аналітичний звіт про можливості та обмеження OBD-програмування.

Варіант 5: Створити інструкцію для перевірки падіння напруги на акумуляторній батареї.

Варіант 6: Дослідити процес оновлення прошивки ЕБУ двигуна на автомобілі Ford.

Варіант 7: Розробити алгоритм діагностики несправності датчика температури.

Варіант 8: Підготувати звіт про можливості програмування

ЕБУ на «столі».

Варіант 9: Створити інструкцію для перевірки опору котушки запалювання.

Варіант 10: Дослідити процес калібрування системи TPMS (система контролю тиску в шинах).

Варіант 11: Розробити алгоритм перевірки роботи генератора за допомогою мультиметра.

Варіант 12: Підготувати звіт про можливості та ризики видалення «краш-дати» з блоку SRS.

Варіант 13: Створити інструкцію для вимірювання опору дроту маси.

Варіант 14: Дослідити процес кодування нової форсунки в системі Common Rail.

Варіант 15: Розробити посібник з безпеки при роботі з електричними схемами автомобіля.

Варіант 16: Підготувати звіт про відмінності в програмуванні ЕБУ бензинових та дизельних двигунів.

Варіант 17: Створити алгоритм перевірки напруги на датчику MAF.

Варіант 18: Дослідити, як відбувається програмування нового ключа в систему імобілайзера.

Варіант 19: Розробити інструкцію з використання спеціалізованого тестера для перевірки тиску палива.

Варіант 20: Підготувати звіт про принципи роботи та програмування блоків керування кузовним обладнанням (BCM).

4.3 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом тем 7 та 8 курсу.
2. Обрати варіант завдання.

3. Провести самостійне дослідження.
4. Підготувати аналітичний звіт або інструкцію.
5. Створити блок-схему або алгоритм.

4.4 Зміст звіту

1. Титульна сторінка.
2. Вступ.
3. Опис принципів вимірювання струму, напруги та опору.
4. Детальний аналіз процедури для обраного завдання.
5. Алгоритм (блок-схема) дій.
6. Опис ризиків та заходів безпеки.
7. Висновки.
8. Список використаних джерел.

Контрольні запитання

1. Як правильно виміряти падіння напруги в електричному колі?
2. Опишіть процедуру вимірювання струму витoku.
3. Які переваги має автоматичний мультиметр над ручним?
4. Назвіть 3 приклади спеціалізованих тестерів.
5. Чим відрізняються терміни «програмування» та «кодування» ЕБУ?
6. Опишіть ризики, пов'язані з процесом перепрошивки ЕБУ.
7. Для чого використовується стабілізатор напруги під час програмування?
8. Поясніть різницю між «чип-тюнінгом» та штатним оновленням ПЗ.
9. Що таке «VIN-кодування» та його призначення?
10. Як перевірити опір датчика температури охолоджуючої рідини?
11. Назвіть 3 причини для перепрошивки ЕБУ.
12. Поясніть, що таке «бенч-програмування» (bench programming).
13. Як перевірити цілісність проводки за допомогою мультиметра?
14. Опишіть, як діагностувати несправність, пов'язану з коротким замиканням.
15. Які заходи безпеки потрібно дотримуватися при роботі з електрикою автомобіля?
16. Поясніть, що таке «флеш-пам'ять» в ЕБУ.
17. Як перевірити живлення на датчику?

18. Опишіть, як відбувається калібрування датчика кута повороту керма.
19. Що таке «ідентифікація» та «читання» ЕБУ?
20. Які інструменти використовуються для роботи з EEPROM пам'яттю ЕБУ?

Література

[1]-[6].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5. АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ ТА СИСТЕМ БЕЗПЕКИ

Мета: вивчити методи аналізу параметрів систем керування двигуном (Fuel Trim, MAF, лямбда-зонд) і безпеки (ABS, ESP, SRS) для виявлення несправностей через Live Data і DTC.

5.1 Загальні відомості

Метою роботи є освоєння методології аналізу параметрів систем керування двигуном (ECM) та систем безпеки (ABS, ESP, SRS) за допомогою діагностичного сканера. Студент повинен навчитися інтерпретувати «живі дані», аналізувати «заморожені кадри» та діагностувати несправності, що стосуються роботи основних датчиків.

5.2 Завдання до лабораторної роботи

Варіанти завдань для виконання лабораторної роботи

Варіант 1: Дослідити діагностику несправності P0171 (бідна суміш) за допомогою аналізу корекції палива.

Варіант 2: Проаналізувати «заморожений кадр» для несправності P0301 (пропуск запалювання циліндра 1).

Варіант 3: Підготувати звіт про діагностику системи ABS, що базується на аналізі даних з датчиків швидкості колеса.

Варіант 4: Описати процедуру діагностики несправності датчика масової витрати повітря (MAF).

Варіант 5: Проаналізувати роль датчика тиску в системі ESP та його діагностику.

Варіант 6: Дослідити, як діагностувати несправність лямбда-зонда за допомогою «живих даних».

Варіант 7: Підготувати звіт про діагностику системи SRS (подушок безпеки).

Варіант 8: Описати процедуру перевірки роботи системи рециркуляції вихлопних газів (EGR).

Варіант 9: Дослідити, як діагностувати несправність, пов'язану з низьким тиском палива.

Варіант 10: Проаналізувати роль та діагностику датчика бічного прискорення в системі ESP.

Варіант 11: Підготувати звіт про діагностику несправності P0420 (ефективність каталізатора).

Варіант 12: Описати процедуру калібрування датчика кута повороту керма.

Варіант 13: Дослідити діагностику роботи датчика температури охолоджуючої рідини.

Варіант 14: Проаналізувати «живі дані» для виявлення несправностей в роботі системи вентиляції картера.

Варіант 15: Підготувати звіт про діагностику несправності датчика положення дросельної заслінки.

Варіант 16: Описати процедуру перевірки роботи системи контролю тиску в шинах (TPMS).

Варіант 17: Дослідити, як діагностувати несправність, пов'язану з датчиком тиску масла.

Варіант 18: Проаналізувати «живі дані» для виявлення несправностей в роботі системи зміни фаз газорозподілу.

Варіант 19: Підготувати звіт про діагностику несправності P0102 (низький сигнал MAF).

Варіант 20: Описати процедуру діагностики несправності датчика детонації.

5.3 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом тем 9 та 10 курсу.

2. Обрати варіант завдання.
3. Провести самостійне дослідження.
4. Підготувати аналітичний звіт.

5.4 Зміст звіту

1. Титульна сторінка.
2. Вступ.
3. Аналіз «живих даних» для обраної системи.
4. Інтерпретація «замороженого кадру» (якщо застосовно).
5. Опис роботи та діагностики основних датчиків.
6. Висновки та рекомендації.
7. Список використаних джерел.

Контрольні запитання

1. Назвіть 3 ключові параметри, що характеризують роботу двигуна.
2. Яким чином «заморожений кадр» допомагає в діагностиці?
3. Чому важливо аналізувати корекцію палива (Fuel Trim)?
4. Яка різниця між короткостроковою та довгостроковою корекцією?
5. Опишіть, як аналізувати сигнал з датчика MAF.
6. Назвіть основні компоненти системи ABS.
7. Яку роль виконує датчик кута повороту керма в системі ESP?
8. Поясніть, чим відрізняється діагностика системи SRS від інших систем.
9. Опишіть призначення датчика тиску в паливній системі.
10. Як діагностувати несправність датчика швидкості колеса?
11. Які дані можна отримати з датчика положення дросельної заслінки?
12. Поясніть, що таке «адаптація» в контексті роботи двигуна.
13. Як перевірити роботу лямбда-зонда за допомогою діагностичного сканера?
14. Назвіть 3 приклади несправностей, що можуть бути виявлені тільки за допомогою аналізу «живих даних».
15. Що таке «краш-дата» і чому її видалення є відповідальною процедурою?
16. Поясніть, як система ESP допомагає уникнути заносу.
17. Яка роль датчика детонації у роботі двигуна?
18. Як діагностувати несправність, пов'язану з високим тиском пали-

ва?

19. Поясніть, що таке «помилковий код» в системі безпеки.
20. Які параметри слід аналізувати при діагностиці системи VVT-i (змінні фази газорозподілу)?

Література

[1]-[6].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6. ОСОБЛИВОСТІ ДІАГНОСТИКИ ГІБРИДНИХ, ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ ТА СИСТЕМ КОМФОРТУ

Мета: дослідити особливості діагностики високовольтних систем гібридних і електричних авто (ВВБ, BMS, інвертор) та систем комфорту (клімат-контроль, центральний замок) з урахуванням безпеки.

6.1 Загальні відомості

Метою роботи є вивчення специфіки діагностики гібридних та електричних транспортних засобів, а також систем комфорту. Студент повинен дослідити особливості роботи з високовольтною батареєю, інвертором та системами, що використовують шину LIN.

6.2 Завдання до лабораторної роботи

Варіанти завдань для виконання лабораторної роботи

Варіант 1: Дослідити діагностику високовольтної батареї електромобіля Nissan Leaf.

Варіант 2: Проаналізувати, як діагностувати несправності в роботі інвертора гібридного автомобіля Toyota Prius.

Варіант 3: Підготувати звіт про діагностику системи клімат-контролю, що використовує CAN-шину.

Варіант 4: Описати процедуру діагностики несправності системи керування зарядом в електромобілі Tesla.

Варіант 5: Дослідити, як діагностувати несправності склопідйомників, що керуються за допомогою LIN-протоколу.

Варіант 6: Проаналізувати можливості діагностики системи BMS (Battery Management System).

Варіант 7: Підготувати звіт про діагностику несправностей цен-

трального замка.

Варіант 8: Описати особливості діагностики системи опалення в електромобілі.

Варіант 9: Дослідити, як діагностувати несправності, пов'язані з мультимедійною системою.

Варіант 10: Проаналізувати процедуру діагностики несправностей, пов'язаних з іммобілайзером.

Варіант 11: Підготувати звіт про діагностику несправності, пов'язаної з охолодженням ВВБ.

Варіант 12: Описати діагностику роботи системи керування сидіннями.

Варіант 13: Дослідити діагностику несправності, пов'язаної з освітленням салону.

Варіант 14: Проаналізувати процедуру діагностики високовольтної системи в автомобілі Chevrolet Volt.

Варіант 15: Підготувати звіт про особливості діагностики гібридної системи Honda IMA.

Варіант 16: Описати процедуру діагностики несправності, пов'язаної з несправністю датчиків паркування.

Варіант 17: Дослідити, як діагностувати несправності, пов'язані з панорамним люком.

Варіант 18: Проаналізувати можливості діагностики системи безключового доступу.

Варіант 19: Підготувати звіт про діагностику несправності, пов'язаної з функцією підігріву сидінь.

Варіант 20: Описати особливості діагностики бортового зарядного пристрою в електромобілі.

6.3 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом тем 11 та 12 курсу.
2. Обрати варіант завдання.
3. Провести самостійне дослідження.
4. Підготувати аналітичний звіт.

6.4 Зміст звіту

1. Титульна сторінка.
2. Вступ.
3. Опис архітектури обраної системи.
4. Аналіз основних діагностичних параметрів (SOH, SOC, баланс комірок).
5. Опис процедур діагностики компонентів.
6. Висновки.
7. Список використаних джерел.

Контрольні запитання

1. Поясніть, що таке SOH (State of Health) високовольтної батареї.
2. Які заходи безпеки потрібно дотримуватися при діагностиці гібридних автомобілів?
3. Що таке «балансування комірок» у ВВБ та чому це важливо?
4. Опишіть роль інвертора в електромобілі.
5. Як діагностувати несправність, пов'язану з перегрівом ВВБ?
6. Поясніть призначення та основні функції системи керування батареєю (BMS).
7. Назвіть 3 приклади систем комфорту.
8. Як протокол LIN допомагає в роботі систем комфорту?
9. Опишіть, як діагностувати несправності системи клімат-контролю.
10. Які дані з мультимедійної системи можна отримати за допомогою діагностики?
11. Як діагностувати несправність, пов'язану з центральним замком?
12. Поясніть, як відбувається діагностика електромотора.
13. Які особливості діагностичних кодів несправностей у гібридних системах?
14. Як діагностувати несправність імобілайзера?
15. Поясніть, як можна виявити «струм витоку» в системах комфорту.

16. Які параметри слід аналізувати при діагностиці системи опалення та вентиляції?
17. Як діагностувати несправність, пов'язану з датчиками дощу та світла?
18. Поясніть, що таке «сервісний роз'єм» для високовольної системи.
19. Яка роль діагностики у визначенні залишкового ресурсу батареї?
20. Назвіть 3 приклади функцій, які можна кодувати в системах комфорту.

Література

[1]-[6].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7. КОМПЛЕКСНА ДІАГНОСТИКА ТРАНСМІСІЇ ТА РОЗРОБКА ДІАГНОСТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

Мета: відпрацювати методи комплексної діагностики трансмісії (TCM, соленоїди, гідравліка) та розробити алгоритми пошуку несправностей для АКПП, CVT, DSG і PowerShift.

7.1 Загальні відомості

Метою роботи є вивчення комплексної діагностики систем керування трансмісією (TCM) та розробка власних діагностичних алгоритмів. Студент повинен дослідити, як «живі дані» з TCM корелюють з механічними несправностями, та навчитися створювати логічні послідовності дій для пошуку несправностей.

7.2 Завдання до лабораторної роботи

Варіанти завдань для виконання лабораторної роботи

Варіант 1: Розробити алгоритм діагностики несправності «поштовх при перемиканні передач» для класичної АКПП.

Варіант 2: Проаналізувати «живі дані» для виявлення несправностей в роботі трансмісії DSG.

Варіант 3: Створити діагностичну карту для несправності «відсутнє перемикання передач» у CVT.

Варіант 4: Дослідити діагностику несправності, пов'язаної з несправністю датчика швидкості валів.

Варіант 5: Розробити алгоритм діагностики несправності «аварійний режим» АКПП.

Варіант 6: Проаналізувати, як діагностувати несправності, пов'язані з гідроблоком трансмісії.

Варіант 7: Створити діагностичну карту для несправності «про-

слизання» фрикціонів.

Варіант 8: Дослідити, як діагностувати несправності, пов'язані з несправністю «соленоїдів» в АКПП.

Варіант 9: Розробити алгоритм діагностики несправності «неправильна робота зчеплення» в DSG.

Варіант 10: Проаналізувати, як діагностувати несправність, пов'язану з датчиком тиску масла в АКПП.

Варіант 11: Створити діагностичну карту для несправності «шум у трансмісії» CVT.

Варіант 12: Дослідити діагностику несправності, пов'язаної з блоком керування трансмісією.

Варіант 13: Розробити алгоритм діагностики несправності «неправильне співвідношення передач» в АКПП.

Варіант 14: Проаналізувати, як діагностувати несправності, пов'язані з несправністю датчика положення селектора.

Варіант 15: Створити діагностичну карту для несправності «несправність гідротрансформатора».

Варіант 16: Дослідити діагностику несправності, пов'язаної з перегрівом трансмісії.

Варіант 17: Розробити алгоритм діагностики несправності «несправність мехатроніка» в DSG.

Варіант 18: Проаналізувати, як діагностувати несправності, пов'язані з несправністю адаптивних параметрів.

Варіант 19: Створити діагностичну карту для несправності «ривки при рушанні з місця» в DSG.

Варіант 20: Дослідити діагностику несправності, пов'язаної з несправністю датчика температури в АКПП.

7.3 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом тем 13 та 14 курсу.
2. Обрати варіант завдання.
3. Провести самостійне дослідження.
4. Розробити діагностичний алгоритм (блок-схему).
5. Підготувати звіт.

7.4 Зміст звіту

1. Титульна сторінка.
2. Вступ.
3. Опис архітектури обраної трансмісії та її компонентів.
4. Аналіз «живих даних» для обраної несправності.
5. Діагностичний алгоритм (блок-схема) пошуку несправності.
6. Висновки та рекомендації.
7. Список використаних джерел.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні датчики, що використовуються в системі TCM.
2. Поясніть, що таке «адаптивні параметри» АКПП та чому їх потрібно скидати.
3. Як за допомогою діагностичного сканера перевірити роботу «соленоїдів»?
4. Які параметри слід аналізувати при діагностиці трансмісії типу CVT?
5. Чим відрізняється діагностика «роботизованої» КПП від класичної АКПП?
6. Опишіть перший крок у систематичному пошуку несправності.
7. Назвіть 3 приклади інформації, яку слід отримати від клієнта.
8. Поясніть, що таке «діагностична карта».
9. Як діагностувати несправність, пов'язану з прослизанням фрикціонів?
10. Які дані потрібно проаналізувати при діагностиці трансмісії DSG?
11. Як виявити «плаваючу» несправність, що проявляється періодично?
12. Поясніть, як діагностувати несправність, пов'язану з датчиком температури масла в АКПП.

13. Що таке «логічні тести» та як їх використовувати?
14. Як можна перевірити роботу датчика тиску масла в трансмісії?
15. Чому важливо використовувати дилерську документацію під час діагностики?
16. Як перевірити, чи усунена несправність після ремонту?
17. Назвіть 3 приклади несправностей, які діагностуються за допомогою активаційних тестів.
18. Поясніть, як можна діагностувати несправність, пов'язану з гідроблоком.
19. Що таке «систематичний підхід» до діагностики?
20. Які можуть бути наслідки неправильно проведеної діагностики трансмісії?

Література

[1]-[6].

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8. ПЕРСПЕКТИВИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Мета: дослідити сучасні технології (V2X, AI, AR, Big Data) у комп'ютерній діагностиці, оцінити їх вплив на прогнозування несправностей і відпрацювати моделювання діагностичних процесів.

8.1 Загальні відомості

Метою роботи є дослідження нових технологій та їх впливу на майбутнє автомобільної діагностики. Студент має самостійно вивчити концепції предиктивного обслуговування, віддаленої діагностики, V2X та кібербезпеки.

8.2 Завдання до лабораторної роботи

Варіанти завдань для виконання лабораторної роботи

Варіант 1: Дослідити функціонал та можливості предиктивного обслуговування на прикладі конкретного автовиробника (напр., Mercedes-Benz).

Варіант 2: Проаналізувати, як технологія віддаленої діагностики застосовується в автопарках.

Варіант 3: Підготувати аналітичний звіт про кібербезпеку «розумних» автомобілів.

Варіант 4: Розробити проєкт моделювання простої системи ADAS (напр., системи утримання в смузі).

Варіант 5: Дослідити використання великих даних (Big Data) для прогнозування несправностей.

Варіант 6: Проаналізувати концепцію V2X-комунікації та її вплив на діагностику.

Варіант 7: Підготувати звіт про застосування штучного інте-

лекту в діагностичних системах.

Варіант 8: Розробити проєкт віртуального посібника з діагностики, що використовує доповнену реальність (AR).

Варіант 9: Дослідити, як оновлення «по повітрю» (FOTA) змінює процес діагностики.

Варіант 10: Проаналізувати застосування хмарних технологій для збору та аналізу діагностичних даних.

Варіант 11: Підготувати звіт про кібербезпеку системи іммобілайзера.

Варіант 12: Розробити проєкт моделювання системи автоматичного екстреного гальмування.

Варіант 13: Дослідити, як телематика допомагає в діагностиці вантажних автомобілів.

Варіант 14: Проаналізувати застосування технології Blockchain в автомобільній індустрії.

Варіант 15: Підготувати звіт про використання нейронних мереж для діагностики несправностей двигуна.

Варіант 16: Розробити проєкт візуалізації даних з сенсорів ADAS за допомогою AR-технологій.

Варіант 17: Дослідити, як технологія V2V-комунікації впливає на діагностику.

Варіант 18: Проаналізувати, як хакери можуть отримати доступ до автомобіля.

Варіант 19: Підготувати звіт про застосування AI для діагностики несправностей трансмісії.

Варіант 20: Розробити концепцію інтеграції діагностичних даних з мобільним додатком.

8.3 Порядок проведення лабораторної роботи

1. Ознайомитися з теоретичним матеріалом тем 15 та 16 курсу.
2. Обрати варіант завдання.
3. Провести самостійне дослідження.
4. Підготувати аналітичний звіт або проєкт.

8.4 Зміст звіту

1. Титульна сторінка.
2. Вступ.
3. Опис обраної технології.
4. Аналіз її застосування в автодіагностиці.
5. Виклики та переваги технології.
6. Висновки.
7. Список використаних джерел.

Контрольні запитання

1. Що таке «телематика» та як вона використовується в діагностиці?
2. Поясніть, що таке «предиктивне обслуговування».
3. Чим віддалена діагностика відрізняється від традиційної?
4. Назвіть 3 приклади «великих даних» в автомобільній сфері.
5. Поясніть, що таке V2X-комунікація та її призначення.
6. Які кіберзагрози існують для сучасних автомобілів?
7. Що таке «оновлення по повітрю» (FOTA)?
8. Як штучний інтелект може бути використаний у діагностиці?
9. Назвіть 3 компоненти системи ADAS.
10. Як доповнена реальність може допомогти діагносту?
11. Які виклики існують при зборі та аналізі великих даних з автомобілів?
12. Поясніть, як працює система автоматичного екстреного гальмування.
13. Яка роль Lidar-сенсорів у системах ADAS?
14. Назвіть 3 приклади віддаленої діагностики, що вже використовуються.
15. Чому кібербезпека стає критично важливою для автовиробників?
16. Поясніть, як можна захистити автомобіль від несанкціонованого доступу.

17. Як телематика може допомогти в управлінні автопарком?
18. Поясніть концепцію «цифрового близнюка» автомобіля.
19. Які переваги дає використання AI для аналізу діагностичних даних?
20. Як відбувається «етичний» злом автомобіля для перевірки його захисту?

Література

[1]-[6].

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Бажинов О. В., Смирнов О. П., Серіков С. А. Гібридні автомобілі. Харків : ХНАДУ, 2008. 327 с.
2. Кашканов А. А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2010. 230 с.
3. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів : підручник. К. : Каравела, 2008. 400 с.
4. Мазепа С. С., Куцик А. С. Електрообладнання автомобіля : навч. посібник. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. 168 с.
5. Мигаль В. Д. Автомобильные двигатели внутреннего сгорания. Параметры и системы управления : учеб. пособ. Харьков : Майдан, 2016. 320 с.
6. Бажинов О. В., Двадненко В. Я., Хакім М. Конверсія легкового автомобіля в гібридний. Харків : ХНАДУ, 2014. 160 с.

Допоміжна

7. Tom Denton. Automobile mechanical and electrical systems. New York, NY : Routledge, 2018. 379 p.
8. Tom Denton. Electric and hybrid vehicles. New York, NY : Routledge, 2016. 207 p.
9. William B. Ribbens. Understanding automotive electronics : an engineering perspective. Cambridge, MA : Butterworth-Heinemann, 2017. 712 p.
10. Bosch automotive electrics and automotive electronics. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2014. 530 p.
11. Jürgen Garche, Eckhard Karden, Patrick T. Moseley. Lead-acid batteries for future automobiles. Amsterdam : Elsevier, 2017. 669 p.
12. Andreas Luescher. Urban shrinkage, industrial renewal and automotive plants. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 129 p.
13. Ashish Bharadwaj. Environmental regulations and innovation in advanced automobile technologies. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2018. 119 p.
14. Chandan Deep Singh, Jaimal Singh Khamba. Manufacturing

- competency and strategic success in the automobile industry. New York, NY : CRC Press, 2019. 239 p.
15. Junxiu Wang. Development of a society on wheels. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 316 p.
 16. Markus Mueck. Networking vehicles to everything evolving automotive solutions. Berlin : CPI books GmbH, 2018. 234 p.
 17. Uwe Winkelhake. The digital transformation of the automotive industry catalysts, roadmap, practice. Wiesbaden : Springer, 2018. 317 p.
 18. Vivek D. Bhise. Automotive product development. A systems engineering implementation. Boca Raton, FL : CRC Press, 2017. 571 p.
 19. Yi Wu. Achieving supply chain agility : information system integration. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 242 p.
 20. Norton Robert. Automotive Milestones. The technological development of the automobile : who, what, when, where, and how it all works. South Norwalk, Connecticut : Industrial Press, Inc., 2016. 322 p.
 21. Martin Thaddeus. Classic car electrics: tips, techniques & step-by-step repair, restoration & maintenance procedures. London : Veloce publishing, 2015. 299 p.
 22. Konrad Reif. Brakes, brake control and driver assistance systems. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2014. 284 p.
 23. Daniele Fabrizio Bignami, Alberto Colorni Vitale, Alessandro Lué Roberto Nocerino. Electric vehicle sharing services for smarter cities. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 280 p.
 24. Emanuele Crisostomi, Robert Shorten, Sonja Stüdl. Electric and plug-in hybrid vehicle networks : optimization and control. Boca Raton, FL : CRC Press, 2018. 261 p.
 25. Gianfranco Pistoia, Boryann Liaw. Behaviour of lithium-ion batteries in electric vehicles : battery health, performance, safety, and cost. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2018. 343 p.
 26. John G. Hayes, Abas Goodarzi. Electric powertrain : energy systems, power electronics and drives for hybrid, electric and fuel cell vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2018. 557 p.
 27. Harrop Peter, Das Raghu. Car traction batteries - the new gold rush 2010-2020. Cambridge, UK : IDTechEx, 2020. 271 p.
 28. Lance Noel, Gerardo Zarazua de Rubens, Johannes Kester. Vehicle-to-Grid : a sociotechnical transition beyond electric mobility. Cham,

- Switzerland : Springer Nature, 2019. 271 p.
29. Larry E. Erickson, Jessica Robinson, Gary Brase. Solar powered charging infrastructure for electric vehicles. Boca Raton, FL : CRC Press, 2017. 183 p.
 30. Mehdi Rahmani-Andebili. Planning and operation of plug-in electric vehicles : technical, geographical, and social aspects. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 251 p.
 31. Nam Kwang Hee. AC motor control and electrical vehicle applications. Boca Raton, FL : CRC Press, 2019. 575 p.
 32. Ottorino Veneri. Technologies and applications for smart charging of electric and plug-in hybrid vehicles. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 323 p.
 33. iPatricia Egede. Environmental assessment of lightweight electric vehicles. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 141 p.
 34. Philipp Bergmeir. Enhanced machine learning and data mining methods for analyzing large hybrid electric vehicle fleets based on load spectrum data. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2018. 192 p.
 35. Xiong Rui, Welxiang Shen. Advanced battery management technologies for electric vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2019. 390 p.
 36. Teresa Donato. Hybrid electric vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2017. 154 p.
 37. Wei Liu. Hybrid electric vehicle system modeling and control. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2017. 582 p.
 38. Zhongjing Ma. Decentralized charging coordination of large-scale plug-in electric vehicles in power systems. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2020. 252 p.

Інформаційні ресурси

39. How car electrical systems work. URL: <https://www.howacarworks.com/basics/how-car-electrical-systems-work> (дата звернення: 2.08.2025).
40. How Brake Assist Works. URL: <http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/brake-assist.htm> (дата звернення: 2.08.2025).