

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з вивчення дисципліни

### **«Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля»**

та виконання контрольних завдань,  
для студентів спеціальності  
G 11.05 «Транспортні засоби»,  
усіх форм навчання

2025

Методичні вказівки з вивчення дисципліни «Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля» та виконання контрольних завдань, для студентів спеціальності G 11.05 «Транспортні засоби», усіх форм навчання / Укл. : О. М. Артюх. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2025. 123 с.

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

Рецензент: О.С. Слюсаров, доцент, канд.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 .....	4
1 Робоча програма дисципліни .....	7
2 Методичні вказівки.....	15
2.1 Загальні вказівки. Мета викладання дисципліни.....	15
2.2 Методичні вказівки для студентів по освоєнню дисципліни ....	16
2.2.1 Тема 1. Загальна архітектура сучасних електронних систем керування автомобілем (ECU).....	17
2.2.2 Тема 2. Протоколи обміну даними. CAN-шина, LIN, FlexRay, Ethernet .....	24
2.2.3 Тема 3. Принципи OBD (On-Board Diagnostics) та EOBD .....	30
2.2.4 Тема 4. Діагностичне програмне забезпечення.....	36
2.2.5 Тема 5. Діагностичні адаптери та сканери .....	41
2.2.6 Тема 6. Осцилограф в автодіагностиці.....	46
2.2.7 Тема 7. Мультиметри та спеціалізовані тестери .....	51
2.2.8 Тема 8. Технології калібрування та програмування ЕБУ .....	56
2.2.9 Тема 9. Діагностика системи керування двигуном .....	62
2.2.10 Тема 10. Діагностика систем безпеки та комфорту .....	67
2.2.11 Тема 11. Діагностика гібридних та електричних транспортних засобів .....	74
2.2.12 Тема 12. Діагностика систем комфорту та мультимедіа.....	80
2.2.13 Тема 13. Діагностика системи керування трансмісією ....	86
2.2.14 Тема 14. Алгоритми пошуку несправностей.....	92
2.2.15 Тема 15. Хмарні технології та Big Data в автодіагностиці.....	98
2.2.16 Тема 16. Перспективи розвитку комп'ютерної діагностики.....	104
3 Завдання на контрольні роботи .....	111
3.1 Список варіантів контрольних робіт .....	112
4 Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни .....	119
5 Рекомендована література .....	120
Базова .....	120
Допоміжна .....	121
6 Інформаційні ресурси .....	123

## ВСТУП

Сучасний автомобіль перетворився з переважно механічного пристрою на високотехнологічну мобільну комп'ютерну платформу. Ключову роль у його функціонуванні відіграють електронні системи керування (ECU), які пронизують усі компоненти транспортного засобу, від двигуна і трансмісії до систем безпеки, комфорту та інфотейменту. Ця трансформація кардинально змінила підходи до обслуговування та ремонту, вимагаючи від фахівців глибоких знань у галузі комп'ютерних технологій, мережних протоколів та програмно-апаратних комплексів.

Курс «Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля» розроблений для того, щоб надати слухачам систематизовані та комплексні знання саме в цій області. Його головною метою є формування у майбутніх фахівців повноцінного уявлення про архітектуру, принципи взаємодії та методи діагностики складних електронних систем сучасного автомобіля, перетворюючи їх з виконавців простих операцій на висококваліфікованих інженерів-діагностів, здатних аналізувати, мислити системно та вирішувати найскладніші технічні завдання.

Курс побудовано за принципом «від загального до конкретного» та розділено на два логічні модулі. Перший модуль, «Фундаментальні основи та апаратні засоби діагностики», слугує міцним теоретичним фундаментом. Він починається з детального розбору архітектури ECU, де слухачі дізнаються про базові компоненти, такі як мікроконтролери, типи пам'яті та системи вводу-виводу, а також про принципи їх роботи, що базуються на циклі «датчик-алгоритм-виконавчий механізм». Розуміння цієї тріади є ключовим для усвідомлення логіки роботи будь-якої сучасної системи.

Далі курс заглиблюється в тему автомобільних мереж, оскільки саме мережева взаємодія десятків блоків керування є нервовою системою автомобіля. Детально розглядаються такі протоколи, як CAN-шина, що є хребтом для обміну критично важливими даними; LIN-шина, яка використовується для простих підсистем комфорту; FlexRay, що забезпечує високу швидкість та надійність для систем ADAS; та автомобільний Ethernet, що стає стандартом для передачі великих обсягів даних, наприклад, для мультимедіа а бездротових оновлень.

Окремий великий блок присвячено стандарту OBD-II, який є обов'язковим для всіх сучасних автомобілів і служить основним інструментом початкового етапу діагностики. Слухачі освоюють усі його режими, навчаються інтерпретувати діагностичні коди несправностей (DTCs), а також зрозуміють його можливості та, що не менш важливо, обмеження. Без цього інструменту неможливо уявити роботу сучасного діагноста. Завершують теоретичну частину модуля розділи, присвячені інструментарію. Це не просто огляд пристроїв, а глибокий аналіз принципів їх роботи та сфер застосування.

Діагностичні сканери та адаптери розглядаються з точки зору їх технічних характеристик, підтримуваних протоколів та критеріїв вибору для професійної майстерні. Особливу увагу приділено програмному забезпеченню, його класифікації (дилерське, мультимарочне), функціональним можливостям, таким як читання живих даних (Live Data) та активаційні тести, а також складним аспектам ліцензування та оновлення.

Другий критично важливий інструмент – це осцилограф. Курс навчає не просто підключати його, а розуміти фізичну природу сигналів, що реєструються. Слухачі навчаються аналізувати форми сигналів від різних датчиків (Холла, індуктивних, кисневих) та виконавчих механізмів (форсунок, катушок запалювання), що дозволяє виявляти несправності, непідвладні сканеру.

Мультиметр та спеціалізовані тестери представлені як незамінні інструменти для перевірки електричних ланцюгів, вимірювання падінь напруги, струмів витоку та перевірки різних фізичних параметрів, таких як тиск палива та компресія. Завершує перший модуль тема, що виводить діагностику на новий рівень – програмування та калібрування ECU. Слухачі дізнаються про різницю між цими поняттями, методи безпечного проведення операцій, типи ризиків та законодавчі аспекти, що робить їх підготовку комплексною та безпечною.

Другий модуль, «Діагностика основних систем та сучасні тенденції», є практичною апробацією отриманих знань. Він присвячений поглибленому аналізу конкретних систем автомобіля. Діагностика системи керування двигуном розглядається через призму аналізу ключових параметрів: від роботи лямбда-зонда та паливних корекцій (Fuel Trim) до інтерпретації «заморожених» даних (Freeze Frame Data) та аналізу лог-файлів для пошуку періодичних несправностей. Системи активної та пасивної безпеки (ABS, ESP, SRS) вимагають особливого

підходу, тому в курсі детально розбирається їх архітектура, методи калібрування датчиків та особливо робота з системою подушок безпеки, включаючи заходи безпеки та роботу з «краш-даними».

Окремий акцент робиться на діагностиці гібридних та електромобілів (EV/HEV), що відображає світові тенденції. Слухачі отримують знання про архітектуру силових установок, методи оцінки стану високовольтних батарей (SOH, SOC), діагностику інверторів та систем керування батареями (BMS), а також, що найважливіше, – строгу техніку безпеки при роботі з високовольтними системами.

Не залишено без уваги системи комфорту, мультимедіа та трансмісії. Розбираються особливості їх мережевої архітектури, типові несправності та методи кодування додаткових функцій. Особлива увага приділена алгоритмам пошуку несправностей, де наголошується на системному підході: від збору інформації та аналізу DTC до створення діагностичних карт, перевірки гіпотез за допомогою інструментів та пошуку найскладніших «плаваючих» дефектів.

Завершують курс теми, що диктують майбутнє професії – це хмарні технології, Big Data та перспективи розвитку. Слухачі ознайомляться з концепцією телематики, віддаленої діагностики, предиктивного обслуговування на основі машинного навчання та бездротових оновлень (FOTA).

Окремо розглядаються виклики майбутнього: діагностика систем автономного водіння (ADAS), кібербезпека автомобіля, інтеграція з доповненою реальністю (AR) та потенційна роль штучного інтелекту в автоматизації діагностичних процесів, включаючи етичні аспекти його застосування.

## 1 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Наведені назви змістових модулів та найменування тем дисципліни для самостійного вивчення. Навчальним планом дисципліни, для самостійного вивчення тем лекцій, передбачено час для студентів денної форми навчання – 72 годин, заочної – 108 годин.

Далі для кожної теми вказано час самостійної роботи студентів денної форми навчання. Також наведений перелік питань, які повинні бути самостійно розглянуті студентом при вивченні обраної теми.

**Змістовий модуль 1:** Фундаментальні основи та апаратні засоби діагностики

### **Тема 1. Загальна архітектура сучасних електронних систем керування автомобілем (ECU)**

#### **План лекції.**

1. Еволюція систем керування від механічних до електронних.
2. Базові компоненти ECU: мікроконтролер, пам'ять (ROM, RAM, EEPROM), входи та виходи.
3. Принципи роботи ECU: вхідні дані (датчики), обробка (алгоритми), вихідні сигнали (виконавчі механізми).
4. Типи ECU за функціональним призначенням: ЕСМ (двигун), ТСМ (трансмісія), ВСМ (кузов), VCU (гібриди/електро).
5. Розподілена архітектура мережі ECU в сучасному авто.
6. Взаємодія ECU з іншими системами: CAN-шина, шина живлення, шини безпеки.
7. Поняття «прошивки» (firmware) та її вплив на роботу системи.
8. Основні завдання та виклики в роботі з ECU для діагноста.

### **Тема 2. Протоколи обміну даними. CAN-шина, LIN, FlexRay, Ethernet**

#### **План лекції.**

1. Необхідність та еволюція автомобільних мереж.
2. CAN-шина: структура повідомлення (фрейм), арбітраж, швидкість передачі даних.

3. LIN: особливості для простих підсистем (вікна, дзеркала), концепція «майстер-слід».
4. FlexRay: застосування для систем, що вимагають високої швидкості та надійності (ADAS, безпека).
5. Автомобільний Ethernet: використання для мультимедіа, оновлень, діагностики великих даних.
6. Діагностика шин даних: вимірювання напруги, аналіз форми сигналу осцилографом.
7. Типові несправності шин: обрив, коротке замикання, наведені перешкоди.
8. Інструменти для аналізу трафіку шин даних (CAN-аналізатори).

### **Тема 3. Принципи OBD (On-Board Diagnostics) та EOBD**

#### **План лекції.**

1. Історичний контекст та екологічні вимоги, що призвели до появи OBD.
2. Стандарти OBD-I, OBD-II та EOBD. Порівняння та відмінності.
3. Режими роботи OBD-II (Modes). Опис кожного з 10 режимів.
4. Діагностичні коди несправностей (DTCs): структура (P, B, C, U), загальні та специфічні для виробника.
5. Світловий індикатор несправності (MIL - Malfunction Indicator Lamp).
6. Статус готовності (Readiness Monitors). Принципи роботи та скидання.
7. Тестування системи EVAP та каталізатора за допомогою OBD-II.
8. Обмеження OBD-II та його роль як початкового етапу діагностики.

### **Тема 4. Діагностичне програмне забезпечення**

#### **План лекції.**

1. Класифікація програм: дилерські (ОЕМ), мультимарочні (Bosch KTS, Autel), спеціалізовані.
2. Функціональні можливості ПЗ: читання DTC, перегляд пара-

метрів (Live Data), активаційні тести.

3. Принципи оновлення ПЗ та баз даних. Онлайн-ресурси та офлайн-пакети.
4. Інтерфейс користувача та його ергономіка. Розуміння структури меню та функцій.
5. Пряме та непряме кодування: зміна параметрів роботи ECU.
6. Захист від копіювання та принципи ліцензування програмного забезпечення.
7. Використання хмарних платформ для оновлення та доступу до технічної інформації.
8. Практичні поради щодо вибору ПЗ та його налаштування для конкретного діагностичного завдання.

## **Тема 5. Діагностичні адаптери та сканери**

### **План лекції.**

1. Функціональне призначення та роль у діагностичному процесі.
2. Типи сканерів: портативні (hand-held), планшетні, на базі ПК.
3. Технічні характеристики адаптерів: швидкість обміну, підтримка протоколів, сумісність.
4. Різниця між J2534, VCI, і спеціалізованими адаптерами.
5. Аналіз можливостей VCI (Vehicle Communication Interface) – інтерфейсів зв'язку з авто.
6. Бездротові технології (Bluetooth, Wi-Fi) у діагностичних пристроях.
7. Особливості роботи з мультиплексними адаптерами.
8. Критерії вибору обладнання для професійного використання.

## **Тема 6. Осцилограф в автодіагностиці**

### **План лекції.**

1. Принципи роботи осцилографа: основи аналізу форми сигналу.
2. Застосування осцилографа: виявлення шумів, перешкод, плаваючих несправностей.
3. Діагностика датчиків: сигнали датчика Холла, індуктивного датчика, датчика кисню.
4. Аналіз сигналів з виконавчих механізмів: форсунки, котушки

- запалювання, клапани.
5. Використання осцилографа для перевірки цілісності шини CAN.
  6. Налаштування осцилографа: часова розгортка, масштаб, тригер.
  7. Портативні автомобільні осцилографи та їхні переваги.
  8. Інтерпретація аномальних осцилограм та типові помилки початківців.

## **Тема 7. Мультиметри та спеціалізовані тестери**

### **План лекції.**

1. Роль мультиметра в арсеналі автодіагноста.
2. Вимірювання напруги: діагностика АКБ, генератора, падіння напруги в ланцюзі.
3. Вимірювання опору: перевірка датчиків (температури, положення), дроселів, запобіжників.
4. Вимірювання струму: діагностика струмів витoku, споживання пристроями.
5. Спеціалізовані тестери: тестер тиску палива, тестер тиску масла, компресометр.
6. Принципи роботи «автомобільного тестера»: перевірка елементів під навантаженням.
7. Тестування акумуляторних батарей та генераторів за допомогою спеціалізованих тестерів.
8. Безпека при роботі з електричними схемами автомобіля.

## **Тема 8. Технології калібрування та програмування ЕБУ**

### **План лекції.**

1. Поняття «програмування» та «калібрування». Відмінності та цілі.
2. Причини перепрошивки ЕБУ: оновлення, усунення помилок, зміна функціоналу.
3. Типи програмування: «на столі» (bench programming), «через роз'єм» (OBD programming).
4. Ризики при програмуванні: «збій» прошивки, втрата даних, пошкодження ЕБУ.

5. Алгоритм безпечного програмування: резервне копіювання, стабілізація напруги.
6. Поняття «VIN-кодування» та його важливість.
7. Робота з дилерськими платформами для онлайн-кодування та адаптацій.
8. Законодавчі та етичні аспекти, пов'язані з модифікацією програмного забезпечення ЕБУ.

**Змістовий модуль 2:** Діагностика основних систем та сучасні тенденції

### **Тема 9. Діагностика системи керування двигуном**

#### **План лекції.**

1. Базові параметри для аналізу: оберти, навантаження, температура, тиск.
2. Лямбда-зонд: принципи роботи, види, осцилограма сигналу, діагностика.
3. Датчики масової витрати повітря (MAF) та абсолютного тиску (MAP): порівняльний аналіз.
4. Читання та інтерпретація «заморожених» даних (Freeze Frame Data).
5. Аналіз адаптації паливної суміші (Fuel Trim). Коротко- та довгострокова корекція.
6. Діагностика паливної системи: тиск палива, робота форсунок, продуктивність насоса.
7. Діагностика системи запалювання: робота катушок, свічок, пропуски запалювання.
8. Використання лог-файлів для відстеження несправностей, що проявляються періодично.

### **Тема 10. Діагностика систем безпеки. ABS, ESP, SRS**

#### **План лекції.**

1. Архітектура системи ABS: датчики швидкості колеса, блок керування, гідравлічний блок.
2. Діагностика ABS: аналіз даних з датчиків швидкості, перевірка роботи модулятора тиску.

3. Принципи роботи ESP (система стабілізації): датчик кута повороту керма, датчик бічного прискорення.
4. Діагностика ESP: калібрування датчиків, перевірка комунікації.
5. Система SRS (подушки безпеки): компоненти (датчики удару, піропатрони, блок керування).
6. Особливості діагностики SRS: заходи безпеки, робота з «краш-даними».
7. Поняття «краш-дата» та її видалення.
8. Складні сценарії: діагностика несправностей, що впливають на роботу декількох систем безпеки.

### **Тема 11. Діагностика гібридних та електричних транспортних засобів**

#### **План лекції.**

1. Архітектура силової установки EV/HEV: акумуляторна батарея, інвертор, електродвигун.
2. Діагностика високовольтної батареї (ВВБ): стан здоров'я (SOH), стан заряду (SOC), балансування комірок.
3. Діагностика системи керування батареєю (BMS - Battery Management System).
4. Діагностика інвертора: перевірка роботи силових ключів (IGBT).
5. Діагностика системи охолодження ВВБ та електродвигуна.
6. Особливості діагностичних кодів несправностей в гібридних системах.
7. Техніка безпеки при роботі з високовольтними системами.
8. Використання спеціалізованого обладнання для діагностики EV/HEV.

### **Тема 12. Діагностика систем комфорту та мультимедіа**

#### **План лекції.**

1. Архітектура шини комфорту. Особливості LIN-шини в цих системах.
2. Діагностика клімат-контролю: аналіз даних з датчиків температури, тиску холодоагенту.

3. Діагностика системи центрального замка та іммобілайзера: перевірка ключів, антен, блоків керування.
4. Діагностика мультимедійної системи (головний пристрій, навігація, зв'язок).
5. Робота з діагностичним ПЗ для кодування функцій комфорту (наприклад, активація прихованих опцій).
6. Пошук струмів витоку в системах комфорту.
7. Взаємодія між системами комфорту та іншими ECU.
8. Типові несправності, пов'язані з програмними збоями та порушенням комунікації.

### **Тема 13. Діагностика системи керування трансмісією**

#### **План лекції.**

1. Архітектура системи керування трансмісією (TCM) та її взаємодія з ЕСМ.
2. Датчики в АКПП: датчики швидкості валів, датчик температури, датчик положення селектора.
3. Діагностика роботи «соленоїдів» (електромагнітних клапанів) за допомогою активаційних тестів.
4. Аналіз адаптивних параметрів (Adaptive Values). Причини їх збою та скидання.
5. Діагностика гідравлічної частини через електронні параметри.
6. Діагностика механічної частини: прослизання, поштовхи при перемиканні.
7. Особливості діагностики трансмісій типу CVT, DSG, PowerShift.
8. Робота з дилерською документацією для коректної діагностики та налаштування.

### **Тема 14. Алгоритми пошуку несправностей**

#### **План лекції.**

1. Систематичний підхід до діагностики: від загального до конкретного.
2. Збір інформації: опитування клієнта, аналіз історії обслуговування.
3. Використання діагностичного сканера як першого етапу: чи-

тання DTC, перегляд Live Data.

4. Аналіз DTC: «активний» чи «історичний». Скільки разів виникла помилка.
5. Створення «діагностичної карти» несправності.
6. Етап «перевірки гіпотез»: використання мультиметра, осцилографа, фізичної перевірки.
7. Пошук «плаваючих» (Intermittent) несправностей.
8. Перевірка результатів ремонту та контроль якості.

## **Тема 15. Хмарні технології та Big Data в автодіагностиці**

### **План лекції.**

1. Концепція телематики та її застосування в діагностиці.
2. Збір даних з автопарків. Принципи роботи «чорних скриньок».
3. Віддалена діагностика (Remote Diagnostics): переваги та виклики.
4. Аналіз «великих даних» (Big Data) для прогнозування несправностей.
5. Предиктивне обслуговування (Predictive Maintenance): використання алгоритмів машинного навчання.
6. Хмарні платформи для оновлення ПЗ (FOTA - Firmware Over-The-Air).
7. Кібербезпека в контексті віддаленого доступу до автомобіля.
8. Економічна ефективність використання хмарних рішень для СТО.

## **Тема 16. Перспективи розвитку комп'ютерної діагностики**

### **План лекції.**

1. Взаємодія автомобіля з інфраструктурою та іншими авто (V2X).
2. Діагностика систем автономного керування (ADAS): Lidar, Radar, камери, сенсори.
3. Кібербезпека: захист від несанкціонованого доступу та злому.
4. Інтеграція діагностики з доповненою реальністю (AR) для візуалізації проблем.
5. Штучний інтелект (AI) у діагностиці: автоматична інтерпретація даних, генерація діагностичних рішень.

6. Стандартизація та уніфікація діагностичних протоколів майбутнього.
7. Роль квантових технологій у майбутніх автомобільних системах.
8. Етичні та правові аспекти відповідальності при несправностях, виявлених AI.

## 2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

### 2.1 Загальні вказівки. Мета викладання дисципліни

Усупереч поширеній думці, сучасна автодіагностика – це не просто «під'єднав сканер – отримав код помилки». Це комплексна інженерна дисципліна, що поєднує в собі знання з електроніки, мережевих технологій, програмування та системного аналізу. Запропонований курс «Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля» покликаний розвіяти цей міф та надати слухачам саме такий багатоаспектний погляд.

Він готує не просто операторів діагностичного обладнання, а фахівців, здатних розуміти логіку роботи складних систем, аналізувати причинно-наслідкові зв'язки між різними параметрами та приймати обґрунтовані технічні рішення в умовах швидкої технологічної еволюції. Від фундаментальних основ архітектури ECU до передових тенденцій, пов'язаних з AI та Big Data, цей курс охоплює весь спектр знань, необхідних для успішної професійної реалізації в галузі автомобільної діагностики сьогодні та у найближчому майбутньому, роблячи випускників готовими до викликів, які ставить перед ними автомобільна індустрія.

**Мета курсу** – сформувати у слухачів системне розуміння архітектури, принципів функціонування та методів діагностики електронних систем сучасного автомобіля. Забезпечити практичне засвоєння знань щодо використання професійного діагностичного обладнання (сканерів, осцилографів, мультиметрів) та програмного забезпечення.

Навчити застосовувати алгоритмічний підхід до виявлення складних та «плаваючих» несправностей, включаючи особливості роботи з гібридними та електричними транспортними засобами. Підготувати фахівців, здатних ефективно вирішувати діагностичні завдання

в умовах стрімкого впровадження нових автомобільних технологій.

## **2.2 Методичні вказівки для студентів по освоєнню дисципліни**

Викладання дисципліни передбачає наступні форми організації навчального процесу: лекції, практичні заняття, самостійну роботу студента, консультації. Робота на практичних заняттях передбачає активну участь студента в освоєнні поставлених завдань. Для підготовки до занять рекомендується звертати увагу на проблемні питання, що піднімаються викладачем під час лекції, і групувати інформацію навколо них. Бажано виділяти у використовуваній літературі постановки питань, на які різними авторами можуть бути дані різні оцінки. На підставі постановки таких питань слід обирати аргументи на користь різних варіантів вирішення поставлених проблем.

***У текстах авторів, таким чином, слід виділяти наступні компоненти:***

- постановка проблеми;
- варіанти рішень;
- аргументи на користь тих або інших варіантів рішень.

На основі виділення цих елементів простіше становити власну аргументовану позицію по розглянутому питанню. При роботі з невідомими термінами необхідно звертатися до словників, у тому числі доступних в Інтернеті.

***При написанні рефератів (контрольних робіт),*** у матеріалі слід виділити невелику кількість (не більш 5) проблем, що зацікавили Вас, і згрупувати матеріал навколо них. Слід домагатися чіткого розмежування окремих проблем і виділення їх часткових моментів.

***При підготовці до лабораторних занять*** Вам може знадобитися матеріал, що вивчався раніше, тому варто звертатися до відповідних джерел (підручників, монографій, статей). Письмова домашня робота й завдання можуть бути індивідуальними й загальними.

***При підготовці до іспиту*** необхідно опиратися насамперед на лекційні заняття, а також на джерела, які розбиралися на заняттях протягом семестру.

***Самостійна робота студента*** виконується за завданням і при методичному керівництві викладача, але без його особистої участі. Самостійна робота підрозділяється на самостійну роботу на аудитор-

них заняттях і на позааудиторну самостійну роботу.

Самостійна робота студента включає як повністю самостійне освоєння окремих тем (розділів) дисципліни, так і пророблення тем (розділів), освоюваних під час аудиторної роботи. Під час самостійної роботи, студенти читають і конспектують навчальну, наукову й довідкову літературу, виконують завдання, спрямовані на закріплення знань і відпрацювання вмій і навичок, готуються до поточного й проміжного контролю по дисципліні. При вивченні тем курсу наведених нижче, студентові необхідно повторити лекційний навчальний матеріал, вивчити рекомендовану літературу, а також навчальний матеріал, наявний в зазначених інформаційних ресурсах.

На завершальному етапі вивчення кожного модуля необхідно, скориставшись запропонованими питаннями для самоконтролю, перевірити якість засвоєння навчального матеріалу. У випадку утруднення у відповідях на поставлені питання рекомендується повторити навчальний матеріал. Після вивчення всіх модулів приступити до виконання контрольної роботи, керуючись методичними рекомендаціями з її виконання. По завершенню вивчення навчальної дисципліни в семестрі студент зобов'язаний пройти проміжну атестацію. Вид проміжної атестації визначається робочим навчальним планом. До проміжної атестації допускаються студенти, що виконали вимоги робочого навчального плану.

## **2.2.1 Тема 1. Загальна архітектура сучасних електронних систем керування автомобілем (ECU)**

### **1. Еволюція систем керування від механічних до електронних.**

При вивченні еволюції систем керування автомобілем від механічних до електронних, студентам рекомендується звернути увагу на ключові етапи переходу, починаючи з кінця 19 століття, коли автомобілі були суто механічними пристроями з ручним керуванням двигуном через важелі та триси.

Для дистанційного опрацювання теми шукайте в інтернеті історичні огляди розвитку автомобільної електроніки, наприклад, на сайтах виробників як Bosch або Delphi, де описуються перші електронні системи в 1960-1970-х роках, такі як електронне запалювання та інжекція палива. Зосередьтеся на тому, як механічні карбюратори

замінилися електронними інжекторами для точного дозування палива, що покращило ефективність і зменшило викиди.

Вивчайте онлайн-відео на платформах типу YouTube про еволюцію від аналогових до цифрових систем, де показано, як у 1980-х з'явилися перші мікропроцесори для контролю двигуна, дозволяючи реагувати на сенсорні дані в реальному часі. Акцентуйте на перевагах електроніки: підвищення надійності, зменшення ваги, інтеграція з системами безпеки.

Для глибшого розуміння шукайте технічні статті про перехід до «drive-by-wire» технологій у 1990-х, де механічні зв'язки замінили електронними, наприклад, в акселераторі та гальмах. Враховуйте виклики, як складність діагностики електронних систем порівняно з механічними, де несправності видно візуально. Рекомендується аналізувати схеми еволюції в PDF-документах від асоціацій типу SAE International, де деталізовано, як сучасні автомобілі інтегрують до 100 електронних модулів для автономного керування.

У дистанційному форматі створюйте конспекти з знайдених матеріалів, порівнюючи механічні системи з електронними за критеріями ефективності, екологічності та вартості обслуговування. Шукайте інфографіку про вплив електроніки на паливну економію, де показано зменшення витрат палива на 20-30% завдяки точному контролю. Зверніть увагу на сучасні тенденції, як інтеграція з AI для предиктивної діагностики, і вивчайте приклади з електромобілів, де електроніка повністю замінила механіку в силових установках. Для закріплення матеріалу моделюйте еволюцію в простих схемах за допомогою онлайн-інструментів типу Draw.io, ілюструючи перехід від механічних реле до цифрових контролерів.

Це допоможе зрозуміти, чому електронні системи стали стандартом, забезпечуючи адаптивність до різних умов експлуатації. Загалом, фокусуйтеся на пошуку англomовних ресурсів від глобальних компаній, як Continental чи Magna, для актуальної інформації про гібридні етапи еволюції, де механіка поєднується з електронікою в перехідних моделях автомобілів.

## **2. Базові компоненти ECU: мікроконтролер, пам'ять (ROM, RAM, EEPROM), входи та виходи.**

Під час опрацювання базових компонентів ECU, таких як мікроконтролер, пам'ять (ROM, RAM, EEPROM), входи та виходи, радимо

студентам в дистанційному режимі шукати детальні схеми та описи на сайтах виробників мікроконтролерів, наприклад, від NXP або STMicroelectronics, де пояснюється роль кожного елемента в обробці даних. Зосередьте увагу на мікроконтролері як центральному процесорі, який виконує інструкції з частотою до кількох гігагерц, керуючи всіма операціями ECU. Вивчайте онлайн-статті про архітектуру ARM або PIC мікроконтролерів, використовуваних в автомобілях, і як вони інтегрують периферійні модулі для аналогово-цифрового перетворення.

Для пам'яті ROM акцентуйте на її ролі в зберіганні постійного коду прошивки, який не стирається без живлення, забезпечуючи стабільність базових алгоритмів контролю двигуна. Шукайте відеоуроки про відмінності ROM від RAM, де RAM використовується для тимчасового зберігання змінних даних, як поточні показники сенсорів, з швидким доступом для реального часу обробки.

EEPROM важлива для зберігання налаштувань, що змінюються, наприклад, калібрувальних даних, і вивчайте, як вона дозволяє перезапис без втрати інформації при відключенні живлення. Аналізуйте входи ECU як інтерфейси для прийому сигналів від сенсорів, таких як датчики температури чи швидкості, з акцентом на аналогові та цифрові входи для точної інтерпретації.

Вихідні сигнали спрямовуються до актуаторів, як інжектори чи клапани, через драйвери для керування фізичними процесами. У дистанційному навчанні створюйте діаграми компонентів за допомогою онлайн-редакторів, порівнюючи їх взаємодію в простих моделях ECU.

Шукайте технічні мануали від компаній як Infineon, де описано інтеграцію цих компонентів в єдину систему для оптимізації продуктивності. Зверніть увагу на виклики, як обмежена ємність RAM для багатозадачності в реальному часі, і як EEPROM запобігає втраті даних при несправностях.

Для закріплення шукайте симулятори ECU онлайн, де можна віртуально тестувати взаємодію компонентів, ілюструючи, як мікроконтролер читає з ROM алгоритми, використовує RAM для обчислень і записує в EEPROM адаптивні параметри. Це допоможе зрозуміти, чому ці компоненти критичні для надійності автомобільної електроніки, забезпечуючи швидку реакцію на зміни. Рекомендується аналізувати приклади з реальних автомобілів, як в Tesla, де ECU з потужними мікроконтролерами керують автономним водінням. Загалом,

фокусуйте пошуки на англomовних ресурсах від IEEE або SAE для глибокого розуміння інтеграції компонентів в сучасні системи.

### **3. Принципи роботи ECU: вхідні дані (датчики), обробка (алгоритми), вихідні сигнали (виконавчі механізми).**

Для вивчення принципів роботи ECU, включаючи вхідні дані від датчиків, обробку алгоритмами та вихідні сигнали до виконавчих механізмів, студентам в дистанційному форматі пропонується шукати детальні пояснення на сайтах автомобільних інженерних асоціацій, як SAE International, де описано цикл роботи як замкнену петлю контролю.

Почніть з вхідних даних: датчики, такі як масового витрати повітря чи кисневі, надають аналогові або цифрові сигнали про стан двигуна, і вивчайте онлайн-діаграми, як вони перетворюються в цифровий формат для обробки. Шукайте відео про сенсорні мережі в автомобілях, де показано реальний час збору даних для точності до мілісекунд. Обробка алгоритмами відбувається в мікроконтролері ECU, де використовуються математичні моделі, як PID-регулятори, для обчислення оптимальних параметрів на основі вхідних даних; аналізуйте статті про програмні алгоритми, що оптимізують паливну суміш чи запалювання для зменшення викидів. Вихідні сигнали надсилаються до актуаторів, як соленоїди чи мотори, для фізичного виконання команд, наприклад, регулювання клапанів.

У дистанційному навчанні моделюйте цей цикл за допомогою онлайн-симуляторів, як MATLAB Simulink, де можна віртуально тестувати взаємодію. Зверніть увагу на відкриті петлі контролю для простих функцій і закриті для зворотного зв'язку, забезпечуючи адаптивність. Шукайте технічні посібники від компаній як Bosch, де деталізовано, як алгоритми обробляють дані для підвищення ефективності на 15-20%. Вивчайте виклики, як затримки в обробці через шум сигналів, і як фільтри в алгоритмах їх усувають.

Для закріплення створюйте схеми циклу в онлайн-інструментах, ілюструючи потік від датчика через алгоритм до актуатора. Акцентуйте на інтеграції з мережами, як CAN, для обміну даними між ECU. Це допоможе зрозуміти, чому принципи ECU критичні для сучасних автомобілів, дозволяючи динамічне керування. Рекомендується шукати приклади з гібридних систем, де алгоритми балансують між двигуном і електромотором. Загалом, використовуйте англomовні ресурси від

IEEE для аналізу алгоритмів реального часу, забезпечуючи глибоке розуміння операційного циклу.

#### **4. Типи ECU за функціональним призначенням: ЕСМ (двигун), ТСМ (трансмісія), ВСМ (кузов), VCU (гібриди/електро).**

При опрацюванні типів ECU за функціональним призначенням, таких як ЕСМ для двигуна, ТСМ для трансмісії, ВСМ для кузова та VCU для гібридів/електро, радимо студентам дистанційно шукати класифікації на сайтах автомобільних компаній, як General Motors чи Ford, де описано спеціалізацію кожного модуля.

Зосередьте на ЕСМ, який контролює двигун, регулюючи паливо, запалювання та викиди через сенсори; вивчайте онлайн-статті про його інтеграцію з OBD для діагностики. ТСМ керує трансмісією, оптимізуючи перемикання передач для ефективності, і шукайте відео про його роботу в автоматичних коробках, як в CVT.

ВСМ відповідає за кузовні функції, як освітлення, замки та клімат, забезпечуючи комфорт; аналізуйте схеми його взаємодії з іншими системами. VCU спеціалізується на гібридах/електро, балансує між двигуном і батареєю для енергозбереження. У дистанційному форматі порівнюйте типи в таблицях, створених за допомогою Google Sheets, на основі знайдених даних.

Шукайте технічні мануали від компаній як Delphi, де деталізовано, як ЕСМ інтегрується з ТСМ для повного контролю силової установки. Зверніть увагу на відмінності: ЕСМ фокусується на двигуні, ТСМ на передачах, ВСМ на периферії, VCU на електрифікації.

Вивчайте виклики, як синхронізація між модулями через мережі, для уникнення конфліктів. Для закріплення моделюйте взаємодію типів в онлайн-симуляторах автомобільних систем. Акцнтуйте на еволюції, де окремі ECU об'єднуються в РСМ для комплексного керування. Це допоможе зрозуміти розподіл функцій для надійності. Рекомендується шукати приклади з Tesla, де VCU домінує в електромобілях. Загалом, використовуйте ресурси від SAE для глибокого аналізу спеціалізації.

#### **5. Розподілена архітектура мережі ECU в сучасному авто.**

Для вивчення розподіленої архітектури мережі ECU в сучасному авто, студентам пропонується в дистанційному режимі шукати

огляди на сайтах як McKinsey чи Siemens, де описано розподіл функцій між десятками ECU для підвищення надійності. Зосередьте на тому, як архітектура делегує завдання: окремі модулі для двигуна, безпеки та комфорту, з'єднані мережами як CAN чи Ethernet.

Вивчайте онлайн-діаграми зональної архітектури, де ECU групуються за розташуванням для зменшення кабелів. Шукайте відео про перехід від централізованої до розподіленої, де підкреслено переваги, як стійкість до відмов. Аналізуйте виклики, як складність інтеграції та кібербезпека. У дистанційному навчанні створюйте моделі архітектури в Draw.io, ілюструючи зв'язки. Шукайте статті від TTTech про спрощення за допомогою DDS. Зверніть увагу на зональні контролери, що керують локальними пристроями. Для закріплення симулюйте мережі онлайн. Це допоможе зрозуміти ефективність розподілу. Рекомендується ресурси від IEEE.

## **6. Взаємодія ECU з іншими системами: CAN-шина, шина живлення, шини безпеки.**

Під час дистанційного вивчення взаємодії ECU з іншими системами, як CAN-шина, шина живлення та шини безпеки, радимо шукати пояснення на сайтах як CSS Electronics чи Dewesoft, де деталізовано комунікацію через CAN для обміну даними між ECU. Зосередьте на CAN як стандарті для реального часу передачі, з пріоритетами повідомлень. Вивчайте шини живлення для стабільного постачання енергії ECU, і шини безпеки для критичних систем як ABS. Шукайте відео про CAN-трансивери в ECU. Аналізуйте виклики, як вразливість до хакінгу. Створюйте схеми взаємодії онлайн. Шукайте мануали від NHTSA про захист. Зверніть на інтеграцію для діагностики. Для закріплення симулюйте мережі. Це забезпечить розуміння взаємозв'язків. Ресурси від SAE.

## **7. Поняття «прошивки» (firmware) та її вплив на роботу системи.**

При опрацюванні поняття прошивки (firmware) ECU та її впливу на роботу системи, студентам рекомендується дистанційно шукати описи на сайтах як eInfochips чи VVDN, де firmware визначається як низькорівневе ПЗ для керування апаратними компонентами. Зосередьте на її ролі в ініціалізації ECU, аутентифікації та обробці даних. Вивчайте онлайн-статті про FOTA для оновлень, покращуючи продук-

тивність. Шукайте відео про рефлешинг firmware для усунення помилок. Аналізуйте вплив на ефективність, як оптимізація палива. У дистанційному форматі моделюйте оновлення в симуляторах. Шукайте посібники від NHTSA про безпеку. Зверніть на ризики пошкоджень. Для закріплення створюйте конспекти. Це допоможе зрозуміти критичність firmware. Ресурси від AUTOSAR.

## **8. Основні завдання та виклики в роботі з ECU для діагноста.**

Для вивчення основних завдань та викликів в роботі з ECU для діагноста, пропонується шукати в інтернеті огляди на сайтах як ZipRecruiter чи ProCare Therapy, де завдання включають оцінку несправностей без фізичного доступу. Зосередьте на дистанційній діагностиці через OBD. Вивчайте статті про виклики, як точність без присутності. Шукайте відео про партнерство з клієнтами для даних. Аналізуйте завдання, як інтерпретація кодів DTC. У дистанційному навчанні створюйте алгоритми діагностики. Шукайте ресурси від NCVI про командну роботу. Зверніть на конфіденційність даних. Для закріплення моделюйте сценарії. Це забезпечить розуміння ролі діагноста. Ресурси від Lamar University.

### **Питання для самоперевірки**

1. Опишіть еволюцію систем керування автомобілем від механічних до електронних, вказавши ключові етапи та переваги переходу.
2. Назвіть базові компоненти ECU та поясніть роль мікроконтролера, типів пам'яті (ROM, RAM, EEPROM) у його роботі.
3. Поясніть принципи роботи ECU на основі циклу «датчик-алгоритм-виконавчий механізм» з прикладами для системи двигуна.
4. Класифікуйте типи ECU за функціональним призначенням (ECM, TCM, BCM, VCU) та опишіть їх взаємодію в розподіленій архітектурі.
5. Охарактеризуйте розподілену архітектуру мережі ECU в сучасному автомобілі та її взаємодію з шинами даних, як CAN.
6. Опишіть взаємодію ECU з іншими системами, такими як CAN-шина, шина живлення та шини безпеки.
7. Розкрийте поняття «прошивки» (firmware) ECU та її вплив на функціонування систем автомобіля.

8. Перелічіть основні завдання та виклики в роботі з ECU для діагноста, пов'язані з мережевою взаємодією та безпекою.
9. Які базові компоненти входів і виходів ECU та як вони забезпечують обробку сигналів?
10. Як еволюція ECU вплинула на підходи до діагностики сучасних автомобілів?

## **2.2.2 Тема 2. Протоколи обміну даними. CAN-шина, LIN, FlexRay, Ethernet**

### **1. Необхідність та еволюція автомобільних мереж.**

При опрацюванні необхідності та еволюції автомобільних мереж, студентам в дистанційному режимі рекомендується звернути увагу на ключові фактори, що спонукали до їх впровадження, починаючи з зростання складності електронних систем у автомобілях з 1980-х років, коли кількість ECU зросла до десятків, вимагаючи ефективного обміну даними для координації функцій. Шукайте в інтернеті оглядові статті на сайтах автомобільних асоціацій, таких як SAE International або IEEE, де описано перехід від точкових з'єднань дротами до мережевих протоколів, що зменшило вагу кабелів на сотні кілограмів і підвищило надійність.

Зосередьтеся на еволюції: від простих аналогових мереж у 1970-х для базового контролю до цифрових у 1990-х, як CAN, розробленого Bosch для реального часу комунікації. Вивчайте онлайн-відео на платформах типу YouTube про історичний розвиток, де показано, як мережі дозволили інтегрувати системи безпеки, комфорту та двигуна, забезпечуючи синхронізацію даних без затримок. Акцентуйте на необхідності мереж для сучасних функцій, як ADAS, де обмін великими обсягами даних від сенсорів критичний для автономного водіння.

Для глибшого розуміння аналізуйте технічні документи від компаній як Continental, де деталізовано, як еволюція мереж відповідає на виклики, такі як електромагнітні перешкоди та зростання пропускну здатності. У дистанційному навчанні створюйте хронологічні схеми еволюції за допомогою онлайн-інструментів типу Lucidchart, ілюструючи перехід від низькошвидкісних мереж до високошвидкісних, як Ethernet, для мультимедіа.

Шукайте інфографіку про вплив мереж на паливну ефек-

тивність, де показано зменшення витрат через оптимальний обмін даними між ECU. Зверніть увагу на виклики ранніх мереж, як обмежена швидкість, і як сучасні протоколи їх подолали для підтримки до 100 Мбіт/с. Для закріплення матеріалу моделюйте прості мережі в онлайн-симуляторах, як Wireshark для автомобільних аналогів, демонструючи обмін даними.

Це допоможе зрозуміти, чому мережі стали «нервовою системою» автомобіля, дозволяючи масштабованість і модульність дизайну. Рекомендується аналізувати приклади з електромобілів, як у Volkswagen ID серії, де мережі інтегрують батарею з двигуном. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських ресурсах від глобальних виробників, як Delphi, для актуальної інформації про майбутні тенденції, як оптичні мережі для ще вищої швидкості. Вивчайте, як еволюція мереж вплинула на діагностику, роблячи її швидшою через стандартизований доступ до даних.

## **2. CAN-шина: структура повідомлення (фрейм), арбітраж, швидкість передачі даних.**

Під час вивчення CAN-шини, зокрема структури повідомлення (фрейму), механізму арбітражу та швидкості передачі даних, радимо студентам дистанційно шукати детальні специфікації на сайтах стандартизаційних організацій, таких як ISO або SAE, де CAN описано як протокол для надійного обміну в автомобільних мережах. Зосередьте увагу на структурі фрейму: починаючи з поля ідентифікатора (11 або 29 біт), що визначає пріоритет, за яким слідує контрольні біти, дані (до 8 байт) і CRC для перевірки помилок.

Вивчайте онлайн-діаграми фреймів, де показано, як кінцеві біти забезпечують завершення повідомлення без колізій. Для арбітражу акцентуйте на неструктивному механізмі, де шина домінує «0» над «1», дозволяючи вищому пріоритету (нижчий ID) перемагати без втрати даних. Шукайте відео про симуляцію арбітражу, де демонструється, як кілька вузлів починають передачу, але тільки один продовжує.

Щодо швидкості, аналізуйте стандартні 500 кбіт/с для високошвидкісної CAN і 125 кбіт/с для низькошвидкісної, з розширенням до CAN FD для 8 Мбіт/с у даних. У дистанційному форматі створюйте розбір фреймів у таблицях Google Sheets, порівнюючи класичну CAN з FD для гнучкості. Шукайте технічні мануали від компаній як NXP,

де деталізовано, як арбітраж забезпечує детермінованість у реальному часі для критичних систем, як гальма.

Зверніть увагу на переваги: низька вартість, стійкість до шумів через диференціальну передачу. Вивчайте виклики, як обмежена довжина шини (до 40 м на високій швидкості) і як подовжувачі їх вирішують. Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори CAN, як у програмному забезпеченні Vector, для тестування фреймів і арбітражу віртуально. Це допоможе зрозуміти, чому CAN є хребтом автомобільних мереж, підтримуючи до 2047 вузлів.

Рекомендується аналізувати приклади з реальних авто, як у Ford, де CAN координує двигун з трансмісією. Загалом, використовуйте ресурси від IEEE для глибокого розуміння протоколу, включаючи помилки та відновлення. Фокусуйте на практичному застосуванні для діагностики, де аналіз фреймів осцилографом виявляє несправності.

### **3. LIN: особливості для простих підсистем (вікна, дзеркала), концепція «майстер-слід».**

Для опрацювання протоколу LIN, його особливостей для простих підсистем як вікна чи дзеркала, та концепції «майстер-слід», студентам пропонується в дистанційному режимі шукати описи на сайтах розробників, таких як LIN Consortium або Microchip, де LIN представлено як дешевий доповнювач до CAN для некритичних функцій. Зосередьте на особливостях: низька швидкість до 20 кбіт/с, однодротова передача з заземленням через кузов, роблячи його економічним для периферійних пристроїв.

Вивчайте, як LIN керує простими актуаторами, наприклад, моторами вікон чи регуляторами дзеркал, з низьким енергоспоживанням для режиму сну. Для концепції «майстер-слід» акцентуйте на ієрархічній структурі, де майстер-ECU ініціює комунікацію, надсилаючи заголовок з ID, а слід-вузли відповідають даними, уникаючи колізій. Шукайте відео про симуляцію мережі LIN, де показано, як майстер планує передачі для до 16 слідів.

Аналізуйте переваги: простота, низька вартість мікроконтролерів, стійкість до шумів через UART-подібну передачу. У дистанційному навчанні моделюйте мережі LIN в онлайн-інструментах типу Simulink, ілюструючи потік від майстра до сліда. Шукайте технічні посібники від компаній як STMicroelectronics, де деталізовано

фрейм LIN з синхронізацією та CRC для надійності. Зверніть увагу на застосування в комфорті, де LIN інтегрується з CAN через шлюз для комплексного керування. Вивчайте виклики, як обмежена швидкість для великих даних, і як це робить LIN ідеальним для локальних підмереж. Для закріплення створюйте діаграми ієрархії, порівнюючи з CAN. Це допоможе зрозуміти роль LIN у зменшенні складності проводки. Рекомендується аналізувати приклади з авто як BMW, де LIN контролює дверні модулі. Загалом, фокусуйте на англійських ресурсах від SAE для розуміння інтеграції в сучасні архітектури, включаючи діагностику через майстер-вузол.

#### **4. FlexRay: застосування для систем, що вимагають високої швидкості та надійності (ADAS, безпека).**

При вивченні протоколу FlexRay, його застосування для систем високої швидкості та надійності як ADAS чи безпека, радимо дистанційно шукати специфікації на сайтах FlexRay Consortium або Daimler, де FlexRay описано як детермінований протокол з швидкістю до 10 Мбіт/с на канал. Зосередьте на подвійній каналній архітектурі для резервування, забезпечуючи надійність у критичних системах, де затримки неприпустимі.

Вивчайте онлайн-діаграми циклу FlexRay з статичними слотами для гарантованої передачі та динамічними для гнучкості. Для ADAS акцентуйте на синхронізації даних від радарів і камер для автономного гальмування чи утримання смуги. Шукайте відео про тестування FlexRay в симуляціях, де показано толерантність до відмов через дублювання. Аналізуйте застосування в безпеці, як x-by-wire, де FlexRay замінює механіку електронікою для керма чи гальм.

У дистанційному форматі створюйте моделі циклів у програмному забезпеченні типу CANoe віртуально. Шукайте мануали від компаній як TTTech, де деталізовано синхронізацію годинників для точності до мікросекунд. Зверніть увагу на переваги: висока пропускна здатність для великих пакетів, стійкість до ЕМІ через диференціальну передачу.

Вивчайте виклики, як вища вартість порівняно з CAN, але необхідність для Level 3+ автономії. Для закріплення симулюйте мережі онлайн, порівнюючи з CAN. Це допоможе зрозуміти роль FlexRay у майбутніх авто. Рекомендується ресурси від IEEE для аналізу в ADAS, включаючи діагностику через статичні слоти.

## **5. Автомобільний Ethernet: використання для мультимедіа, оновлень, діагностики великих даних.**

Під час опрацювання автомобільного Ethernet, його використання для мультимедіа, оновлень та діагностики великих даних, студентам рекомендується шукати огляди на сайтах OPEN Alliance або Broadcom, де Ethernet адаптовано для авто з швидкістю до 10 Гбіт/с через нескрановані пари.

Зосередьте на перевагах: висока пропускна здатність для поточного відео в інфотейнменті чи камер кругового огляду. Вивчайте, як Ethernet підтримує FOTA для бездротових оновлень ПЗ, зменшуючи візити до сервісу. Для діагностики акцентуйте на передачі логів і великих датасетів від сенсорів ADAS. Шукайте відео про інтеграцію Ethernet з CAN через шлюзи. Аналізуйте стандарти як 100BASE-T1 для одночасної передачі живлення та даних.

У дистанційному навчанні моделюйте мережі в Wireshark для авто-аналогів. Шукайте посібники від компаній як Marvell, де деталізовано QoS для пріоритетів трафіку. Зверніть на кібербезпеку через VLAN і аутентифікацію. Вивчайте виклики, як чутливість до вібрацій, вирішені спеціальними кабелями. Для закріплення створюйте схеми застосування. Це забезпечить розуміння ролі в connected cars. Ресурси від SAE для діагностики великих даних.

## **6. Діагностика шин даних: вимірювання напруги, аналіз форми сигналу осцилографом.**

Для вивчення діагностики шин даних, включаючи вимірювання напруги та аналіз форми сигналу осцилографом, пропонується шукати практичні гайди на сайтах Pico Technology або Tektronix, де описано інструменти для виявлення несправностей у мережах як CAN. Зосередьте на вимірюванні напруги: для CAN диференціальна 2.5В рецесивна, 3.5В/1.5В домінантна, перевіряючи на обрив чи замикання. Вивчайте осцилограф для аналізу форми: квадратні хвилі без спотворень вказують на здоров'я, шум чи скруглення - на проблеми.

Шукайте відео про підключення осцилографа до шини для захвату фреймів. Аналізуйте параметри: часова розгортка для швидкості, тригер для синхронізації. У дистанційному форматі симулюйте сигнали в онлайн-осцилографах типу Falstad. Шукайте мануали від компаній як Rohde & Schwarz, де деталізовано декодування протоколів. Зверніть на типові артефакти, як відбиття від неправильної

термінації. Вивчайте виклики, як ЕМІ від двигуна, і фільтри для чистоти. Для закріплення створюйте протоколи тестування. Це допоможе в практичній діагностиці. Ресурси від IEEE для аналізу сигналів.

### **7. Типові несправності шин: обрив, коротке замикання, наведені перешкоди.**

При опрацюванні типових несправностей шин, таких як обрив, коротке замикання та наведені перешкоди, радимо дистанційно шукати кейс-стаді на сайтах Automotive Testing або EE Times, де описано симптоми: обрив блокує комунікацію, викликаючи DTC про втрату зв'язку. Зосередьте на діагностиці: мультиметром перевіряти опір 60 Ом для CAN. Для короткого замикання акцентуйте на постійній домінуючій стані, що блокує шину, з симптомами як нестартуючий двигун. Вивчайте наведені перешкоди від електромагнітних джерел, спотворюючи сигнали.

Шукайте відео про ізоляцію несправностей сегментацією шини. Аналізуйте наслідки: в ADAS перешкоди можуть призвести до помилок безпеки. У дистанційному форматі моделюйте несправності в симуляторах як CANalyzer. Шукайте посібники від компаній як Vector, де деталізовано методи, як осцилограф для візуалізації перешкод. Зверніть на профілактику: екрановані кабелі, правильна маршрутизація. Вивчайте виклики в електромобілях, де високовольтні системи генерують ЕМІ. Для закріплення створюйте чек-листи діагностики. Це забезпечить навички ремонту. Ресурси від SAE для кейсів.

### **8. Інструменти для аналізу трафіку шин даних (CAN-аналізатори).**

Під час вивчення інструментів для аналізу трафіку шин даних, як CAN-аналізатори, студентам рекомендується шукати описи на сайтах Kvaser або Intrepid Control Systems, де аналізатори представлено як пристрої для захвату, декодування та симуляції трафіку. Зосередьте на функціях: реальний час моніторинг фреймів, фільтрація за ID, тригери на помилки. Вивчайте програмне забезпечення як CANoe для візуалізації логів і відтворення сценаріїв. Для діагностики акцентуйте на виявленні аномалій, як дубльовані повідомлення чи високе завантаження. Шукайте відео про підключення аналізатора до шини для захоплення даних під час руху. Аналізуйте типи: портативні для польової роботи, ПК-базовані для глибокого аналізу.

У дистанційному форматі використовуйте онлайн-демо програм для симуляції трафіку. Шукайте мануали від компаній як Peak-System, де деталізовано інтеграцію з осцилографами для кореляції сигналів. Зверніть на підтримку протоколів як CAN FD чи LIN. Вивчайте виклики, як інтерпретація великих датасетів, і інструменти для автоматизації. Для закріплення створюйте звіти з віртуальних логів. Це допоможе в професійній діагностиці. Ресурси від IEEE для передових інструментів.

### **Питання для самоперевірки**

1. Обґрунтуйте необхідність та еволюцію автомобільних мереж для ефективної взаємодії ECU.
2. Опишіть структуру повідомлення (фрейму) в CAN-шині, механізм арбітражу та швидкість передачі даних.
3. Поясніть особливості протоколу LIN для простих підсистем комфорту та концепцію «майстер-слід».
4. Охарактеризуйте застосування протоколу FlexRay для систем високої швидкості та надійності, як ADAS.
5. Розкрийте використання автомобільного Ethernet для мультимедіа, оновлень і діагностики великих даних.
6. Опишіть методи діагностики шин даних: вимірювання напруги та аналіз форми сигналу осцилографом.
7. Перелічіть типові несправності шин даних, такі як обрив, коротке замикання та наведені перешкоди.
8. Назвіть інструменти для аналізу трафіку шин даних, як CAN-аналізатори, та їх застосування.
9. Порівняйте швидкість передачі та надійність CAN-шини з LIN і FlexRay.
10. Як діагностика шин даних впливає на загальну ефективність автомобільних мереж?

### **2.2.3 Тема 3. Принципи OBD (On-Board Diagnostics) та EOBD**

#### **1. Історичний контекст та екологічні вимоги, що призвели до появи OBD.**

При вивченні історичного контексту та екологічних вимог, що призвели до появи OBD, студентам у дистанційному форматі реко-

мендується звернути увагу на еволюцію автомобільної діагностики, починаючи з 1970-х років, коли зростання викидів від автомобілів спонукало до регулювання. Шукайте статті на сайтах екологічних організацій, таких як EPA (Environmental Protection Agency) або CARB (California Air Resources Board), де описано, як у США в 1960-х роках почали вводити норми викидів, що вимагали моніторингу роботи двигуна. Зосередьтеся на 1980-х, коли OBD-I з'явився в Каліфорнії для контролю базових параметрів, таких як викиди CO та NOx, через прості діагностичні коди. Вивчайте онлайн-відео на платформах типу YouTube про перехід до OBD-II у 1996 році, де стандартизація дозволила уніфікувати діагностику для всіх виробників, забезпечуючи точність виявлення несправностей. Акцентуйте на екологічних вимогах, як директиви Євро в Європі, що призвели до EOBD, адаптованої до європейських стандартів.

Для глибшого розуміння аналізуйте технічні документи від SAE International, де деталізовано, як OBD зменшує викиди на 30-40% завдяки ранньому виявленню проблем у каталізаторах чи лямбда-зондах. У дистанційному навчанні створюйте хронологічні діаграми за допомогою онлайн-інструментів типу Canva, ілюструючи етапи від механічної діагностики до цифрової.

Шукайте інфографіку про вплив OBD на екологію, де показано зниження викидів через точний контроль паливної суміші. Зверніть увагу на виклики ранніх систем, як обмежена стандартизація, і як OBD-II вирішив їх через єдиний роз'єм DLC. Для закріплення матеріалу модельуйте етапи розвитку OBD в онлайн-симуляторах, як ScanTool, демонструючи еволюцію кодів несправностей. Це допоможе зрозуміти, чому OBD став обов'язковим для всіх авто, забезпечуючи екологічну відповідність. Рекомендується аналізувати приклади з європейських авто, як Volkswagen, де EOBD адаптовано до норм Євро-5/6. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських ресурсах від ISO, де описано глобальні стандарти, включаючи вплив на діагностичні процеси. Вивчайте, як OBD інтегрується з телематикою для віддаленого моніторингу, що стало актуальним у 2020-х.

## **2. Стандарти OBD-I, OBD-II та EOBD. Порівняння та відмінності.**

Для опрацювання стандартів OBD-I, OBD-II та EOBD, їх порівняння та відмінностей, студентам у дистанційному режимі ради-

мо шукати порівняльні таблиці на сайтах автомобільних асоціацій, як SAE або ACEA, де деталізовано еволюцію стандартів. Зосередьтеся на OBD-I, введеному в 1988 році в США, який мав обмежений набір кодів і нестандартні роз'єми, що ускладнювало діагностику.

Вивчайте OBD-II, запущений у 1996 році, який уніфікував роз'єм DLC (16-pin) і розширив коди DTC для всіх систем, включаючи викиди, трансмісію та кузов. Для EOBD акцентуйте на його адаптації для Європи з 2001 року, враховуючи норми Євро-3, з підтримкою тих же протоколів, але з регіональними відмінностями в тестах викидів. Шукайте відео про порівняння роз'ємів і протоколів, де показано, як OBD-II підтримує ISO 9141, PWM, VPW, а EOBD фокусується на ISO.

Аналізуйте технічні мануали від Bosch, де описано, як OBD-II забезпечує до 80% ширший діагностичний охоп порівняно з OBD-I. У дистанційному форматі створюйте порівняльні діаграми в Google Sheets, вказуючи параметри, як кількість кодів, протоколи, регіон застосування. Зверніть увагу на виклики OBD-I, як несумісність між марками, і як OBD-II/EOBD їх подолали через стандартизацію.

Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори OBD, як OBD Auto Doctor, для віртуального зчитування кодів. Це допоможе зрозуміти переваги OBD-II, як універсальність, і відмінності EOBD, як адаптація до дизельних двигунів. Рекомендується аналізувати приклади з японських авто, де OBD-II адаптовано до локальних ринків. Загалом, використовуйте ресурси від EPA для розуміння стандартів, включаючи їх вплив на сервісне обслуговування. Вивчайте, як EOBD підтримує CAN для швидшого обміну даними.

### **3. Режими роботи OBD-II (Modes). Опис кожного з 10 режимів.**

При вивченні режимів роботи OBD-II, студентам пропонується шукати детальні описи на сайтах як Innova чи ScanTool, де перелічено 10 режимів (Mode 01–Mode 0A) з їх функціями. Зосередьте на Mode 01 (Live Data) для моніторингу параметрів у реальному часі, як швидкість двигуна чи температура. Mode 02 (Freeze Frame) фіксує дані під час несправності, Mode 03 зчитує DTC, Mode 04 скидає коди, Mode 05–06 перевіряють сенсори та тести, Mode 07–08 фокусуються на викидах, Mode 09 надає VIN і калібрувальні дані, а Mode 0A зберігає постійні коди.

Вивчайте відео про використання сканерів для доступу до режимів, де показано їх інтерфейс. Аналізуйте мануали від Delphi, де деталізовано, як режими допомагають у діагностиці, наприклад, Mode 06 для моніторингу каталізатора. У дистанційному форматі створюйте таблиці функцій режимів у Google Docs, порівнюючи їх застосування. Шукайте приклади, як Mode 07 виявляє періодичні несправності. Зверніть на обмеження, як залежність від підтримки виробником. Для закріплення симулюйте режими в онлайн-програмах типу Torque Pro. Це допоможе зрозуміти їх роль у діагностиці. Ресурси від SAE для глибокого аналізу режимів, включаючи їх інтеграцію з CAN.

#### **4. Діагностичні коди несправностей (DTCs): структура (P, B, C, U), загальні та специфічні для виробника.**

Для опрацювання діагностичних кодів несправностей (DTC), їх структури (P, B, C, U) та поділу на загальні й специфічні, радимо шукати пояснення на сайтах OBD-Codes чи Astron, де DTC розшифровуються як п'ятисимвольні коди. Зосередьте на структурі: перша літера (P – двигун/трансмсія, B – кузов, C – шасі, U – мережа) визначає систему, друга цифра (0 – загальний, 1 – специфічний) вказує тип, а решта уточнює несправність.

Вивчайте списки загальних кодів, як P0300 (пропуски запалювання), і специфічних, як P1xxx у Toyota. Шукайте відео про читання DTC сканерами, де показано їх інтерпретацію. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як специфічні коди допомагають у точній діагностиці. У дистанційному форматі створюйте бази кодів у Google Sheets, групуючи за типами. Зверніть на виклики, як неоднозначність загальних кодів. Для закріплення використовуйте симулятори OBD для аналізу кодів. Це допоможе в ідентифікації несправностей. Ресурси від SAE для розуміння стандартів DTC.

#### **5. Світловий індикатор несправності (MIL - Malfunction Indicator Lamp).**

При вивченні світлового індикатора несправності (MIL), студентам радимо шукати описи на сайтах як EPA чи Haynes, де MIL пояснюється як попередження про несправності, що впливають на викиди чи безпеку. Зосередьте на активації: ECU вмикає MIL при виявленні DTC, що повторюється двічі. Вивчайте відео про поведінку MIL

– постійне горіння (серйозна проблема) чи миготіння (критична, як пропуски запалювання).

Аналізуйте мануали від GM, де деталізовано, як MIL інтегрується з OBD для сповіщення водія. У дистанційному форматі створюйте схеми логіки MIL у Draw.io, показуючи зв'язок з DTC. Шукайте приклади, як MIL сигналізує про проблеми каталізатора. Зверніть на скидання MIL після ремонту через Mode 04. Для закріплення симулюйте сценарії в онлайн-сканерах. Це допоможе зрозуміти роль MIL у діагностиці. Ресурси від IEEE для аналізу логіки.

## **6. Статус готовності (Readiness Monitors). Принципи роботи та скидання.**

Для опрацювання статусу готовності (Readiness Monitors), радимо шукати гайди на сайтах ScanTool чи CARB, де пояснено монітори як тести систем, як каталізатор чи EVAP, для перевірки їх готовності до інспекції викидів. Зосередьте на принципі: ECU виконує тести після певних умов, як температура чи швидкість. Вивчайте відео про монітори, де показано статуси «готово» чи «не готово».

Аналізуйте мануали від Ford, де деталізовано скидання моніторів після ремонту чи відключення АКБ. У дистанційному форматі створюйте таблиці умов тестів у Google Docs. Шукайте приклади, як монітори впливають на техогляд. Зверніть на виклики, як тривалі тести для дизелів. Для закріплення симулюйте тести в OBD-програмах. Це допоможе в оцінці готовності. Ресурси від SAE для стандартів.

## **7. Тестування системи EVAP та каталізатора за допомогою OBD-II.**

При вивченні тестування системи EVAP та каталізатора через OBD-II, шукайте інструкції на сайтах Delphi чи Walker, де EVAP контролює випари палива, а каталізатор – викиди. Зосередьте на тестах: Mode 06 для моніторингу ефективності каталізатора, Mode 08 для активного тестування EVAP. Вивчайте відео про діагностику течі EVAP димогенератором, підключеним до OBD. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано параметри, як співвідношення лямбда-зондів.

У дистанційному форматі створюйте чек-листи тестів у Google Docs. Шукайте приклади DTC, як P0420 для каталізатора. Зверніть на виклики, як помилкові спрацьовування через паливо. Для закріплення

симулюйте тести в OBD-програмах. Це допоможе в екологічній діагностиці. Ресурси від EPA для стандартів.

### **8. Обмеження OBD-II та його роль як початкового етапу діагностики.**

Для опрацювання обмежень OBD-II та його ролі як початкового етапу діагностики, шукайте аналітику на сайтах Motor или AA1Car, де OBD-II описано як базовий інструмент, що не охоплює специфічні системи чи механічні проблеми. Зосередьте на обмеженнях: відсутність даних про несправності поза викидами, залежність від виробника. Вивчайте відео про комбінацію OBD з осцилографом для глибокої діагностики. Аналізуйте мануали від Snap-on, де OBD-II є першим кроком перед фізичною перевіркою.

У дистанційному форматі створюйте схеми діагностичного процесу в Lucidchart. Шукайте приклади, де OBD не виявляє механічні дефекти. Зверніть на роль як стартового інструменту для DTC та Live Data. Для закріплення симулюйте сценарії в OBD-програмах. Це допоможе зрозуміти межі OBD. Ресурси від SAE для інтеграції з іншими методами.

### **Питання для самоперевірки**

1. Опишіть історичний контекст та екологічні вимоги, що призвели до появи стандартів OBD.
2. Порівняйте стандарти OBD-I, OBD-II та EOBD, вказавши ключові відмінності та подібності.
3. Перелічіть режими роботи OBD-II та опишіть функції кожного з 10 режимів.
4. Розкрийте структуру діагностичних кодів несправностей (DTC) з префіксами P, B, C, U та їх класифікацію.
5. Поясніть роль світлового індикатора несправності (MIL) у процесі діагностики.
6. Охарактеризуйте статус готовності (Readiness Monitors): принципи роботи та процедуру скидання.
7. Опишіть тестування системи EVAP та каталізатора за допомогою OBD-II.
8. Обґрунтуйте обмеження OBD-II та його роль як початкового етапу діагностики.
9. Як екологічні вимоги вплинули на еволюцію стандартів OBD?

10. Які можливості надає режим Mode 06 для аналізу результатів тестів моніторів?

## **2.2.4 Тема 4. Діагностичне програмне забезпечення**

### **1. Класифікація програм: дилерські (ОЕМ), мультимарочні (Bosch KTS, Autel), спеціалізовані.**

При вивченні класифікації діагностичного програмного забезпечення, такого як дилерські (ОЕМ), мультимарочні (Bosch KTS, Autel) та спеціалізовані програми, студентам у дистанційному форматі рекомендується звернути увагу на їх функціональні відмінності та сфери застосування. Шукайте огляди на сайтах виробників, як Bosch Automotive Service Solutions або Autel, де детально описано можливості програм.

Зосередьтеся на дилерських програмах, які розроблені для конкретних марок, наприклад, Techstream для Toyota, забезпечуючи повний доступ до всіх систем авто, включаючи кодування та адаптації. Вивчайте мультимарочні рішення, як Bosch KTS чи Autel MaxiSys, які підтримують широкий спектр марок, але з менш глибоким доступом до специфічних функцій. Спеціалізовані програми, як для чип-тюнінгу чи аналізу вихлопу, шукайте на сайтах компаній типу Alientech.

Аналізуйте відео на YouTube, де демонструються інтерфейси програм, наприклад, як ОЕМ-програми дозволяють активувати приховані функції, а мультимарочні – зчитувати DTC для різних брендів. У дистанційному навчанні створюйте порівняльні таблиці в Google Sheets, оцінюючи програми за критеріями: сумісність, глибина діагностики, ціна. Шукайте технічні мануали від Snap-on, де порівнюються універсальність мультимарочних програм і точність ОЕМ.

Зверніть увагу на виклики, як обмежений доступ мультимарочних програм до кодування ECU чи потреба в інтернеті для ОЕМ. Для закріплення використовуйте онлайн-демо програм, як Autel Cloud, для віртуального тестування функцій. Це допоможе зрозуміти, чому дилерські програми кращі для складних ремонтів, а мультимарочні – для універсальних СТО. Рекомендується аналізувати приклади з реальних сервісів, де мультимарочні програми економлять час, але ОЕМ необхідні для прошивки.

Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних ресурсах від SAE для розуміння стандартів програмного забезпечення. Вивчайте, як спеціалізовані програми застосовуються для нішевих завдань, як діагностика EV-батареї, і як це впливає на вибір обладнання для майстерні.

## **2. Функціональні можливості ПЗ: читання DTC, перегляд параметрів (Live Data), активаційні тести.**

Під час опрацювання функціональних можливостей діагностичного ПЗ, таких як читання DTC, перегляд Live Data та активаційні тести, радимо студентам шукати гайди на сайтах виробників, як Launch чи Delphi, де описано, як ці функції полегшують діагностику. Зосередьтеся на читанні DTC для ідентифікації несправностей через стандартні коди, наприклад, P0171 для бідної суміші, що допомагає локалізувати проблему.

Вивчайте Live Data для моніторингу параметрів у реальному часі, як оберти двигуна чи температура охолоджувача, шукаючи відео, де показано аналіз даних для виявлення аномалій. Активаційні тести дозволяють перевіряти актуатори, як форсунки чи вентилятори, через ПЗ. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як Live Data допомагає порівнювати фактичні та еталонні значення. У дистанційному форматі створюйте чек-листи функцій у Google Docs, групуючи за типами діагностики. Шукайте приклади, як активаційні тести виявляють несправні соленоїди в АКПП.

Зверніть увагу на виклики, як неточність Live Data через затримки зв'язку. Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори, як OBD Auto Doctor, для практики зчитування DTC. Це допоможе зрозуміти, як ПЗ скорочує час діагностики до 50% порівняно з ручними методами. Рекомендується ресурси від IEEE для аналізу стандартів обміну даними. Вивчайте, як функції інтегруються з CAN для швидкого доступу до ECU.

## **3. Принципи оновлення ПЗ та баз даних. Онлайн-ресурси та офлайн-пакели.**

Для вивчення принципів оновлення діагностичного ПЗ та баз даних, включаючи онлайн-ресурси та офлайн-пакели, студентам пропонується шукати інструкції на сайтах Autel чи Snap-on, де описано процеси оновлення для актуальності даних. Зосередьтеся на онлайн-

оновленнях через хмарні платформи, які додають нові моделі авто та DTC, забезпечуючи сумісність із сучасними системами.

Вивчайте офлайн-пакети для роботи без інтернету, як USB-оновлення для Bosch KTS, що корисно в віддалених СТО. Шукайте відео про автоматизовані оновлення, де показано завантаження баз через Wi-Fi. Аналізуйте мануали від Launch, де деталізовано, як оновлення додають підтримку нових протоколів, як CAN FD. У дистанційному форматі створюйте схеми процесу оновлення в Draw.io, порівнюючи онлайн і офлайн методи.

Шукайте приклади, як затримки оновлень призводять до помилок у діагностиці нових моделей. Зверніть на виклики, як потреба в підписах для доступу до баз. Для закріплення моделюйте оновлення в демо-версіях ПЗ. Це допоможе зрозуміти важливість актуальності для точної діагностики. Ресурси від SAE для стандартів оновлень.

#### **4. Інтерфейс користувача та його ергономіка. Розуміння структури меню та функцій.**

При опрацюванні інтерфейсу користувача діагностичного ПЗ та його ергономіки, радимо шукати огляди на сайтах Innova чи Xtool, де описано, як інтуїтивний дизайн прискорює роботу. Зосередьтеся на структурі меню: головний екран з доступом до DTC, Live Data, тестів, і підменю для налаштувань.

Вивчайте відео про навігацію в ПЗ, як Autel MaxiSys, де показано швидкий доступ до функцій через сенсорний інтерфейс. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано ергономіку, як іконки чи кольорове кодування, що зменшують помилки оператора. У дистанційному форматі створюйте діаграми меню в Canva, порівнюючи ПЗ за зручністю.

Шукайте приклади, як невдалий дизайн уповільнює діагностику. Зверніть на виклики, як перевантаження інформацією в складних ПЗ. Для закріплення використовуйте демо-версії ПЗ для практики навігації. Це допоможе зрозуміти, як ергономіка економить до 20% часу. Ресурси від IEEE для стандартів UI.

#### **5. Пряме та непряме кодування: зміна параметрів роботи ECU.**

Для вивчення прямого та непрямого кодування параметрів ECU, шукайте гайди на сайтах Alientech чи Magic Motorsport, де пряме ко-

дування змінює прошивку ECU напряму, а непряме – через діагностичний порт. Зосередьтеся на прямому для чип-тюнінгу, змінюючи карти палива чи запалювання. Вивчайте непряме для адаптацій, як калібрування датчиків через OEM-ПЗ. Шукайте відео про кодування, де показано зміну параметрів для активації функцій, як автозакриття вікон.

Аналізуйте мануали від Delphi, де деталізовано ризики прямого кодування, як втрата даних. У дистанційному форматі створюйте порівняльні таблиці в Google Sheets, оцінюючи методи за складністю. Зверніть на виклики, як потреба в стабільному живленні. Для закріплення симулюйте кодування в онлайн-програмах. Це допоможе зрозуміти гнучкість ПЗ у налаштуваннях. Ресурси від SAE для стандартів кодування.

## **6. Захист від копіювання та принципи ліцензування програмного забезпечення.**

При опрацюванні захисту від копіювання та ліцензування діагностичного ПЗ, шукайте статті на сайтах Bosch чи Snap-on, де описано DRM (Digital Rights Management) для запобігання піратству. Зосередьтеся на ліцензіях: підписки для доступу до оновлень чи одноразові ключі для офлайн-ПЗ. Вивчайте відео про активацію ПЗ через онлайн-портالي.

Аналізуйте мануали від Autel, де деталізовано, як захист через апаратні ключі чи VIN-прив'язку ускладнює копіювання. У дистанційному форматі створюйте схеми ліцензування в Lucidchart. Шукайте приклади, як піратське ПЗ призводить до помилок діагностики. Зверніть на виклики, як обмеження доступу без підписки. Для закріплення моделюйте процес активації. Це допоможе зрозуміти важливість легального ПЗ. Ресурси від IEEE для стандартів DRM.

## **7. Використання хмарних платформ для оновлення та доступу до технічної інформації.**

Для вивчення хмарних платформ для оновлення ПЗ та доступу до технічної інформації, шукайте описи на сайтах ALLDATA чи Mitchell 1, де хмарні сервіси надають бази даних і FOTA. Зосередьтеся на перевагах: миттєвий доступ до DTC, схем, мануалів. Вивчайте відео про хмарні оновлення Autel Cloud для нових моделей.

Аналізуйте статті від SAE, де деталізовано, як хмари скорочують час оновлення до хвилин. У дистанційному форматі створюйте діаграми доступу в Draw.io. Шукайте приклади, як хмари допомагають у віддаленій діагностиці. Зверніть на виклики, як залежність від інтернету. Для закріплення симулюйте доступ у демо-хмарах. Це допоможе зрозуміти ефективність хмар. Ресурси від IEEE для стандартів.

### **8. Практичні поради щодо вибору ПЗ та його налаштування для конкретного діагностичного завдання.**

При опрацюванні практичних порад щодо вибору та налаштування діагностичного ПЗ, шукайте рекомендації на сайтах Garage Gurus чи iATN, де описано критерії вибору: сумісність, глибина функцій, підтримка. Зосередьтеся на оцінці завдань: OEM для кодування, мультимарочні для універсальності.

Вивчайте відео про налаштування ПЗ, як вибір протоколів для CAN чи LIN. Аналізуйте мануали від Launch, де деталізовано конфігурацію для конкретних моделей. У дистанційному форматі створюйте чек-листи вибору в Google Docs. Шукайте приклади, як неправильне ПЗ уповільнює ремонт. Зверніть на виклики, як несумісність із новими авто. Для закріплення моделюйте налаштування в демо-ПЗ. Це допоможе у виборі оптимального ПЗ. Ресурси від SAE для критеріїв.

### **Питання для самоперевірки**

1. Класифікуйте діагностичне програмне забезпечення: дилерські (OEM), мультимарочні та спеціалізовані.
2. Перелічіть функціональні можливості ПЗ: читання DTC, перегляд Live Data, активаційні тести.
3. Опишіть принципи оновлення ПЗ та баз даних, включаючи онлайн-ресурси та офлайн-пакети.
4. Охарактеризуйте інтерфейс користувача діагностичного ПЗ та його ергономіку.
5. Поясніть пряме та непряме кодування для зміни параметрів роботи ECU.
6. Розкрийте принципи захисту від копіювання та ліцензування програмного забезпечення.
7. Опишіть використання хмарних платформ для оновлення ПЗ та

доступу до технічної інформації.

8. Наведіть практичні поради щодо вибору ПЗ та його налаштування для конкретного завдання.
9. Як відрізняються функціональні можливості дилерського та мультимарочного ПЗ?
10. Яке значення має ергономіка інтерфейсу ПЗ для ефективної діагностики?

## **2.2.5 Тема 5. Діагностичні адаптери та сканери**

### **1. Функціональне призначення та роль у діагностичному процесі.**

При вивченні функціонального призначення та ролі діагностичних адаптерів і сканерів у діагностичному процесі, студентам у дистанційному форматі рекомендується звернути увагу на їхню ключову функцію – забезпечення зв'язку між автомобільними системами та діагностичним програмним забезпеченням для зчитування даних, аналізу несправностей і виконання тестів.

Шукайте огляди на сайтах виробників, як Bosch Automotive або Autel, де описано, як адаптери з'єднуються з ECU через стандартний роз'єм OBD-II (DLC) для доступу до параметрів, таких як DTC, Live Data чи активаційні тести. Зосередьтеся на ролі сканерів у спрощенні діагностики: вони декодують дані з ECU, дозволяючи швидко локалізувати проблеми, наприклад, у двигуні чи трансмісії, скорочуючи час аналізу на 40-50% порівняно з ручними методами.

Вивчайте онлайн-відео на платформах типу YouTube, де показано підключення сканера до авто і зчитування кодів несправностей, як P0300 для пропусків запалювання. Аналізуйте технічні мануали від Snap-on, де деталізовано, як адаптери підтримують протоколи, як CAN, ISO 9141 чи J1850, забезпечуючи сумісність із різними марками.

У дистанційному навчанні створюйте схеми взаємодії адаптера з ECU в онлайн-інструментах типу Draw.io, ілюструючи потік даних від порту OBD до ПЗ. Шукайте інфографіку про вплив сканерів на ефективність СТО, де підкреслено зменшення часу ремонту завдяки автоматизації. Зверніть увагу на виклики, як обмежена сумісність бюджетних адаптерів із новими моделями авто чи потреба в оновленнях ПЗ для підтримки нових протоколів. Для закріплення матеріалу використовуйте онлайн-симулятори, як OBD Auto Doctor, для віртуального

тестування зчитування даних. Це допоможе зрозуміти, чому адаптери є невід'ємною частиною сучасної діагностики, забезпечуючи доступ до всіх систем автомобіля.

Рекомендується аналізувати приклади з електромобілів, як Tesla, де сканери інтегруються з хмарними платформами для віддаленого аналізу. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських ресурсах від SAE International для актуальних стандартів і технологій. Вивчайте, як адаптери полегшують діагностику складних систем, як ADAS, через спеціалізовані функції, і як їхня роль зростає з появою connected cars.

## **2. Типи сканерів: портативні (hand-held), планшетні, на базі ПК.**

Під час опрацювання типів діагностичних сканерів – портативних (hand-held), планшетних і на базі ПК – студентам у дистанційному форматі радимо шукати порівняльні огляди на сайтах компаній, як Innova чи Launch, де деталізовано їхні особливості та застосування. Зосередьтеся на портативних сканерах, які компактні, з вбудованим екраном, ідеальні для швидкого зчитування DTC у польових умовах, але обмежені в глибині аналізу.

Вивчайте планшетні сканери, як Autel MaxiSys, які пропонують сенсорний інтерфейс, бездротовий зв'язок і ширший функціонал, включаючи кодування ECU. Сканери на базі ПК, як Bosch KTS з ноутбуком, забезпечують максимальну гнучкість для складної діагностики, наприклад, аналізу осцилограм чи програмування. Шукайте відео на YouTube, де показано роботу кожного типу, наприклад, портативний Innova для базового сканування чи ПК-сканер для глибокого аналізу CAN-шини. Аналізуйте мануали від Snap-on, де порівнюються можливості: портативні – для швидкості, планшетні – для універсальності, ПК – для професійного сервісу.

У дистанційному навчанні створюйте порівняльні таблиці в Google Sheets, оцінюючи сканери за критеріями: портативність, функціонал, ціна, сумісність. Зверніть увагу на виклики, як обмежена пам'ять портативних моделей чи потреба в потужному ПК для складних ПЗ. Для закріплення використовуйте онлайн-демо програм, як Torque Pro, для симуляції роботи сканерів. Це допоможе зрозуміти, як тип сканера впливає на ефективність діагностики, наприклад, планшетні скорочують час на 20% завдяки інтуїтивному UI. Рекомендується аналізувати приклади з СТО, де портативні сканери використовують

ються для первинної перевірки, а ПК – для ремонту гібридів. Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних ресурсах від IEEE для розуміння стандартів і трендів у розвитку сканерів. Вивчайте, як планшетні моделі стають популярними через бездротові технології.

### **3. Технічні характеристики адаптерів: швидкість обміну, підтримка протоколів, сумісність.**

Для вивчення технічних характеристик діагностичних адаптерів, таких як швидкість обміну, підтримка протоколів і сумісність, пропонується шукати специфікації на сайтах Kvaser чи Xtool, де описано ключові параметри. Зосередьтеся на швидкості обміну: адаптери для CAN підтримують до 1 Мбіт/с, а для Ethernet – до 100 Мбіт/с, що критично для ADAS чи мультимедіа. Вивчайте підтримку протоколів: ISO 9141, J1850, CAN, CAN FD, необхідних для роботи з різними марками авто. Сумісність визначає, чи адаптер працює з OEM чи мультимарочним ПЗ, як Bosch ESI[tronic].

Шукайте відео, де показано підключення адаптера до авто і швидкість зчитування Live Data. Аналізуйте мануали від Pico Technology, де деталізовано, як швидкість впливає на аналіз великих даних. У дистанційному форматі створюйте таблиці характеристик у Google Docs, порівнюючи адаптери за протоколами та сумісністю. Зверніть на виклики, як несумісність із новими моделями без оновлень. Для закріплення симулюйте роботу адаптерів у програмах типу CANalyzer. Це допоможе зрозуміти, чому швидкість і протоколи критичні для точної діагностики. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів. Вивчайте приклади, як адаптери для CAN FD підтримують електромобілі.

### **4. Різниця між J2534, VCI, і спеціалізованими адаптерами.**

При опрацюванні різниці між J2534, VCI та спеціалізованими адаптерами, шукайте пояснення на сайтах Drew Technologies чи Autel, де J2534 описано як універсальний стандарт для програмування ECU через ПК, сумісний з OEM-ПЗ. Зосередьтеся на VCI (Vehicle Communication Interface), які є модульними адаптерами для мультимарочного ПЗ, як Bosch KTS, з підтримкою бездротового зв'язку.

Спеціалізовані адаптери, як для чип-тюнінгу від Alientech, обмежені конкретними завданнями. Вивчайте відео про використання J2534 для прошивки чи VCI для сканування. Аналізуйте мануали від

Snap-on, де порівнюються універсальність J2534 і гнучкість VCI. У дистанційному форматі створюйте діаграми різниць у Lucidchart. Шукайте приклади, як J2534 економить час при кодуванні. Зверніть на виклики, як складність налаштування J2534. Для закріплення симулюйте підключення в демо-ПЗ. Це допоможе зрозуміти їх застосування. Ресурси від IEEE для стандартів J2534.

### **5. Аналіз можливостей VCI (Vehicle Communication Interface) – інтерфейсів зв'язку з авто.**

Для вивчення можливостей VCI, шукайте описи на сайтах Vector чи Intrepid, де VCI представлено як інтерфейси для зв'язку з ECU через CAN, LIN чи Ethernet. Зосередьтеся на функціях: зчитування DTC, Live Data, активаційні тести, програмування. Вивчайте відео про бездротові VCI, як Bosch VCI, для віддаленої діагностики. Аналізуйте мануали від Kvaser, де деталізовано підтримку протоколів і швидкість до 1 Мбіт/с. У дистанційному форматі створюйте таблиці можливостей у Google Sheets. Шукайте приклади, як VCI діагностують ADAS. Зверніть на виклики, як залежність від ПЗ. Для закріплення симулюйте VCI в CANoe. Це допоможе зрозуміти їх універсальність. Ресурси від SAE для аналізу VCI.

### **6. Бездротові технології (Bluetooth, Wi-Fi) у діагностичних пристроях.**

При опрацюванні бездротових технологій, як Bluetooth і Wi-Fi, у діагностичних пристроях, шукайте огляди на сайтах Autel чи Launch, де описано їх переваги: Bluetooth для ближнього зв'язку (до 10 м), Wi-Fi для швидкості до 100 Мбіт/с. Зосередьтеся на застосуванні: віддалене зчитування DTC чи FOTA. Вивчайте відео про підключення Wi-Fi сканерів до хмар. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано шифрування для безпеки. У дистанційному форматі створюйте схеми зв'язку в Draw.io. Шукайте приклади, як Wi-Fi прискорює діагностику електромобілів. Зверніть на виклики, як перешкоди від ЕМІ. Для закріплення симулюйте бездротовий зв'язок у демо-ПЗ. Це допоможе зрозуміти їх роль. Ресурси від IEEE для стандартів.

### **7. Особливості роботи з мультиплексними адаптерами.**

Для вивчення особливостей мультиплексних адаптерів, шукайте гайди на сайтах PicoScore чи Snap-on, де вони описані як пристрої для

одночасної роботи з кількома протоколами (CAN, LIN, K-Line). Зосередьтеся на їх гнучкості для різних марок авто. Вивчайте відео про підключення мультиплексорів до ECU. Аналізуйте мануали від Autel, де деталізовано автоматичне визначення протоколів. У дистанційному форматі створюйте чек-листи функцій у Google Docs. Шукайте приклади, як мультиплексори діагностують гібриди. Зверніть на виклики, як складність налаштування. Для закріплення симулюйте роботу в CANalyzer. Це допоможе зрозуміти їх універсальність. Ресурси від SAE для стандартів.

## **8. Критерії вибору обладнання для професійного використання.**

При опрацюванні критеріїв вибору діагностичного обладнання для професійного використання, шукайте рекомендації на сайтах Garage Gurus чи iATN, де описано ключові фактори: сумісність, швидкість, оновлення, підтримка. Зосередьтеся на оцінці за типом СТО: універсальні адаптери для мультимарочних, OEM для дилерських. Вивчайте відео про тестування обладнання в сервісах.

Аналізуйте мануали від Launch, де порівнюються ціна та функціонал. У дистанційному форматі створюйте таблиці критеріїв у Google Sheets. Шукайте приклади, як вибір впливає на швидкість ремонту. Зверніть на виклики, як висока ціна OEM-сканерів. Для закріплення моделюйте вибір у демо-ПЗ. Це допоможе обрати оптимальне обладнання. Ресурси від IEEE для критеріїв.

### **Питання для самоперевірки**

1. Опишіть функціональне призначення та роль діагностичних адаптерів і сканерів у процесі діагностики.
2. Класифікуйте типи сканерів: портативні, планшетні та на базі ПК.
3. Перелічіть технічні характеристики адаптерів: швидкість обміну, підтримка протоколів, сумісність.
4. Порівняйте різницю між інтерфейсами J2534, VCI та спеціалізованими адаптерами.
5. Охарактеризуйте можливості VCI як інтерфейсів зв'язку з автомобілем.
6. Опишіть бездротові технології (Bluetooth, Wi-Fi) у діагностичних пристроях.
7. Наведіть особливості роботи з мультиплексними адаптерами.

8. Перелічіть критерії вибору діагностичного обладнання для професійного використання.
9. Як бездротові технології впливають на зручність діагностики?
10. Яке значення має підтримка протоколів для сумісності адаптерів?

## **2.2.6 Тема 6. Осцилограф в автодіагностиці**

### **1. Принципи роботи осцилографа: основи аналізу форми сигналу.**

При вивченні принципів роботи осцилографа та основ аналізу форми сигналу в автодіагностиці, студентам у дистанційному форматі рекомендується звернути увагу на базові функції осцилографа як інструменту для візуалізації електричних сигналів у часі, що дозволяє виявляти аномалії в автомобільних системах. Шукайте навчальні матеріали на сайтах виробників, як Pico Technology або Tektronix, де пояснено, як осцилограф вимірює напругу (вертикальна вісь) проти часу (горизонтальна вісь) для створення осцилограми.

Зосередьтеся на основах: осцилограф захоплює аналогові чи цифрові сигнали від датчиків або шин даних, як CAN, показуючи їх форму – квадратну, синусоїдну чи пилкоподібну. Вивчайте онлайн-відео на YouTube, де демонструється робота осцилографа, наприклад, аналіз сигналу лямбда-зонда з частотою 1-2 Гц для оцінки стану вихлопу.

Аналізуйте технічні гайди від Hantek, де деталізовано, як форма сигналу (піки, спадання, шум) вказує на несправності, наприклад, спотворення через коротке замикання. У дистанційному навчанні створюйте діаграми принципів роботи в Draw.io, ілюструючи, як осцилограф перетворює напругу в графік. Шукайте інфографіку про типи сигналів, де показано, як правильна квадратна хвиля CAN (3.5B/1.5B) відрізняється від шумної.

Зверніть увагу на виклики, як неправильна настройка масштабу, що спотворює результати. Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори осцилографів, як Falstad, для віртуального аналізу сигналів. Це допоможе зрозуміти, чому осцилограф є ключовим для точної діагностики, виявляючи проблеми, які не видно через OBD-II. Рекомендується аналізувати приклади з реальних авто, як у Ford, де осцилограф перевіряє сигнали датчиків колінвала. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських ресурсах від IEEE для розуміння стандартів

вимірювань. Вивчайте, як осцилограф інтегрується з ПЗ для декодування протоколів, що прискорює аналіз на 30% порівняно з ручними методами.

## **2. Застосування осцилографа: виявлення шумів, перешкод, плаваючих несправностей.**

Для опрацювання застосування осцилографа у виявленні шумів, перешкод і плаваючих несправностей, студентам радимо шукати практичні кейси на сайтах PicoScope або Automotive Test Solutions, де описано використання осцилографа для ідентифікації електричних аномалій, невидимих для сканерів OBD. Зосередьтеся на шумах, які проявляються як хаотичні коливання на осцилограмі, наприклад, через електромагнітні перешкоди (EMI) від двигуна, що спотворюють сигнали датчиків.

Вивчайте перешкоди, як відбиття сигналу в CAN-шині через неправильну термінацію, що видно як піки на графіку. Плаваючі несправності, що виникають періодично, наприклад, у котушках запалювання, виявляються через нестабільні піки напруги. Шукайте відео на YouTube, де показано аналіз осцилограм для пошуку таких проблем, як пропуски імпульсів у форсунках. Аналізуйте мануали від Rohde & Schwarz, де деталізовано методи фільтрації шумів і ізоляції несправностей.

У дистанційному форматі створюйте порівняльні таблиці в Google Sheets, оцінюючи типи аномалій за їх впливом на системи авто. Шукайте приклади, як плаваючі несправності в ABS датчиках викликають помилкові DTC. Зверніть увагу на виклики, як складність розрізнення шумів від нормальних сигналів без досвіду.

Для закріплення симулюйте аномалії в онлайн-осцилографах типу CircuitLab, моделюючи перешкоди. Це допоможе зрозуміти, як осцилограф скорочує час пошуку несправностей до 40% порівняно зі сканерами. Рекомендуються ресурси від SAE для аналізу технік діагностики. Вивчайте, як осцилограф застосовується для перевірки складних систем, як ADAS, де точність сигналів критична.

## **3. Діагностика датчиків: сигнали датчика Холла, індуктивного датчика, датчика кисню.**

При вивченні діагностики датчиків (Холла, індуктивного, кисневого) за допомогою осцилографа, шукайте гайди на сайтах AESwave

або Pico Technology, де описано типові осцилограми для кожного датчика. Зосередьтеся на датчику Холла, який генерує квадратний сигнал (0-5В) для вимірювання обертів колінвала, де пропуски вказують на несправність. Індуктивний датчик видає синусоїдний сигнал, амплітуда якого залежить від швидкості обертання, наприклад, у датчиках ABS.

Датчик кисню (лямбда-зонд) створює хвилю 0.1-0.9В, що коливається залежно від суміші. Вивчайте відео, де показано аналіз сигналів, як аномальний спад у лямбда-зонді вказує на забруднення. Аналізуйте мануали від Nantek, де деталізовано параметри сигналів для діагностики. У дистанційному форматі створюйте діаграми сигналів у Draw.io, порівнюючи нормальні та аномальні осцилограми.

Шукайте приклади, як дефектний датчик Холла викликає пропуски запалювання. Зверніть на виклики, як шум від проводки, що спотворює сигнали. Для закріплення симулюйте сигнали в онлайн-інструментах типу Falstad. Це допоможе зрозуміти роль осцилографа в точній діагностиці датчиків. Ресурси від IEEE для стандартів сигналів.

#### **4. Аналіз сигналів з виконавчих механізмів: форсунки, котушки запалювання, клапани.**

Для опрацювання аналізу сигналів виконавчих механізмів (форсунки, котушки запалювання, клапани) осцилографом, шукайте інструкції на сайтах Snap-on чи Motor, де описано осцилограми для актуаторів. Зосередьтеся на форсунках: імпульсний сигнал (прямокутний, 5-12В) показує час уприскування, де відхилення вказують на застінчення. Котушки запалювання генерують високовольтний пік (до 40 кВ), де спад сигналізує про дефект. Клапани, як соленоїди АКПП, мають чіткі імпульси вмикання/вимкнення.

Вивчайте відео про перевірку форсунок осцилографом для оцінки часу реакції. Аналізуйте мануали від PicoScore, де деталізовано, як аномалії сигналів вказують на механічні проблеми. У дистанційному форматі створюйте таблиці сигналів у Google Docs, порівнюючи нормальні та дефектні. Шукайте приклади, як слабкий сигнал котушки викликає пропуски. Зверніть на виклики, як шум від ЕМІ. Для закріплення симулюйте сигнали в CircuitLab. Це допоможе діагностувати актуатори. Ресурси від SAE для аналізу.

## **5. Використання осцилографа для перевірки цілісності шини CAN.**

При вивченні використання осцилографа для перевірки цілісності CAN-шини, шукайте гайди на сайтах Kvaser чи Rohde & Schwarz, де описано аналіз диференціальних сигналів CAN\_H і CAN\_L (3.5В/1.5В). Зосередьтеся на квадратній формі сигналу: спотворення вказують на обрив чи замикання, а шум – на ЕМІ.

Вивчайте відео про підключення осцилографа до шини для декодування фреймів. Аналізуйте мануали від Tektronix, де деталізовано параметри, як частота 500 кГц для CAN. У дистанційному форматі створюйте схеми перевірки в Draw.io. Шукайте приклади, як обрив викликає втрату зв'язку ECU. Зверніть на виклики, як неправильна термінація (120 Ом). Для закріплення симулюйте CAN-сигнали в Falstad. Це допоможе виявляти проблеми шини. Ресурси від IEEE для стандартів.

## **6. Налаштування осцилографа: часова розгортка, масштаб, тригер.**

Для опрацювання налаштування осцилографа (часова розгортка, масштаб, тригер), шукайте інструкції на сайтах Pico Technology чи Keysight, де описано параметри для точного аналізу. Зосередьтеся на часовій розгортці: 1 мс/поділка для CAN, 10 мс для лямбда-зонда. Масштаб (В/поділка) налаштовується для сигналів, як 5В для датчиків.

Тригер синхронізує сигнал, наприклад, по фронту імпульсу. Вивчайте відео про налаштування для перевірки форсунок. Аналізуйте мануали від Hantek, де деталізовано вибір тригера для стабільності. У дистанційному форматі створюйте чек-листи налаштувань у Google Docs. Шукайте приклади, як неправильна розгортка спотворює дані. Зверніть на виклики, як шум при слабкому тригері. Для закріплення симулюйте налаштування в Falstad. Це допоможе освоїти осцилограф. Ресурси від SAE для стандартів.

## **7. Портативні автомобільні осцилографи та їхні переваги.**

При вивченні портативних автомобільних осцилографів, шукайте огляди на сайтах PicoScope чи Autel, де описано їх компактність і вбудовані функції для СТО. Зосередьтеся на перевагах: мобільність,

батарея, підтримка CAN-декодування. Вивчайте відео про використання портативних моделей, як PicoScope 2204A, у польових умовах.

Аналізуйте мануали від Snap-on, де порівнюються з настільними моделями. У дистанційному форматі створюйте таблиці переваг у Google Sheets. Шукайте приклади, як портативність прискорює діагностику ABS. Зверніть на виклики, як обмежена пам'ять. Для закріплення симулюйте роботу в демо-ПЗ. Це допоможе оцінити зручність. Ресурси від IEEE для трендів.

## **8. Інтерпретація аномальних осцилограм та типові помилки початківців.**

Для опрацювання інтерпретації аномальних осцилограм і типових помилок початківців, шукайте кейси на сайтах AESwave чи Motor, де описано аномалії, як спотворення сигналу через замикання чи шум від ЕМІ. Зосередьтеся на помилках: неправильна розгортка, слабкий тригер, ігнорування заземлення.

Вивчайте відео про аналіз осцилограм, де показано, як спад сигналу вказує на дефект. Аналізуйте мануали від Pico Technology, де деталізовано розрізнення нормальних і аномальних графіків. У дистанційному форматі створюйте таблиці аномалій у Google Docs. Шукайте приклади, як помилки уповільнюють діагностику. Зверніть на виклики, як суб'єктивність інтерпретації. Для закріплення симулюйте аномалії в Falstad. Це допоможе уникати помилок. Ресурси від SAE для стандартів.

### **Питання для самоперевірки**

1. Опишіть принципи роботи осцилографа та основи аналізу форми сигналу.
2. Наведіть застосування осцилографа для виявлення шумів, перешкод і плаваючих несправностей.
3. Охарактеризуйте діагностику датчиків сигналом осцилографом: датчик Холла, індуктивний, кисневий.
4. Поясніть аналіз сигналів виконавчих механізмів: форсунки, котушки запалювання, клапани.
5. Опишіть використання осцилографа для перевірки цілісності шини CAN.
6. Перелічіть налаштування осцилографа: часова розгортка, масштаб, тригер.

7. Наведіть переваги портативних автомобільних осцилографів.
8. Опишіть інтерпретацію аномальних осцилограм та типові помилки початківців.
9. Як осцилограф допомагає в діагностиці, недоступній для сканерів?
10. Які фізичні параметри сигналів важливі для аналізу датчиків?

## **2.2.7 Тема 7. Мультиметри та спеціалізовані тестери**

### **1. Роль мультиметра в арсеналі автодіагноста.**

При вивченні ролі мультиметра в арсеналі автодіагноста в дистанційному форматі студентам рекомендується звернути увагу на його універсальність як інструменту для вимірювання напруги, опору та струму, що дозволяє виявляти електричні несправності в автомобільних системах. Шукайте навчальні матеріали на сайтах Fluke або Extech, де мультиметр описано як базовий прилад для перевірки електричних ланцюгів, датчиків і акумуляторів.

Зосередьтеся на його функціях: діагностика обривів проводки, коротких замикань чи падінь напруги в системах, як стартер чи генератор. Вивчайте онлайн-відео на YouTube, де показано використання мультиметра, наприклад, для перевірки напруги акумулятора (12.6 В у спокої) або опору датчика температури (1-4 кОм). Аналізуйте технічні гайди від Amprobe, де деталізовано, як мультиметр допомагає виявити проблеми, невидимі для OBD-сканерів, наприклад, слабкий контакт у роз'ємах.

У дистанційному навчанні створюйте схеми застосування мультиметра в Draw.io, ілюструючи його роль у перевірці ланцюгів живлення ECU чи освітлення. Шукайте інфографіку про точність вимірювань, де підкреслено, як мультиметр скорочує час діагностики на 20-30% порівняно з візуальним оглядом. Зверніть увагу на виклики, як потреба в правильному виборі діапазону вимірювань для уникнення помилок.

Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори, як Multisim, для віртуального тестування ланцюгів. Це допоможе зрозуміти, чому мультиметр є незамінним для первинної діагностики, особливо в умовах, де сканери обмежені. Рекомендується аналізувати приклади з електромобілів, де мультиметр перевіряє низьковольтні ланцюги керування. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських ресурсах від IEEE для стандартів вимірювань. Вивчайте, як мультиметр

інтегрується з іншими інструментами, як осцилограф, для комплексної діагностики, забезпечуючи базову перевірку перед глибшим аналізом.

## **2. Вимірювання напруги: діагностика АКБ, генератора, падіння напруги в ланцюзі.**

Для опрацювання вимірювання напруги мультиметром у діагностиці акумуляторної батареї (АКБ), генератора та падіння напруги в ланцюзі, студентам радимо шукати практичні посібники на сайтах Fluke чи Battery University, де описано методи перевірки електричних параметрів. Зосередьтеся на АКБ: нормальна напруга у спокої становить 12.4-12.6 В, а під навантаженням не повинна падати нижче 9.6 В. Для генератора вимірюйте 13.8-14.4 В на холостому ході, що вказує на правильну зарядку.

Падіння напруги в ланцюзі (менше 0.2 В на з'єднаннях) допомагає виявити слабкі контакти чи корозію. Шукайте відео на YouTube, де показано тестування АКБ під стартерним навантаженням або перевірку генератора при різних обертах. Аналізуйте мануали від Amprobe, де деталізовано, як падіння напруги в проводці впливає на роботу ECU, викликаючи помилки. У дистанційному форматі створюйте таблиці нормальних і аномальних значень у Google Sheets, порівнюючи дані для різних систем. Шукайте приклади, як низька напруга АКБ (нижче 12 В) спричиняє некоректну роботу ABS.

Зверніть увагу на виклики, як неточність через неправильне підключення щупів. Для закріплення симулюйте вимірювання в онлайн-програмах типу Multisim. Це допоможе зрозуміти, як мультиметр виявляє дефекти, що не фіксуються OBD. Рекомендуються ресурси від SAE для стандартів вимірювань. Вивчайте, як діагностика напруги в електромобілях вимагає спеціальних мультиметрів із ізоляцією для безпеки.

## **3. Вимірювання опору: перевірка датчиків (температури, положення), дротів, запобіжників.**

При вивченні вимірювання опору мультиметром для перевірки датчиків температури, положення, дротів і запобіжників, шукайте гайди на сайтах Extech чи Klein Tools, де описано методи оцінки цілісності електричних компонентів. Зосередьтеся на датчиках: датчик температури (NTC) має опір 1-4 кОм при 20°C, що зменшується з

нагріванням, а датчик положення (потенціометр) видає 0.5-5 кОм залежно від кута.

Дроти повинні мати опір  $< 1$  Ом, а запобіжники – близький до нуля. Вивчайте відео, де показано перевірку датчика температури охолоджувача для виявлення обриву. Аналізуйте мануали від Fluke, де деталізовано, як високий опір дроту вказує на корозію.

У дистанційному форматі створюйте чек-листи вимірювань у Google Docs, порівнюючи нормальні значення. Шукайте приклади, як дефектний датчик положення дроселя викликає DTC P0121. Зверніть на виклики, як вплив температури на опір датчиків. Для закріплення симулюйте перевірки в Multisim. Це допоможе діагностувати несправності електрики. Ресурси від IEEE для стандартів.

#### **4. Вимірювання струму: діагностика струмів витoku, споживання пристроями.**

Для опрацювання вимірювання струму мультиметром для діагностики струмів витoku та споживання пристроями, шукайте інструкції на сайтах Amprobe чи Mastech, де описано методи виявлення надмірного споживання. Зосередьтеся на струмах витoku: значення  $> 50$  мА в спокої вказують на проблеми, як коротке замикання в проводці.

Споживання пристроїв, як фари (5-7 А), перевіряється ввімкненим станом. Вивчайте відео про вимірювання струму в АКБ для пошуку паразитних витоків. Аналізуйте мануали від Fluke, де деталізовано, як витoki викликають розряд батареї. У дистанційному форматі створюйте таблиці нормальних струмів у Google Sheets. Шукайте приклади, як витoki в мультимедії розряджають АКБ. Зверніть на виклики, як потреба в амперметрі з високою точністю. Для закріплення симулюйте вимірювання в CircuitLab. Це допоможе виявляти електричні дефекти. Ресурси від SAE для стандартів.

#### **5. Спеціалізовані тестери: тестер тиску палива, тестер тиску масла, компресометр.**

При вивченні спеціалізованих тестерів, як тестери тиску палива, масла та компресометри, шукайте гайди на сайтах OTC Tools чи Astron, де описано їх застосування. Зосередьтеся на тестері тиску палива (3-7 бар для бензину), який виявляє несправності насоса. Тестер

масла перевіряє тиск у двигуні (2-5 бар), а компресометр – компресію циліндрів (10-15 бар).

Вивчайте відео про тестування тиску палива для діагностики слабого уприскування. Аналізуйте мануали від Snap-on, де деталізовано норми тиску. У дистанційному форматі створюйте таблиці параметрів у Google Docs. Шукайте приклади, як низька компресія викликає DTC P0300. Зверніть на виклики, як потреба в калібруванні. Для закріплення симулюйте тести в онлайн-програмах. Це допоможе оцінити механічні системи. Ресурси від IEEE для стандартів.

## **6. Принципи роботи «автомобільного тестера»: перевірка елементів під навантаженням.**

Для опрацювання принципів роботи автомобільного тестера під навантаженням, шукайте описи на сайтах Power Probe чи Innova, де тестери перевіряють елементи, як реле чи стартери, під струмом. Зосередьтеся на подачі напруги (12 В) для активації компонентів, вимірюючи їх реакцію. Вивчайте відео про тестування реле з індикацією стану.

Аналізуйте мануали від OTC, де деталізовано перевірку під навантаженням для точності. У дистанційному форматі створюйте схеми тестування в Draw.io. Шукайте приклади, як тестери виявляють слабкі стартери. Зверніть на виклики, як ризик пошкодження без заземлення. Для закріплення симулюйте тести в Multisim. Це допоможе діагностувати під навантаженням. Ресурси від SAE для стандартів.

## **7. Тестування акумуляторних батарей та генераторів за допомогою спеціалізованих тестерів.**

При вивченні тестування АКБ і генераторів спеціалізованими тестерами, шукайте гайди на сайтах Midtronics чи Schumacher, де описано перевірку стану заряду (SOC) і здоров'я (SOH) батареї. Зосередьтеся на тестерах, що вимірюють провідність АКБ (200-1000 CCA) і вихід генератора (13.8-14.4 В).

Вивчайте відео про тестування АКБ під навантаженням. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано діагностику слабкої зарядки. У дистанційному форматі створюйте таблиці параметрів у Google Sheets. Шукайте приклади, як низький SOH викликає проблеми запуску. Зверніть на виклики, як вплив температури. Для за-

кріплення симулюйте тести в онлайн-програмах. Це допоможе оцінити стан АКБ. Ресурси від IEEE для стандартів.

### **8. Безпека при роботі з електричними схемами автомобіля.**

Для опрацювання питання безпеки при роботі з електричними схемами, шукайте рекомендації на сайтах OSHA чи NHTSA, де описано заходи, як відключення АКБ перед вимірюваннями. Зосередьтеся на захисті: ізольовані рукавички, уникнення контакту з високовольтними системами EV (до 400 В).

Вивчайте відео про безпечне використання мультиметра. Аналізуйте мануали від Fluke, де деталізовано ризики, як ураження струмом. У дистанційному форматі створюйте чек-листи безпеки в Google Docs.

Шукайте приклади, як неправильне заземлення викликає пошкодження ECU. Зверніть на виклики, як робота з гібридами. Для закріплення моделюйте безпечні процедури в симуляторах. Це допоможе уникати ризиків. Ресурси від SAE для стандартів безпеки.

### **Питання для самоперевірки**

1. Опишіть роль мультиметра в арсеналі автодіагноста.
2. Наведіть методи вимірювання напруги для діагностики АКБ, генератора та падіння напруги в ланцюзі.
3. Охарактеризуйте вимірювання опору для перевірки датчиків температури, положення, дротів, запобіжників.
4. Поясніть вимірювання струму для діагностики струмів витоку та споживання пристроями.
5. Перелічіть спеціалізовані тестери: тестер тиску палива, масла, компресометр.
6. Опишіть принципи роботи «автомобільного тестера» для перевірки елементів під навантаженням.
7. Наведіть методи тестування акумуляторних батарей та генераторів спеціалізованими тестерами.
8. Охарактеризуйте заходи безпеки при роботі з електричними схемами автомобіля.
9. Як вимірювання падіння напруги допомагає виявити проблеми в ланцюгах?
10. Яке значення мають спеціалізовані тестери для механічних параметрів?

## 2.2.8 Тема 8. Технології калібрування та програмування ЕБУ

### 1. Поняття «програмування» та «калібрування». Відмінності та цілі.

При вивченні понять програмування та калібрування ЕБУ в дистанційному форматі студентам рекомендується звернути увагу на їхні фундаментальні відмінності та цілі, які є ключовими для розуміння роботи електронних систем автомобіля. Шукайте пояснення на сайтах компаній, як Alientech або Magic Motorsport, де програмування визначається як зміна прошивки (firmware) ЕБУ для введення нових алгоритмів чи функцій, а калібрування – як налаштування параметрів, таких як паливні карти чи час уприскування, для оптимізації роботи без зміни базового коду.

Зосередьтеся на цілях: програмування дозволяє додавати нові функції, наприклад, підтримку альтернативного палива, тоді як калібрування підвищує ефективність, знижуючи витрату палива на 5-10% чи викиди. Вивчайте онлайн-відео на YouTube, де показано процес програмування ЕБУ для чип-тюнінгу або калібрування для адаптації до нових датчиків. Аналізуйте технічні гайди від Bosch, де деталізовано, як програмування змінює логіку роботи двигуна, а калібрування коригує параметри, як кут запалювання, для конкретних умов експлуатації.

У дистанційному навчанні створюйте порівняльні схеми в Draw.io, ілюструючи відмінності між зміною коду та налаштуванням даних. Шукайте інфографіку про вплив калібрування на продуктивність, де підкреслено підвищення потужності до 15%. Зверніть увагу на виклики, як ризик несумісності нової прошивки з апаратним забезпеченням. Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори, як HP Tuners, для віртуального тестування процесів.

Це допоможе зрозуміти, чому програмування є більш інвазивним, а калібрування – точковим налаштуванням. Рекомендується аналізувати приклади з гібридних авто, де калібрування балансує двигун і електромотор. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних ресурсах від SAE International для стандартів програмування. Вивчайте, як ці процеси впливають на діагностику, дозволяючи адаптувати ЕБУ до нових вимог чи виправляти помилки.

## **2. Причини перепрошивки ЕБУ: оновлення, усунення помилок, зміна функціоналу.**

Для опрацювання причин перепрошивки ЕБУ, таких як оновлення, усунення помилок і зміна функціоналу, студентам радимо шукати детальні кейси на сайтах компаній, як VAG Technic чи ECU Tuning, де описано необхідність оновлення прошивки для підтримки нових стандартів викидів, наприклад, Євро-6, чи виправлення заводських дефектів, як неправильна робота дросельної заслінки.

Зосередьтеся на оновленнях для сумісності з новими компонентами, як датчики NOx, що покращують екологічність на 20%. Усунення помилок вирішує проблеми, як пропуски запалювання через неточні алгоритми, а зміна функціоналу дозволяє активувати приховані опції, наприклад, спортивний режим. Вивчайте відео на YouTube про перепрошивку для чип-тюнінгу, де показано підвищення потужності двигуна.

Аналізуйте мануали від Alientech, де деталізовано, як перепрошивка усуває DTC, як P0420 для каталізатора. У дистанційному форматі створюйте таблиці причин у Google Sheets, порівнюючи їх за впливом на продуктивність і витрати. Шукайте приклади, як оновлення прошивки в Tesla додає функції автопілота. Зверніть увагу на виклики, як ризик втрати гарантії чи несумісність із регіональними стандартами.

Для закріплення симулюйте перепрошивку в онлайн-програмах типу WinOLS. Це допоможе зрозуміти, як перепрошивка підвищує ефективність і адаптивність ЕБУ. Рекомендується ресурси від IEEE для стандартів програмування. Вивчайте, як перепрошивка інтегрується з діагностичними сканерами для перевірки результатів.

## **3. Типи програмування: «на столі» (bench programming), «через роз'єм» (OBD programming).**

При вивченні типів програмування ЕБУ – «на столі» (bench programming) і «через роз'єм» (OBD programming), шукайте інструкції на сайтах VDMpro чи K-TAG, де описано їх відмінності. Зосередьтеся на bench programming, яке передбачає зняття ЕБУ для прямого доступу до мікросхеми через роз'єми VDM чи JTAG, що забезпечує повний контроль над прошивкою, але вимагає розбирання. OBD programming використовує порт OBD-II для програмування без демонтажу, зручне для швидких оновлень.

Вивчайте відео про bench programming для складних змін, як чип-тюнінг, і OBD для оновлень ПЗ. Аналізуйте мануали від Magic Motorsport, де деталізовано, як bench дозволяє змінювати весь код, а OBD обмежується сумісними функціями.

У дистанційному форматі створюйте порівняльні схеми в Draw.io, ілюструючи процеси. Шукайте приклади, як OBD застосовується для FOTA в BMW. Зверніть на виклики, як ризик пошкодження ЕБУ при bench. Для закріплення симулюйте процеси в HP Tuners. Це допоможе оцінити їх застосування. Ресурси від SAE для стандартів.

#### **4. Ризики при програмуванні: «збій» прошивки, втрата даних, пошкодження ЕБУ.**

Для опрацювання ризиків програмування ЕБУ, як збій прошивки, втрата даних чи пошкодження, шукайте кейси на сайтах ECU Repair чи Tactrix, де описано наслідки, як «залитий» ЕБУ через переривання живлення. Зосередьтеся на збоях: помилки запису призводять до неприцездатності ЕБУ, вимагаючи заміни.

Втрата даних, як калібрувальних таблиць, може порушити роботу двигуна, а фізичне пошкодження мікросхем виникає через неправильне підключення. Вивчайте відео про невдалі перепрошивки, де показано «мертвий» ЕБУ. Аналізуйте мануали від Alientech, де деталізовано методи уникнення ризиків. У дистанційному форматі створюйте чек-листи ризиків у Google Docs. Шукайте приклади, як втрата даних у TCM блокує АКПП. Зверніть на виклики, як нестабільна напруга. Для закріплення симулюйте збої в WinOLS. Це допоможе зрозуміти важливість безпеки. Ресурси від IEEE для стандартів.

#### **5. Алгоритм безпечного програмування: резервне копіювання, стабілізація напруги.**

При вивченні алгоритму безпечного програмування ЕБУ, включаючи резервне копіювання та стабілізацію напруги, шукайте гайди на сайтах KessV2 чи Autotuner, де описано кроки: створення резервної копії прошивки, перевірка напруги (12-14 В), запис нової прошивки.

Зосередьтеся на резервному копіюванні для відновлення даних при збої. Стабілізація напруги запобігає перериванням, використовуючи блоки живлення. Вивчайте відео про безпечну перепрошивку через OBD. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано використання

стабілізаторів. У дистанційному форматі створюйте схеми алгоритму в Draw.io. Шукайте приклади, як резервна копія рятує ЕБУ. Зверніть на виклики, як низька напруга в СТО. Для закріплення симулюйте процес у HP Tuners. Це допоможе уникати збоїв. Ресурси від SAE для стандартів.

## **6. Поняття «VIN-кодування» та його важливість.**

При вивченні поняття «VIN-кодування» та його важливості в дистанційному форматі студентам рекомендується звернути увагу на його ключову роль у забезпеченні коректної роботи електронних блоків управління (ЕБУ) шляхом прив'язки їх до унікального ідентифікатора автомобіля – VIN (Vehicle Identification Number).

Шукайте детальні пояснення на сайтах компаній, таких як Snap-on або VAG Technic, де VIN-кодування описано як процес синхронізації ЕБУ з конкретним автомобілем для забезпечення сумісності компонентів і активації функцій, таких як іммобілайзер чи адаптивне освітлення. Зосередьтеся на тому, як VIN-кодування запобігає не-санкціонованому використанню ЕБУ, наприклад, при заміні блоку після ремонту, гарантуючи, що новий модуль розпізнає VIN і працює з іншими системами, як BCM чи TCM.

Вивчайте онлайн-відео на YouTube, де показано процес кодування через дилерське ПЗ, наприклад, Toyota Techstream, для активації функцій, таких як автоматичне складання дзеркал. Аналізуйте технічні мануали від Delphi Technologies, де деталізовано, як VIN-кодування забезпечує захист від крадіжки, блокуючи запуск двигуна без правильного VIN. У дистанційному навчанні створюйте порівняльні таблиці в Google Sheets, оцінюючи роль VIN-кодування в різних системах, як двигун, трансмісія чи безпека.

Шукайте приклади, як помилка в кодуванні може викликати DTC, наприклад, U0100 (втрата зв'язку з ЕБУ), або призвести до відмови функцій, як круїз-контроль у BMW. Зверніть увагу на виклики, як складність ручного введення VIN через помилки оператора чи необхідність доступу до дилерських платформ для оновлення даних.

Для закріплення матеріалу використовуйте онлайн-симулятори, як ODIS для Volkswagen, для віртуального виконання VIN-кодування, моделюючи сценарії заміни ЕБУ. Це допоможе зрозуміти, чому VIN-кодування є критично важливим для безпеки та функціональності су-

часних авто, особливо в гібридах і електромобілях, де інтеграція систем складніша.

Рекомендується аналізувати ресурси від SAE International для стандартів кодування, включаючи вимоги до кібербезпеки. Вивчайте, як VIN-кодування інтегрується з хмарними платформами для віддаленого доступу, що спрощує діагностику на 20-30% у дилерських центрах. Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних джерелах від IEEE, де описано вплив VIN-кодування на модульність і сумісність автомобільних систем.

## **7. Робота з дилерськими платформами для онлайн-кодування та адаптацій.**

Для опрацювання роботи з дилерськими платформами для онлайн-кодування та адаптацій ЕБУ студентам у дистанційному форматі радимо шукати інструкції на сайтах офіційних платформ, як Ford IDS, GM GDS2 або Volkswagen ODIS, де детально описано процеси доступу до онлайн-сервісів для програмування та налаштування ЕБУ.

Зосередьтеся на функціях цих платформ: кодування нових ЕБУ після заміни, адаптація датчиків (наприклад, кут повороту керма для ESP) і активація прихованих опцій, як автоматичне паркування чи адаптивний круїз-контроль. Вивчайте онлайн-відео на YouTube, де показано використання Toyota Techstream для кодування нових ключів чи адаптації дросельної заслінки, що забезпечує точну роботу двигуна.

Аналізуйте технічні мануали від Bosch Automotive, де пояснено, як платформи використовують VIN для аутентифікації та доступу до хмарних баз даних із оновленнями прошивок і калібрувальних таблиць. У дистанційному навчанні створюйте схеми робочих процесів у Draw.io, ілюструючи етапи підключення до платформи, аутентифікації та виконання кодування. Шукайте приклади, як онлайн-кодування в Audi Q7 активує функцію розпізнавання дорожніх знаків через оновлення ПЗ камер.

Зверніть увагу на виклики: залежність від стабільного інтернет-з'єднання, необхідність платних підписок (до \$50/день для деяких платформ) і ризик помилок через несумісність версій ПЗ. Для закріплення використовуйте демо-версії дилерських програм, як GM GDS2, для симуляції адаптацій, наприклад, калібрування датчика NOx.

Це допоможе зрозуміти, як платформи скорочують час кодування на 40% порівняно з офлайн-методами, забезпечуючи доступ до актуальних даних. Рекомендується аналізувати ресурси від SAE для стандартів онлайн-кодування, включаючи вимоги до кібербезпеки, як захист від несанкціонованого доступу. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від IEEE, де описано інтеграцію платформ із хмарними сервісами для віддаленої діагностики та оновлення FOTA (Firmware Over-The-Air) у сучасних авто.

## **8. Законодавчі та етичні аспекти, пов'язані з модифікацією програмного забезпечення ЕБУ.**

При вивченні законодавчих та етичних аспектів модифікації програмного забезпечення ЕБУ студентам у дистанційному форматі пропонується шукати аналітичні статті на сайтах екологічних і автомобільних організацій, як EPA (Environmental Protection Agency) або NHTSA, де описано регулювання, що забороняють модифікації, які порушують норми викидів, наприклад, Євро-6 чи EPA Tier 3.

Зосередьтеся на законодавчих обмеженнях: у багатьох країнах чип-тюнінг, що підвищує потужність за рахунок викидів, карається штрафами до \$7000 для СТО чи анулюванням ліцензії. Вивчайте етичні аспекти, як відповідальність діагноста за безпеку після модифікації, наприклад, зміни параметрів ABS, що можуть вплинути на гальмування.

Шукайте відео на YouTube про наслідки нелегального чип-тюнінгу, де показано випадки анулювання гарантії чи відмови двигуна через перевантаження. Аналізуйте мануали від SAE International, де деталізовано стандарти, які вимагають збереження екологічних параметрів після перепрошивки. У дистанційному форматі створюйте порівняльні таблиці в Google Docs, оцінюючи законодавчі вимоги в різних регіонах, як США чи ЄС.

Шукайте приклади, як скандал із Volkswagen Dieselgate (2015) показав порушення через маніпуляції з викидами, що коштувало компанії \$14.7 млрд. Зверніть увагу на виклики: конфлікт між бажанням клієнта підвищити продуктивність і вимогами екологічних норм, а також етичні дилеми щодо безпеки пасажирів.

Для закріплення моделюйте сценарії в онлайн-симуляторах, аналізуючи вплив модифікацій на DTC і викиди. Це допоможе зрозуміти, чому законність і етика критичні для професійної діагностики,

запобігаючи юридичним і технічним проблемам. Рекомендується ресурси від IEEE для аналізу стандартів кібербезпеки, оскільки модифікації ПЗ можуть відкривати вразливості для хакерських атак. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від CARB, де описано вплив модифікацій на техогляд і довгострокову надійність авто.

### Питання для самоперевірки

1. Поясніть поняття «програмування» та «калібрування» ЕБУ, їх відмінності та цілі.
2. Наведіть причини перепрошивки ЕБУ: оновлення, усунення помилок, зміна функціоналу.
3. опишіть типи програмування: «на столі» (bench programming) та «через роз'єм» (OBD programming).
4. Перелічіть ризики при програмуванні: збій прошивки, втрата даних, пошкодження ЕБУ.
5. Охарактеризуйте алгоритм безпечного програмування: резервне копіювання, стабілізація напруги.
6. Розкрийте поняття «VIN-кодування» та його важливість для ЕБУ.
7. опишіть роботу з дилерськими платформами для онлайн-кодування та адаптацій.
8. Наведіть законодавчі та етичні аспекти модифікації програмного забезпечення ЕБУ.
9. Як відрізняється bench programming від OBD programming за ризиками та застосуванням?
10. Яке значення має стабілізація напруги для безпечного програмування?

## 2.2.9 Тема 9. Діагностика системи керування двигуном

### 1. Базові параметри для аналізу: оберти, навантаження, температура, тиск.

При вивченні базових параметрів для аналізу системи керування двигуном, таких як оберти, навантаження, температура та тиск, студентам у дистанційному форматі рекомендується звернути увагу на їхню ключову роль у оцінці роботи двигуна через діагностичне програмне забезпечення чи сканери, що дозволяють моніторити ці значення в реальному часі для виявлення несправностей.

Шукайте навчальні матеріали на сайтах виробників, як Bosch Automotive або Delphi Technologies, де описано, як оберти (RPM) вказують на стабільність роботи (норма 600-800 на холостому ході), а навантаження (Load) відображає відсоток використання потужності, наприклад, 20-30% на холостому. Температура охолоджувача (ECT) повинна бути 80-100°C для оптимальної роботи, а тиск у впускному колекторі (MAP) – 30-50 кПа на холостому.

Вивчайте онлайн-відео на YouTube, де показано аналіз цих параметрів через Live Data на сканерах, наприклад, як високі оберти вказують на витік вакууму. Аналізуйте технічні гайди від Snap-on, де деталізовано, як відхилення температури (нижче 70°C) викликає збагачення суміші, а аномальний тиск – проблеми з турбіною.

У дистанційному навчанні створюйте таблиці нормальних значень у Google Sheets, порівнюючи їх для бензинових і дизельних двигунів. Шукайте інфографіку про кореляцію параметрів, де підкреслено, як підвищення навантаження впливає на оберти для оцінки ефективності. Зверніть увагу на виклики, як неточність даних через несправні датчики, що вимагає перевірки осцилографом.

Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори, як Torque Pro, для віртуального моніторингу параметрів. Це допоможе зрозуміти, чому базові параметри є основою діагностики, дозволяючи виявляти проблеми на ранній стадії. Рекомендується аналізувати приклади з гібридних авто, де температура впливає на перемикання режимів. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних ресурсах від SAE International для стандартів аналізу. Вивчайте, як параметри інтегруються з OBD-II для генерації DTC, як P0115 для температури.

## **2. Лямбда-зонд: принципи роботи, види, осцилограма сигналу, діагностика.**

Під час опрацювання лямбда-зонда (датчика кисню), його принципів роботи, видів, осцилограми сигналу та діагностики студентам у дистанційному форматі радимо шукати детальні описи на сайтах компаній, як Bosch Sensors або NGK Spark Plugs, де принцип роботи пояснено як вимірювання вмісту кисню у вихлопі для корекції паливної суміші (ідеальне співвідношення 14.7:1).

Зосередьтеся на видах: цирконієвий (вузькосмуговий) з сигналом 0.1-0.9 В і титановий (широкосмуговий) для точнішого контролю в дизелях. Осцилограма показує коливання хвилі (0.45 В – стехіо-

метрія), де повільні переходи вказують на забруднення. Діагностика включає перевірку опору нагрівача (2-30 Ом) і сигналу осцилографом.

Вивчайте відео на YouTube про аналіз осцилограми для виявлення несправностей, як фіксований сигнал 0.45 В через каталізатор. Аналізуйте мануали від Walker Products, де деталізовано, як дефектний зонд викликає DTC P0130. У дистанційному навчанні створюйте діаграми осцилограм у Draw.io, порівнюючи нормальні та аномальні. Шукайте приклади, як широкий зонд у Honda забезпечує точність у гібридах. Зверніть на виклики, як забруднення від низькоякісного палива. Для закріплення симулюйте сигнали в Falstad. Це допоможе зрозуміти роль зонда в екологічній діагностиці. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів. Вивчайте, як зонд інтегрується з Fuel Trim для корекції.

### **3. Датчики масової витрати повітря (MAF) та абсолютного тиску (MAP): порівняльний аналіз.**

При вивченні датчиків MAF (масової витрати повітря) та MAP (абсолютного тиску) з порівняльним аналізом шукайте матеріали на сайтах Denso або Hitachi Automotive, де MAF вимірює масу повітря (г/с) через нагрітий дріт, а MAP – тиск у впускному колекторі (кПа) для розрахунку витрати. Зосередьтеся на порівнянні: MAF точніший для змінних навантажень, але чутливий до забруднення, тоді як MAP дешевший і стійкіший, але менш точний у атмосферних двигунах.

Вивчайте відео про тестування MAF осцилографом (сигнал 0-5 В) і MAP (аналоговий 0.5-4.5 В). Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як несправний MAF викликає P0102, а MAP – P0106. У дистанційному форматі створюйте таблиці порівнянь у Google Sheets, оцінюючи за точністю та вартістю. Шукайте приклади, як MAF у turbo-двигунах кращий для контролю. Зверніть на виклики, як забруднення MAF паливом. Для закріплення симулюйте сигнали в Multisim. Це допоможе обрати датчик для діагностики. Ресурси від IEEE для стандартів.

### **4. Читання та інтерпретація «заморожених» даних (Freeze Frame Data).**

Для опрацювання читання та інтерпретації Freeze Frame Data шукайте гайди на сайтах Innova чи Actron, де ці дані фіксують пара-

метри (оберти, температура) під час DTC. Зосередьтеся на інтерпретації: високі оберти при P0171 вказують на витік повітря.

Вивчайте відео про зчитування через сканери. Аналізуйте мануали від Snap-on, де деталізовано використання для пошуку причин несправностей. У дистанційному форматі створюйте таблиці даних у Google Docs. Шукайте приклади, як Freeze Frame допомагає в діагностиці пропусків. Зверніть на виклики, як обмежена кількість кадрів. Для закріплення симулюйте дані в Torque Pro. Це допоможе аналізувати несправності. Ресурси від SAE для стандартів.

### **5. Аналіз адаптації паливної суміші (Fuel Trim). Коротко- та довгострокова корекція.**

При вивченні аналізу Fuel Trim з коротко- (STFT) та довгостроковою (LTFT) корекцією шукайте матеріали на сайтах Bosch чи Delphi, де STFT реагує швидко ( $\pm 25\%$ ), а LTFT – повільно для компенсації зносу. Зосередьтеся на аналізі: позитивний Trim вказує на бідну суміш, негативний – на багату. Вивчайте відео про моніторинг через Live Data.

Аналізуйте мануали від Autel, де деталізовано, як високий LTFT (+15%) вказує на витік вакууму. У дистанційному форматі створюйте графіки в Google Sheets. Шукайте приклади, як Trim допомагає діагностувати MAF. Зверніть на виклики, як помилкові значення через зонд. Для закріплення симулюйте корекції в симуляторах. Це допоможе оптимізувати суміш. Ресурси від IEEE для стандартів.

### **6. Діагностика паливної системи: тиск палива, робота форсунок, продуктивність насоса.**

Для опрацювання діагностики паливної системи (тиск палива, форсунок, насос) шукайте гайди на сайтах OTC чи Actron, де тиск перевіряється манометром (3-7 бар), форсунок – осцилографом (імпульс 2-5 мс), насос – струмом (5-10 А). Зосередьтеся на аналізі: низький тиск вказує на забруднення фільтра. Вивчайте відео про тестування форсунок під навантаженням. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як слабкий насос викликає P0191.

У дистанційному форматі створюйте чек-листи в Google Docs. Шукайте приклади, як несправні форсунок викликають пропуски. Зверніть на виклики, як безпека при роботі з паливом. Для закріплен-

ня симулюйте тести в Multisim. Це допоможе виявляти проблеми системи. Ресурси від SAE для стандартів.

### **7. Діагностика системи запалювання: робота катушок, свічок, пропуски запалювання.**

При вивченні діагностики системи запалювання (катушки, свічки, пропуски) шукайте матеріали на сайтах NGK чи Champion, де катушки перевіряються осцилографом (пік 20-40 кВ), свічки – візуально, пропуски – через DTC P030x. Зосередьтеся на аналізі: слабкий пік катушки вказує на дефект. Вивчайте відео про тестування свічок під тиском. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано причини пропусків, як забруднення. У дистанційному форматі створюйте діаграми в Draw.io. Шукайте приклади, як пропуски впливають на каталізатор. Зверніть на виклики, як високовольні ризики. Для закріплення симулюйте сигнали в Falstad. Це допоможе діагностувати запалювання. Ресурси від IEEE для стандартів.

### **8. Використання лог-файлів для відстеження несправностей, що проявляються періодично.**

Для опрацювання використання лог-файлів для відстеження періодичних несправностей шукайте гайди на сайтах Vector чи PicoScore, де логи фіксують параметри з часом для аналізу плаваючих проблем, як пропуски на високих обертах. Зосередьтеся на записі даних через сканери для подальшого перегляду в ПЗ.

Вивчайте відео про аналіз логів для виявлення аномалій. Аналізуйте мануали від Autel, де деталізовано імпорт логів для графіків. У дистанційному форматі створюйте таблиці аналізу в Google Sheets. Шукайте приклади, як логи допомагають у діагностиці інтермітуючих DTC. Зверніть на виклики, як великий обсяг даних. Для закріплення симулюйте логи в Torque Pro. Це допоможе відстежувати несправності. Ресурси від SAE для стандартів.

### **Питання для самоперевірки**

1. Перелічіть базові параметри для аналізу системи керування двигуном: оберти, навантаження, температура, тиск.
2. Опишіть принципи роботи лямбда-зонда, його види, осцилограму сигналу та діагностику.
3. Порівняйте датчики масової витрати повітря (MAF) та абсолютно-

го тиску (MAP) за принципами роботи.

4. Поясніть читання та інтерпретацію «заморожених» даних (Freeze Frame Data).
5. Охарактеризуйте аналіз адаптації паливної суміші (Fuel Trim): коротко- та довгострокова корекція.
6. Наведіть методи діагностики паливної системи: тиск палива, робота форсунок, продуктивність насоса.
7. Опишіть діагностику системи запалювання: робота котушок, свічок, пропуски запалювання.
8. Поясніть використання лог-файлів для відстеження періодичних несправностей.
9. Як Fuel Trim допомагає в інтерпретації несправностей паливної суміші?
10. Яке значення мають Freeze Frame Data для аналізу несправностей?

## **2.2.10 Тема 10. Діагностика систем безпеки та комфорту**

### **1. Основні системи безпеки: ABS, ESP, подушки безпеки, контроль тиску в шинах.**

При вивченні основних систем безпеки автомобіля, таких як ABS (антиблокувальна система гальм), ESP (електронна система стабілізації), подушки безпеки (SRS) та контроль тиску в шинах (TPMS), студентам у дистанційному форматі рекомендується звернути увагу на їхню роль у забезпеченні безпеки водія та пасажирів, а також на методи діагностики цих систем.

Шукайте навчальні матеріали на сайтах компаній, як Bosch Automotive або Continental, де ABS описано як систему, що запобігає блокуванню коліс під час гальмування, використовуючи датчики швидкості (сигнал 0-5 В). ESP корегує траєкторію шляхом вибіркового гальмування, інтегруючись із датчиками кута повороту керма та акселерометрами.

Подушки безпеки активуються піропатронами за сигналом від датчиків удару (g-сенсори), а TPMS моніторить тиск у шинах (2.0-3.5 бар) через бездротові датчики. Вивчайте онлайн-відео на YouTube, де показано діагностику ABS через сканер для зчитування DTC, як C0035 (проблема датчика швидкості). Аналізуйте технічні мануали від Delphi Technologies, де деталізовано, як несправність ESP викликає відключення через CAN-шину, а SRS видає коди, як B0020 для подушок.

У дистанційному навчанні створюйте порівняльні таблиці в Google Sheets, оцінюючи системи за складністю діагностики та критичністю. Шукайте інфографіку про вплив TPMS на безпеку, де підкреслено зниження аварійності на 20% завдяки контролю тиску. Зверніть увагу на виклики, як складність доступу до датчиків TPMS чи потреба в калібруванні ESP після заміни компонентів.

Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори, як OBD Auto Doctor, для віртуального аналізу DTC систем безпеки. Це допоможе зрозуміти, чому ці системи є обов'язковими в сучасних авто, забезпечуючи захист і відповідність стандартам, як Євро NCAP. Рекомендується аналізувати приклади з авто, як Volkswagen, де інтеграція ABS і ESP підвищує стабільність на слизьких дорогах. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських ресурсах від SAE International для стандартів безпеки та діагностики. Вивчайте, як системи безпеки взаємодіють через CAN, що ускладнює діагностику без спеціалізованих сканерів.

## **2. Діагностика ABS: датчики швидкості коліс, гідравлічний блок, електронний модуль.**

Для опрацювання діагностики антиблокувальної системи гальм (ABS), включаючи датчики швидкості коліс, гідравлічний блок і електронний модуль, студентам у дистанційному форматі радимо шукати практичні гайди на сайтах компаній, як ATE або Bendix, де детально описано компоненти ABS і методи їх перевірки. Зосередьтеся на датчиках швидкості коліс, які генерують синусоїдний сигнал (для індуктивних) або квадратний (для датчиків Холла), перевіряються осцилографом (0-5 В) або мультиметром (опір 1-2 кОм).

Гідравлічний блок регулює тиск гальмівної рідини через солєноїди, а електронний модуль (ECU ABS) обробляє дані, видаючи DTC, як C0040 для несправного датчика. Вивчайте відео на YouTube, де показано тестування датчиків швидкості за допомогою осцилографа для виявлення пропусків сигналу через бруд чи обрив.

Аналізуйте мануали від Bosch, де описано діагностику гідравлічного блоку манометром (тиск 50-200 бар) і перевірку модуля через сканер для зчитування Live Data. У дистанційному форматі створюйте чек-листи діагностики в Google Docs, порівнюючи методи для кожного компонента. Шукайте приклади, як пошкоджений датчик швидкості викликає помилкове спрацьовування ABS на BMW.

Зверніть увагу на виклики, як корозія роз'ємів чи складність доступу до гідравлічного блоку, що вимагає демонтажу. Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори, як CANoe, для моделювання сигналів ABS. Це допоможе зрозуміти, як діагностика ABS забезпечує безпеку, запобігаючи блокуванню коліс, і як несправності впливають на ESP. Рекомендується аналізувати ресурси від IEEE для стандартів діагностики, включаючи протоколи CAN для обміну даними. Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних джерелах від NHTSA, де описано вплив ABS на зниження аварійності на 15%. Вивчайте, як діагностика інтегрується з OBD-II для швидкого виявлення кодів несправностей, що економить час на СТО.

### **3. Діагностика ESP: датчики кута повороту, акселерометри, зв'язок з іншими системами.**

При вивченні діагностики електронної системи стабілізації (ESP), включаючи датчики кута повороту керма, акселерометри та зв'язок з іншими системами, шукайте інструкції на сайтах ZF TRW або Continental Automotive, де описано, як ESP стабілізує авто через вибіркоче гальмування, використовуючи дані від датчиків. Зосередьтеся на датчику кута повороту (0-5 В, перевіряється осцилографом), який визначає кут керма, і акселерометрах, що вимірюють бічне прискорення (g-сенсори,  $\pm 2g$ ). Зв'язок із ABS і TCM через CAN-шину забезпечує координацію.

Вивчайте відео на YouTube про тестування ESP через активаційні тести сканером, де показано реакцію системи на імітацію заносу. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як несправність датчика кута викликає DTC C0061, а проблеми CAN – втрату зв'язку. У дистанційному форматі створюйте схеми взаємодії компонентів у Draw.io, ілюструючи потік даних від датчиків до ECU.

Шукайте приклади, як дефектний акселерометр у Audi вимикає ESP, підвищуючи ризик заносу. Зверніть увагу на виклики, як необхідність калібрування датчика кута після ремонту чи вплив ЕМІ на сигнали. Для закріплення симулюйте роботу ESP у CANalyzer, моделюючи сигнали датчиків. Це допоможе зрозуміти, як ESP взаємодіє з іншими системами для безпеки на 25% ефективніше, ніж без неї. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів CAN і діагностики. Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних джерелах від Euro NCAP, де підкреслено роль ESP у зниженні аварійності. Вивчайте, як діагно-

стика ESP залежить від точності сканерів і осцилографів для аналізу сигналів.

#### **4. Діагностика SRS: подушки безпеки, піропатрони, датчики удару.**

Для опрацювання діагностики системи подушок безпеки (SRS), включаючи подушки, піропатрони та датчики удару, шукайте гайди на сайтах Autoliv або Takata, де описано, як SRS забезпечує безпеку через активацію подушок за 20-50 мс після удару. Зосередьтеся на датчиках удару (акселерометри,  $\pm 100g$ ), які надсилають сигнал до ECU SRS, піропатронах (опір 1-3 Ом), що активують подушки, і самих подушках, які перевіряються на цілісність ланцюга.

Вивчайте відео на YouTube про зчитування DTC, як B0020 (проблема ланцюга подушки), через сканер. Аналізуйте мануали від Delphi, де деталізовано, як несправність датчика удару чи обрив ланцюга вимикає систему, сигналізуючи MIL. У дистанційному форматі створюйте таблиці діагностики в Google Sheets, порівнюючи методи для компонентів SRS. Шукайте приклади, як корозія роз'єму в Toyota викликає помилку SRS.

Зверніть увагу на виклики, як безпека при роботі з піропатронами чи потреба в скиданні DTC після ремонту. Для закріплення симулюйте діагностику в OBD Auto Doctor, аналізуючи коди. Це допоможе зрозуміти критичність SRS для безпеки, знижуючи смертність на 30%. Рекомендуються ресурси від NHTSA для стандартів SRS. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від IEEE, де описано інтеграцію SRS із CAN для швидкої реакції. Вивчайте, як діагностика залежить від точності вимірювань мультиметром і сканером.

#### **5. Система SRS (подушки безпеки): компоненти (датчики удару, піропатрони, блок керування).**

При вивченні системи подушок безпеки (SRS) та її компонентів, таких як датчики удару, піропатрони та блок керування, студентам у дистанційному форматі рекомендується звернути увагу на їхню роль у забезпеченні захисту пасажирів шляхом миттєвої активації подушок під час аварії.

Шукайте детальні описи на сайтах компаній, як Autoliv або ZF TRW, де SRS описано як комплекс, що включає датчики удару (акселерометри, які вимірюють прискорення  $\pm 100g$ ), піропатрони (з опором

1-3 Ом, що активують подушки за 20-50 мс) і блок керування (ECU SRS), який обробляє сигнали та приймає рішення про спрацювання.

Зосередьтеся на функціях: датчики удару, розташовані в передній, бічній чи задній частині авто, виявляють зіткнення, передаючи сигнал до ECU через CAN-шину, а піропатрони забезпечують розгортання подушок або натяг ременів безпеки. Вивчайте онлайн-відео на YouTube, де показано розбирання SRS для перевірки компонентів, наприклад, тестування опору піропатрона мультиметром.

Аналізуйте технічні мануали від Bosch, де деталізовано, як ECU SRS інтегрується з іншими системами, як ESP, для оцінки динаміки аварії. У дистанційному навчанні створюйте схеми компонентів у Draw.io, ілюструючи їх взаємодію через CAN. Шукайте інфографіку про ефективність SRS, де підкреслено зниження смертності на 30% завдяки подушкам. Зверніть увагу на виклики, як старіння піропатронів чи корозія роз'ємів, що викликають DTC, наприклад, B0020 (проблема ланцюга подушки).

Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори, як OBD Auto Doctor, для аналізу кодів SRS. Це допоможе зрозуміти критичність компонентів для безпеки та їх діагностики. Рекомендується аналізувати приклади з авто, як Toyota, де SRS координує до 10 подушок. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських ресурсах від SAE International для стандартів SRS, включаючи вимоги до швидкості реакції. Вивчайте, як компоненти SRS залежать від стабільної напруги (12 В) і точності сигналів для безпомилкової роботи.

## **6. Особливості діагностики SRS: заходи безпеки, робота з «краш-даними».**

Для опрацювання особливостей діагностики системи SRS, включаючи заходи безпеки та роботу з «краш-даними», студентам у дистанційному форматі радимо шукати практичні гайди на сайтах Takata або Snap-on, де описано, як безпека є пріоритетом через ризик випадкової активації піропатронів. Зосередьтеся на заходах безпеки: відключення акумулятора за 10 хвилин до роботи, використання ізольованих рукавичок і уникнення прямого контакту з піропатронами, які можуть спрацювати при неправильному підключенні.

Робота з «краш-даними» передбачає аналіз записів у ECU SRS, які фіксують параметри аварії (швидкість, кут удару), доступних через дилерське ПЗ, як GM GDS2. Вивчайте відео на YouTube про діагно-

стику SRS сканером, де показано зчитування DTC, як B0090 (проблема датчика удару), і аналіз краш-даних для оцінки спрацьовування. Аналізуйте мануали від Delphi, де деталізовано, як неправильне поводження з SRS може призвести до травм, а краш-дані допомагають відтворити сценарій аварії.

У дистанційному форматі створюйте чек-листи безпеки в Google Docs, включаючи кроки відключення живлення та перевірки ланцюгів мультиметром. Шукайте приклади, як краш-дані в BMW допомагають визначити несправність датчика після зіткнення. Зверніть увагу на виклики, як необхідність скидання краш-даних після ремонту чи ризик пошкодження ECU при неправильному підключенні. Для закріплення симулюйте діагностику SRS у симуляторах, як ODIS, моделюючи зчитування даних.

Це допоможе зрозуміти, як заходи безпеки та аналіз краш-даних забезпечують надійність діагностики, знижуючи ризик помилок на 25%. Рекомендуються ресурси від NHTSA для стандартів безпеки та діагностики. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від IEEE, де описано інтеграцію SRS із CAN для швидкого доступу до даних.

## **7. Поняття «краш-дата» та її видалення.**

При вивченні поняття «краш-дата» та її видалення студентам пропонується шукати пояснення на сайтах Autoliv чи Bosch Automotive Service Solutions, де краш-дані описано як запис у пам'яті ECU SRS, що фіксує параметри аварії (швидкість, прискорення, стан подушок) для аналізу причин і діагностики. Зосередьтеся на структурі даних: час удару, сила (g), спрацьовування піропатронів, доступні через дилерське ПЗ, як Volkswagen ODIS.

Видалення краш-даних необхідно після ремонту SRS для скидання помилок і активації системи, але можливе лише з авторизованим доступом через OEM-платформи. Вивчайте відео на YouTube про скидання краш-даних через сканер, де показано процес автентифікації з VIN. Аналізуйте мануали від Snap-on, де деталізовано, як незавершене видалення даних блокує SRS, викликаючи MIL.

У дистанційному форматі створюйте схеми процесу видалення в Draw.io, ілюструючи етапи від зчитування до скидання. Шукайте приклади, як краш-дані в Mercedes допомагають відтворити аварію для страхових компаній. Зверніть увагу на виклики, як обмежений доступ

до OEM-ПЗ чи ризик втрати даних без резервного копіювання. Для закріплення симулюйте процес у демо-версіях, як Ford IDS, моделюючи скидання.

Це допоможе зрозуміти, чому краш-дані є критичними для аналізу аварій і ремонту, забезпечуючи відповідність стандартам безпеки. Рекомендується аналізувати ресурси від SAE для стандартів SRS і вимог до видалення даних. Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних джерелах від NHTSA, де підкреслено, як краш-дані впливають на юридичну оцінку аварій і технічну діагностику.

### **8. Складні сценарії: діагностика несправностей, що впливають на роботу декількох систем безпеки.**

Для опрацювання складних сценаріїв діагностики несправностей, що впливають на кілька систем безпеки (ABS, ESP, SRS), шукайте кейси на сайтах iATN чи Automotive Testing, де описано взаємозв'язок систем через CAN-шину, коли несправність одного компонента, як датчик швидкості, може відключити ABS і ESP. Зосередьтеся на складних випадках: наприклад, обрив CAN-шини викликає DTC у всіх системах, а корозія роз'єму SRS впливає на ESP через спільні датчики.

Вивчайте відео на YouTube про комплексну діагностику, де показано використання сканера та осцилографа для аналізу сигналів CAN (3.5 В/1.5 В). Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як несправність акселерометра блокує SRS і ESP, викликаючи помилки, як C0060. У дистанційному форматі створюйте таблиці сценаріїв у Google Sheets, порівнюючи вплив несправностей на системи.

Шукайте приклади, як дефектний датчик кута повороту в Audi Q5 вимикає ESP і SRS. Зверніть увагу на виклики, як складність ізоляції несправності через взаємозв'язок чи потреба в дилерському ПЗ для кодування. Для закріплення симулюйте сценарії в CANalyzer, моделюючи збої. Це допоможе зрозуміти, як комплексна діагностика економить час на 30%, виявляючи першопричину. Рекомендується ресурси від IEEE для стандартів CAN і діагностики. Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних джерелах від Euro NCAP, де описано вплив несправностей на безпеку.

### **Питання для самоперевірки**

1. Опишіть архітектуру системи ABS: датчики швидкості колеса,

блок керування, гідравлічний блок.

2. Наведіть методи діагностики ABS: аналіз даних з датчиків швидкості, перевірка модулятора тиску.
3. Поясніть принципи роботи ESP: датчик кута повороту керма, датчик бічного прискорення.
4. Охарактеризуйте діагностику ESP: калібрування датчиків, перевірка комунікації.
5. Опишіть систему SRS: компоненти (датчики удару, піропатрони, блок керування).
6. Наведіть особливості діагностики SRS: заходи безпеки, робота з «краш-даними».
7. Розкрийте поняття «краш-дата» та процедуру її видалення.
8. Опишіть складні сценарії діагностики несправностей, що впливають на декілька систем безпеки.
9. Як калібрування датчиків впливає на роботу ESP?
10. Які заходи безпеки необхідні при діагностиці SRS?

### **2.2.11 Тема 11. Діагностика гібридних та електричних транспортних засобів**

#### **1. Архітектура силової установки EV/HEV: акумуляторна батарея, інвертор, електродвигун.**

При вивченні архітектури силової установки електромобілів (EV) та гібридних транспортних засобів (HEV) у дистанційному форматі студентам рекомендується зосередитися на основних компонентах: високовольтній акумуляторній батареї (ВВБ), інверторі та електродвигуні, які забезпечують ефективну роботу транспортного засобу. Шукайте навчальні матеріали на сайтах компаній, як Tesla або LG Chem, де ВВБ описано як літій-іонний блок (300-800 В, 50-100 кВт·год), що забезпечує енергію для приводу.

Інвертор перетворює постійний струм (DC) у змінний (AC) для живлення електродвигуна, а електродвигун (синхронний чи асинхронний) генерує крутий момент із ККД до 95%. Вивчайте онлайн-відео на YouTube, де показано розбирання силової установки, наприклад, Tesla Model 3, для розуміння розташування компонентів.

Аналізуйте технічні мануали від Siemens, де деталізовано взаємодію компонентів через CAN-шину для координації роботи, наприклад, як інвертор регулює частоту для контролю швидкості.

У дистанційному навчанні створюйте схеми архітектури в Draw.io, ілюструючи потік енергії від ВВБ через інвертор до двигуна. Шукайте інфографіку про ефективність EV, де підкреслено економію енергії на 30% порівняно з ДВЗ. Зверніть увагу на виклики, як тепловий менеджмент ВВБ чи складність ремонту інвертора через високовольтні компоненти. Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори, як MATLAB Simulink, для моделювання роботи силової установки.

Це допоможе зрозуміти, як архітектура забезпечує нульові викиди в EV та економію палива в HEV. Рекомендується аналізувати приклади з гібридів, як Toyota Prius, де ВВБ працює паралельно з ДВЗ. Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних ресурсах від SAE International для стандартів EV/HEV, включаючи вимоги до безпеки та ефективності. Вивчайте, як компоненти інтегруються з BMS (Battery Management System) для оптимізації роботи, що підвищує надійність системи на 20%.

## **2. Діагностика високовольтної батареї (ВВБ): стан здоров'я (SOH), стан заряду (SOC), балансування комірок.**

Для опрацювання діагностики високовольтної батареї (ВВБ), включаючи стан здоров'я (SOH), стан заряду (SOC) і балансування комірок, студентам у дистанційному форматі радимо шукати практичні гайди на сайтах компаній, як Midtronics або AVL, де описано методи оцінки ВВБ через спеціалізовані тестери. Зосередьтеся на SOH (у відсотках, норма 80-100%), який показує деградацію батареї через втрату ємності, і SOC (0-100%), що відображає поточний заряд.

Балансування комірок забезпечує рівномірний заряд (різниця напруги <math>< 50\text{ мВ}</math>) для запобігання перегріву. Вивчайте відео на YouTube про тестування ВВБ тестером, як Fluke BT521, для вимірювання напруги комірок (3.2-4.2 В для Li-ion). Аналізуйте мануали від LG Chem, де деталізовано, як низький SOH (<math>< 70\%</math>) знижує запас ходу на 20-30%.

У дистанційному форматі створюйте таблиці параметрів у Google Sheets, порівнюючи норми SOH/SOC для різних моделей, як Nissan Leaf. Шукайте приклади, як незбалансовані комірки в Tesla викликають DTC P0A80 (деградація батареї). Зверніть увагу на виклики, як потреба в ізольованих тестерах для безпеки чи складність до-

ступу до комірок без демонтажу. Для закріплення симулюйте діагностику в MATLAB Simulink, моделюючи напругу комірок.

Це допоможе зрозуміти, як діагностика ВВБ подовжує її термін служби на 15-20%. Рекомендується аналізувати ресурси від IEEE для стандартів тестування, включаючи методи оцінки SOH. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від NHTSA, де описано вплив діагностики на безпеку та ефективність EV/HEV. Вивчайте, як діагностика інтегрується з BMS для автоматичного моніторингу, що зменшує ризик поломок.

### **3. Діагностика системи керування батареєю (BMS - Battery Management System).**

При вивченні діагностики системи керування батареєю (BMS) студентам пропонується шукати інструкції на сайтах Texas Instruments або NXP Semiconductors, де BMS описано як систему, що контролює заряд, розряд, температуру та балансування ВВБ, забезпечуючи її безпеку та довговічність. Зосередьтеся на функціях: моніторинг напруги комірок (3.2-4.2 В), температури (20-40°C оптимально) і струму (до 200 А), а також захист від перезаряду чи глибокого розряду.

Діагностика включає зчитування DTC через сканер, як P0A1F (проблема BMS), і перевірку сигналів CAN осцилографом. Вивчайте відео на YouTube про діагностику BMS через дилерське ПЗ, як Tesla Toolbox, для аналізу стану комірок.

Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як несправність BMS викликає відключення ВВБ, знижуючи запас ходу. У дистанційному форматі створюйте схеми роботи BMS у Draw.io, ілюструючи зв'язок із ВВБ та інвертором.

Шукайте приклади, як дефект BMS у Chevrolet Bolt обмежує заряд до 80%. Зверніть увагу на виклики, як складність доступу до даних без OEM-ПЗ чи ризик помилок через EMI. Для закріплення симулюйте діагностику в CANalyzer, моделюючи сигнали BMS. Це допоможе зрозуміти, як BMS підвищує надійність ВВБ на 25%. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів BMS, включаючи вимоги до кібербезпеки. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від IEEE, де описано інтеграцію BMS із хмарними платформами для віддаленого моніторингу.

#### **4. Діагностика інвертора: перевірка роботи силових ключів (IGBT).**

Для опрацювання діагностики інвертора, зокрема перевірки роботи силових ключів (IGBT), шукайте гайди на сайтах Infineon або Mitsubishi Electric, де інвертор описано як пристрій, що перетворює DC у AC для електродвигуна, використовуючи IGBT для комутації струму (до 600 В, 100-300 А). Зосередьтеся на перевірці IGBT: тестування напруги (0-600 В) і сигналів керування (5-15 В) осцилографом, а також вимірювання опору (кілька МОм у спокої).

Несправність IGBT викликає DTC, як P0A78 (проблема інвертора). Вивчайте відео на YouTube про тестування IGBT мультиметром для виявлення пробою. Аналізуйте мануали від Siemens, де деталізовано, як дефект IGBT знижує ККД двигуна на 10-15%. У дистанційному форматі створюйте таблиці діагностики в Google Docs, порівнюючи методи для IGBT. Шукайте приклади, як несправний інвертор у Nissan Leaf зупиняє авто. Зверніть увагу на виклики, як високоевольтні ризики чи потреба в ізольованих інструментах. Для закріплення симулюйте сигнали в MATLAB Simulink. Це допоможе діагностувати інвертор для забезпечення безпеки. Ресурси від IEEE для стандартів IGBT.

#### **5. Діагностика системи охолодження ВВБ та електродвигуна.**

Для вивчення діагностики системи охолодження високовольтної батареї (ВВБ) та електродвигуна в гібридних і електричних транспортних засобах студентам у дистанційному форматі рекомендується звернути увагу на її критичну роль у підтримці оптимальної температури (20-40°C для ВВБ, 50-80°C для двигуна), що запобігає деградації компонентів і забезпечує ефективність.

Шукайте гайди на сайтах компаній, як Tesla або Mahle, де описано компоненти системи: рідинні чи повітряні контури, помпи (струм 5-10 А), вентилятори та датчики температури (опір 1-5 кОм). Зосередьтеся на діагностиці: перевірка тиску охолоджувача манометром (0.5-2 бар), тестування помпи мультиметром і аналіз сигналів датчиків осцилографом (0-5 В).

Несправності, як витік охолоджувача, викликають DTC, наприклад, P0A93 у Toyota Prius. Вивчайте відео на YouTube про тестування системи охолодження, де показано перевірку потоку рідини та сиг-

налів вентилятора. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як перегрів ВВБ знижує SOH на 10-15% за рік. У дистанційному форматі створюйте чек-листи діагностики в Google Docs, включаючи вимірювання температури тепловізором.

Шукайте приклади, як забруднення радіатора в Tesla Model S викликає перегрів двигуна. Зверніть увагу на виклики, як безпека при роботі з високовольтними контурами чи складність доступу до помпи без демонтажу. Для закріплення симулюйте роботу системи в MATLAB Simulink, моделюючи температуру та сигнали.

Це допоможе зрозуміти, як діагностика охолодження подовжує термін служби ВВБ на 20%. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів охолодження, включаючи вимоги до теплового менеджменту. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від IEEE, де описано інтеграцію системи охолодження з BMS для автоматичного контролю температури, що підвищує надійність EV/HEV.

## **6. Особливості діагностичних кодів несправностей в гібридних системах.**

При опрацюванні особливостей діагностичних кодів несправностей (DTC) у гібридних системах студентам радимо шукати пояснення на сайтах Autel або Launch, де DTC для EV/HEV, як P0Axx (гібридна система) чи P1xxx (специфічні для виробника), мають унікальні характеристики через складність систем. Зосередьтеся на кодах: P0A80 (деградація ВВБ), P0A78 (проблема інвертора) чи P0Bxx (BMS), які вказують на проблеми з високовольтними компонентами.

Вивчайте відео на YouTube про зчитування кодів через сканери, як Toyota Techstream, для ідентифікації несправностей, як незбалансовані комірки. Аналізуйте мануали від Delphi, де деталізовано, як DTC у гібридах часто пов'язані з CAN-шиною, що вимагає перевірки осцилографом. У дистанційному форматі створюйте таблиці кодів у Google Sheets, групуючи за системами (ВВБ, інвертор, BMS).

Шукайте приклади, як P0A1F у Chevrolet Volt сигналізує про збій BMS. Зверніть увагу на виклики, як неоднозначність кодів через взаємозв'язок систем чи потреба в OEM-ПЗ для розшифровки. Для закріплення симулюйте DTC у Torque Pro, аналізуючи їх вплив. Це допоможе зрозуміти, як коди скорочують час діагностики на 30%. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів DTC у EV/HEV. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від IEEE, де описа-

но специфіку кодів для гібридів, включаючи інтеграцію з хмарними платформами для віддаленого аналізу.

### **7. Техніка безпеки при роботі з високовольтними системами.**

Для вивчення техніки безпеки при роботі з високовольтними системами EV/HEV шукайте рекомендації на сайтах OSHA або NHTSA, де описано заходи для роботи з напругою 300-800 В. Зосередьтеся на правилах: відключення ВВБ за 10 хвилин до роботи, використання ізольованих рукавичок (клас 0, до 1000 В) і перевірка відсутності напруги мультиметром.

Вивчайте відео на YouTube про безпечне відключення ВВБ у Tesla, включаючи ізоляцію конекторів. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано ризики, як ураження струмом чи дуговий розряд. У дистанційному форматі створюйте чек-листи безпеки в Google Docs, включаючи перевірку заземлення. Шукайте приклади, як неправильна ізоляція в Nissan Leaf призвела до травм.

Зверніть увагу на виклики, як складність роботи з герметичними контурами чи ризик пожежі від ВВБ. Для закріплення моделюйте процедури в симуляторах, як Multisim. Це допоможе знизити ризики травматизму на 90%. Рекомендується ресурси від IEEE для стандартів безпеки. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від SAE, де описано вимоги до роботи з високовольтними системами.

### **8. Використання спеціалізованого обладнання для діагностики EV/HEV.**

При опрацюванні використання спеціалізованого обладнання для діагностики EV/HEV шукайте гайди на сайтах Midtronics чи Snap-on, де описано інструменти, як ізольовані мультиметри, тестери ВВБ і сканери з підтримкою EV-протоколів.

Зосередьтеся на обладнанні: тестери SOH/SOC (Fluke BT521), осцилографи для сигналів IGBT і дилерські сканери, як GM GDS2, для DTC. Вивчайте відео на YouTube про тестування ВВБ через хмарні платформи. Аналізуйте мануали від Autel, де деталізовано, як обладнання скорочує час діагностики на 25%.

У дистанційному форматі створюйте таблиці інструментів у Google Sheets, порівнюючи за функціями. Шукайте приклади, як сканери діагностують BMS у Hyundai Ioniq. Зверніть увагу на виклики, як висока вартість обладнання чи потреба в навчанні. Для закріплення

симулюйте діагностику в MATLAB Simulink. Це допоможе обрати оптимальні інструменти. Ресурси від SAE для стандартів.

### **Питання для самоперевірки**

1. Опишіть архітектуру силової установки EV/HEV: акумуляторна батарея, інвертор, електродвигун.
2. Наведіть методи діагностики високовольтної батареї: SOH, SOC, балансування комірок.
3. Охарактеризуйте діагностику системи керування батареєю (BMS).
4. Поясніть діагностику інвертора: перевірка роботи силових ключів (IGBT).
5. Опишіть діагностику системи охолодження ВВБ та електродвигуна.
6. Наведіть особливості діагностичних кодів несправностей у гібридних системах.
7. Розкрийте техніку безпеки при роботі з високовольтними системами.
8. Опишіть використання спеціалізованого обладнання для діагностики EV/HEV.
9. Як SOH і SOC впливають на діагностику ВВБ?
10. Яке значення має BMS для безпеки гібридних систем?

### **2.2.12 Тема 12. Діагностика систем комфорту та мультимедіа**

#### **1. Архітектура шини комфорту. Особливості LIN-шини в цих системах.**

При вивченні архітектури шини комфорту та особливостей LIN-шини в системах комфорту студентам у дистанційному форматі рекомендується зосередитися на її ролі як низькошвидкісної мережі для зв'язку між модулями, що керують функціями комфорту, такими як клімат-контроль, центральний замок чи сидіння з підігрівом.

Шукайте матеріали на сайтах компаній, як Vector або NXP Semiconductors, де LIN (Local Interconnect Network) описано як економічну шину з швидкістю до 20 кбіт/с, яка використовується для передачі даних між ECU комфорту, наприклад, від датчиків температури до блоку клімат-контролю. Зосередьтеся на архітектурі: LIN працює за

принципом «master-slave», де один головний модуль керує кількома підлеглими, забезпечуючи простоту порівняно з CAN.

Вивчайте відео на YouTube про аналіз сигналів LIN осцилографом (0-12 В, прямокутна форма), що допомагає виявляти обриви чи перешкоди. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як LIN інтегрується з CAN для координації з іншими системами, наприклад, BCM (Body Control Module). У дистанційному форматі створюйте схеми архітектури в Draw.io, ілюструючи зв'язок між LIN- вузлами, як модуль вікон і BCM.

Шукайте інфографіку про ефективність LIN, де підкреслено зниження вартості проводки на 20% порівняно з CAN. Зверніть увагу на виклики, як обмежена швидкість LIN для складних систем чи чутливість до ЕМІ. Для закріплення симулюйте сигнали LIN у CANalyzer, моделюючи передачу даних. Це допоможе зрозуміти, чому LIN є стандартом для систем комфорту в авто, як Volkswagen. Рекомендується аналізувати ресурси від SAE для стандартів LIN, включаючи специфікації протоколу 2.0/2.1. Загалом, фокусуйте пошуки на англо-мовних джерелах від IEEE, де описано інтеграцію LIN із системами комфорту, що підвищує їх надійність на 15% за рахунок простоти.

## **2. Діагностика клімат-контролю: аналіз даних з датчиків температури, тиску холодоагенту.**

Для опрацювання діагностики клімат-контролю, зокрема аналізу даних із датчиків температури та тиску холодоагенту, студентам радимо шукати практичні гайди на сайтах Denso або Valeo, де описано перевірку системи через сканери та мультиметри. Зосередьтеся на датчиках температури (NTC, опір 1-5 кОм при 20°C), які моніторять температуру в салоні та випарнику, і датчиках тиску холодоагенту (0.5-4.5 В, 5-30 бар для R134a).

Діагностика включає зчитування DTC, як B1B71 (проблема датчика температури), і аналіз Live Data для порівняння з нормами (температура 5-40°C, тиск 2-15 бар). Вивчайте відео на YouTube про тестування компресора клімат-контролю (струм 5-10 А) і перевірку витоків холодоагенту манометром. Аналізуйте мануали від Delphi, де деталізовано, як низький тиск викликає відключення компресора, а несправний датчик температури – DTC B1B02. У дистанційному форматі створюйте таблиці параметрів у Google Sheets, порівнюючи нор-

ми для різних авто, як Toyota Corolla. Шукайте приклади, як забруднення випарника в BMW знижує ефективність охолодження на 25%.

Зверніть увагу на виклики, як витoki холодоагенту чи потреба в калібруванні датчиків. Для закріплення симулюйте сигнали датчиків у Multisim. Це допоможе зрозуміти, як діагностика забезпечує комфорт і економію енергії на 10%. Рекомендуються ресурси від SAE для стандартів клімат-контролю. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від ASHRAE, де описано методи діагностики для забезпечення стабільної роботи системи.

### **3. Діагностика системи центрального замка та іммобілайзера: перевірка ключів, антен, блоків керування.**

При вивченні діагностики центрального замка та іммобілайзера, включаючи перевірку ключів, антен і блоків керування, шукайте інструкції на сайтах Kaba Iso або VAG Technic, де описано їх зв'язок через LIN чи RF (433 МГц). Зосередьтеся на перевірці: ключі з чипом RFID тестуються сканером для зчитування коду, антени – мультиметром (опір 10-50 Ом), а блоки керування (BCM) – через DTC, як B1479 (проблема замка).

Вивчайте відео на YouTube про програмування ключів через OEM-ПЗ, як ODIS для Volkswagen. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як несправність антени іммобілайзера блокує запуск двигуна. У дистанційному форматі створюйте чек-листи діагностики в Google Docs, включаючи перевірку сигналів RF осцилографом. Шукайте приклади, як слабкий сигнал антени в Audi викликає відмову замка.

Зверніть увагу на виклики, як складність синхронізації ключів чи потреба в OEM-доступі. Для закріплення симулюйте діагностику в симуляторах, як Torque Pro. Це допоможе зрозуміти, як система забезпечує безпеку на 90%. Рекомендуються ресурси від IEEE для стандартів RFID. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від SAE, де описано інтеграцію іммобілайзера з BCM.

### **4. Діагностика мультимедійної системи (головний пристрій, навігація, зв'язок).**

Для опрацювання діагностики мультимедійної системи, включаючи головний пристрій, навігацію та зв'язок, шукайте гайди на сайтах Harman або Pioneer, де описано перевірку через сканери та тестери

зв'язку (Bluetooth, Wi-Fi). Зосередьтеся на головному пристрої: перевірка живлення (12 В), CAN-сигналів (осцилограф, 3.5/1.5 В) і DTC, як U0155 (втрата зв'язку).

Навігація тестується через GPS-сигнал (частота 1.5 ГГц), зв'язок – через перевірку Bluetooth (2.4 ГГц). Вивчайте відео на YouTube про діагностику мультимедіа в BMW через iDrive. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як оновлення ПЗ усуває збої. У дистанційному форматі створюйте таблиці несправностей у Google Sheets.

Шукайте приклади, як збій навігації в Tesla блокує оновлення карт. Зверніть увагу на виклики, як залежність від хмарних сервісів чи ЕМІ. Для закріплення симулюйте діагностику в CANalyzer. Це допоможе відновити функції мультимедіа. Ресурси від IEEE для стандартів зв'язку.

## **5. Робота з діагностичним ПЗ для кодування функцій комфорту (наприклад, активація прихованих опцій).**

Для вивчення роботи з діагностичним програмним забезпеченням (ПЗ) для кодування функцій комфорту, таких як активація прихованих опцій, студентам у дистанційному форматі рекомендується зосередитися на використанні OEM-програм, як Volkswagen ODIS, BMW ISTA чи Toyota Techstream, які дозволяють змінювати параметри ECU для активації функцій, наприклад, автоматичного складання дзеркал, адаптивного освітлення чи пам'яті сидінь. Шукайте гайди на сайтах Ross-Tech або BimmerCode, де описано процес кодування через підключення до OBD-II порту для зміни налаштувань BCM (Body Control Module).

Зосередьтеся на етапах: підключення сканера, аутентифікація через VIN, вибір функції та запис нових параметрів. Вивчайте відео на YouTube, де показано активацію прихованих опцій, як автозакриття вікон у Volkswagen Golf через VCDS. Аналізуйте мануали від Snap-on, де деталізовано, як кодування змінює поведінку систем, наприклад, увімкнення денних ходових вогнів, але вимагає сумісності з апаратним забезпеченням.

У дистанційному форматі створюйте покрокові інструкції в Google Docs, порівнюючи ПЗ за зручністю та доступом до функцій. Шукайте приклади, як кодування в Audi Q5 активує функцію розпізнавання знаків, підвищуючи комфорт на 15%. Зверніть увагу на

виклики: ризик втрати гарантії, потреба в стабільному інтернеті для хмарних платформ і помилки через несумісність ПЗ.

Для закріплення симулюйте кодування в демо-версіях, як OBDeleven, моделюючи активацію опцій. Це допоможе зрозуміти, як ПЗ розширює функціонал авто, економлячи до 20% часу на налаштування. Рекомендується аналізувати ресурси від SAE для стандартів кодування, включаючи вимоги до безпеки даних. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від IEEE, де описано інтеграцію діагностичного ПЗ із CAN і LIN для точного налаштування систем комфорту, що підвищує їх надійність.

## **6. Пошук струмів витoku в системах комфорту.**

При опрацюванні пошуку струмів витoku в системах комфорту студентам радимо шукати практичні посібники на сайтах Fluke або Amprobe, де описано методи виявлення паразитних струмів, що розряджають акумулятор через системи, як клімат-контроль, сидіння з підігрівом чи мультимедіа. Зосередьтеся на процедурі: вимірювання струму в спокої (норма <50 мА) мультиметром із затискачем, послідовне відключення запобіжників для локалізації джерела витoku, наприклад, несправного реле BCM.

Вивчайте відео на YouTube про пошук витоків у BMW, де показано використання мультиметра для перевірки струму в ланцюгах мультимедіа. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як витік >100 мА через центральний замок може розрядити акумулятор за 24 години. У дистанційному форматі створюйте таблиці вимірювань у Google Sheets, порівнюючи струми для різних систем, як освітлення чи замки. Шукайте приклади, як несправний модуль клімат-контролю в Mercedes викликає витік 200 мА.

Зверніть увагу на виклики: складність локалізації через велику кількість модулів, ризик пошкодження ECU без правильного відключення. Для закріплення симулюйте вимірювання в Multisim, моделюючи ланцюги з витокami. Це допоможе зрозуміти, як пошук витоків запобігає розряду акумулятора, подовжуючи його термін служби на 30%. Рекомендується ресурси від IEEE для стандартів вимірювань струму. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від NHTSA, де описано вплив витоків на надійність систем комфорту, включаючи методи їх ізоляції для ефективної діагностики.

## **7. Взаємодія між системами комфорту та іншими ECU.**

Для вивчення взаємодії між системами комфорту та іншими ECU студентам пропонується шукати пояснення на сайтах Vector або Delphi, де описано, як BCM координує роботу систем комфорту (клімат-контроль, замки, освітлення) з іншими модулями, як ЕСМ чи ТСМ, через CAN і LIN-шини. Зосередьтеся на потоках даних: наприклад, клімат-контроль надсилає запити до ЕСМ для регулювання обертів двигуна, а іммобілайзер взаємодіє з ECU двигуна для дозволу запуску.

Вивчайте відео на YouTube про аналіз CAN-сигналів осцилографом (3.5/1.5 В) для діагностики зв'язку між BCM і мультимедіа. Аналізуйте мануали від Snap-on, де деталізовано, як збій CAN викликає DTC, як U0155 (втрата зв'язку з BCM). У дистанційному форматі створюйте схеми взаємодії в Draw.io, ілюструючи потоки даних між модулями.

Шукайте приклади, як несправність BCM у Audi блокує клімат-контроль і замки. Зверніть увагу на виклики: складність діагностики через велику кількість вузлів і потреба в OEM-ПЗ. Для закріплення симулюйте зв'язок у CANalyzer, моделюючи обмін даними. Це допоможе зрозуміти, як взаємодія забезпечує синхронізацію функцій на 25% ефективніше. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів CAN/LIN. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від IEEE, де описано інтеграцію систем комфорту з іншими ECU для підвищення надійності авто.

## **8. Типові несправності, пов'язані з програмними збоями та порушенням комунікації.**

При опрацюванні типових несправностей, пов'язаних із програмними збоями та порушенням комунікації в системах комфорту, шукайте кейси на сайтах iATN або Automotive Testing, де описано проблеми, як зависання мультимедійного пристрою через застарілу прошивку чи втрата зв'язку BCM через обрив LIN-шини.

Зосередьтеся на несправностях: DTC U0100 (втрата зв'язку з ECU), збої в клімат-контролі через помилки ПЗ чи відмова замків через ЕМІ. Вивчайте відео на YouTube про діагностику програмних збоїв через сканери, як Autel MaxiSys. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як оновлення ПЗ усуває збої, а перевірка шини осци-

логафом виявляє перешкоди. У дистанційному форматі створіть таблицю несправностей у Google Sheets, групуючи за причинами.

Шукайте приклади, як збій ПЗ у Tesla блокує навігацію. Зверніть увагу на виклики: потреба в OEM-доступі для оновлень і складність ізоляції перешкод. Для закріплення симулюйте збої в CANalyzer. Це допоможе діагностувати проблеми, скорочуючи час на 20%. Ресурси від IEEE для стандартів комунікації.

### **Питання для самоперевірки**

1. Опишіть архітектуру шини комфорту та особливості LIN-шини в цих системах.
2. Наведіть методи діагностики клімат-контролю: аналіз даних з датчиків температури, тиску холодоагенту.
3. Охарактеризуйте діагностику системи центрального замка та імобілайзера: перевірка ключів, антен, блоків.
4. Поясніть діагностику мультимедійної системи: головний пристрій, навігація, зв'язок.
5. Опишіть роботу з діагностичним ПЗ для кодування функцій комфорту.
6. Наведіть методи пошуку струмів витоку в системах комфорту.
7. Розкрийте взаємодію між системами комфорту та іншими ECU.
8. Опишіть типові несправності, пов'язані з програмними збоями та порушенням комунікації.
9. Як LIN-шина впливає на діагностику систем комфорту?
10. Яке значення має кодування для активації прихованих опцій?

### **2.2.13 Тема 13. Діагностика системи керування трансмісією**

#### **1. Архітектура системи керування трансмісією (ТСМ) та її взаємодія з ЕСМ.**

При вивченні архітектури системи керування трансмісією (ТСМ, Transmission Control Module) та її взаємодії з модулем керування двигуном (ЕСМ) у дистанційному форматі студентам рекомендується зосередитися на ролі ТСМ як електронного блоку, що координує роботу автоматичної трансмісії (АКПП), забезпечуючи плавне перемикавання передач і оптимальну продуктивність.

Шукайте матеріали на сайтах компаній, як ZF або Aisin, де TCM описано як модуль, що обробляє дані від датчиків (швидкості, температури, положення селектора) і надсилає сигнали до соленоїдів та гідравлічного блоку. Взаємодія з ECM через CAN-шину (швидкість до 1 Мбіт/с) дозволяє синхронізувати оберти двигуна та моменти перемикавання, підвищуючи ККД на 10-15%.

Вивчайте відео на YouTube, де показано аналіз CAN-сигналів осцилографом (3.5/1.5 В) для діагностики зв'язку між TCM і ECM. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як TCM регулює тиск у гідравлічній системі на основі даних ECM, наприклад, для адаптації до стилю водіння. У дистанційному форматі створюйте схеми взаємодії в Draw.io, ілюструючи потік даних між TCM, ECM і датчиками.

Шукайте інфографіку про інтеграцію TCM, де підкреслено зниження витрат палива на 5% завдяки координації. Зверніть увагу на виклики, як обриви CAN-шини, що викликають DTC, наприклад, U0101 (втрата зв'язку з TCM). Для закріплення симулюйте обмін даними в CANalyzer, моделюючи сигнали між модулями. Це допоможе зрозуміти, як TCM і ECM забезпечують стабільність трансмісії. Рекомендується аналізувати ресурси від SAE для стандартів CAN і діагностики TCM. Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних джерелах від IEEE, де описано архітектуру TCM і її інтеграцію з іншими системами, що підвищує надійність авто.

## **2. Датчики в АКПП: датчики швидкості валів, датчик температури, датчик положення селектора.**

Для опрацювання датчиків в автоматичній коробці передач (АКПП), таких як датчики швидкості валів, температури та положення селектора, студентам радимо шукати гайди на сайтах Allison Transmission або Delphi Technologies, де описано їх функції: датчики швидкості (зазвичай Холла, сигнал 0-5 В) вимірюють оберти вхідного/вихідного валів, датчик температури (NTC, 1-5 кОм при 20°C) моніторить ATF (автоматична трансмісійна рідина), а датчик положення селектора (потенціометр, 0.5-4.5 В) визначає режим АКПП.

Зосередьтеся на діагностиці: перевірка сигналів осцилографом, опору мультиметром і зчитування DTC, як P0715 (проблема датчика швидкості). Вивчайте відео на YouTube про тестування датчика швидкості в Toyota Camry, де аномальний сигнал вказує на обрив.

Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як перегрів ATF (>120°C) викликає DTC P0710. У дистанційному форматі створюйте таблиці параметрів у Google Sheets, порівнюючи норми для датчиків у різних АКПП. Шукайте приклади, як несправний датчик положення в BMW блокує перемикання режимів. Зверніть увагу на виклики, як забруднення ATF, що спотворює дані, чи потреба в калібруванні.

Для закріплення симулюйте сигнали в Multisim, моделюючи роботу датчиків. Це допоможе зрозуміти, як датчики впливають на точність керування АКПП, знижуючи ризик поломок на 20%. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів датчиків. Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних джерелах від IEEE, де описано інтеграцію датчиків із TCM для стабільної роботи трансмісії.

### **3. Діагностика роботи «соленоїдів» (електромагнітних клапанів) за допомогою активаційних тестів.**

При вивченні діагностики соленоїдів (електромагнітних клапанів) АКПП за допомогою активаційних тестів шукайте інструкції на сайтах Aisin або Snap-on, де соленоїди описано як пристрої, що регулюють тиск ATF для перемикання передач (опір 10-20 Ом, сигнал 12 В). Зосередьтеся на активаційних тестах: через діагностичне ПЗ, як Autel MaxiSys, активується вмикання/вимикання соленоїдів, перевіряючи їх реакцію (час відгуку 10-50 мс) і тиск (2-10 бар) манометром.

Вивчайте відео на YouTube про тестування соленоїдів у Ford Focus, де осцилограф показує імпульси керування. Аналізуйте мануали від ZF, де деталізовано, як несправний соленоїд викликає DTC P0750 (збій клапана перемикання). У дистанційному форматі створюйте чек-листи тестів у Google Docs, включаючи перевірку опору та сигналів. Шукайте приклади, як забруднений соленоїд у Honda Accord спричиняє поштовхи при перемиканні.

Зверніть увагу на виклики, як складність доступу до соленоїдів без демонтажу чи ризик пошкодження через неправильне живлення. Для закріплення симулюйте тести в CANalyzer, моделюючи сигнали керування. Це допоможе зрозуміти, як соленоїди забезпечують плавність АКПП, знижуючи знос на 15%. Рекомендується ресурси від IEEE для стандартів діагностики. Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних джерелах від SAE, де описано методи активаційних тестів для точної оцінки стану соленоїдів.

#### **4. Аналіз адаптивних параметрів (Adaptive Values). Причини їх збою та скидання.**

Для опрацювання аналізу адаптивних параметрів (Adaptive Values) АКПП, причин їх збою та скидання студентам радимо шукати гайди на сайтах Allison або Bosch, де адаптивні параметри описано як налаштування TCM, що коригують час і тиск перемикання передач на основі стилю водіння чи зносу компонентів. Зосередьтеся на аналізі: параметри, як час увімкнення соленоїдів (10-50 мс) чи тиск зчеплення (3-8 бар), зчитуються через Live Data сканером.

Збої виникають через забруднення ATF, несправні датчики чи оновлення ПЗ, викликаючи DTC, як P1811 (адаптивна помилка). Скидання виконується OEM-ПЗ для відновлення заводських налаштувань. Вивчайте відео на YouTube про скидання адаптивних значень у GM через Tech2. Аналізуйте мануали від Snap-on, де деталізовано, як збої призводять до поштовхів при перемиканні.

У дистанційному форматі створюйте таблиці параметрів у Google Sheets, порівнюючи норми та аномалії. Шукайте приклади, як збій адаптації в Volkswagen DSG викликає затримки перемикання. Зверніть увагу на виклики, як потреба в OEM-доступі чи ризик втрати продуктивності після скидання. Для закріплення симулюйте аналіз у Torque Pro. Це допоможе зрозуміти, як адаптація підвищує комфорт на 20%. Ресурси від SAE для стандартів.

#### **5. Діагностика гідравлічної частини через електронні параметри.**

Для вивчення діагностики гідравлічної частини автоматичної коробки передач (АКПП) через електронні параметри студентам у дистанційному форматі рекомендується зосередитися на аналізі роботи гідравлічного блоку, який регулює тиск трансмісійної рідини (ATF) для перемикання передач, за допомогою сканерів і електронних інструментів.

Шукайте гайди на сайтах ZF Friedrichshafen або Aisin, де описано, як гідравлічний блок із соленоїдами та клапанами контролює тиск (3-10 бар), що зчитується через датчики тиску (сигнал 0.5-4.5 В). Зосередьтеся на діагностиці: використання діагностичного ПЗ, як Autel MaxiSys, для моніторингу Live Data, таких як тиск у гідросистемі, і активаційних тестів для перевірки соленоїдів (час відгуку 10-50 мс). Перевірка сигналів датчиків осцилографом дозволяє виявити аномалії,

як нестабільний тиск через засмічення клапанів, що викликає DTC, наприклад, P0745 (збій тиску).

Вивчайте відео на YouTube про тестування гідравлічного блоку в Toyota Camry, де манометр підтверджує відповідність тиску нормам. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як низький тиск (<2 бар) спричиняє прослизання зчеплення. У дистанційному форматі створюйте таблиці параметрів у Google Sheets, порівнюючи норми тиску для різних моделей АКПП.

Шукайте приклади, як забруднення ATF у Ford Focus викликає DTC P0771 через недостатній тиск. Зверніть увагу на виклики: складність доступу до гідроблоку без демонтажу, ризик витоку ATF при тестуванні. Для закріплення симулюйте аналіз тиску в MATLAB Simulink, моделюючи гідравлічні параметри.

Це допоможе зрозуміти, як електронна діагностика виявляє гідравлічні несправності, скорочуючи час ремонту на 25%. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів діагностики гідросистем. Загалом, фокусуйте пошуки на англійськомовних джерелах від IEEE, де описано інтеграцію гідравлічних даних із TCM для точного контролю.

## **6. Діагностика механічної частини: прослизання, поштовхи при перемиканні.**

Для опрацювання діагностики механічної частини АКПП, зокрема прослизання та поштовхів при перемиканні, студентам радимо шукати практичні посібники на сайтах Allison Transmission або Sonnax, де описано, як механічні компоненти, як зчеплення, фрикційні диски чи планетарні передачі, впливають на роботу трансмісії.

Зосередьтеся на симптомах: прослизання проявляється як підвищення обертів двигуна без прискорення (DTC P0776), а поштовхи – як різкі ривки через знос фрикційнів чи несправність клапанів. Діагностика включає аналіз Live Data через сканер (зміна обертів валів, тиск), перевірку стану ATF (наявність стружки) і тест-драйв для оцінки поведінки. Вивчайте відео на YouTube про діагностику прослизання в Honda Accord, де осцилограф показує нестабільність сигналів датчиків швидкості. Аналізуйте мануали від ZF, де деталізовано, як знос фрикційнів знижує ефективність на 15%.

У дистанційному форматі створюйте чек-листи діагностики в Google Docs, включаючи перевірку рівня ATF і тиску манометром. Шукайте приклади, як поштовхи в BMW через знос планетарного ме-

ханізму викликають DTC P0730. Зверніть увагу на виклики: потреба в розбиранні АКПП для підтвердження дефектів, складність діагностики без фізичного доступу. Для закріплення симулюйте параметри в Torque Pro, моделюючи прослизання.

Це допоможе виявляти механічні несправності, знижуючи ризик поломки на 20%. Рекомендується ресурси від IEEE для стандартів діагностики. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від SAE, де описано методи оцінки механічних проблем через електронні параметри.

## **7. Особливості діагностики трансмісій типу CVT, DSG, PowerShift.**

При вивченні особливостей діагностики трансмісій типу CVT, DSG і PowerShift шукайте гайди на сайтах Jatco або Volkswagen Group, де CVT (безступінчаста) використовує ремінь/ланцюг для плавного перемикавання, DSG (подвійне зчеплення) забезпечує швидке перемикавання через два зчеплення, а PowerShift (Ford) комбінує DSG-принципи.

Зосередьтеся на діагностиці: CVT перевіряється через датчики швидкості ременя (0-5 В) і тиск (5-10 бар), DSG – через сигнали зчеплень осцилографом, PowerShift – через DTC, як P07A3 (проблема зчеплення). Вивчайте відео на YouTube про діагностику DSG у Volkswagen Golf, де активаційні тести показують час реакції соленоїдів. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як знос ременя CVT викликає прослизання.

У дистанційному форматі створюйте таблиці особливостей у Google Sheets, порівнюючи методи діагностики. Шукайте приклади, як перегрів у PowerShift викликає поштовхи. Зверніть увагу на виклики: потреба в OEM-ПЗ, складність ремонту DSG. Для закріплення симулюйте тести в CANalyzer. Це допоможе зрозуміти специфіку, підвищуючи точність діагностики на 20%. Ресурси від SAE для стандартів.

## **8. Робота з дилерською документацією для коректної діагностики та налаштування.**

Для опрацювання роботи з дилерською документацією для діагностики та налаштування АКПП шукайте інструкції на сайтах Alldata або Mitchell, де документація, як Volkswagen TIS чи Ford IDS,

містить схеми, норми параметрів і DTC. Зосередьтеся на використанні: зчитування кодів через OEM-ПЗ, налаштування адаптивних параметрів і скидання DTC після ремонту.

Вивчайте відео на YouTube про роботу з GM Tech2 для діагностики PowerShift. Аналізуйте мануали від Snap-on, де деталізовано, як документація допомагає уникнути помилок на 30%. У дистанційному форматі створюйте схеми процесів у Draw.io. Шукайте приклади, як документація в Toyota усуває збої CVT. Зверніть увагу на виклики: обмежений доступ до OEM-ПЗ, потреба в оновленнях. Для закріплення симулюйте роботу в демо-ПЗ. Це підвищує точність налаштування. Ресурси від IEEE для стандартів документації.

### **Питання для самоперевірки**

1. Опишіть архітектуру системи керування трансмісією (TCM) та її взаємодію з ЕСМ.
2. Наведіть датчики в АКПП: швидкості валів, температура, положення селектора.
3. Охарактеризуйте діагностику соленоїдів за допомогою активаційних тестів.
4. Поясніть аналіз адаптивних параметрів: причини збою та скидання.
5. Опишіть діагностику гідравлічної частини через електронні параметри.
6. Наведіть діагностику механічної частини: прослизання, поштовхи при перемиканні.
7. Розкрийте особливості діагностики трансмісій типу CVT, DSG, PowerShift.
8. Опишіть роботу з дилерською документацією для діагностики та налаштування.
9. Як взаємодія TCM з ЕСМ впливає на діагностику АКПП?
10. Яке значення мають адаптивні параметри для роботи трансмісії?

## **2.2.14 Тема 14. Алгоритми пошуку несправностей**

**1. Систематичний підхід до діагностики: від загального до конкретного.**

При вивченні систематичного підходу до діагностики несправностей у дистанційному форматі студентам рекомендується зосере-

дитися на методології «від загального до конкретного», яка забезпечує структуроване виявлення проблем в автомобільних системах, мінімізуючи помилки та час діагностики. Шукайте матеріали на сайтах компаній, як Snap-on або Bosch Automotive, де описано поетапний процес: початковий огляд для оцінки загального стану (візуальна перевірка, тест-драйв), аналіз систем (двигун, трансмісія, електрика) і локалізація несправності до конкретного компонента, наприклад, датчика чи проводки.

Зосередьтеся на логіці: спочатку виключаються поширені проблеми (слабкий акумулятор, низький рівень рідин), потім перевіряються складніші, як збої ECU. Вивчайте відео на YouTube, де показано діагностику від загального огляду (перевірка ламп помилок) до тестування датчика кисню осцилографом. Аналізуйте мануали від ASE (Automotive Service Excellence), де деталізовано, як систематичний підхід скорочує час діагностики на 30%.

У дистанційному форматі створюйте діаграми процесу в Draw.io, ілюструючи перехід від загального огляду до аналізу конкретного компонента, як соленоїд АКПП. Шукайте інфографіку про ефективність методології, де підкреслено зниження помилок на 20%. Зверніть увагу на виклики, як суб'єктивність первинного огляду чи потреба в спеціалізованих інструментах для глибокої діагностики. Для закріплення використовуйте онлайн-симулятори, як OBD Auto Doctor, для моделювання пошуку несправностей.

Це допоможе зрозуміти, чому систематичний підхід є основою професійної діагностики, особливо в складних системах, як гібриди. Рекомендується аналізувати ресурси від SAE для стандартів діагностики. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від IEEE, де описано алгоритми для підвищення точності, що забезпечує надійність ремонту.

## **2. Збір інформації: опитування клієнта, аналіз історії обслуговування.**

Для опрацювання збору інформації через опитування клієнта та аналіз історії обслуговування студентам радимо шукати практичні гайди на сайтах iATN або Mitchell 1, де описано, як початковий етап збору даних формує основу для діагностики. Зосередьтеся на опитуванні: деталі симптомів (шум, вібрація, втрата потужності), умови виникнення (швидкість, температура) і періодичність.

Аналіз історії обслуговування (через Carfax чи дилерські записи) виявляє попередні ремонти, заміну компонентів чи проблеми, як заміна АКБ, що впливає на електрику. Вивчайте відео на YouTube про опитування клієнтів, де діагности показують, як уточнення деталей (наприклад, «поштовхи при перемиканні АКПП») звужує пошук до TCM. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як історія заміни масла ATF вказує на можливі проблеми з гідравлікою. У дистанційному форматі створюйте шаблони опитувань у Google Docs, включаючи питання про симптоми та попередні ремонти.

Шукайте приклади, як неправильна заміна датчика в BMW викликала повторні DTC. Зверніть увагу на виклики: неточність опису клієнта чи відсутність повної історії. Для закріплення симулюйте опитування в онлайн-форматі, моделюючи сценарії. Це допоможе зрозуміти, як збір інформації скорочує час діагностики на 25%. Рекомендуються ресурси від SAE для стандартів збору даних. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від IEEE, де описано методи структурування інформації для ефективної діагностики.

### **3. Використання діагностичного сканера як першого етапу: читання DTC, перегляд Live Data.**

При вивченні використання діагностичного сканера як першого етапу діагностики, включаючи читання кодів несправностей (DTC) і перегляд Live Data, шукайте інструкції на сайтах Autel або Launch, де сканери, як MaxiSys, зчитують DTC (наприклад, P0300 – пропуски запалювання) і показують параметри в реальному часі (оберти, температура, тиск). Зосередьтеся на процесі: підключення до OBD-II, зчитування кодів для ідентифікації системи (двигун, трансмісія) і аналіз Live Data для порівняння з нормами (наприклад, MAF 3-5 г/с на холодному).

Вивчайте відео на YouTube про використання сканера в Toyota Corolla для аналізу даних датчика кисню. Аналізуйте мануали від Snap-on, де деталізовано, як Live Data виявляє відхилення, як високий Fuel Trim (+15%). У дистанційному форматі створюйте таблиці даних у Google Sheets, порівнюючи норми та аномалії. Шукайте приклади, як DTC P0420 у Honda вказує на проблему каталізатора. Зверніть увагу на виклики: обмеження універсальних сканерів для OEM-кодів, потреба в оновленні ПЗ. Для закріплення симулюйте зчитування в

Torque Pro. Це допоможе виявляти несправності на 30% швидше. Ресурси від IEEE для стандартів OBD-II.

#### **4. Аналіз DTC: «активний» чи «історичний». Скільки разів виникала помилка.**

Для опрацювання аналізу DTC, включаючи їх статус («активний» чи «історичний») і частоту виникнення, шукайте гайди на сайтах Innova або Bosch, де описано, що активні DTC вказують на поточну несправність, а історичні – на минулі проблеми, які можуть повторюватися. Зосередьтеся на аналізі: кількість циклів (counts) у сканері показує, як часто код з'являвся (наприклад, P0171 з 5 циклами вказує на стійкий витік повітря).

Вивчайте відео на YouTube про аналіз DTC у Ford через IDS, де історичні коди допомагають знайти плаваючі несправності. Аналізуйте мануали від Delphi, де деталізовано, як активні DTC, як P0301, вимагають негайної перевірки. У дистанційному форматі створюйте таблиці кодів у Google Docs, групуючи за статусом і частотою.

Шукайте приклади, як історичний P0130 у Chevrolet вказує на періодичну проблему лямбда-зонда. Зверніть увагу на виклики: помилкове скидання кодів без ремонту чи обмеження сканерів для історичних даних. Для закріплення симулюйте аналіз у OBD Auto Doctor. Це підвищує точність діагностики на 20%. Ресурси від SAE для стандартів DTC.

#### **5. Створення «діагностичної карти» несправності.**

Для вивчення створення «діагностичної карти» несправності у дистанційному форматі студентам рекомендується зосередитися на методі структурування даних для систематизації процесу пошуку несправностей, що дозволяє звузити коло можливих причин і підвищити ефективність діагностики.

Шукайте гайди на сайтах iATN або Alldata, де діагностична карта описана як документ, що включає симптоми, DTC, дані Live Data, результати тестів і гіпотези. Зосередьтеся на етапах: запис симптомів (наприклад, «поштовхи при перемиканні АКПП»), DTC (P0750 – збій соленоїда), параметрів (тиск ATF 3-10 бар), і створення логічного ланцюжка для перевірки, наприклад, від проводки до соленоїда.

Вивчайте відео на YouTube, де показано складання карти для діагностики пропусків запалювання в Toyota Camry, використовуючи

сканер і мультиметр. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як карта допомагає ізолювати несправність, скорочуючи час діагностики на 25%.

У дистанційному форматі створюйте шаблони карт у Google Docs, включаючи розділи для DTC, тестів (опір, напруга) і висновків. Шукайте приклади, як карта для DTC P0171 у Ford Focus звучує проблему до витоку вакууму. Зверніть увагу на виклики: неповні дані від клієнта чи складність інтеграції результатів із різних інструментів, як осцилограф.

Для закріплення симулюйте створення карти в онлайн-інструментах, як OBD Auto Doctor, моделюючи сценарії з DTC. Це допоможе зрозуміти, як карта підвищує точність діагностики на 20%, забезпечуючи структурований підхід. Рекомендується аналізувати ресурси від SAE для стандартів діагностики, включаючи шаблони карт. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від IEEE, де описано методи структурування даних для комплексних систем, як гібриди, що вимагають координації між ЕСМ і ТСМ.

## **6. Етап «перевірки гіпотез»: використання мультиметра, осцилографа, фізичної перевірки.**

Для опрацювання етапу «перевірки гіпотез» у діагностиці, що включає використання мультиметра, осцилографа та фізичної перевірки, студентам радимо шукати практичні посібники на сайтах Fluke або PicoScore, де описано, як ці інструменти підтверджують чи спростовують гіпотези несправностей. Зосередьтеся на методології: після створення діагностичної карти гіпотези (наприклад, несправний датчик кисню) перевіряються мультиметром (опір 2-30 Ом), осцилографом (сигнал 0.1-0.9 В) і фізичним оглядом (корозія роз'ємів).

Вивчайте відео на YouTube про перевірку гіпотези збою соленоїда АКПП у Honda Accord, де осцилограф показує нестабільний сигнал. Аналізуйте мануали від Snap-on, де деталізовано, як фізична перевірка проводки виявляє обриви, що викликають DTC P0700. У дистанційному форматі створюйте чек-листи тестів у Google Sheets, включаючи вимірювання напруги, сигналів і огляд компонентів.

Шукайте приклади, як перевірка гіпотези в BMW виявила коротке замикання в CAN-шині. Зверніть увагу на виклики: потреба в калібруванні інструментів, ризик помилкової інтерпретації сигналів. Для закріплення симулюйте тести в Multisim, моделюючи сигнали

датчиків. Це допоможе зрозуміти, як перевірка гіпотез ізолює несправність, підвищуючи точність на 30%. Рекомендується ресурси від IEEE для стандартів використання мультиметрів і осцилографів. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від SAE, де описано інтеграцію інструментів для комплексної діагностики, що забезпечує надійність ремонту.

### **7. Пошук «плаваючих» (Intermittent) несправностей.**

При вивченні пошуку «плаваючих» (Intermittent) несправностей шукайте кейси на сайтах Automotive Testing або iATN, де описано періодичні проблеми, як втрата зв'язку CAN чи пропуски запалювання, що не фіксуються постійно. Зосередьтеся на методи: використання лог-файлів сканера для запису Live Data (оберти, напруга) протягом тривалого часу, аналіз історичних DTC (наприклад, P0301 із низьким count) і тест-драйв для відтворення умов несправності.

Вивчайте відео на YouTube про пошук плаваючої несправності в Volkswagen через PicoScore, де осцилограф фіксує короткочасні збої сигналу. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як вібрація чи температура викликають періодичні збої, як U0155. У дистанційному форматі створюйте таблиці логів у Google Docs, групуючи дані за умовами (швидкість, температура).

Шукайте приклади, як плаваюча несправність у Ford через слабкий контакт роз'єму блокує ABS. Зверніть увагу на виклики: складність відтворення умов, великий обсяг даних для аналізу. Для закріплення симулюйте логи в Torque Pro, моделюючи періодичні збої. Це допоможе ізолювати несправності, скорочуючи час діагностики на 20%. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів пошуку Intermittent несправностей. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від IEEE, де описано методи аналізу логів для складних систем.

### **8. Перевірка результатів ремонту та контроль якості.**

Для опрацювання перевірки результатів ремонту та контролю якості студентам радимо шукати інструкції на сайтах Mitchell 1 або Snap-on, де описано методи підтвердження усунення несправності та забезпечення надійності ремонту. Зосередьтеся на етапах: повторне зчитування DTC сканером для перевірки їх відсутності, аналіз Live Data для відповідності нормам (наприклад, Fuel Trim  $\pm 5\%$ ), тест-драйв

для оцінки поведінки (плавність АКПП, відсутність вібрацій) і фізична перевірка (герметичність роз'ємів).

Вивчайте відео на YouTube про контроль якості після ремонту TCM у Chevrolet, де сканер підтверджує відсутність DTC P0700. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як повторні тести знижують ризик повернення несправності на 25%. У дистанційному форматі створюйте шаблони звітів у Google Docs, включаючи результати тестів і рекомендації. Шукайте приклади, як недостатній контроль у Toyota призвів до повторного збою SRS. Зверніть увагу на виклики: потреба в тривалих тестах для плаваючих несправностей, ризик пропуску дефектів. Для закріплення симулюйте перевірку в OBD Auto Doctor. Це забезпечує якість ремонту. Ресурси від SAE для стандартів контролю якості.

### **Питання для самоперевірки**

1. Опишіть систематичний підхід до діагностики: від загального до конкретного.
2. Наведіть методи збору інформації: опитування клієнта, аналіз історії обслуговування.
3. Охарактеризуйте використання діагностичного сканера: читання DTC, перегляд Live Data.
4. Поясніть аналіз DTC: активний чи історичний, кількість виникнень помилки.
5. Опишіть створення «діагностичної карти» несправності.
6. Наведіть етап «перевірки гіпотез»: використання мультиметра, осцилографа, фізичної перевірки.
7. Розкрийте методи пошуку «плаваючих» несправностей.
8. Опишіть перевірку результатів ремонту та контроль якості.
9. Як опитування клієнта впливає на діагностику?
10. Яке значення має діагностична карта для пошуку несправностей?

## **2.2.15 Тема 15. Хмарні технології та Big Data в автодіагностиці**

### **1. Концепція телематики та її застосування в діагностиці.**

При вивченні концепції телематики та її застосування в автодіагностиці студентам у дистанційному форматі рекомендується зосередитися на ролі телематики як технології, що поєднує телеко-

мунікації та інформатику для збору, передачі та аналізу даних автомобіля в реальному часі. Шукайте матеріали на сайтах компаній, як Geotab або Verizon Connect, де телематика описана як система, що використовує GPS, датчики та OBD-II для моніторингу параметрів, таких як оберти двигуна, витрата палива чи DTC.

Зосередьтеся на застосуванні: телематичні пристрої передають дані через 4G/5G до хмарних серверів, дозволяючи діагностувати несправності, як P0300 (пропуски запалювання), без фізичного доступу до авто. Вивчайте відео на YouTube, де показано, як телематична платформа в Tesla відстежує стан батареї (SOC, SOH). Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як телематика інтегрується з CAN-шиною для збору даних, підвищуючи точність діагностики на 20%.

У дистанційному форматі створюйте схеми телематичних систем у Draw.io, ілюструючи потік даних від авто до хмари. Шукайте інфографіку про ефективність телематики, де підкреслено зниження часу простою автопарків на 15%. Зверніть увагу на виклики: залежність від стабільного зв'язку, висока вартість впровадження (до \$500 на авто). Для закріплення симулюйте телематичний потік даних у MATLAB Simulink, моделюючи передачу DTC.

Це допоможе зрозуміти, як телематика спрощує діагностику для СТО та автопарків. Рекомендується аналізувати ресурси від SAE для стандартів телематики, включаючи протоколи передачі. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від IEEE, де описано інтеграцію телематики з хмарними платформами для віддаленого моніторингу, що підвищує ефективність діагностики.

## **2. Збір даних з автопарків. Принципи роботи «чорних скриньок».**

Для опрацювання збору даних з автопарків і принципів роботи «чорних скриньок» студентам радимо шукати гайди на сайтах Fleetmatics або Samsara, де «чорні скриньки» (Telematics Control Units, TCU) описано як пристрої, що записують дані з OBD-II, GPS і датчиків (швидкість, гальмування, DTC) для аналізу стану автопарку. Зосередьтеся на принципах: TCU збирають дані (до 1 ГБ/день на авто), передають їх через GSM/4G до хмарних серверів і зберігають для аналізу, наприклад, для виявлення зносу гальмівних колодок. Вивчайте відео на YouTube про роботу TCU у вантажівках Volvo, де показано запис параметрів, як тиск масла (2-5 бар). Аналізуйте мануали від

Geotab, де деталізовано, як «чорні скриньки» фіксують DTC, як P0420 (каталізатор), для прогнозування ремонтів. У дистанційному форматі створюйте таблиці даних у Google Sheets, порівнюючи параметри (оберти, температура) для різних авто. Шукайте приклади, як TCU у флоті UPS виявили витік палива.

Зверніть увагу на виклики: обмежена пам'ять TCU, потреба в шифруванні даних. Для закріплення симулюйте збір даних у CANalyzer, моделюючи потік із OBD-II. Це допоможе зрозуміти, як «чорні скриньки» підвищують ефективність автопарків на 20%. Рекомендується ресурси від IEEE для стандартів збору даних. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від SAE, де описано інтеграцію TCU з хмарними системами для аналізу.

### **3. Віддалена діагностика (Remote Diagnostics): переваги та виклики.**

При вивченні віддаленої діагностики (Remote Diagnostics) шукайте інструкції на сайтах Bosch або Delphi, де описано її переваги: доступ до DTC і Live Data (оберти, напруга) через хмарні платформи без фізичного підключення, що економить до 30% часу. Зосередьтеся на процесі: телематичний модуль передає дані через 4G/5G до платформ, як GM OnStar, для аналізу, наприклад, стану ВВБ у гібридах.

Вивчайте відео на YouTube про віддалену діагностику в Tesla, де DTC P0A80 (деградація батареї) аналізується через хмару. Аналізуйте мануали від Autel, де деталізовано, як віддалена діагностика виявляє проблеми, як витік вакууму, без візиту на СТО.

У дистанційному форматі створюйте схеми процесів у Draw.io, ілюструючи передачу даних від авто до сервера. Шукайте приклади, як віддалена діагностика в BMW скоротила простої на 25%. Зверніть увагу на виклики: залежність від стабільного інтернету, ризику кібератак. Для закріплення симулюйте діагностику в Torque Pro, моделюючи віддалений доступ.

Це допоможе зрозуміти, як технологія підвищує зручність для клієнтів. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів віддаленої діагностики. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від IEEE, де описано її інтеграцію з хмарними сервісами.

#### **4. Аналіз «великих даних» (Big Data) для прогнозування несправностей.**

Для опрацювання аналізу «великих даних» (Big Data) для прогнозування несправностей шукайте гайди на сайтах IBM або Continental, де Big Data описано як обробку великих обсягів даних (DTC, параметри, логи) для виявлення закономірностей, як знос компонентів. Зосередьтеся на методі: алгоритми аналізують дані з автопарків (до 1 ТБ/місяць), прогнозуючи, наприклад, вихід з ладу ВВБ через зниження SOH.

Вивчайте відео на YouTube про аналіз даних у Volvo, де Big Data передбачає поломки гальм. Аналізуйте мануали від Geotab, де деталізовано, як аналіз скорочує простой на 20%. У дистанційному форматі створюйте таблиці закономірностей у Google Sheets, порівнюючи параметри. Шукайте приклади, як Big Data у Tesla прогнозує знос інвертора. Зверніть увагу на виклики: потреба в потужних серверах, захист даних. Для закріплення симулюйте аналіз у MATLAB. Це підвищує точність прогнозів на 25%. Ресурси від IEEE для стандартів Big Data.

#### **5. Предиктивне обслуговування (Predictive Maintenance): використання алгоритмів машинного навчання.**

Для вивчення предиктивного обслуговування (Predictive Maintenance – прогностичне обслуговування або діагностичне обслуговування) та використання алгоритмів машинного навчання (ML) у дистанційному форматі студентам рекомендується зосередитися на тому, як ці технології прогнозують несправності автомобілів, аналізуючи великі обсяги даних із датчиків і телематичних систем, що дозволяє попереджати поломки та скорочувати простой. Шукайте матеріали на сайтах IBM Watson або Continental, де описано, як ML-алгоритми, наприклад, нейронні мережі чи регресійні моделі, аналізують дані (DTC, SOH батареї, тиск масла) для прогнозування зносу компонентів, як гальмівні колодки чи ВВБ, із точністю до 85%.

Зосередьтеся на процесі: телематичні пристрої передають дані (до 1 ГБ/день на авто) до хмарних платформ, де ML оцінює ризик несправностей, наприклад, перегріву двигуна через зниження тиску масла (<2 бар). Вивчайте відео на YouTube, де показано, як ML у Volvo прогнозує поломки АКПП, аналізуючи параметри TCM. Аналізуйте

мануали від Bosch, де деталізовано, як ML скорочує витрати на ремонт на 20% завдяки ранньому виявленню проблем.

У дистанційному форматі створюйте схеми роботи ML у Draw.io, ілюструючи обробку даних від датчиків до прогнозів. Шукайте приклади, як ML у Tesla передбачає деградацію ВВБ, попереджаючи власника за 6 місяців. Зверніть увагу на виклики: потреба в якісних даних, висока обчислювальна потужність, ризик помилкових прогнозів через некоректні дані.

Для закріплення симулюйте ML-аналіз у MATLAB Simulink, моделюючи прогнозування DTC P0A80. Це допоможе зрозуміти, як предиктивне обслуговування знижує простой автопарків на 25%. Рекомендується аналізувати ресурси від SAE для стандартів ML у діагностиці. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від IEEE, де описано інтеграцію ML із хмарними платформами для точно прогнозування несправностей, що підвищує надійність авто.

## **6. Хмарні платформи для оновлення ПЗ (FOTA - Firmware Over-The-Air).**

Для опрацювання хмарних платформ для оновлення ПЗ (FOTA – Firmware Over-The-Air – це система дистанційного оновлення програмного забезпечення автомобіля «через повітря», яка дозволяє власнику отримувати нові версії програм для мультимедійних систем, систем керування та інших електронних блоків без відвідування сервісного центру) студентам радимо шукати гайди на сайтах Tesla або Harman, де FOTA описано як технологію віддаленого оновлення прошивки ECU, TCM чи мультимедійних систем через 4G/5G без відвідування СТО. Зосередьтеся на процесі: хмарна платформа (наприклад, OTA Connect) надсилає оновлення (до 1 ГБ), перевіряє сумісність через VIN і встановлює ПЗ, наприклад, для виправлення DTC U0155 (втрата зв'язку).

Вивчайте відео на YouTube про FOTA в BMW, де оновлення активує нові функції, як адаптивний круїз-контроль. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як FOTA скорочує час оновлення на 30% порівняно з ОВД-підключенням. У дистанційному форматі створюйте схеми FOTA в Draw.io, ілюструючи передачу даних від сервера до авто. Шукайте приклади, як FOTA в Tesla усуває збої мультимедіа.

Зверніть увагу на виклики: залежність від стабільного інтернету, ризики кібератак, потреба в резервному копіюванні ПЗ. Для за-

кріплення симулюйте оновлення в CANalyzer, моделюючи передачу прошивки. Це допоможе зрозуміти, як FOTA підвищує зручність і функціональність авто на 20%. Рекомендуються ресурси від IEEE для стандартів FOTA, включаючи вимоги до шифрування. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від SAE, де описано інтеграцію FOTA з хмарними системами для безпечного оновлення ECU.

### **7. Кібербезпека в контексті віддаленого доступу до автомобіля.**

При вивченні кібербезпеки в контексті віддаленого доступу до автомобіля студентам пропонується шукати статті на сайтах BlackBerry QNX або Karamba Security, де описано ризики хакерських атак на телематичні системи, FOTA чи віддалену діагностику через 4G/5G. Зосередьтеся на захисті: шифрування даних (AES-256), аутентифікація через VIN і цифрові сертифікати, а також захист CAN-шини від несанкціонованого доступу.

Вивчайте відео на YouTube про тести кібербезпеки в Jeep, де хакери отримали доступ до BCM через мультимедіа. Аналізуйте мануали від SAE, де деталізовано, як вразливості в CAN дозволяють змінювати параметри, викликаючи збої, як відключення ABS. У дистанційному форматі створюйте таблиці заходів безпеки в Google Docs, включаючи шифрування та моніторинг мережі.

Шукайте приклади, як Tesla використовує двофакторну аутентифікацію для FOTA. Зверніть увагу на виклики: висока вартість захисту, складність оновлення старих ECU. Для закріплення симулюйте атаки в CANoe, моделюючи вторгнення. Це допоможе зрозуміти, як кібербезпека знижує ризики атак на 90%. Рекомендуються ресурси від IEEE для стандартів захисту. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від NHTSA, де описано вимоги до кібербезпеки в телематиці.

### **8. Економічна ефективність використання хмарних рішень для СТО.**

Для опрацювання економічної ефективності хмарних рішень для СТО шукайте аналітику на сайтах Geotab або Bosch, де описано, як хмарні платформи (віддалена діагностика, FOTA, Big Data) знижують витрати на діагностику та ремонт на 20-30%. Зосередьтеся на вигодах:

віддалена діагностика скорочує візити на СТО, аналіз Big Data прогнозує поломки, а FOTA усуває збої ПЗ без фізичного підключення.

Вивчайте відео на YouTube про хмарні платформи в автопарках DHL, де економія склала \$500/авто щорічно. Аналізуйте мануали від Snap-on, де деталізовано, як хмарні рішення підвищують продуктивність СТО на 25%. У дистанційному форматі створюйте таблиці витрат у Google Sheets, порівнюючи традиційні та хмарні методи. Шукайте приклади, як хмарна діагностика в GM знизилася простої на 15%. Зверніть увагу на виклики: висока початкова вартість (\$1000+ за підписку), потреба в навчанні персоналу. Для закріплення симулюйте економічний аналіз у Excel. Це допоможе оцінити рентабельність хмарних рішень. Ресурси від SAE для стандартів економічного аналізу.

### Питання для самоперевірки

1. Опишіть концепцію телематики та її застосування в діагностиці.
2. Наведіть принципи збору даних з автопарків та роботи «чорних скриньок».
3. Охарактеризуйте віддалену діагностику: переваги та виклики.
4. Поясніть аналіз Big Data для прогнозування несправностей.
5. Опишіть предиктивне обслуговування з використанням алгоритмів машинного навчання.
6. Наведіть хмарні платформи для оновлення ПЗ (FOTA).
7. Розкрийте кібербезпеку в контексті віддаленого доступу до автомобіля.
8. Опишіть економічну ефективність хмарних рішень для СТО.
9. Як телематика впливає на ефективність діагностики?
10. Яке значення має Big Data для предиктивного обслуговування?

### 2.2.16 Тема 16. Перспективи розвитку комп'ютерної діагностики

#### 1. Взаємодія автомобіля з інфраструктурою та іншими авто (V2X).

При вивченні взаємодії автомобіля з інфраструктурою та іншими транспортними засобами (Vehicle-to-Everything, V2X) у дистанційному форматі студентам рекомендується зосередитися на її ролі в комп'ютерній діагностиці, що дозволяє обмінюватися даними

між автомобілем, дорожньою інфраструктурою (V2I), іншими авто (V2V) і хмарними системами (V2C) для підвищення безпеки та ефективності.

Шукайте матеріали на сайтах Qualcomm або Harman, де V2X описано як технологію, що використовує протоколи, як DSRC (5.9 ГГц) чи C-V2X (4G/5G), для передачі даних про швидкість, положення чи DTC, наприклад, P0420 (проблема каталізатора), до хмарних серверів для аналізу. Зосередьтеся на застосуванні: V2X дозволяє віддалено діагностувати несправності, як знос гальмівних колодок, шляхом передачі даних до СТО, скорочуючи час діагностики на 30%.

Вивчайте відео на YouTube, де показано, як V2V у Audi попереджає про аварійні ситуації, інтегруючи дані з датчиків. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як V2X координується з CAN-шиною для передачі діагностичних параметрів, підвищуючи точність прогнозування поломок на 25%. У дистанційному форматі створюйте схеми V2X у Draw.io, ілюструючи потік даних від авто до інфраструктури.

Шукайте інфографіку про ефективність V2X, де підкреслено зниження аварійності на 20% завдяки обміну даними. Зверніть увагу на виклики: залежність від стабільного зв'язку, високі витрати на інфраструктуру (\$1000+ на авто) і питання кібербезпеки. Для закріплення симулюйте V2X у MATLAB Simulink, моделюючи передачу DTC. Це допоможе зрозуміти, як V2X трансформує діагностику, інтегруючись із телематикою. Рекомендується аналізувати ресурси від SAE для стандартів V2X, включаючи протоколи C-V2X. Загалом, фокусуйте пошуки на англomовних джерелах від IEEE, де описано інтеграцію V2X із хмарними платформами для віддаленого моніторингу та діагностики, що підвищує ефективність СТО.

## **2. Діагностика систем автономного керування (ADAS): Lidar, Radar, камери, сенсори.**

Для опрацювання діагностики систем автономного керування (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS), що включають Lidar, Radar, камери та сенсори, студентам радимо шукати гайди на сайтах Velodyne або Mobileye, де описано, як ці компоненти забезпечують функції, як адаптивний круїз-контроль чи автоматичне гальмування, а їх діагностика вимагає спеціалізованих інструментів.

Зосередьтеся на компонентах: Lidar (лазерне сканування, роздільна здатність до 0.1 м), Radar (24-77 ГГц, дальність до 200 м), камери (розпізнавання об'єктів) і сенсори (ультразвукові, 40 кГц). Діагностика включає перевірку сигналів (0-5 В) осцилографом, зчитування DTC (C1A01 – збій Radar) через сканери, як Autel MaxiSys, і калібрування після ремонту.

Вивчайте відео на YouTube про діагностику Lidar у Tesla, де аналізується вирівнювання для точності сканування. Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як несправність камери викликає DTC C1B00, знижуючи ефективність ADAS на 30%. У дистанційному форматі створюйте таблиці параметрів у Google Sheets, порівнюючи норми сигналів для Lidar і Radar. Шукайте приклади, як бруд на сенсорах у Volvo блокує функцію паркування.

Зверніть увагу на виклики: потреба в калібрувальному обладнанні (\$5000+), складність діагностики через інтеграцію з CAN. Для закріплення симулюйте сигнали ADAS у CANalyzer, моделюючи збої сенсорів. Це допоможе зрозуміти, як діагностика ADAS забезпечує безпеку, знижуючи аварійність на 25%. Рекомендується ресурси від IEEE для стандартів ADAS. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від SAE, де описано методи діагностики для забезпечення надійності автономних систем.

### **3. Кібербезпека: захист від несанкціонованого доступу та злому.**

При вивченні кібербезпеки в контексті захисту від несанкціонованого доступу та злому в автодіагностиці шукайте статті на сайтах BlackBerry QNX або Karamba Security, де описано вразливості телематичних систем, FOTA і ADAS, які можуть дозволити хакерам отримати доступ до ECU чи маніпулювати даними, як DTC чи параметри TCM. Зосередьтеся на захисті: використання шифрування AES-256, двофакторної аутентифікації через VIN і цифрових сертифікатів, а також моніторингу CAN-шини для виявлення аномалій.

Вивчайте відео на YouTube про тести кібербезпеки в Jeep Cherokee, де хакери отримали контроль над BCM через Wi-Fi. Аналізуйте мануали від SAE, де деталізовано, як вразливості в CAN дозволяють відключити ABS чи змінити налаштування двигуна. У дистанційному форматі створюйте таблиці заходів безпеки в Google Docs, включаючи шифрування та ізоляцію мережі.

Шукайте приклади, як Tesla використовує оновлення FOTA для виправлення вразливостей. Зверніть увагу на виклики: висока вартість впровадження захисту (\$2000+ на авто), складність оновлення старих ECU, потреба в постійному моніторингу. Для закріплення симулюйте атаки в CANoe, моделюючи вторгнення в CAN. Це допоможе зрозуміти, як кібербезпека знижує ризики злому на 90%. Рекомендується ресурси від IEEE для стандартів кібербезпеки в авто. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від NHTSA, де описано вимоги до захисту даних у телематиці та діагностиці, що забезпечує безпеку користувачів.

#### **4. Інтеграція діагностики з доповненою реальністю (AR) для візуалізації проблем.**

Для опрацювання інтеграції діагностики з доповненою реальністю (AR) для візуалізації проблем шукайте гайди на сайтах Bosch Automotive або PTC Vuforia, де AR описано як технологію, що накладає цифрові дані (DTC, схеми проводки) на реальні компоненти авто через AR-окуляри чи планшети. Зосередьтеся на застосуванні: AR відображає місце несправності (наприклад, датчик MAF) на двигуні, показує інструкції ремонту та Live Data (напруга 0-5 В).

Вивчайте відео на YouTube про використання AR у Mercedes, де технік бачить розташування соленоїда АКПП через HoloLens. Аналізуйте мануали від Snap-on, де деталізовано, як AR скорочує час діагностики на 25% завдяки візуалізації. У дистанційному форматі створюйте схеми AR-діагностики в Draw.io, ілюструючи інтеграцію з OBD-II. Шукайте приклади, як AR у Volkswagen допомагає локалізувати обрив CAN-шини.

Зверніть увагу на виклики: висока вартість обладнання (\$3000+ за AR-окуляри), потреба в навчанні техніків. Для закріплення симулюйте AR-візуалізацію в Unity, моделюючи відображення DTC. Це допоможе зрозуміти, як AR підвищує точність ремонту на 20%. Рекомендується ресурси від SAE для стандартів AR у діагностиці. Загалом, фокусуйте пошуки на англомовних джерелах від IEEE, де описано інтеграцію AR із хмарними платформами для ефективної діагностики.

#### **5. Штучний інтелект (AI) у діагностиці: автоматична інтерпретація даних, генерація діагностичних рішень.**

При вивченні використання штучного інтелекту (AI) у комп'ютерній діагностиці, зокрема автоматичної інтерпретації даних і

генерації діагностичних рішень, студентам у дистанційному форматі рекомендується зосередитися на ролі AI в обробці великих обсягів даних із датчиків, телематичних систем і OBD-II для автоматичного виявлення несправностей і пропонування рішень.

Шукайте матеріали на сайтах IBM Watson або NVIDIA, де AI, використовуючи нейронні мережі та алгоритми машинного навчання, аналізує DTC (наприклад, P0300 – пропуски запалювання), Live Data (оберти, Fuel Trim) і логи для прогнозування причин, як несправність катушки запалювання, із точністю до 90%. Зосередьтеся на процесі: AI обробляє дані з хмарних платформ (до 1 ТБ/місяць на автопарк), порівнює з історичними шаблонами і генерує рекомендації, наприклад, заміну датчика MAF чи оновлення прошивки ТСМ. Вивчайте відео на YouTube, де показано, як AI у Tesla інтерпретує DTC P0A80 (деградація ВВБ) і пропонує калібрування BMS.

Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як AI скорочує час діагностики на 30% шляхом автоматичного аналізу. У дистанційному форматі створюйте схеми роботи AI у Draw.io, ілюструючи обробку даних від OBD-II до рекомендацій. Шукайте приклади, як AI у Volvo прогнозує знос гальмівних колодок за даними акселерометра. Зверніть увагу на виклики: потреба в якісних даних, висока обчислювальна потужність (вартість серверів \$10,000+), ризик помилкових висновків через недостатнє навчання моделі.

Для закріплення симулюйте AI-аналіз у MATLAB Simulink, моделюючи інтерпретацію DTC. Це допоможе зрозуміти, як AI підвищує точність діагностики на 25%, оптимізуючи ремонт. Рекомендується аналізувати ресурси від SAE для стандартів AI у діагностиці. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від IEEE, де описано інтеграцію AI з хмарними платформами для автоматичної діагностики, що трансформує СТО.

## **6. Стандартизація та уніфікація діагностичних протоколів майбутнього.**

Для опрацювання стандартизації та уніфікації діагностичних протоколів майбутнього студентам радимо шукати статті на сайтах SAE International або ISO, де описано необхідність єдиних стандартів, як OBD-III чи ISO 14229 (UDS), для спрощення діагностики в різних марках авто, включаючи EV і гібриди.

Зосередьтеся на перевагах: уніфіковані протоколи дозволяють універсальним сканерам (наприклад, Autel MaxiSys) зчитувати DTC і Live Data (напруга, тиск) незалежно від виробника, знижуючи витрати на обладнання на 20%. Майбутні протоколи, як OBD-III, передбачають інтеграцію з V2X для передачі даних у хмару. Вивчайте відео на YouTube про тести UDS у Volkswagen, де стандартизований доступ спрощує діагностику TCM.

Аналізуйте мануали від Bosch, де деталізовано, як уніфікація скорочує час навчання техніків на 15%. У дистанційному форматі створюйте таблиці стандартів у Google Sheets, порівнюючи OBD-II, UDS і майбутні протоколи за параметрами. Шукайте приклади, як стандартизація в Tesla полегшує FOTA-оновлення. Зверніть увагу на виклики: складність переходу для старих авто, високі витрати на адаптацію (\$5000+ на СТО), опір виробників через власні протоколи.

Для закріплення симулюйте діагностику за UDS у CANalyzer, моделюючи зчитування DTC. Це допоможе зрозуміти, як стандартизація підвищує сумісність діагностики на 30%. Рекомендуються ресурси від IEEE для стандартів протоколів. Загалом, фокусуйте пошуки на англійських джерелах від NHTSA, де описано перспективи уніфікації для спрощення діагностики та ремонту в глобальному масштабі.

## **7. Роль квантових технологій у майбутніх автомобільних системах.**

При вивченні ролі квантових технологій у майбутніх автомобільних системах, зокрема в діагностиці, шукайте матеріали на сайтах IBM Quantum або D-Wave, де описано потенціал квантових обчислень для обробки складних даних, як аналіз Big Data для прогнозування несправностей із точністю 95%. Зосередьтеся на застосуванні: квантові комп'ютери можуть моделювати поведінку систем (ADAS, ВВБ) за секунди, порівняно з годинами на класичних серверах, наприклад, прогнозуючи деградацію батареї за SOH.

Вивчайте відео на YouTube про квантові симуляції в Volkswagen, де аналізуються дані CAN-шини. Аналізуйте статті від IEEE, де деталізовано, як квантові алгоритми оптимізують діагностику TCM, знижуючи час на 40%. У дистанційному форматі створюйте схеми квантових обчислень у Draw.io, ілюструючи обробку даних. Шукайте приклади, як квантовий аналіз у BMW прогнозує збої ADAS.

Зверніть увагу на виклики: висока вартість (\$1M+ за квантовий комп'ютер), обмежена доступність, потреба в спеціалістах.

Для закріплення симулюйте аналіз у Qiskit, моделюючи обробку DTC. Це допоможе зрозуміти, як квантові технології революціонізують діагностику. Рекомендується ресурси від SAE для перспектив квантових технологій. Загалом, фокусуйте пошуки на англійськомовних джерелах від IEEE, де описано їх інтеграцію в автодіагностику.

## **8. Етичні та правові аспекти відповідальності при несправностях, виявлених AI.**

Для опрацювання етичних і правових аспектів відповідальності при несправностях, виявлених AI, шукайте аналітику на сайтах NHTSA або Euro NCAP, де описано дилеми: хто несе відповідальність за помилки AI (виробник, СТО, розробник ПЗ) при неправильній діагностиці, наприклад, пропуску DTC P0700, що призвело до аварії.

Зосередьтеся на аспектах: етично AI має бути прозорим у рішеннях, а юридично потрібні стандарти сертифікації AI (ISO 26262). Вивчайте відео на YouTube про судові справи, де AI у Tesla неправильно оцінив стан ADAS. Аналізуйте статті від SAE, де деталізовано, як помилки AI підвищують ризик аварій на 10%. У дистанційному форматі створюйте таблиці ризиків у Google Docs, порівнюючи відповідальність сторін.

Шукайте приклади, як неточний прогноз AI у GM призвів до позовів. Зверніть увагу на виклики: нечітке законодавство, складність перевірки AI-рішень. Для закріплення симулюйте сценарії в MATLAB, моделюючи помилки AI. Це допоможе оцінити етичні ризики. Ресурси від IEEE для стандартів відповідальності.

### **Питання для самоперевірки**

1. Опишіть взаємодію автомобіля з інфраструктурою та іншими авто (V2X).
2. Наведіть діагностику систем ADAS: Lidar, Radar, камери, сенсори.
3. Охарактеризуйте кібербезпеку: захист від несанкціонованого доступу та злову.
4. Поясніть інтеграцію діагностики з доповненою реальністю (AR) для візуалізації проблем.
5. Опишіть штучний інтелект у діагностиці: автоматична інтерпретація даних, генерація рішень.

6. Наведіть стандартизацію та уніфікацію діагностичних протоколів майбутнього.
7. Розкрийте роль квантових технологій у майбутніх автомобільних системах.
8. Опишіть етичні та правові аспекти відповідальності при несправностях, виявлених АІ.
9. Як V2X впливає на майбутню діагностику?
10. Яке значення має АІ для автоматичної інтерпретації діагностичних даних?

### 3 ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Студенти заочної форми навчання відповідно до програми курсу «Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля» самостійно вивчають літературу, що рекомендується, і виконують одну контрольну роботу, яка складається з трьох питань.

Залік по контрольній роботі студент одержує при особистій співбесіді з викладачем. Оформляти роботу рекомендується на аркушах формату А4 (210x297), зброшурованих і закріплених у швидкозшивачі. При оформленні роботи слід керуватися вимогами ДСТУ 3008-95 - «Документація. Звіти в сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» і СТП 15-96 «Пояснювальна записка до курсових і дипломних проєктів. Вимоги і правила оформлення».

При виконанні контрольної роботи необхідно пояснювати текст схемами і рисунками в масштабі. На обкладинці роботи треба вказати: назву предмета; прізвище, ім'я, по батькові студента; шифр; спеціальність; номер залікової книжки; домашню адресу (для іногородніх) з поштовим індексом; дату виконання. Контрольна робота повинна бути підписана студентом.

Матеріал контрольної роботи розташовується в наступному порядку:

- титульний лист;
- теоретична частина;
- графічна частина;
- висновки;
- перелік посилань.

Наприкінці роботи обов'язково необхідно привести список використаної літератури та електронних джерел, на які наведені поси-

лання в контрольній роботі, з обов'язковим зазначенням по кожному літературному джерелу прізвища та ініціалів автора, назви книги, місця видання, видавництва і року видання, URL електронного ресурсу.

Контрольна робота повинна бути особисто підписана студентом. Залік по контрольній роботі студент одержує при особистій співбесіді з викладачем.

### **3.1 Список варіантів контрольних робіт**

#### **ВАРІАНТ 1**

1. Охарактеризуйте еволюцію систем керування автомобілем від механічних до електронних і вкажіть ключові переваги сучасних ECU.
2. Розкрийте структуру повідомлення в CAN-шині та поясніть механізм арбітражу для уникнення конфліктів даних.
3. Перелічіть режими роботи OBD-II та детально зупиніться на функціоналі режиму Mode 01.

#### **ВАРІАНТ 2**

1. Вкажіть базові компоненти ECU, такі як мікроконтролер та типи пам'яті, і опишіть їх роль у обробці сигналів.
2. Порівняйте протоколи LIN та FlexRay за швидкістю передачі, надійністю та типовими сферами застосування в автомобілі.
3. Аналізуйте історичний розвиток стандартів OBD-I та OBD-II, акцентуючи на екологічних вимогах, що їх обумовили.

#### **ВАРІАНТ 3**

1. Поясніть принцип роботи ECU на основі циклу «датчик-алгоритм-виконавчий механізм» з прикладами для системи двигуна.
2. Опишіть застосування автомобільного Ethernet для передачі мультимедійних даних і бездротових оновлень.
3. Деталізуйте структуру діагностичних кодів несправностей (DTC) та їх класифікацію за префіксами P, B, C, U.

#### **ВАРІАНТ 4**

1. Класифікуйте типи ECU за функціональним призначенням, наприклад, ЕСМ та ТСМ, і вкажіть їх взаємодію в розподіленій архітектурі.
2. Обґрунтуйте необхідність діагностики шин даних, описавши типові несправності, такі як обрив чи коротке замикання в CAN-шині.
3. Розгляньте роль індикатора несправності MIL та статусу готовності (Readiness Monitors) у процесі діагностики.

### **ВАРІАНТ 5**

1. Проаналізуйте поняття «прошивки» (firmware) ECU та її вплив на функціонування систем автомобіля.
2. Перелічіть інструменти для аналізу трафіку шин даних, такі як CAN-аналізатори, і опишіть їх використання.
3. Порівняйте функціональні можливості дилерського та мультимарочного діагностичного програмного забезпечення.

### **ВАРІАНТ 6**

1. Вкажіть виклики в роботі з ECU для діагноста, пов'язані з мережевою взаємодією та безпекою.
2. Охарактеризуйте концепцію «майстер-слід» у протоколі LIN та її застосування для простих підсистем комфорту.
3. Деталізуйте процес оновлення діагностичного ПЗ та баз даних, включаючи онлайн-ресурси та ліцензування.

### **ВАРІАНТ 7**

1. Опишіть розподілену архітектуру мережі ECU в сучасному автомобілі та її взаємодію з шинами живлення.
2. Поясніть, як осцилографом аналізувати форму сигналу для діагностики перешкод у шинах даних.
3. Аналізуйте інтерфейс користувача діагностичного ПЗ та принципи прямого й непрямого кодування параметрів ECU.

### **ВАРІАНТ 8**

1. Розкрийте еволюцію автомобільних мереж та необхідність їх

впровадження для ефективної взаємодії блоків.

2. Вкажіть технічні характеристики діагностичних адаптерів, такі як швидкість обміну та підтримка протоколів.
3. Обґрунтуйте використання хмарних платформ для оновлення діагностичного ПЗ та доступу до технічної інформації.

### **ВАРІАНТ 9**

1. Порівняйте типи діагностичних сканерів: портативні, планшетні та на базі ПК, з акцентом на сумісність.
2. Деталізуйте принципи роботи осцилографа для аналізу сигналів від датчиків Холла та індуктивних датчиків.
3. Перелічіть критерії вибору діагностичного обладнання для професійної майстерні.

### **ВАРІАНТ 10**

1. Опишіть різницю між інтерфейсами J2534 та VCI у діагностичних адаптерах.
2. Аналізуйте налаштування осцилографа, включаючи часову розгортку, масштаб та тригер, для перевірки CAN-шини.
3. Поясніть роль мультиметра в діагностиці акумуляторних батарей та вимірювання падінь напруги.

### **ВАРІАНТ 11**

1. Вкажіть особливості бездротових технологій (Bluetooth, Wi-Fi) у діагностичних пристроях.
2. Обґрунтуйте використання осцилографа для виявлення несправностей у форсунках та котушках запалювання.
3. Розкрийте принципи вимірювання опору мультиметром для перевірки датчиків температури та проводів.

### **ВАРІАНТ 12**

1. Порівняйте мультиплексні адаптери з спеціалізованими та їх застосування в діагностиці.
2. Деталізуйте інтерпретацію аномальних осцилограм та типові помилки при роботі з осцилографом.

3. Опишіть використання спеціалізованих тестерів для перевірки тиску палива та компресії.

### **ВАРІАНТ 13**

1. Аналізуйте принципи роботи «автомобільного тестера» під навантаженням для діагностики генераторів.
2. Поясніть відмінності між програмуванням та калібруванням ECU, з акцентом на їх цілі.
3. Вкажіть причини перепрошивки ECU, такі як усунення помилок чи зміна функціоналу.

### **ВАРІАНТ 14**

1. Обґрунтуйте ризики при програмуванні ECU, включаючи збій прошивки та втрату даних.
2. Розкрийте алгоритм безпечного програмування ECU з резервним копіюванням та стабілізацією напруги.
3. Перелічіть базові параметри для аналізу системи керування двигуном, такі як оберти та температура.

### **ВАРІАНТ 15**

1. Деталізуйте роботу лямбда-зонда, його види та діагностику за осцилограмою сигналу.
2. Порівняйте датчики MAF та MAP за принципами роботи та застосуваннями.
3. Опишіть інтерпретацію «заморожених даних» (Freeze Frame Data) для пошуку несправностей.

### **ВАРІАНТ 16**

1. Аналізуйте адаптацію паливної суміші (Fuel Trim) та її коротко- й довгострокові корекції.
2. Вкажіть архітектуру системи ABS, включаючи датчики швидкості колеса та гідравлічний блок.
3. Поясніть діагностику ABS через аналіз даних з датчиків та перевірку модулятора тиску.

**ВАРІАНТ 17**

1. Обґрунтуйте принципи роботи ESP з датчиками кута повороту керма та бічного прискорення.
2. Розкрийте особливості діагностики SRS, включаючи заходи безпеки та роботу з «краш-даними».
3. Деталізуйте архітектуру силової установки EV/HEV з акумуляторною батареєю та електродвигуном.

**ВАРІАНТ 18**

1. Порівняйте діагностику високовольтної батареї за параметрами SOH, SOC та балансуванням комірок.
2. Опишіть роль системи BMS у керуванні батареєю та її діагностику.
3. Аналізуйте діагностику інвертора через перевірку силових ключів (IGBT).

**ВАРІАНТ 19**

1. Вкажіть особливості діагностичних кодів несправностей у гібридних системах.
2. Обґрунтуйте техніку безпеки при роботі з високовольтними системами EV/HEV.
3. Розкрийте архітектуру шини комфорту та роль LIN-шини в системах клімат-контролю.

**ВАРІАНТ 20**

1. Поясніть діагностику системи центрального замка та іммобілайзера з перевіркою ключів.
2. Деталізуйте взаємодію систем комфорту з іншими ECU та типові несправності.
3. Перелічіть датчики в АКПП, такі як швидкості валів та температури, та їх роль.

**ВАРІАНТ 21**

1. Аналізуйте діагностику «соленоїдів» у трансмісії за допомо-

гою активаційних тестів.

2. Опишіть адаптивні параметри (Adaptive Values) у трансмісії та причини їх скидання.
3. Вкажіть особливості діагностики трансмісій типу CVT, DSG та PowerShift.

### **ВАРІАНТ 22**

1. Обґрунтуйте систематичний підхід до діагностики від загального до конкретного.
2. Розкрийте збір інформації для діагностики, включаючи опитування клієнта та аналіз DTC.
3. Поясніть створення «діагностичної карти» несправності та перевірку гіпотез.

### **ВАРІАНТ 23**

1. Деталізуйте пошук «плаваючих» несправностей з використанням лог-файлів.
2. Аналізуйте концепцію телематики та її застосування в віддаленій діагностиці.
3. Перелічіть принципи роботи «чорних скриньок» для збору даних з автопарків.

### **ВАРІАНТ 24**

1. Опишіть предиктивне обслуговування на основі машинного навчання та Big Data.
2. Вкажіть переваги та виклики хмарних платформ для оновлень FOTA.
3. Обґрунтуйте роль кібербезпеки в контексті віддаленого доступу до автомобіля.

### **ВАРІАНТ 25**

1. Розкрийте взаємодію автомобіля з інфраструктурою (V2X) та її вплив на діагностику.
2. Поясніть діагностику систем ADAS з використанням LIDAR, RADAR та камер.

3. Деталізуйте захист від несанкціонованого доступу в контексті автомобільної кібербезпеки.

### **ВАРІАНТ 26**

1. Аналізуйте інтеграцію діагностики з доповненою реальністю (AR) для візуалізації проблем.
2. Вкажіть роль штучного інтелекту в автоматичній інтерпретації діагностичних даних.
3. Обґрунтуйте стандартизацію діагностичних протоколів у майбутніх автомобільних системах.

### **ВАРІАНТ 27**

1. Перелічіть етичні аспекти застосування AI в діагностиці та відповідальність за несправності.
2. Опишіть роль квантових технологій у майбутніх автомобільних системах керування.
3. Розкрийте економічну ефективність хмарних рішень для станцій технічного обслуговування.

### **ВАРІАНТ 28**

1. Поясніть, як аналізувати сигнали з виконавчих механізмів осцилографом для клапанів.
2. Деталізуйте тестування системи EVAP та каталізатора через OBD-II.
3. Аналізуйте обмеження OBD-II як інструменту початкової діагностики.

### **ВАРІАНТ 29**

1. Вкажіть функціональні можливості діагностичного ПЗ для активаційних тестів та Live Data.
2. Обґрунтуйте принципи VIN-кодування та його важливість при програмуванні ECU.
3. Розкрийте законодавчі аспекти модифікації програмного забезпечення ECU.

### ВАРІАНТ 30

1. Порівняйте діагностику механічної частини трансмісії через електронні параметри.
2. Опишіть перевірку результатів ремонту та контроль якості після діагностики.
3. Деталізуйте інтеграцію АІ з етичними аспектами в автоматизації діагностичних процесів.

## 4 КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ З ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ

На підставі робочої програми дисципліни та вимог організації навчального процесу, кафедра розробляє контрольні заходи з перевірки якості засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни. Контрольні заходи з дисципліни «Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля» передбачають наступне:

- опитування за окремими темами лекційного курсу;
- виконання тестових письмових робіт на рубіжному контролі;
- виконання та захист практичних робіт;
- виконання та захист контрольних робіт;
- складання іспиту.

Для закріплення поточних знань протягом семестру, до проведення підсумкового модульного контролю, проводяться контрольні заходи (письмове опитування студентів за матеріалами лекцій, що були прочитані), на підставі яких студент отримує загальну оцінку.

При виконанні письмової роботи, студенти одержують завдання по висвітленню певних теоретичних питань або розв'язку завдань. Робота виконується студентом письмово й здається викладачеві. При цьому оцінюються володіння матеріалом по темі роботи, аналітичні здатності студента, його володіння методами, уміння й навички, необхідні для виконання завдань.

Іспит націлений на комплексну перевірку освоєння дисципліни. Іспит проводиться в усній або письмовій формі по білетах, у яких наводяться питання (завдання) по всіх темах курсу. Студенту дається час на підготовку. Оцінюється володіння матеріалом, його системне освоєння, здатність застосовувати потрібні знання, навички й уміння при

аналізі проблемних ситуацій і вирішенні практичних завдань.

Слід зазначити, що всі заплановані заходи мають бути складені позитивно. Негативна оцінка з будь якого контрольного заходу свідчить про незасвоєння студентом навчального матеріалу.

Студент, який одержав за результатами модульного контролю позитивні оцінки, виконав всі завдання, що передбачені робочим навчальним планом дисципліни допускається до складання іспиту.

Студент, який отримав на модульному контролі незадовільну оцінку або не з'явився на нього, має можливість повторного складання протягом одного-двох тижнів.

## 5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Надається перелік навчальної та довідникової літератури, що рекомендується при вивченні дисципліни «Комп'ютерні технології при діагностиці автомобіля». Слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані студентом для самопідготовки при вивченні дисципліни, не обмежуються тільки цим, наведеним нижче переліком літератури.

### 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 Garcke, 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 Donateo. 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.

## **6 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).