

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з вивчення дисципліни
«Електронні системи керування транспортними засобами»
та виконання контрольних завдань,
для студентів спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»
(«Колісні та гусеничні транспортні засоби»),
усіх форм навчання

2020

Методичні вказівки з вивчення дисципліни «Електронні системи керування транспортними засобами» та виконання контрольних завдань, для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Колісні та гусеничні транспортні засоби»), усіх форм навчання / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. 62 с.

Укладачі: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук;
О.В. Дударенко, доцент, канд.техн.наук;
А.Ю. Сосик, доцент, канд.техн.наук;
А.В. Щербина, доцент, канд.техн.наук

Рецензент: О.С. Слюсаров, доцент, канд.техн.наук

Відповідальний за випуск: А.Ю. Сосик, доцент, канд.техн.наук

Затверджено
на засіданні кафедри «Автомобілі»
Протокол № 8
від « 30 » червня 2020.

Рекомендовано для видання
НМК Транспортного факультету
Протокол № 88
від « 31 » серпня 2020.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Робоча програма дисципліни	5
2 Методичні вказівки.....	9
2.1 Загальні вказівки. Мета викладання дисципліни.....	9
2.2 Задачі вивчення дисципліни	10
2.3 Загальні рекомендації щодо вивчення дисципліни.....	11
2.4 Методичні вказівки для студентів по освоєнню дисципліни	11
2.4.1 Тема 1. Вступ до курсу. Розвиток електричної системи автомобіля	13
2.4.2 Тема 2. Основи електротехніки та електроніки	15
2.4.3 Тема 3. Системи обміну даними в автомобілі.....	19
2.4.4 Тема 4. Батареї та системи заряду транспортних засобів	21
2.4.5 Тема 5. Системи подачі палива	23
2.4.6 Тема 6. Системи запалювання	25
2.4.7 Тема 7. Електронне керування роботою двигуна внутрішнього згоряння	26
2.4.8 Тема 8. Електронні системи керування динамікою автомобіля	28
2.4.9 Тема 9. Системи освітлення.....	30
2.4.10 Тема 10. Електронні системи безпеки	34
2.4.11 Тема 11. Протиугінні системи	37
2.4.12 Тема 12. Електронні системи інформування водія	40
2.4.13 Тема 13. Електронні системи керування мікрокліматом в салоні автомобіля	45
2.4.14 Тема 14. Електронні системи шасі	47
2.4.15 Тема 15. Гібридні та електричні автомобілі.....	50
3 Завдання на контрольні роботи	52
3.1 Список варіантів контрольних робіт	53
4 Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни	56
5 Рекомендована література	57
Базова	58
Допоміжна	58
6 Інформаційні ресурси	62

ВСТУП

Стрімке вдосконалення систем автомобільної електроніки та систем упорскування палива, спрямованих на значне зниження шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобіля, все більше застосування електроніки в роботі допоміжних систем транспортних засобів, вдосконалення електронного обладнання кузовних систем та шасі автомобіля, змусили авторів цього курсу повністю переглянути і переробити розроблену раніше структуру дисципліни «Електронні системи керування транспортними засобами».

В даному курсі лекцій в основному викладаються загальні принципи устрою електричних і електронних систем, властивілюбим моделям автомобілів різних виробників. Особливості конструкції вузлів і агрегатів конкретних моделей автомобілів наведені лише для ілюстрації. Поряд з описом сучасних систем електрообладнання та електронних систем, в курсі лекцій приділено увагу і більш старим електронним пристроям, оскільки сотні тисяч старих моделей автомобілів все ще знаходяться в експлуатації в Україні.

Оскільки даний курс лекцій «Електронні системи керування транспортними засобами» являє собою спеціалізований курс, необхідний для практичної діяльності майбутнього інженера-механіка з освітньою спеціалізацією «Колісні та гусеничні транспортні засоби», в ньому розглянуті як загальні питання і відомості про електронне обладнання транспортних засобів, так і питання їхньої подальшої діагностики і технічного обслуговування під час експлуатації.

Окрему увагу приділено гібридним автомобілям і електромобілям: розглянуті методи та шляхи оснащення транспортних засобів сучасними системами тягового електроприводу, системами автоматичного управління гібридних систем з послідовною, паралельною і комбінованою енергетичними установками. Розглянуті методи підвищення ефективності використання гібридних автомобілів і підвищення екологічності, з урахуванням досягнень вітчизняної та світової науки в галузі машинобудування.

Враховуючи вищесказане, слід зазначити що для вивчення даної дисципліни необхідні глибокі знання загальноосвітніх інженерних дисциплін, таких, як фізика, електротехніка, електроніка, інформатика, а також знання устрою двигуна внутрішнього згоряння і процесів, що відбуваються в двигуні.

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 - 76 годин, заочної – 112 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. Розвиток електричних систем автомобіля.

Тема 1. Вступ до курсу. Розвиток електричної системи автомобіля (2 год.)

Предмет і завдання дисципліни. Структура курсу, його зв'язок з іншими дисциплінами. Коротка історія розвитку електричної системи автомобіля. Сучасні розробки та можливі напрямки розвитку автомобільних електронних систем.

Тема 2. Основи електротехніки та електроніки (2 год.)

Потік електронів і умовний напрямок струму. Фундаментальні залежності. Електричні ланцюги і резистори. Магнетизм і електромагнетизм. Електромагнітна індукція. Основні закони електрики. Електронні компоненти й схеми.

Тема 3. Системи обміну даними в автомобілі (2 год.)

Необхідність шинних систем. Структури шин даних. Основні принципи цифрової передачі даних. Шина даних CAN. Передача сигналів. Процес комунікації. Діагностика. Шина даних LIN. Оптичні шинні системи для передачі даних. Передача сигналів через світловоди. Шина даних MOST. Діагностика шини даних MOST. Шина Byteflight.

Тема 4. Батареї та системи заряду транспортних засобів (2 год.)

Вимоги до батарей. Правильний вибір батареї. Розташування

батареї на транспортному засобі. Свинцево-кислотні батареї: конструкції, класифікація, сила струму і ємність, обслуговування і зарядка. Діагностика несправностей батарей. Розробки в області накопичення електричної енергії. Вимоги до систем зарядки батарей. Принципи побудови системи зарядки. Нові розробки в системах зарядки батарей.

Тема 5. Системи подачі палива (2 год.)

Процес згоряння палива в двигуні із запалюванням від іскри. Діапазон і швидкість горіння. Детонація. Передчасне займання. Конструкція камери згоряння. Концентрація суміші і якість роботи двигуна. Двигуни із запалюванням від стиснення. Конструкція камери згоряння дизельного двигуна. Постачання двигуна паливом і шкідливі викиди. Електронне керування карбюратором. Впорскування палива. Короткий огляд систем впорскування. Впорскування дизельного палива. Електронне керування дизельним впорскуванням. Технологія спалювання бідних сумішей (Mazda). Система Common rail.

Тема 6. Системи запалювання (2 год.)

Функціональні вимоги. Типи систем запалювання. Кут випереження (регулювання моменту запалення). Споживання палива і склад вихлопних газів. Компоненти класичної системи запалювання. Електронне запалювання. Генератор імпульсів на основі ефекту Холла. Конденсаторна система запалювання. Програмне запалювання. Системи запалювання без розподільника. Пряме запалювання (котушка на свічі). Свічі запалювання.

Тема 7. Електронне керування роботою двигуна внутрішнього згоряння (2 год.)

Об'єднане керування запаленням і подачею палива. Вплив конструкції двигуна на обсяг шкідливих викидів. Каталітичні конвертери (нейтралізатори). Лямбда-контроль в замкнутому контурі керування. Контроль вихлопу дизеля. Система Cartronic компанії Bosch. Система GDI (Mitsubishi). Система Bosch Motronic M3. Безпосереднє впорскування палива (Bosch). Напрямки вдосконалення систем керування двигуном.

Змістовий модуль 2. Автомобільні електронні системи.

Тема 8. Електронні системи керування динамікою автомобіля (2 год.)

Антиблокувальна система гальм (ABS): вимоги, загальний опис системи, умови роботи. Керування гальмами автомобіля з ABS. Антипробуксовочна система. Система курсової стійкості. Система керування динамікою автомобіля. Система Старт-Стоп. Система екстреного гальмування. Система виявлення великих тварин. Система допомоги при спуску. Система допомоги при підйомі. Адаптивний круїз-контроль. Система допомоги руху по смузі. Система інтелектуального регулювання швидкості.

Тема 9. Системи освітлення (2 год.)

Принципи освітлення. Лампи. Рефлектори фари. Корекція фар. Регулювання променя фари. Схеми освітлення. Газорозрядні і світлодіодні фари. Освітлення за допомогою світлодіодів. Ксенонове освітлення (Hella). Бароптичні системи освітлення. Інфрачервоні фари. Освітлення від єдиного джерела світла. Лазерні та матричні фари.

Тема 10. Електронні системи безпеки (2 год.)

Система контролю стану водія. Система Alcolock. Превентивна система безпеки. Система комунікації між автомобілями. Система гальмування після зіткнення. Натягувачі ременів безпеки. Подушки безпеки: центральна, фронтальні, бічні, головні, колінні. Активні підголівники. Аварійний розмикач акумуляторної батареї. Система захисту пішоходів. Подушка безпеки для пішоходів. Система захисту при з'їзді з дороги. Система екстреного виклику аварійних служб при дорожньо-транспортній пригоді. Система порятунку з затонулого автомобіля.

Тема 11. Протиугінні системи (2 год.)

Види систем захисту від угону. Основні типи електронних протиугінних систем. Базова система безпеки. Комплексна система сигналізації. Імобілайзер. Устрій автосигналізації. Центральний замок і електричні склопідйомники вікон. Схеми блокування дверей. Робота електричного склопідйомача. Система стеження за автомобілем.

Тема 12. Електронні системи інформування водія (2 год.)

Прилади й датчики системи інформування водія. Проекційний дисплей. Система виявлення пішоходів. Система попередження про велосипедистів. Система наскрізного бачення. Паркувальна система. Система кругового огляду. Система автоматичного паркування. Система маневрування з причепом. Система допомоги при перестроюванні. Автомобільна система нічного бачення. Система розпізнавання дорожніх знаків. Система виявлення можливих дорожніх пробок. Система інформування про світлофори. Система передбачення дорожніх умов. Автомобільна навігаційна система.

Тема 13. Електронні системи керування мікрокліматом в салоні автомобіля (2 год.)

Розвиток систем обігріву і вентиляції автомобілів. Типова система вентиляції та обігріву салону автомобіля. Система обігріву - двигун з водяним охолодженням. Мотори повітрянагрівача. Електронний контроль системи обігріву. Основи кондиціонування повітря: терміни та визначення, принцип роботи системи, автоматичне керування температурою. Інші системи обігріву: сидіння, скло, простір для ніг.

Тема 14. Електронні системи шасі (2 год.)

Активна підвіска: датчики, приводи і функціонування системи. Системи повного приводу: 4Motion, quattro, 4Matic, xDrive. Система адаптації до дорожніх умов. Електронна система керування автоматичною коробкою передач. Функція Tiptronic. Система запобігання ненавмисного прискорення. Роботизована коробка передач DSG. Коробка передач Easytronic. Електронна система керування варіатором. Варіатор Multitronic. Система електронного блокування диференціала. Система контролю тиску в шинах.

Тема 15. Гібридні та електричні автомобілі (2 год.)

Типи гібридних приводів. Газотурбінний гібрид. Визначення автомобіля з електричним приводом. Батареї електромобіля. Приводні мотори. Мотори змінного струму. Асинхронний мотор. Синхронний мотор з постійним збудженням. Електронно-керовані мотори. Система електромобіля на батареї натрій-сірка. Індуктивна система заряду ба-

тарей. Майбутнє електромобілів.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

2.1 Загальні вказівки. Мета викладання дисципліни

Метою викладання дисципліни є формування знань про будову та принцип дії приладів і електронних блоків електронних систем механічних транспортних засобів, про ознаки їх несправностей та способи усунення; набуття вмінь здійснювати перевірку технічного стану, пошук несправностей окремих елементів електронних систем механічних транспортних засобів.

Оскільки бурхливий прогрес в області електроніки і електротехніки за останні роки і десятиліття призвів до різкого збільшення кількості електронних компонентів в автомобілі. Поряд з гідравлікою і пневматикою електроніка проникла в усі частини сучасного автомобіля. Окремі електронні компоненти і комплексні електронні системи стають все компактнішими, дешевшими і, разом з тим, ефективнішими. В результаті з'являються нові можливості використання електроніки в автомобілі, що дозволяють постійно розширювати обсяг вже існуючих функцій.

Такий прогрес неминуче позначається на організації роботи стацій технічного обслуговування в автомобільній сфері. Обсяг звичайних робіт скорочується, і навички, необхідні для їх виконання, втрачають свою значущість. Все більшого значення набуває отримання необхідної інформації через електронні засоби, розуміння роботи комплексних систем і, врешті-решт, проведення правильної діагностики на підставі цілеспрямованих контрольних-вимірювальних робіт.

У зв'язку з цим має відбутися ще одне перетворення: перехід від мислення і розуміння окремих систем до комплексного мислення і розуміння системних взаємозв'язків. Природно, що надалі, як і раніше, знання і розуміння принципу роботи і деталей окремих систем зберуть своє значення. При цьому, однак, необхідно ще знати і розуміти з'єднання і зв'язок з іншими системами.

У даній дисципліні розглянуті основи автомобільної електроніки, цифрової техніки та техніки управління і регулювання. По можливості представлені приклади практичного використання. Знання основ є обов'язковою умовою розуміння електронних систем, описаних далі.

Ці системи за своєю структурою, розвитком і функціями, а також можливостям їх перевірки, докладно представлені як окремі системи.

2.2 Задачі вивчення дисципліни

Задача навчальної дисципліни полягає у формуванні у студентів знань про основні поняття і перспективи розвитку автомобільних електронних систем, про будову та принцип роботи приладів, апаратів і електронних блоків електронних систем механічних транспортних засобів, про ознаки їх несправностей і способи усунення. Також передбачено набуття практичних вмінь здійснювати перевірку технічного стану, пошук несправностей окремих елементів електронних систем механічних транспортних засобів.

У результаті вивчення курсу «Електронні системи керування транспортними засобами» студент повинний **знати:**

- призначення, основні технічні характеристики, будову приладів, апаратів електронних систем механічних транспортних засобів;
- принцип дії основних приладів електронних систем управління та їхню взаємодію в процесі роботи механічних транспортних засобів;
- типові несправності приладів, апаратів і електронних систем, прийоми їх визначення;
- устрій та розуміти принцип дії контрольно-вимірювальних стендів, приладів для перевірки технічного стану, випробування, регулювання приладів, апаратів електронних систем механічних транспортних засобів.

Вміти:

- самостійно збирати, обробляти, аналізувати та систематизувати науково-технічну інформацію в сфері автомобільної механіки та електроніки;
- застосовувати набуті знання для діагностики технічного стану, несправностей елементів електронних пристроїв механічних транспортних засобів, вносити виправлення в програму блоків управління цими системами;
- застосовувати отримані теоретичні знання з даної дисципліни при вирішенні практичних завдань у своїй майбутній виробничій діяльності.

2.3 Загальні рекомендації щодо вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни «Електронні системи керування транспортними засобами» базується на знаннях наступних курсів: «Вища математика», «Фізика», «Автомобілі. Основи конструкції», «Деталі машин», «Опір матеріалів», «Теорія автоматичних систем автомобіля», «Робочі процеси автомобіля», «Теоретичні основи теплотехніки», «Основи САПР в автомобілебудуванні».

В процесі викладання дисципліни, в якості технічних засобів, використовується клас, обладнаний персональними комп'ютерами типу IBM PC, та матеріально-технічне забезпечення кафедри Автомобілі: розрізи двигунів автомобілів, дослідні стенди, вимірювальне обладнання та інструмент. Успішне вивчення дисципліни передбачає також використання сучасних інформаційних технологій (Internet).

2.4 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 більше 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 аудиторних 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 відпрацьовування вмінь 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.

2.4.1 Тема 1. Вступ до курсу. Розвиток електричної системи автомобіля

Література: [3]-[7], [9]-[11], [29]-[35], [40].

Основою сучасного наземного транспортного засобу є електроустаткування, електроніка і бортова діагностика автомобілів. Вдосконалення цієї частини привело до виникнення нової області техніки - автомобільної електроніки. Поняття «автомобільна електроніка» широко поширене в сучасній технічній літературі. Під автомобільною електронікою слід розуміти комплексний науково-технічний напрям, пов'язаний з проектуванням, виробництвом і експлуатацією автомобільних електронних систем.

Сучасна наука про автомобільне бортове обладнання розвивається в двох напрямках:

- в напрямку пошуку способів покращення параметрів і характеристик існуючих пристроїв, систем, апаратів і приладів;
- в напрямку розробки нових функціональних вузлів, систем і блоків для потреб автоматизації і механізації робочих процесів на автомобілі.

Так, на базі наукових досліджень за короткий історичний період реалізовано кардинальне удосконалення класичного електрообладнання, а також створено ряд нетрадиційних для автомобіля бортових систем автоматичного керування. Це стало можливим завдяки досягненням в області напівпровідникової та мікроелектронної технології виготовлення електросхем, які складають значну частину автомобільного бортового обладнання.

Разом з удосконаленням відомих бортових пристроїв розроблені і в наш час широко застосовуються нові системи бортової автоматики. Компонентами цих систем можуть бути різноманітні технічні пристрої, які відрізняються один від одного як за принципом дії, так і за конструктивним виконанням. Це можуть бути електричні, електронні, електронно-обчислювальні, механічні, пневматичні, гідравлічні та інші технічні вироби, здатні виконувати відповідні функції електронної системи.

Автомобільні електронні системи мають одну загальну властивість - вони керують неелектричними процесами, але самі керуються від електронної автоматики, при цьому первинними джерелами керо-

ваних сигналів є людина (водій), програма, яка закладена в електронну пам'ять, та вхідні неелектричні впливи.

Основні причини прискореного розвитку автомобільних електронних систем можна розділити на суб'єктивні та об'єктивні. До суб'єктивних причин відноситься розповсюдження засобів обчислювальної техніки в сучасному суспільстві, прагнення додати автомобілю індивідуальності та законодавчі заходи.

Великі можливості обчислювальної техніки і уміння їх використовувати широкими колами населення привели до того, що в багатьох країнах автомобіль без електронних систем вже став не конкурентоздатним. Споживачеві він здається архаїчним, не відповідним сучасному розвитку техніки. Тому вимогу використання електронних систем можна розглядати не як скороминушу моду, а як постійно спостережуваний наслідок науково-технічного прогресу.

Якщо зовнішній вигляд автомобілів одного класу стає все більш схожим у зв'язку з поліпшенням аеродинамічних властивостей, то електронні системи відрізняються великою різноманітністю. Це дозволяє робити автомобілі оригінальними, встановлюючи різні моделі електронних систем. Особливою мірою такі достоїнства повинні мати електронні системи, з якими контактують водії та пасажери:

- електронні системи на панелі приладів;
- електронні системи підвищення комфортабельності і безпеки;
- електронні системи зв'язку та ін.

Розвиток електронних систем сприяв і появі нормативних документів, в яких регламентовані гранично допустимі техніко-економічні показники автомобілів. Деякі з таких нормативів не можуть бути дотримані без використання електронних систем. Наприклад, в багатьох країнах обмежується токсичність вихлопних газів і максимальна витрата палива. Порушення норм максимальної токсичності вихлопних газів, як правило, не допускається, а паливної економічності - призводить до значних штрафів. Так покупці автомобілів з підвищеною витратою палива в США платять істотний додатковий податок.

Проте відсутність суб'єктивних причин розвитку автомобільної електроніки не загальмувала б широкого розповсюдження електронних систем. Це можна пояснити тим, що застосування електронних систем дозволяє добитися значного поліпшення експлуатаційних властивостей автомобіля: зниження токсичності вихлопних газів, забез-

печення безшумності, підвищення паливної економічності, безпеки руху, комфортабельності, прохідності, простоти технічного обслуговування, поліпшення тягово-швидкісних і гальмівних властивостей, керованості і стійкості, зручності посадки і висадки, легкості керування автомобілем, маневреності, розрізнення автомобіля на дорозі, видимості з салону автомобіля, захищеності від неправильних і неприпустимих дій водія, зловмисників і т. ін.

Поліпшення експлуатаційних властивостей автомобіля досягається застосуванням електронних систем, що мають такі функції: керування роботою двигуна, агрегатів автомобіля; відображення інформації водієві, пасажирам, пішоходам, водіям інших автомобілів; зберігання інформації; прийому інформації в автомобіль від зовнішніх дорожніх систем, які здійснюють інформаційне керування; передачі інформації з автомобіля.

Розгляду принципів роботи електронних систем, автомобільних датчиків та виконавчих механізмів, їх впливу на функціональні можливості і параметри сучасних автомобілів присвячений даний курс.

Питання для самоперевірки

1. Що слід розуміти під терміном «автомобільна електроніка»?
2. По яких напрямках розвивається сучасна наука про автомобільне бортове обладнання?
3. Яку загальну властивість мають автомобільні електронні системи?
4. Чому сприяв розвиток автомобільних електронних систем?
5. За рахунок чого досягається поліпшення експлуатаційних властивостей сучасного автомобіля?

2.4.2 Тема 2. Основи електротехніки та електроніки

Література: [4], [6], [7], [9] - [11].

При розгляді різних явищ використовується таке поняття, як гіпотеза. Гіпотеза (від давньогрецького «підстава», «припущення») це недоведене твердження, припущення або здогад. Як правило, гіпотеза висловлюється на основі ряду спостережень (прикладів) що її підтверджують, і тому виглядає правдоподібно. Гіпотезу згодом або доводять, перетворюючи її в установлений факт, або ж спростовують (наприклад, вказуючи контрприклад), переводячи в розряд помилкових

тверджень. Гіпотеза має право на існування, якщо вона в необхідній мірі і в необхідному обсязі дозволяє пояснити деяке явище і дати прогноз його розвитку.

При розгляді явищ, що відбуваються в електричних ланцюгах, дуже плідно використовується гіпотеза про те, що електричний струм є спрямованим рухом заряджених частинок. Насправді, ймовірно, це не зовсім так. Адже швидкість поширення електричного сигналу в провідниках практично дорівнює швидкості світла у вакуумі, і очевидно, що ніякі частки так швидко в щільних металевих тілах поширюватися не можуть.

Проте, таке уявлення про електричний струм дозволяє розраховувати електричні ланцюги і схеми, пояснювати явища що відбуваються в них. Причому результати розрахунків і висновків відповідають спостережуваним на практиці явищам, які можна виміряти відповідним інструментом.

Загальноприйнятим є припущення про те, що рухаються в провідниках позитивні заряди, і цей рух відбувається в напрямку від позитивного до негативного виводу джерела струму під дією різниці потенціалів. Ця різниця потенціалів називається напругою, яка вимірюється в вольтах і визначається вольтметром.

Розглянемо найпростішу електричну схему (рис. 2.1).

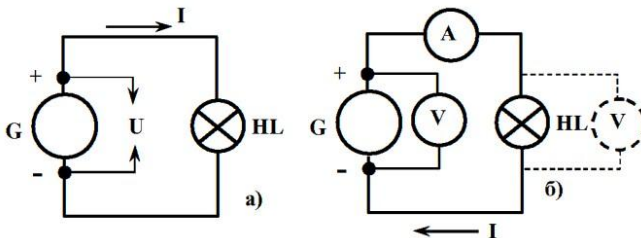


Рисунок 2.1 - Найпростіша електрична схема (а) і вона ж з включенням вимірювальних приладів (б)

На рис. 2.1, а позначення G - джерело живлення з напругою U , HL - лампа накаливання, на яку витрачається вся напруга U , I - струм, напрямок руху якого (напрямок руху заряджених частинок) показано стрілкою.

На рис. 2.1, б зображена та ж схема з включеними вимірювальними приладами вольтметром V (може підключатися і безпосередньо

до лампочки) і амперметром А. Вольтметр підключається завжди паралельно джерелу живлення (в даному випадку - G) або навантаженні (в даному випадку - HL). Амперметр завжди підключається послідовно безпосередньо в ту ділянку ланцюга, в якому вимірюється струм.

Вольметри на рис. 2.1, б покажуть однакову напругу в тому випадку, якщо опір підвідних провідників буде нескінченно малий. Струм в електричному ланцюзі може бути постійним, пульсуючим і змінним. **Постійним струмом** - називається струм, поточний в одному напрямку і не змінюючи своєї величини в часі. Графічно його можна зобразити прямою лінією, паралельною осі часу в координатах «сила струму I - час t» (рис. 2.2).

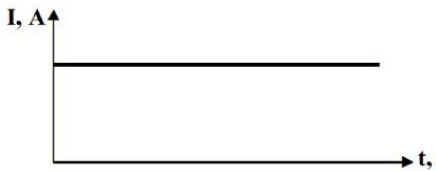


Рисунок 2.2 - Графічне зображення постійного струму

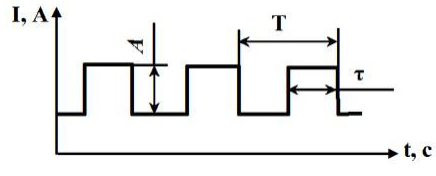


Рисунок 2.3 - Графічне зображення пульсуючого струму з прямокутними імпульсами

Відповідно, щоб в ланцюзі протікав постійний струм, напруга джерела струму теж має бути постійною, а стан ланцюга не повинен змінюватися в часі. У тому випадку, якщо напрямок руху заряджених частинок не змінюється в часі (струм тече в одному напрямку), але сила струму змінюється за величиною, такий струм слід назвати **пульсуючим** (рис. 2.3).

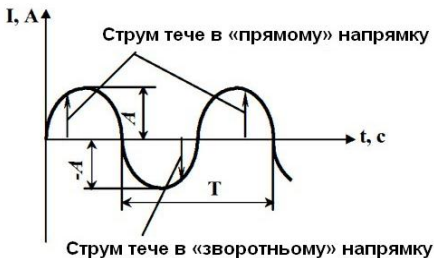


Рисунок 2.4 - Графік синусоїдального симетричного змінного струму з амплітудою A і періодом T

У тому випадку, якщо зміна струму носить упорядкований характер, то імпульси характеризують за їх формою (синусоїдальні, пілковидні, прямокутні). Зокрема на рис. 2.3 зображений струм з прямокутними імпульсами з амплітудою A, періодом T і тривалістю імпульсів τ . Відношення T/τ називають скважністю проходження імпульсів.

У тому випадку, якщо з часом струм змінює не тільки величину, а й напрям, то такий струм називають **змінним** (рис. 2.4). При цьому форма імпульсів може бути різною, вони також можуть бути синусоїдальними (як на рис. 2.4), пилкоподібними, прямокутними (як на рис. 2.3), і т.д. Величина, зворотна періоду T ($1/T$) називається **частотою**, позначається буквою f і вимірюється в герцах (Гц). 1 Гц - це одне повне коливання (один повний період) в секунду.

У техніці найчастіше використовують синусоїдальний змінний струм з промисловою частотою $f = 50$ Гц, (в США і Австралії 60 Гц) з якою електроенергію передають на великі відстані при високій напрузі (сотні кіловольт). Так роблять через те, що передана потужність W (вимірюється в ватах) прямо пропорційна струму і напрузі ($W = I \cdot U$).

Якщо передавати велику потужність при низькій напрузі, то знадобляться великі струми, що вимагають для передачі електроенергії проводів великого перерізу. Так, наприклад, для передачі струму в один ампер потрібен мідний провідник перерізом близько $0,25 \text{ мм}^2$.

Якщо потрібно передати потужність в $1\,000\,000 \text{ Вт}$ (1 МВт), то при напрузі 220 В , струм в проводах складе $1\,000\,000/220 = 4545,5 \text{ А}$, що потребує провідник перетином $4545,5/0,25 = 18\,182 \text{ мм}^2$ або діаметром 152 мм , що звичайно, нереально. Якщо передавати струм під напругою $220\,000 \text{ В}$ (220 КВ), то струм в проводах складе всього $1\,000\,000/220\,000 = 4,55 \text{ А}$, для чого знадобиться провідник перетином $4,55/0,25 = 18,2 \text{ мм}^2$ або діаметром $4,81 \text{ мм}$, що цілком можливо.

Для перетворення високої напруги в низьку, що використовуються на промислових підприємствах (380 В) або в побуті (220 В), застосовуються знижуючі трансформатори, які працюють тільки на змінному струмі, а щоб перетворити змінний струм в постійний - випрямлячі.

Питання для самоперевірки

1. Що таке гіпотеза?
2. Що розуміють під електричним струмом?
3. Який струм називається постійним?
4. Який струм називається змінним?
5. Як графічно зображується постійний струм?
6. Яку форму можуть мати імпульси змінного струму?
7. Що таке частота змінного струму?

2.4.3 Тема 3. Системи обміну даними в автомобілі

Література: [3], [4], [6], [7], [11].

Електричні ланцюги автомобілів ускладнювалися і розросталися рік від року. Перші автомобілі обходилися без генератора і акумулятора - запалювання працювало від магнето, а фари були ацетиленові. До середини 70-х років в джгути ув'язувалися вже сотні метрів електричних проводів, автомобілі по оснащеності електрикою, змагалися з легкомоторною авіацією.

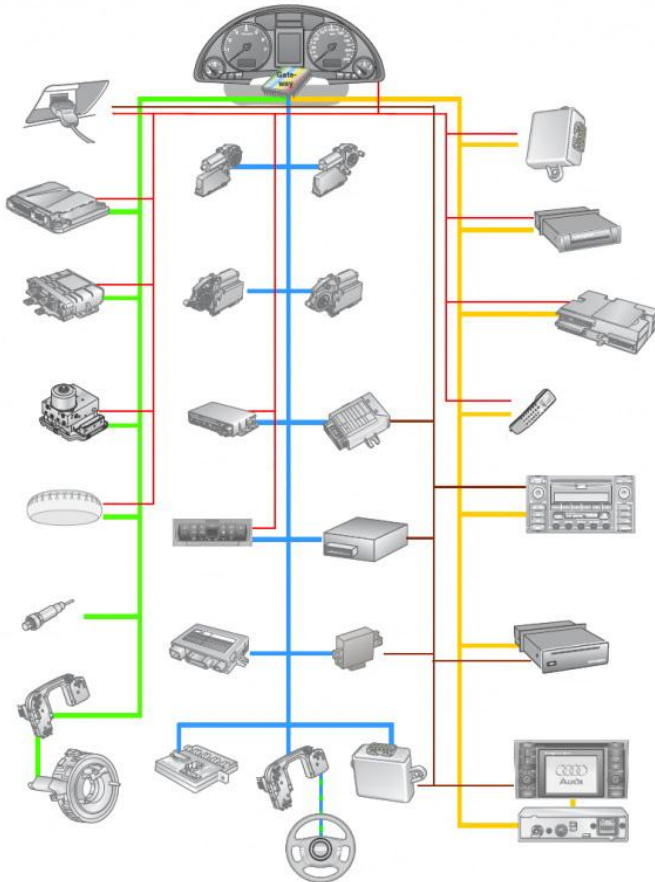


Рисунок 2.5 - CAN-шина

Ідея спрощення електропроводки лежала на поверхні - добре б прокласти в автомобілі всього один дріт, нанизати на нього споживачів і біля кожного поставити якийсь керуючий пристрій. Тоді по цьому проводу можна було б пустити і енергію для споживачів (лампочок, датчиків, виконавчих пристроїв) і керуючі сигнали.

До початку 90-х XX ст. розвиток цифрових технологій дозволив приступити до здійснення цієї ідеї - компаніями BOSCH та INTEL був розроблений мережевий інтерфейс CAN (Controller Area Network) для створення бортових мультипроцесорних систем реального часу. В електроніці дрогоу систему, по якій передаються дані, прийнято називати "шиною".

Якщо дані передаються по двох проводах (т.зв. «кручена пара») послідовно, імпульс за імпульсом - це буде послідовна шина (serial bus), якщо дані передаються по джгутах з декількох проводів одночасно - це буде паралельна шина (parallel bus). І хоча паралельна шина працює швидше, для спрощення електропроводки автомобіля вона не підходить - вона її як раз тільки ускладнить. Вита пара послідовної шини здатна передавати до 1 Мбіт / сек, чого цілком достатньо.

Правила, за якими окремі блоки обмінюються інформацією, в електроніці називаються протоколом. Протокол дозволяє посилати окремим блокам окремі команди, опитувати кожен блок окремо або всіх відразу. Крім адресного звернення до пристроїв, протокол передбачає і можливість завдання пріоритетів самим командам. Наприклад, команда на управління двигуном буде мати пріоритет перед командою на управління кондиціонером.

Розвиток і мініатюризація електроніки дозволяють тепер випускати недорогі модулі управління і зв'язку, які в автомобілі можна з'єднувати у вигляді зірки, кільця або ланцюга. Обмін інформацією йде в обох напрямках, тобто можна не тільки включити наприклад лампочку заднього ходу, а й отримати інформацію - чи світить вона?

Отримуючи інформацію від різних пристроїв система управління двигуном вибере оптимальний режим, система кондиціонування включить опалення або охолодження, система управління склоочисником змахне щітками і т.п. Значно спрощується і система діагностики двигуна і всього автомобіля в цілому.

І хоча головна мрія електрика - всього два дроти по всій машині - ще не збулася, CAN шина значно спростила електропроводку автомобіля та підвищила загальну надійність всієї системи.

Отже, CAN-шина - це система цифрового зв'язку і управління електричними пристроями автомобіля, що дозволяє збирати дані від всіх пристроїв, обмінюватися інформацією між ними, управляти ними.

Інформація про стан пристроїв і командні (керуючі) сигнали для них передаються в цифровій формі зі спеціального протоколу двома проводами, т.зв. «кручена пара». Крім того до кожного пристрою подається і живлення від бортової електромережі, але на відміну від звичайної проводки - всі споживачі з'єднані паралельно, тому що немає необхідності вести від кожного вимикача до кожної лампочки свій провід. Це значно спрощує монтаж, знижує число проводів в джгутах і підвищує надійність всієї електросистеми.

Питання для самоперевірки

1. Чим була обґрунтована необхідність розробки шинних систем в електрообладнанні автомобілів?
2. Які переваги застосування шинних систем в електрообладнанні автомобіля?
3. Що таке шина даних CAN?
4. Як проводиться діагностика електронних блоків при використанні шинних систем?
5. Яка швидкість передачі даних у шини LIN?

2.4.4 Тема 4. Батарей та системи заряду транспортних засобів

Література: [4] - [7], [9] - [11], [28], [44], [52].

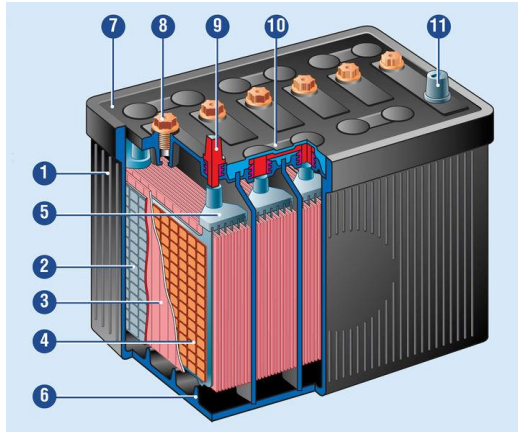
Акумуляторна батарея (АКБ) являє собою хімічне джерело струму, що накопичує енергію, необхідну для живлення електричного стартера, який обертає двигун при пуску. Крім того, вона забезпечує роботу електричних приладів автомобіля при нестачі або відсутності потужності яка розвивається генератором.

На транспортних засобах в основному застосовуються свинцеві стартерні батареї, що складаються з послідовно з'єднаних акумуляторів, встановлених в загальному корпусі. Для забезпечення нормальної експлуатації електрообладнання та самої батареї необхідна їй відповідність по основним розмірам і характеристикам даному автомобілю.

«Полярність» - визначає розташування негативного і позитив-

ного виводів батареї. Якщо дивитися на АКБ з боку, до якої виводи зміщені ближче, то полярність:

- **пряма** - якщо позитивний вивод «+» знаходиться зліва, а негативний вивод, позначений «-», - праворуч;
- **зворотна** - якщо позитивний вивод «+» знаходиться праворуч, а негативний вивод «-» - зліва.



- 1 - корпус, 2 - негативний електрод (пластина), 3 - сепаратор,
 4 - позитивний електрод (пластина), 5 - баретки, 6 - опорні призми,
 7 - кришка, 8 - пробка заливного отвору, 9 - позитивний вивод,
 10 - міжелементна перемичка (з'єднувальний місток), 11 - негативний вивід

Рисунок 2.6 - Устрій обслуговуваної акумуляторної батареї

Ширина батареї повинна точно відповідати штатної, оскільки більшість з них кріпиться за нижні бічні виступи корпусу.

Висота і довжина можуть бути дещо більшими, якщо це допускають розміри ніші (установчого майданчика) під АКБ.

Номінальна ємність - кількість електрики (в А·год), яку здатна віддати АКБ при 20-годинному режимі розряду струмом, чисельно рівним 0,05 номінальної ємності до напруги на виводах 10,5 В при температурі електроліту 25°C.

Резервна ємність - час розряду в хвиликах повністю зарядженої батареї струмом 25 А до напруги 10,5 В при температурі електроліту 25°C. За ГОСТом 959-2002 номінальну і резервну ємність визначають помістивши батарею в ванну з водою, що має температуру $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Резервна ємність чисельно в 1,63 рази більша за номінальну (наприклад, для батареї ємністю 55 А·год вона становить 90 хвилин). Це розрахунковий час, протягом якого повністю заряджена АКБ забезпечує електроенергією мінімум споживачів, необхідних для безпечного руху автомобіля в разі відмови генератора.

Струм холодної прокрутки - по ГОСТу 959-2002 - це струм розряду, який здатна віддати батарея при температурі електроліту мінус 18°C протягом 10 с напругою не менше 7,5 В. Чим цей параметр вище, тим краще двигун буде пускатися взимку, але через збільшення навантаження на стартер може знизитися його ресурс. Величина струму холодної прокрутки залежить від методики його вимірювання.

Фактичний ресурс стартерних акумуляторних батарей може бути значно більшим і залежить від умов експлуатації. При справному електрообладнанні, відповідному технічному обслуговуванні і річному пробігу автомобіля до 10-12 тис. км він може досягати 5-8 років.

Довговічність необслуговуваних АКБ, що не мають отворів для доливання, істотно залежить від стану електрообладнання та умов (інтенсивності) експлуатації. Так звані «необслуговувані» батареї відрізняються від звичайних уповільненим «википанням» води з електроліту і великим його резервним об'ємом. Напруга в бортовій мережі автомобіля повинна знаходитися в межах 13,9-14,3 В, інакше ресурс батареї різко знизиться через «википання» води з електроліту або в зв'язку з постійним недозарядом і опливанням активної маси.

Питання для самоперевірки

1. Які є види полярності АКБ і як вони визначаються?
2. Що таке номінальна ємність АКБ?
3. Як визначають резервну ємність АКБ?
4. Що таке струм холодної прокрутки?
5. Від чого залежить ресурс АКБ?

2.4.5 Тема 5. Системи подачі палива

Література: [1], [11]-[15], [22].

На сучасних автомобілях використовуються різні системи впорскування палива. Система впорскування (інше найменування - інжекторна система, від injection - впорскування) як впливає з назви, за-

безпечує впорскування палива. Система впорскування використовується як на бензинових, так і дизельних двигунах. Разом з тим, конструкції і робота систем впорскування бензинових і дизельних двигунів істотно різняться. У бензинових двигунах за допомогою впорскування створюється однорідна паливно-повітряна суміш, яка примусово запалюється від іскри.

У дизельних двигунах впорскування палива робиться під високим тиском, порція палива змішується зі стисненим (гарячим) повітрям і майже миттєво запалюється. Тиск впорскування визначає величину порції палива, що впорскується і відповідно потужність двигуна. Тому, чим більше тиск, тим вище потужність двигуна.

Система впорскування палива є складовою частиною паливної системи автомобіля. Основним робочим органом будь-якої системи впорскування є форсунка (інжектор).

Системи впорскування бензинових двигунів, залежно від способу утворення паливно-повітряної суміші розділяють на системи: центрального, розподіленого і безпосереднього впорскування. Системи центрального і розподіленого впорскування є системами попереднього впорскування, тобто впорскування в них робиться не доходячи до камери згоряння - у впускному колекторі. Перспективною є система безпосереднього уприскування, в якій впорскування палива здійснюється безпосередньо в камеру згоряння кожного циліндра.

Впорскування палива в дизельних двигунах може здійснюватися двома способами: в попередню камеру або безпосередньо в камеру згоряння. Двигуни з впорскуванням в попередню камеру відрізняє низький рівень шуму і плавність роботи. Але в даний час перевага віддається системам безпосереднього впорскування. Незважаючи на підвищений рівень шуму, такі системи мають високу паливну економічність. Визначальним конструктивним елементом системи упорскування дизельного двигуна є паливний насос високого тиску (ПНВТ).

На легкові автомобілі з дизельним двигуном встановлюються різні конструкції систем уприскування: з рядним ПНВТ, з розподільним ПНВТ, насос-форсунками, Common Rail. Прогресивні системи упорскування дизелів - насос-форсунки і система Common Rail.

Питання для самоперевірки

1. Що є основним робочим органом будь-якої системи упорскування палива в двигуні?

2. Які є системи упорскування палива бензинових двигунів?
3. Яка система уприскування палива для бензинових двигунів є найбільш перспективною?
4. Що собою являє насос-форсунка дизельного двигуна?
5. На чому заснований принцип роботи системи упорскування палива Common Rail?

2.4.6 Тема 6. Системи запалювання

Література: [11] - [15], [18] - [20], [22], [38].

Система запалення призначена для займання паливно-повітряної суміші бензинового двигуна. Займання суміші походить від іскри, тому інше найменування системи - іскрова система запалювання, а бензинового двигуна - двигун з іскровим запалюванням. Залежно від способу управління процесом запалювання розрізняють наступні типи систем запалювання: контактна, безконтактна (транзисторна) і електронна (мікропроцесорна).

У контактній системі запалювання управління накопиченням і розподіл електричної енергії по циліндрах здійснюється механічним пристроєм - переривачем-розподільником. Подальшим розвитком контактної системи запалювання є контактна транзисторна система запалювання, в первинному ланцюзі котушки запалювання якої застосований транзисторний комутатор.

На відміну від контактної, в безконтактній системі запалювання для управління накопиченням енергії використовується транзисторний комутатор, який взаємодіє з безконтактним датчиком імпульсів. Транзисторний комутатор в даній системі виконує роль переривника.

Розподіл струму високої напруги здійснюється механічним розподільником. В електронній системі запалювання використовується електронний блок управління, за допомогою якого здійснюється управління процесом накопичення і розподілу електричної енергії. У ранніх конструкціях електронної системи запалювання електронний блок одночасно керував системою запалювання і системою впорскування палива (т.зв. об'єднана система впорскування і запалення).

В даний час управління запалюванням включено в систему управління двигуном. Принцип роботи системи запалювання полягає в накопиченні і перетворенні котушкою запалювання низької напруги

(12 В) електричної мережі автомобіля у високу напругу (до 30 000 В), розподілі та передачі високої напруги до відповідної свічки запалювання та утворенні в потрібний момент іскри на свічці запалювання.

У роботі системи запалювання можна виділити наступні етапи: накопичення електричної енергії, перетворення енергії, розподіл енергії по свічках запалювання, утворення іскри, займання паливно-повітряної суміші.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть типи систем запалювання.
2. Для чого призначений транзисторний комутатор?
3. Як в контактній системі запалювання здійснюється управління накопиченням і розподіл електричної енергії по циліндрах?
4. В чому полягає принцип роботи системи запалювання?
5. Які етапи можна виділити в роботі системи запалювання?

2.4.7 Тема 7. Електронне керування роботою двигуна внутрішнього згорання

Література: [1], [4], [11] - [15].

Системою керування двигуном називається електронна система управління, яка забезпечує роботу двох і більше систем двигуна. Система є одним з основних електронних компонентів електрообладнання автомобіля. Генератором розвитку систем керування двигуном в світі є німецька фірма Bosch. Технічний прогрес в області електроніки, жорсткі норми екологічної безпеки обумовлюють неухильне зростання числа підконтрольних систем двигуна.

Свою історію система керування двигуном веде від об'єднаної системи впорскування й запалювання. Сучасна система керування двигуном об'єднує значно більше систем і пристроїв. Крім традиційних систем впорскування і запалення під управлінням електронної системи знаходяться: паливна система, система впуску, випускна система, система охолодження, система рециркуляції відпрацьованих газів, система уловлювання парів бензину, вакуумний підсилювач гальм. Терміном «система керування двигуном» зазвичай називають систему керування двигуном внутрішнього згорання. У дизельному двигуні аналогічна система називається система керування дизелем.

Система керування двигуном включає вхідні датчики, електронний блок управління і виконавчі пристрої систем двигуна.

Вхідні датчики вимірюють конкретні параметри роботи двигуна і перетворюють їх в електричні сигнали. Інформація, що отримується від датчиків, є основою керування двигуном. Кількість і номенклатура датчиків визначається видом і модифікацією системи управління.

Наприклад, в системі управління двигуном Motronic-MED застосовуються такі вхідні датчики: тиску палива в контурі низького тиску, тиску палива, частоти обертання колінчастого вала, Холла, положення педалі акселератора, витратомір повітря (при наявності), детонації, температури охолоджуючої рідини, температури масла, температури повітря на впуску, положення дросельної заслінки, тиску у впускному колекторі, кисневі датчики та ін.

Кожен з датчиків використовується в інтересах однієї або декількох систем двигуна. Електронний блок керування двигуном приймає інформацію від датчиків і відповідно до закладеного програмного забезпечення формує керуючі сигнали на виконавчі пристрої систем двигуна. У своїй роботі електронний блок керування взаємодіє з блоками керування автоматичною коробкою передач, системою ABS (ESP), електропідсилювача керма, подушками безпеки, тощо.

Виконавчі пристрої входять до складу конкретних систем двигуна і забезпечують їх роботу. Виконавчими пристроями паливної системи є електричний паливний насос і перепускний клапан. В системі впорскування керованими елементами є форсунки і клапан регулювання тиску. Робота системи впуску управляється за допомогою приводу дросельної заслінки і приводу впускних заслінок. Котушки запалювання є виконавчими пристроями системи запалювання. Система охолодження сучасного автомобіля також має ряд компонентів, керованих електронікою: термостат (на деяких моделях двигунів), реле додаткового насоса охолоджуючої рідини, блок управління вентилятора радіатора, реле охолодження двигуна після зупинки.

У впускній системі здійснюється примусовий підігрів кисневих датчиків і датчика оксидів азоту, необхідний для їх ефективної роботи. Виконавчими пристроями системи рециркуляції відпрацьованих газів є електромагнітний клапан керування подачею вторинного повітря, а також електродвигун насоса вторинного повітря. Керування системою уловлювання парів бензину здійснюється за допомогою електромагнітного клапану продувки адсорбера.

Принцип роботи системи керування двигуном заснований на комплексному керуванні величиною крутного моменту двигуна. Іншими словами, система керування двигуном призводить величину крутного моменту у відповідність з конкретним режимом роботи двигуна. Система розрізняє такі режими роботи двигуна: запуск, прогрів, холостий хід, рух, перемикання передач, гальмування, робота системи кондиціонування.

Зміна величини крутного моменту проводиться двома способами - шляхом регулювання наповнення циліндрів повітрям і регулюванням кута випередження запалювання.

Питання для самоперевірки

1. Що таке система керування двигуном?
2. З чого складається система керування двигуном?
3. Назвіть вхідні датчики в системі Motronic-MED.
4. Які компоненти системи охолодження керуються електронікою?
5. На чому заснований принцип роботи системи керування двигуном?

2.4.8 Тема 8. Електронні системи керування динамікою автомобіля

Література: [3], [4], [7], [16], [17], [23]-[25], [39].

На сучасному автомобілі встановлюється велика кількість електронних систем які безпосередньо впливають на динаміку руху автомобіля. Про призначення деяких систем говорить сама назва. Але є і такі, в опціях яких часом нелегко розібратися. Розуміння ускладнює той факт, що одні й ті ж системи у різних виробників називаються по-різному. Нижче наведено перелік сучасних електронних систем, принцип роботи яких безпосередньо пов'язаний з гальмівною системою автомобіля.

- антиблокувальна система гальм АБС (Antiblock Brake System - ABS);
- система екстреного посилення гальмування (Brake Assist - BA);
- система електронного розподілу гальмівних сил (Electronic Brake Force Distribution - EBD);

- система контролю над гальмуванням на поворотах (Cornering Brake Control - CBC);
- протибуксувальна система (Automatic Slip Regulation - ASR);
- система динамічної стабілізації (Electronic Stability Programme - ESP);
- система інтегрованого управління динамікою автомобіля (Vehicle Dynamics Integrated Management - VDIM);
- система контролю спуску з гори (Hill Descent Control - HDC);
- система контролю підйому в гору (Hill Start Assist - HAS);
- система запобігання перекидання (Active Roll Mitigation - ARM);
- система підтримки безпечної дистанції (Adaptive Cruise Control - ACC);
- автоматичне ручне гальмо (Handbrake with Automatic Hold - HAH).

За більш детальною інформацією щодо принципу роботи вказаних систем слід звертатися до спеціальної літератури, основний перелік якої вказаний у даних методичних вказівках, або в конспекті лекцій даної дисципліни.

Слід окремо зазначити що стиль водіння автомобіля укомплектованого вказаними електронними системами відрізняється від стилю управління автомобілем без цих систем, і тепер залежить не тільки від характеру дорожніх і кліматичних умов експлуатації, а й технічного стану самого автомобіля.

Особливість гальмування автомобіля, оснащеного АБС, полягає в тому, що при гальмуванні педаль гальма необхідно утримувати з постійним зусиллям, відповідним умовам гальмування. А такий прийом, як переривчасте багаторазове гальмування, в цьому випадку не допускається. Наявність на автомобілі АБС пред'являє більш суворі вимоги до шин і амортизаторів, оскільки їхній стан суттєво впливає на ефективність роботи системи. Слід періодично контролювати стан амортизаторів і знос протекторів шин.

Протибуксувальну систему слід використовувати на швидкостях до 40 км/год, і вона найбільш ефективна для автомобілів з приводом тільки на задні колеса. При передньому і повному приводі така система корисна лише при надлишковій потужності двигуна.

Систему динамічної стабілізації рекомендується відключати при «розгойдуванні» автомобіля, який застряг в глибокому снігу або рих-

лому ґрунті, при їзді з ланцюгами проти ковзання, а також при перевірці автомобіля на динамометричному стенді.

Питання для самоперевірки

1. На чому заснований принцип роботи системи АБС?
2. Як працює протибуксовочна система?
3. Які конструктивні елементи входять до складу електронної антиблокувальної системи?
4. Як працює система запобігання перекидання автомобіля?
5. Для чого призначено автоматичне ручне гальмо автомобіля?

2.4.9 Тема 9. Системи освітлення

Література: [3], [4], [7], [9] - [11], [16], [17], [38].

Гарне освітлення дороги перед автомобілем завжди було одним з основних вимог безпеки руху. Автомобільні фари пройшли шлях від газових і ацетиленових ліхтарів до сучасних вискооефективних систем освітлення. В даний час більшість автомобілів обладнується фарами з галогенними лампами, які більш ефективні, ніж звичайні лампи накаливання.

У той же час з'являється все більше автомобілів, в фарах яких монтуються газорозрядні лампи, які ще недавно встановлювалися тільки на автомобілях представницького класу. За останні кілька років радикально змінилися форма відбивача і технологія виготовлення фар.

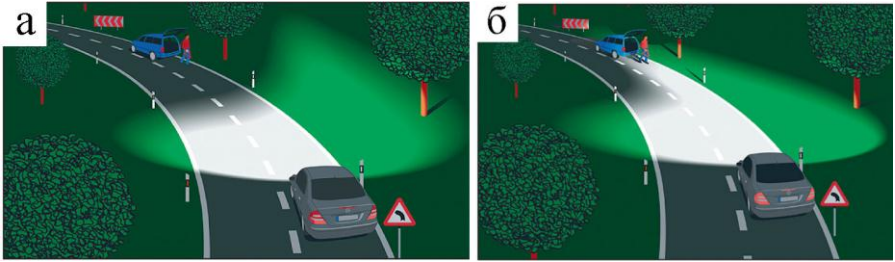
У фарі з газорозрядної лампою джерелом світла є електричний розряд, що проходить між двома електродами, які розташовані всередині колби з кварцового скла. Колба заповнена під тиском сумішшю інертного газу ксенону і металу галогену. Такі фари часто називають ксеноновими. Освітлення розрядом високої інтенсивності (HID - High Intensity Discharge) забезпечує більш низьке споживання енергії, велику довговічність і кращий світловий потік.

Ксенонова лампа потужністю 35 Вт виробляє вдвічі більший світловий потік, ніж галогенні лампи потужністю 60 Вт. Колірна температура таких ламп майже відповідає денному світлу. Довговічність газорозрядних ламп досягає 3000 год, і це не є межею, тому що конструкція фар, що використовують принцип HID, постійно вдосконалюється.



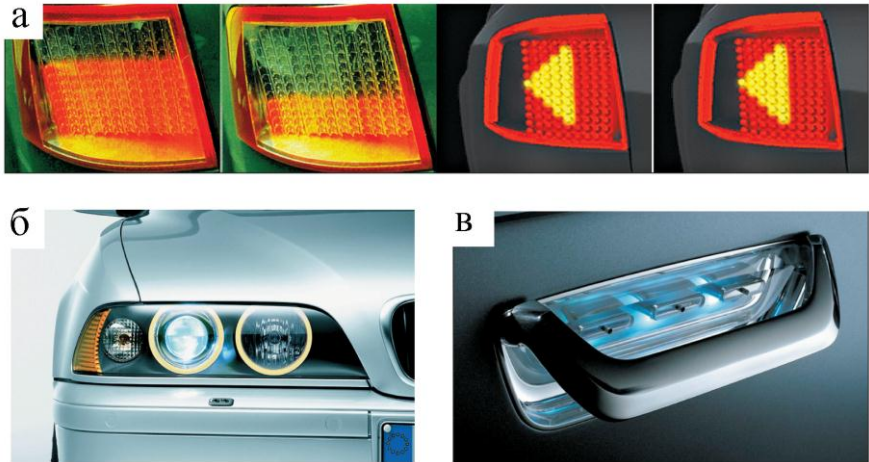
а - розташування та типи зовнішніх світлових приладів автомобіля,
б - регульовані фари (такі що повертаються),
в- сучасні системи головного освітлення автомобіля
з регульованими світловими потоками

Рисунок 2.7 - Системи освітлення сучасного автомобіля



а - звичайними фарами з асиметричним променем,
 б - активною системою освітлення (ці фари, зокрема, повертаються при повороті автомобіля і висвітлюють важкодоступні ділянки дороги, а також бічні ділянки доріг на перехресті)

Рисунок 2.8 - Освітлення дороги фарами ближнього світла:



а - ліхтарі, б - підсвічування фар, в - підсвічування дверних ручок

Рисунок 2.9 - Прилади освітлення

Деякі розробники пропонують системи освітлення, в яких світло створюється єдиним НІД-джерелом, що знаходиться в спеціальній камері всередині автомобіля, а передається до фар по оптоволоконним провідникам. Така система дозволяє зменшити число необхідних ламп, робить більш легким розміщення системи високої напруги і захищає найбільш дорогі елементи системи освітлення від можливого пошкодження при аварії. Додаткові переваги цієї системи полягають в

тому, що в освітлювальних приладах світло є холодним, що дозволяє використовувати прозорі пластмасові матеріали, які не можуть застосовуватися у високотемпературних звичайних лампах.

Очевидно, що центральне джерело світла повинно бути продубльоване, для уникнення виходу з ладу всього освітлення автомобіля через єдину несправність. Світло високої інтенсивності може привести до тимчасового засліплення зустрічних водіїв, особливо в разі неправильного напрямку світлового променя фар.

В Європі діє законодавство, яке вимагає, щоб автомобілі з газорозрядними фарами були обладнані системами автоматичного регулювання, що коректують положення фар при зміні навантаження автомобіля. У системах автоматичного регулювання положення фар використовуються датчики, які вимірюють стан елементів підвіски відносно кузова.

Проводяться дослідження з використання ультрафіолетових ламп з метою усунення можливості засліплення зустрічних водіїв. Додаткові переваги від застосування таких ламп можуть бути отримані, якщо використовувати спеціальну відбиваючу фарбу для дорожньої розмітки та знаків. Існують дослідні зразки автомобілів, які обладнані інфрачервоними відеокамерами, які набагато краще виявляють об'єкти в темряві або в тумані, особливо при використанні їх в поєднанні з інфрачервоними фарами.

У конструкції підфарників, ліхтарів сигналів гальмування, покажчиків поворотів все частіше на зміну лампам накаливання приходять світлодіодні матриці, які споживають значно менше енергії, більш довговічні, а світлові прилади стають більш інформативними.

У деяких країнах законодавство вимагає обов'язкового застосування на автомобілях систем очищення фар. Для цієї мети часто застосовуються щіткові склоочисники, але їм на зміну приходять розпилювачі очисної рідини високого тиску.

Питання для самоперевірки

1. Які вимоги пред'являються до систем освітлення та світлової сигналізації?
2. Які фари називають ксеноновими?
3. Яка довговічність у газорозрядних ламп?
4. Які є можливості щодо усунення засліплення зустрічних водіїв?
5. Назвіть світлотехнічні параметри світлових приладів.

2.4.10 Тема 10. Електронні системи безпеки

Література: [3], [4], [7], [9] - [11], [16], [17], [21], [38], [39].

Останнім часом на передній план автомобільних систем безпеки виходять т.зв. превентивні (попереджувальні) системи. **Превентивна система безпеки** (інше найменування - система попередження зіткнення) покликана уникнути зіткнення, а якщо воно сталося - зменшити тяжкість аварії.

Залежно від конструкції конкретної системи в ній можуть бути реалізовані наступні функції:

- попередження водія про небезпеку зіткнення;
- підготовка гальмівної системи до екстреного гальмування;
- активація окремих пристроїв пасивної безпеки;
- часткове або повне автоматичне гальмування.

Для реалізації даних функцій в превентивних системах безпеки використовуються технології адаптивного круїз-контролю, системи динамічної стабілізації, системи пасивної безпеки. Ряд превентивних систем, що реалізують функцію автоматичного гальмування, носять назву систем екстреного гальмування.

Таким чином, превентивна система безпеки це ефективний симбіоз систем активної і пасивної безпеки. В даний час превентивні системи безпеки досить широко поширені і активно впроваджуються на легкові автомобілі. Відомими превентивними системами безпеки є:

- Pre-Sense Front, Pre-Sense Front Plus і Pre-Sense Rear від Audi;
- Pre-Safe і Pre-Safe Brake від Mercedes-Benz;
- Collision Mitigation Braking System, CMBS від Honda;
- City Brake Control від Fiat;
- Collision Warning with Brake Support і Forward Alert від Ford;
- Forward Collision Mitigation, FCM від Mitsubishi;
- Pre-Collision System, PCS від Toyota;
- Front Assist і City Emergency Brake від Volkswagen;
- Collision Warning with Auto Brake і City Safety від Volvo;
- Predictive Emergency Braking System, PEBS від Bosch.

Так наприклад **система Pre-Safe** від Mercedes-Benz на швидкості понад 30 км/год оцінює характер руху (швидкість, обороти двигуна та ін.) І дії водія (рульове управління, педаль газу. Гальмівна система).

За результатами оцінки система реалізує наступний алгоритм

роботи. В разі наявності ризику зіткнення (радіолокаційна інформація, екстрене гальмування) виконуються дії:

- натяг ременів безпеки водія і переднього пасажирів;
- перекидання кута нахилу подушок і спинок передніх і задніх сидінь в оптимальне положення;
- підйом задніх підголівників

В разі наявності ризику занесення, бокового удару і перекидання (бічне прискорення) виконуються дії:

- зміцнення подушок і спинок передніх і задніх сидінь (заповнення повітряних камер і утворення валиків);
- закриття бічних стекол на передніх і задніх дверях;
- закриття люка на даху.

Система Pre-Safe завжди включена і не може бути відключена водієм. Ведеться інтенсивна робота над створенням системи Pre-Safe другого покоління, яку планується оснастити:

- бічними панелями кузова, що змінюють форму перед аварією;
- сидіннями передніх пасажирів які зрушуються до центру при бічному ударі;
- вертикальною подушкою безпеки між водієм і переднім пасажиром;
- надувними ременями безпеки для задніх пасажирів;
- зовнішньою фрикційною подушкою для здійснення екстреного гальмування.

Система City Safety від Volvo використовує в своїй роботі лідар. В силу особливостей даного датчика область застосування системи знаходиться на швидкостях до 30 км/год і відстані до 10 м. На відміну від інших превентивних систем City Safety не попереджає водія про ймовірне зіткнення. Система спрацьовує досить пізно і грубо, щоб водії не покладалися на неї в кожній дорожній ситуації.

Система контролю втоми водія покликана виявити наступ втоми водія і попередити сон за кермом. Система пропонує зробити перерву для відпочинку шляхом попереджувачого звукового сигналу або сигналу на панелі приладів («чашка кави»). В даний час система контролю втоми водія реалізована на автомобілях Mercedes-Benz, Volvo, Lexus. Визначення настання втоми водія здійснюється різними способами - оцінкою дій водія з управління автомобілем, контролем характеру руху автомобіля, наглядом за особою водія за допомогою

відеокамери.

Компанія Volkswagen встановлює на автомобілі систему екстреної допомоги, яка є розширенням системи допомоги руху по смузі. Якщо водій не в змозі управляти автомобілем (непритомніє) система Emergency Assist приймає управління на себе і зупиняє транспортний засіб, а також попереджає інших учасників руху про небезпечну ситуацію.

Якщо водій не використовує рульове управління протягом певного часу, система Emergency Assist попереджає його візуальними і звуковими сигналами, пригальмовує автомобіль. При відсутності реакції з боку водія система визначає, що він не в змозі управляти автомобілем. Система допомоги руху по смузі забезпечує рух автомобіля в межах зайнятої смуги, а адаптивний круїз-контроль запобігає наїзду на авто попереду. Для попередження інших водіїв включається аварійна сигналізація, автомобіль починає рухатися змійкою в межах смуги руху і на завершення зупиняється.

Іншим напрямком розвитку систем контролю є оснащення транспортних засобів біометричними датчиками, за допомогою яких можна стежити за важливими для здоров'я показниками (пульс, частота дихання, провідність шкіри, тощо). Дані розробки є перспективними і повинні з'явитися на серійних автомобілях в найближчий час.

Найближче до вирішення завдання знаходиться компанія Ford, яка пропонує систему оцінки навантаження водія, покликану зменшити неуважність і надмірне напруження. Фізичне напруження водія оцінюється шляхом обробки безлічі параметрів:

- руху транспортного засобу (швидкість, поздовжнє і поперечне прискорення, швидкість нишпорення);
- дій водія (кут повороту рульового колеса, положення педалей акселератора і гальма);
- дорожніх умов (щільність руху, характер дорожнього покриття);
- біометричних показників (серцевий ритм, частота дихання, температура шкіри).

Якщо навантаження на водія досить високе, то система вживає заходів для зниження напруги, в тому числі автоматично запускається функція блокування мобільного телефону від вхідних дзвінків (функція «не турбувати»).

У роботі **системи оцінки навантаження водія** використову-

ються наступні біометричні датчики:

- п'єзоелектричний датчик в ремені безпеки для моніторингу частоти дихання;
- накладки на ободі рульового колеса для вимірювання пульсу;
- інфрачервоні датчики на ободі рульового колеса для вимірювання температури долонь;
- інфрачервоний датчик за рульовим колесом, який контролює температуру особи.

Компанія Jaguar Land Rover пропонує контролювати стан водія за допомогою біометричних датчиків, вбудованих у водійське сидіння. В системі Driver Wellness Monitoring використовуються датчики частоти дихання і пульсу. Якщо система визначає серйозні проблеми зі здоров'ям або зайве збудження водія, то вживаються заходи для забезпечення безпеки руху. При стресі регулюються внутрішнє освітлення, аудіосистема і кліматична установка. При настанні раптової і тяжкої хвороби проводиться виклик екстреної допомоги, а автомобіль автоматично зупиняється.

Питання для самоперевірки

1. Що таке превентивна система безпеки і які функції в ній реалізовані?
2. Які алгоритми роботи реалізовані в системі Pre-Safe від Mercedes-Benz за результатами оцінки ситуації на дорозі?
3. Яке призначення системи контролю втоми водія?
4. Які є напрямки розвитку систем контролю втоми водія?
5. Які датчики використовуються в системі оцінки навантаження водія?

2.4.11 Тема 11. Протиугінні системи

Література: [3], [4], [7], [9] - [11], [16], [17], [21], [38].

Протиугінні системи призначені для зниження ймовірності та запобігання викраденню автомобіля, а також для його пошуку в разі викрадення. Системи захисту від угону підрозділяються на механічні та електронні протиугінні системи.

Механічні протиугінні системи являють собою механічні замикаючі пристрої - блокіратори. Розрізняють такі засоби механічного

захисту від угону: замок на коробку передач, замок капота, замок на рульовий вал, блокіратор коліс та інші. Різновидом механічних протиугінних систем є електромеханічні блокіратори.

Механічні протиугінні пристрої (блокіратори) - це пристосування, що перешкоджають несанкціонованому проникненню в автомобіль, а також його руху і управлінню шляхом блокування відповідних вузлів (дверей, капота, рульового механізму, коробки передач і т.д.). Блокіратори можуть бути або самостійними механізмами, або частиною охоронних комплексів. Конструкція пристрою проти викрадення повинна виключати його мимовільне спрацювання і створення аварійної ситуації.

Більшість механічних пристроїв включає в себе блокуючий (силовий) і замикаючий механізми. За технологією установки блокіратори діляться на стаціонарні і знімні. Протиугінна надійність знімних пристроїв дуже низька. За конструкцією блокіратори діляться на:

- адаптовані - спроектовані з урахуванням особливостей вузлів певних моделей автомобілів;
- універсальні - призначені для різних марок і моделей автомобілів.



Рисунок 2.10 - Штирвовий блокіратор коробки передач

Захисні властивості універсальних блокіраторів не можна розглядати окремо від конкретної моделі автомобіля. Блокіратор, що забезпечує надійний захист одних моделей, для інших може виявитися практично марним через їхні конструктивні особливості. Правильна установка і використання механічних блокіраторів дозволяють максимально реалізувати їх споживчі якості.

Процес установки, як правило, пов'язаний зі складними слюсарними і монтажними операціями. При цьому зазвичай застосовують спеціальне одноразове «зривне» кріплення, головка якого відламується після остаточної затяжки.

Механічні протиугінні пристрої можна розділити за функціональними ознаками на три категорії: ті що перешкоджають проникненню в автомобіль, ті що перешкоджають його пересуванню (в тому чи-

слі буксирування) і ті що блокують механізми управління автомобілем. Пристрої, що перешкоджають проникненню в автомобіль, призначені не тільки для захисту салону автомобіля, але і для моторного відсіку. Викрадач прагне проникнути під капот, щоб знешкодити розташовану там сирену, а також відновити блокування двигуна. У більшості автомобілів під капотом знаходиться діагностичний роз'єм, підключившись до якого можна зняти з охорони штатну автосигналізацію.

Найпоширенішим типом протиугінних систем є електронні протиугінні системи. До електронних засобів захисту від угону відносяться автомобільна сигналізація, іммобілайзер, супутникові протиугінні системи.

Автосигналізація служить для оповіщення про спробу проникнути в автомобіль або заподіяння йому шкоди. Типова сигналізація захищає капот, багажник, салон автомобіля від проникнення, а також двигун від несанкціонованого запуску.

Іммобілайзер. Слово «іммобілайзер» - запозичення від англійського «immobiliser», що можна перевести як «позбавляє можливості рухатися». Отже, іммобілайзер - це пристрій, що перешкоджає руху автомобіля своїм ходом при спробі несанкціонованого його пуску.

Ефект досягається за допомогою блокування життєво важливих ланцюгів автомобіля - ланцюгів запалювання, стартера, і паливного насоса. Більш досконалі системи дозволяють запустити двигун, але при початку руху (або через кілька метрів після початку руху) двигун починає працювати з перебоями і глохне.

Таким чином імітується несправність. За кілька метрів, які автомобіль встиг проїхати, він з великою ймовірністю опиниться на дорозі, де стане загальною перешкодою, і, як наслідок, буде залучати до себе підвищену увагу учасників руху і органів правопорядку. Викрадач при такому розкладі швидше за все автомобіль кине.

Більшість іммобілайзерів має вбудовані два-три реле розриву ланцюгів. Крім того для розриву ланцюгів можуть використовуватися особливі реле, якими центральний блок управляє, посилаючи високочастотні сигнали через штатну проводку автомобіля. Називаються такі реле мікроіммобілайзери. Вони можуть перебувати в будь-якому місці автомобіля, часом досить несподіваному, тому його важко знайти. Пошук ускладнює і той факт, що до іммобілайзеру не тягнуться ніякі дрони від центрального блоку. Мікроіммобілайзер можна вставити

навіть в блок запобіжників замість штатного запобіжника, зовні вони не відрізняються. Мікроімобілайзерів може бути встановлено досить багато, п'ять-вісім або навіть десять штук, і пошук їх неминуче буде дуже довгий.

Бувають імобілайзери з транспондерним, тобто, безконтактним керуванням (технологія TIRIS). В цьому випадку імобілайзером управляє брелок, причому дистанційно.

Зазвичай імобілайзер складається з трьох основних частин: блоку управління, з якого надходять сигнали; реле, які розривають ланцюги і ключа, який розпізнається блоком управління.

Супутникові протиугінні системи призначені для стеження за автомобілем за допомогою супутників і його пошуку в разі викрадення. Дані системи засновані на роботі системи глобального позиціонування (GPS).

Одним із дієвих способів запобігання викраденню є маркування деталей автомобіля шляхом нанесення спеціальних міток які важко видалити. Інформація на мітках дозволяє ідентифікувати автомобіль.

Для підвищення ефективності механічні та електронні протиугінні засоби використовуються спільно, утворюючи т.зв. комплексні протиугінні системи (протиугінні комплекси).

Питання для самоперевірки

1. Яке призначення механічних протиугінних пристроїв?
2. Назвіть типи датчиків охоронних систем.
3. Як класифікуються механічні протиугінні пристрої?
4. Для чого призначені супутникові протиугінні системи?
5. Що таке імобілайзер?

2.4.12 Тема 12. Електронні системи інформування водія

Література: [3], [4], [7], [9] - [11], [16], [17], [38], [39].

Все більшої популярності набирає проекційний дисплей на лобове скло автомобіля (Head-Up Display, HUD, дослівно - дисплей піднятої голови). Незаперечними перевагами даного пристрою є комфорт і безпека руху. Система проектує на лобове скло автомобіля, або спеціальний екран актуальну інформацію, яка розташовується на лінії погляду водія і дозволяє не відволікатися від керування автомобілем.

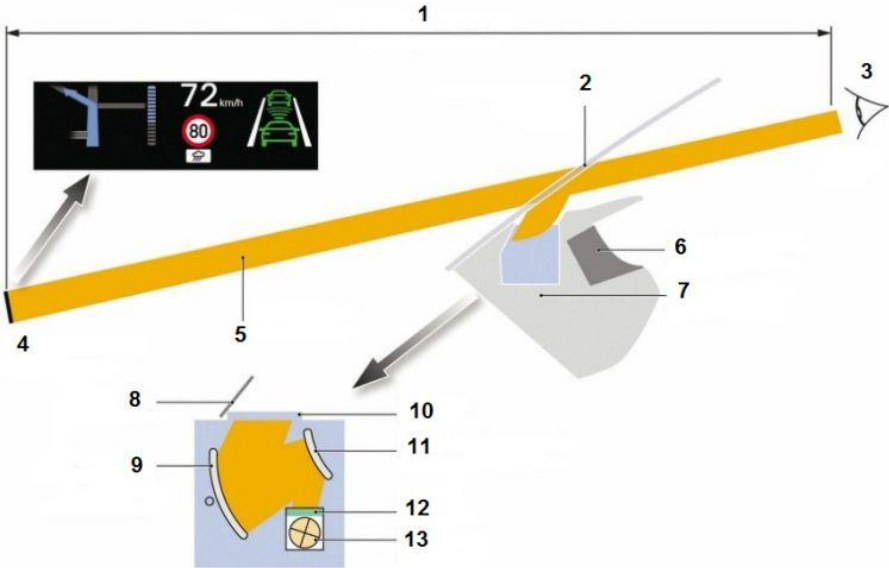


Рисунок 2.11 - Проекційний дисплей

В автомобіль проекційний дисплей прийшов з авіації. Вперше індикацію на лобовому склі застосував General Motors в 1988 році. У 1998 році у GM з'явився перший кольоровий дисплей. З 2003 року проекційний дисплей став встановлювати BMW. В даний час HUD використовується на багатьох автомобілях преміум-класу. У міру здешевлення технологія стане доступною і для всіх бюджетних автомобілів. Розрізняють декілька різновидів проекційного дисплея: штатний, мобільний, проекційний дисплей на базі смартфона.

Штатний проекційний дисплей пропонується в якості опції при покупці нового автомобіля. Конструктивно він об'єднує проектор, проекційну систему і проекційний екран. Для формування зображення використовується проектор високої контрастності і колірної насиченості. Він отримує сигнал від різних систем автомобіля: управління двигуном, навігаційної системи, нічного бачення, адаптивного круїз-контролю, системи допомоги при перестроюванні, розпізнавання дорожніх знаків, автомобільної аудіосистеми.

Проекційна система, що складається з дзеркал і лінз, фокусує зображення на лобове скло. Проекційна система дозволяє настроїти положення зображення на лобовому склі під потреби конкретної людини. Проектор разом з проекційною системою розташовується в поглибленні над панеллю приладів (торпедою) автомобіля.



- 1 - відстань перегляду, 2 - лобове скло, 3 - водій, 4 - віртуальне зображення,
 5 - лінія погляду, 6 - приладова панель, 7 - проекційний дисплей,
 8 - похиле дзеркало, 9 - поворотне коригуюче дзеркало,
 10 - захисне прозоре скло, 11 - фіксоване коригуюче дзеркало,
 12 - дисплей, 13 - джерело світла

Рисунок 2.12 - Схема проекційного дисплея

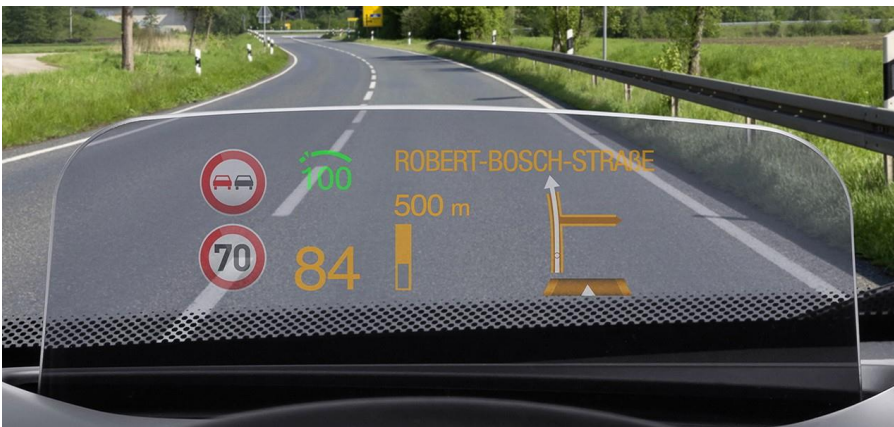


Рисунок 2.13 - Проекційний дисплей від Mini

Проекційний екран дозволяє отримати зображення в перспективі (віртуальне зображення), що знижує концентрацію погляду. Розрізняють два типи екранів. Найпоширенішим екраном є спеціальна прозора плівка, яка наклеєна на лобове скло і перешкоджає розсіюванню зображення. На автомобілях Міні замість плівки застосовується прозорий екран.

Залежно від конструкції проекційного дисплея на екран виводиться різна інформація:

- швидкість руху;
- частота обертів колінчастого вала;
- вказівки навігаційної системи;
- знаки обмеження швидкості руху, заборони обгону;
- наявність автомобіля в сліпій зоні;
- наявність пішоходів на дорозі в темну пору;
- дублювання сигнальних ламп панелі приладів.

У зв'язку з активним розвитком системи перелік виведеної на екран інформації постійно змінюється.



Рисунок 2.14 - Проекційний дисплей від Garmin

Мобільний проекційний дисплей являє собою портативний проєктор, який встановлюється в певному місці салону автомобіля і проєктує зображення на лобове скло. Наприклад, проєктор Garmin встано-

влюється безпосередньо на торпеду, а пристрій від Pioneer кріпиться до сонцезахисного козирка. Відеосигнал на проектор надходить від смартфона, який підключається по бездротовому каналу Bluetooth або USB кабелю. Функціонал мобільного проекційного дисплея значно менше штатного пристрою. В основному це вказівки навігаційної системи, яку попередньо потрібно встановити на смартфон.

Великі можливості для водія пропонує мобільний проекційний дисплей від компанії Navdy. Дисплей можна з'єднувати зі смартфоном водія по каналу Wi-Fi або Bluetooth, а також з бортовим комп'ютером через діагностичний роз'єм. Крім вказівок навігаційної системи, пристрій може виводити інформації від автомобільних датчиків. Вбудована інфрачервона камера дозволяє реалізувати жестове управління дисплеєм, а мікрофон - голосове управління.



Рисунок 2.15 - Проекційний дисплей на базі смартфона

Ще більшою простотою відрізняється проекційний дисплей на базі смартфона. За своєю суттю це спеціальна програма, яка виводить певну інформацію (навігація та ін.) На екран смартфона. Сам смартфон розташовується на панелі приладів. Екран смартфона відбивається в лобовому склі, представляючи візуальну інформацію водієві.

Необхідно відзначити, що технології проектування інформації на лобове скло саме автомобіля - тільки на початку свого розвитку. Але автовиробники впевнені що у самій найближчій перспективі

Head-Up Display повинен стати однією зі складових системи доповненої реальності.

Питання для самоперевірки

1. Що таке Head-Up Display?
2. Коли були вперше використані проекційні дисплеї в серійних автомобілях?
3. Які складові компоненти проекційної системи та за яким принципом вона працює?
4. Яка інформація виводиться на екран проекційного дисплея?
5. Як працює мобільний проекційний дисплей?

2.4.13 Тема 13. Електронні системи керування мікрокліматом в салоні автомобіля

Література: [3], [4], [7], [11], [26].

Клімат-контроль - це система, яка автоматично підтримує задану температуру повітря в салоні автомобіля. Система клімат-контролю автомобіля може бути одно-, дво-, три- або чотирьохзонною. Двонізний клімат-контроль дозволяє задати одну температуру повітря для водія та іншу для переднього пасажирів. Трьохзонний клімат-контроль додатково до цього дозволяє задати температуру повітря для пасажирів заднього сидіння, чотирьохзонний - окрему температуру повітря для кожного пасажирів заднього сидіння.



Рисунок 2.16 - Система клімат-контролю автомобіля

Основна відмінність клімат-контролю від звичайного кондиціонера в тому, що водієві достатньо лише задати бажану температуру і режим роботи, після чого рухати важелі заслінок замість нього буде автоматика. Мікропроцесор, аналізуючи показники датчиків температури, сам встановлює потрібні режими роботи.

Датчиків в системі декілька. Це - датчик температури зовнішнього повітря, датчик температури в салоні, температури повітря на виході блоку обігрівача - кондиціонера. У деяких системах клімат-контролю є також датчик інтенсивності сонячного випромінювання.

Внутрісалонним датчик температури буває, як правило, з примусовим обдувом - щоб його показання змінювалися негайно, одночасно зі зміною температури всередині транспортного засобу. Розташований він зазвичай прямо в панелі управління кліматом, але на деяких автомобілях його встановлюють на панелі приладів («торпедо»), на стелі, під відсіком для дрібних предметів на «торпедо».

Блок обігрівача - кондиціонера по командам мікропроцесора готує повітря заданої температури, після чого розподіляє його в потрібних напрямках. Кількість повітря, що подається (яке залежить від швидкості роботи вентилятора) також задає мікропроцесор.

Мікропроцесорний блок управління керує всіма механізмами блоку кондиціонера - обігрівача. Він рухає заслінки і задає швидкість обертання вентилятора замість людини. Установка клімат-контролю має і додатковими сервісними функціями. Є кілька режимів подачі охолодженого повітря:

- | | |
|-----------------|----------------------|
| - автоматичний; | - обличчя-ноги; |
| - ноги; | - вітрове скло-ноги; |
| - обличчя; | - вітрове скло. |

Останній пункт, як правило, працює в режимі антизапітніння, з максимальною швидкістю роботи вентилятора і осушенням повітря.

Найбільш досконалі системи можуть подавати в різних напрямках повітря різної температури. Установка клімат-контролю обов'язково має режим рециркуляції повітря, він буває корисний, наприклад, при їзді в пробках або для швидкого охолодження салону в дуже жаркий день.

Питання для самоперевірки

1. Які є види системи клімат-контролю автомобіля?
2. В чому полягає відмінність клімат-контролю від звичайного кон-

диціонера?

3. Які датчики є в системі клімат-контролю?
4. Назвіть режими роботи системи клімат-контролю?
5. Де може бути розташований внутрісалонний датчик температури?

2.4.14 Тема 14. Електронні системи шасі

Література: [3], [4], [7], [9] - [11], [16], [17], [23] - [25], [39].

Роботизована коробка передач DSG (англійське написання Direct Shift Gearbox, німецьке - DirektSchaltGetriebe), незважаючи на всі претензії, є в даний час найдосконалішою автоматизованою коробкою, яка встановлюється на масові моделі легкових автомобілів. Коробка DSG забезпечує перемикання передач без розриву потоку потужності, що значно підвищує її споживчі якості в порівнянні з іншими «роботами».

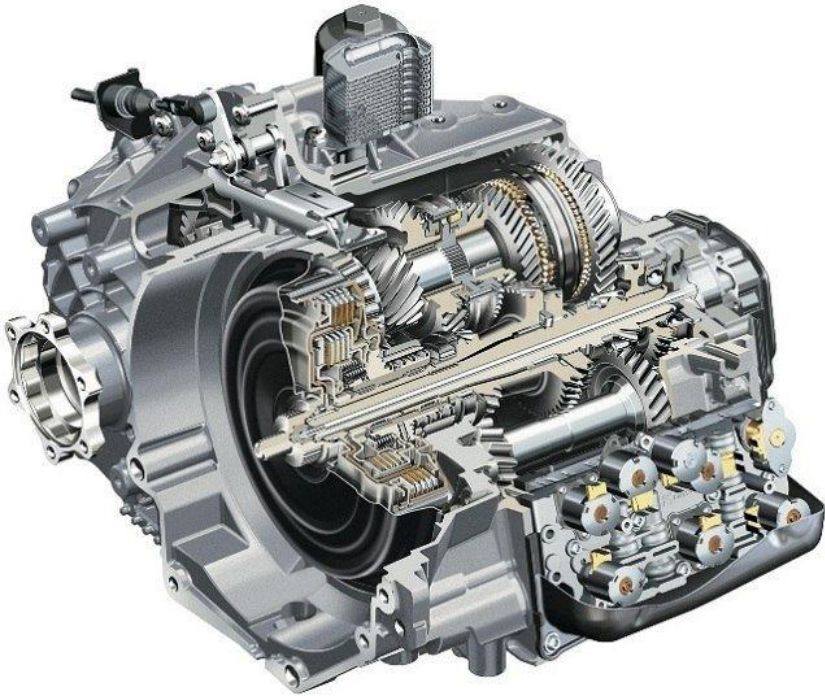


Рисунок 2.17 - Роботизована коробка передач DSG

До таких якостей відносяться найкраща розгінна динаміка і економія палива (двигун не працює вхолосту). Принцип роботи коробки передач DSG полягає в послідовному включенні передач обох рядів. При цьому під час роботи однієї передачі, наступна передача вже вибрана і готова до включення.

Безперервна передача крутного моменту від двигуна до ведучих коліс досягнута за рахунок застосування двох зчеплень і відповідних їм двох рядів передач. Коробка передач DSG має шестиступінчасту і семиступінчасту конструкції. Семиступінчаста коробка (крутний момент до 250 Нм) встановлюється на легкові автомобілі В, С і деякі моделі D класу. Шестиступінчаста коробка передач передає крутний момент до 350 Нм і встановлюється на більш потужних машинах.

Конструкція коробки передач DSG включає двомасовий маховик, подвійне зчеплення, два ряди передач, головну передачу, диференціал і систему управління. Конструктивні елементи поміщені в корпус (картер) коробки.

Подвійне зчеплення забезпечує передачу крутного моменту на перший і другий ряди передач. На шестиступінчастою коробці зчеплення включає провідний диск, з'єднаний через вхідну маточину з маховиком, і дві фрикційні багатодискові муфти, пов'язані через головну маточину з рядами передач. Семиступінчаста коробка передач має два звичайних фрикційних зчеплення.

На шестиступінчастій коробці передач подвійне зчеплення «мокрого» типу, тобто постійно знаходиться в маслі. Масло забезпечує змащування та одночасне охолодження дисків, що значно підвищує ресурс зчеплення.

Семиступінчаста коробка обладнана сухим зчепленням, що дозволяє значно зменшити об'єм заправленого масла (з 6,5 л до 1,7 л), знизити енерговитрати і підвищити паливну економічність двигуна. З цієї ж метою на семиступінчастій коробці масляний насос з гідравлічним приводом замінений на більш економічний електричний насос. З іншого боку сухе зчеплення схильне до більшого зносу.

Перший ряд коробки забезпечує роботу непарних передач і заднього ходу, другий ряд відповідає за парні передачі. Кожен з рядів передач являє собою первинний і вторинний вали з блоками шестерень. Первинні вали розташовані співвісно, при цьому первинний вал другого ряду виконаний порожнистим і надітий на первинний вал першого ряду.

Шестерні на первинних валах мають жорстке з'єднання з валом. Шестерні вторинних валів обертаються вільно. При цьому шестерні первинного і вторинного валів знаходяться в постійному зачепленні. Між шестернями вторинного валу розташовані синхронізатори, які здійснюють включення конкретної передачі. Для виконання реверсивного руху в коробці передач передбачений проміжний вал з шестернею заднього ходу. На вторинних валах також розташовані провідні шестерні головної передачі.

Безпосереднє управління зчепленням і перемиканням передач забезпечує система управління. Вона включає вхідні датчики, електронний блок управління і електрогідравлічний блок в якості виконавчих механізмів.

Електронний і електрогідравлічний блоки управління, а також практично всі вхідні датчики, об'єднані в єдиний модуль, який має назву *Mechatronic*. Модуль управління розташовується безпосередньо в картері коробки передач.

Вхідні датчики відслідковують частоту обертання на вході і виході коробки передач, тиск і температуру масла, а також положення вилок включення передач. Електронний блок управління на підставі сигналів датчиків реалізує, закладений в нього, алгоритм управління електрогідравлічним блоком.

Електрогідравлічний блок управління забезпечує роботу гідравлічного контуру управління коробкою передач. У нього входять золотники-розподільники, електромагнітні клапани і клапани регулювання тиску, мультиплексор.

Золотники-розподільники приводяться в дію важелем селектора. Електромагнітні клапани здійснюють перемикання передач. Клапани регулювання тиску забезпечують роботу фрикційних муфт. Електромагнітні клапани і клапани регулювання тиску є виконавчими механізмами системи управління коробкою передач.

У коробці застосовано пристрій - мультиплексор, він дозволяє управляти вісьмома гідроциліндрами перемикання передач тільки за допомогою чотирьох електромагнітних клапанів. У вихідному положенні мультиплексора працюють одні гідроциліндри, в робочому - інші, при цьому в обох режимах загальні електромагнітні клапани.

Питання для самоперевірки

1. В чому полягає основна відмінність роботизованої коробки пере-

дач DSG від інших «роботів»?

2. Назвіть основні конструктивні елементи коробки передач DSG.
3. Які переваги зчеплення «мокрого» типу?
4. Як в коробці передач DSG відбувається управління зчепленням і перемиканням передач?
5. Для чого призначений мультиплексор?

2.4.15 Тема 15. Гібридні та електричні автомобілі

Література: [2], [5], [8], [27], [28], [39]-[55].

Очевидним способом подолати обмежений запас ходу акумуляторних електромобілів є використання невеликого ДВЗ і електричного генератора для підзарядки акумуляторних батарей під час руху. Робочий об'єм ДВЗ може бути вибраний з необхідності отримання середньої потужності, що вимагається автомобілем, а не максимальної, потрібної для прискорення. При цьому ДВЗ більшу частину часу може працювати в режимі найкращої економічності і токсичності відпрацьованих газів (або навіть на час вимикатися). Для забезпечення необхідної ефективності розгону може одночасно використовуватися енергія від акумуляторних батарей і ДВЗ.

Насправді гібридні автомобілі можуть бути розділені на два класи: послідовний гібрид, в якому вся енергія переводиться в електрику, і паралельний гібрид, в якому ДВЗ з'єднується з приводними колесами механічно через трансмісію, а потік електроенергії передається паралельно. Послідовний тип дає конструктору автомобіля найбільший вибір компоновки, тому що всі з'єднання (за винятком приводу від тягового двигуна до ведучих коліс) - електричні, кожен вузол може бути розміщений в будь-якому місці автомобіля і з найбільшою зручністю.

З іншого боку, при паралельному типі може використовуватися легший і малогабаритний електродвигун. У послідовному гібриді електродвигун повинен розвивати повну рушійну силу, в той час як в паралельному гібриді він потрібен для забезпечення тільки 30 % цієї сили. Гібридний автомобіль включає в себе двигун внутрішнього згоряння і електропривод для оптимального використання енергії. Механічна енергія гальмування перетворюється в електричну і накопичується в акумуляторній батареї. ДВЗ працює при найбільш ефективних

швидкостях і навантаженнях. Фірма Nissan продемонструвала такий гібридний привід ще в 1999 р.

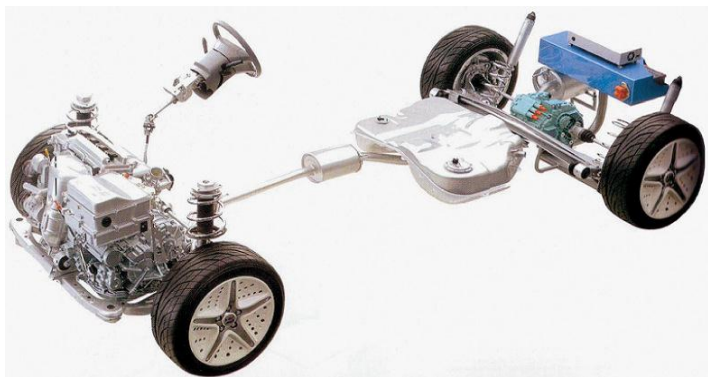


Рисунок 2.18 - Шасі гібридного автомобіля Toyota HV-M4

Протягом довгого часу відношення до гібридного автомобіля визначалося вартістю застосування замість однієї - двох силових установок: ДВЗ і електродвигуна, а це означало, що такий автомобіль завжди буде дорожчий, ніж його конкуренти.

Зовсім недавно проведений детальний аналіз показав, що гібридний автомобіль може бути конкурентоспроможним, коли більш висока вартість компенсується кращою економічністю і низькими шкідливими викидами, які є результатом дії системи управління енергією, що полягає в її гнучкості та здатності запасати, регенерувати і зберігати енергію, яка втрачається в звичайних ДВЗ.

Ці нові підходи призвели до створення фірмами Toyota і Honda гібридних автомобілів моделей Toyota Prius та Insight. Наприклад, шасі гібридного автомобіля Toyota HV-M4 включає в себе адаптований бензиновий силовий агрегат об'ємом 2,4 л, який розташований поперечно спереду. Найбільш очевидними нововведеннями є: змонтований ззаду електродвигун (з приводом на задні колеса) і батарея акумуляторів, встановлена вище. За твердженням фірми Toyota, вже у 2003 році автомобілі Toyota Prius почали приносити прибуток фірмі від їх продажу.

Питання для самоперевірки

1. Які основні недоліки акумуляторних електромобілів?

2. На які два класи можна розділити гібридні автомобілі?
3. Які переваги й недоліки послідовного типу гібриду?
4. Які переваги й недоліки паралельного типу гібриду?
5. Поясніть термін рекуперація енергії.

3 ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Студенти заочної форми навчання відповідно до програми курсу «Електронні системи керування транспортними засобами» 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 (210х297), зброшурованих і закріплених у швидкозшивачі. При оформленні роботи слід керуватися вимогами ДСТУ 3008:2015 - «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання» (Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016).

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 посилання 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. Історія розвитку електричної системи автомобіля.
2. Необхідність шинних систем в автомобілі.
3. Автомобільна система нічного бачення.

ВАРІАНТ 2

1. Прилади й датчики системи інформування водія.
2. Фундаментальні електричні залежності.
3. Структури шин даних в автомобілі.

ВАРІАНТ 3

1. Шина даних LIN.
2. Проекційний дисплей.
3. Система виявлення пішоходів.

ВАРІАНТ 4

1. Сучасні розробки та можливі напрямки розвитку автомобільних електронних систем.
2. Оптичні шинні системи для передачі даних.
3. Паркувальна система.

ВАРІАНТ 5

1. Шина даних CAN.
2. Електричні ланцюги і резистори.
3. Система наскрізного бачення.

ВАРІАНТ 6

1. Системи обміну даними в автомобілі.
2. Магнетизм і електромагнетизм.
3. Технологія спалювання бідних сумішей (Mazda).

ВАРІАНТ 7

1. Система кругового огляду.
2. Основні принципи цифрової передачі даних.
3. Система Common rail.

ВАРІАНТ 8

1. Система автоматичного паркування.
2. Передача сигналів через світловоди.
3. Короткий огляд систем впорскування.

ВАРІАНТ 9

1. Система маневрування з причепом.
2. Шина даних MOST.
3. Електронне керування дизельним впорскуванням.

ВАРІАНТ 10

1. Вимоги до батарей транспортних засобів.
2. Діагностика шини даних MOST.
3. Система допомоги при перестроюванні.

ВАРІАНТ 11

1. Споживання палива і склад вихлопних газів.
2. Розташування батареї на транспортному засобі.
3. Керування гальмами автомобіля з ABS.

ВАРІАНТ 12

1. Свинцево-кислотні батареї.
2. Об'єднане управління запаленням і подачею палива.
3. Антипробуксовочна система.

ВАРІАНТ 13

1. Антиблокувальна система гальм (ABS): вимоги, загальний опис системи, умови роботи.
2. Діагностика несправностей батарей.

3. Система курсової стійкості.

ВАРІАНТ 14

1. Система керування динамікою автомобіля.
2. Електронне керування карбюратором.
3. Лампи. Рефлектори фари.

ВАРІАНТ 15

1. Кут випередження (регулювання моменту запалення).
2. Система Старт-Стоп.
3. Принципи освітлення.

ВАРІАНТ 16

1. Компоненти класичної системи запалювання.
2. Система екстреного гальмування.
3. Регулювання променя фари.

ВАРІАНТ 17

1. Генератор імпульсів на основі ефекту Холла.
2. Каталітичні конвертери (нейтралізатори).
3. Система виявлення великих тварин.

ВАРІАНТ 18

1. Газорозрядні і світлодіодні фари.
2. Конденсаторна система запалювання.
3. Система допомоги при спуску.

ВАРІАНТ 19

1. Система допомоги при підйомі.
2. Програмне запалювання.
3. Освітлення за допомогою світлодіодів.

ВАРІАНТ 20

1. Адаптивний круїз-контроль.
2. Системи запалювання без розподільника.

3. Ксенонове освітлення (Hella).

ВАРІАНТ 21

1. Пряме запалювання (котушка на свічі).
2. Система допомоги руху по смузі.
3. Активні підголовники.

ВАРІАНТ 22

1. Система інтелектуального регулювання швидкості.
2. Свічі запалювання.
3. Інфрачервоні фари.

ВАРІАНТ 23

1. Система передбачення дорожніх умов.
2. Подушки безпеки: центральна, фронтальні, бічні, головні, колінні.
3. Система комунікації між автомобілями.

ВАРІАНТ 24

1. Автомобільна система нічного бачення.
2. Лазерні та матричні фари.
3. Види систем захисту від угону.

ВАРІАНТ 25

1. Безпосереднє впорскування палива (Bosch).
2. Імобілайзер.
3. Система допомоги при перестроюванні.

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 «Електронні системи керування транс-

портними засобами» 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 заліку.

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.

Залік націлений на комплексну перевірку освоєння дисципліни. Залік 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 заліку.

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 основний перелік навчальної та довідникової літератури, що рекомендується при вивченні та самопідготовці до дисципліни «Електронні системи керування транспортними засобами».

Базова

1. Мигаль В. Д. Автомобильные двигатели внутреннего сгорания. Параметры и системы управления : учеб. пособ. Харьков : Май-дан, 2016. 320 с.
2. Бажинов О. В., Двадненко В. Я., Хакім М. Конверсія легкового автомобіля в гібридний. Харків : ХНАДУ, 2014. 160 с.
3. Кашканов А. А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2010. 230 с.
4. Tom Denton. Automobile mechanical and electrical systems. New York, NY : Routledge, 2018. 379 p.
5. Tom Denton. Electric and hybrid vehicles. New York, NY : Routledge, 2016. 207 p.
6. William B. Ribbens. Understanding automotive electronics : an engineering perspective. Cambridge, MA : Butterworth-Heinemann, 2017. 712 p.
7. Bosch automotive electrics and automotive electronics. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2014. 530 p.

Допоміжна

8. Бажинов О. В., Смирнов О. П., Серіков С. А. Гібридні автомобілі. Харків : ХНАДУ, 2008. 327 с.
9. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів : підручник. К. : Каравела, 2008. 400 с.
10. Мазепа С. С., Куцик А. С. Електрообладнання автомобіля : навч. посібник. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. 168 с.
11. Автомобильный справочник Bosch. М. : За рулем, 2012. 1280 с.
12. Поливаев О. И., Костиков О. М., Ведринский О. С. Электронные системы управления автотракторных двигателей. Спб. : Лань, 2016. 200 с.
13. Головин С. И., Жосан А. А., Рыжов Ю. Н. Электронные системы управления работой дизельных двигателей : учебное пособие. Орел : ОрелГАУ, 2014. 189 с.
14. Поливаев О. И., Костиков О. М., Ведринский О. С. Электронные системы управления бензиновых двигателей : учебное пособие. М. : КНОРУС, 2011. 96 с.

15. Кусяк В. А., Руктешель О. С. Проектирование автоматизированных мехатронных систем управления силовым агрегатом грузовых автомобилей и автопоездов. Минск : БИТУ, 2015. 295 с.
16. Сергеев Н. Н., Сергеев А. Н., Хонелидзе Д. М. Электрооборудование и электронные системы автомобиля. Тула : ТулГУ, 2015. 156с.
17. Коваленко О. Л. Электронные системы автомобилей. Архангельск : ИПЦ САФУ, 2013. 80 с.
18. Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И. Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 1. Электронные системы зажигания. М. : АНТЕЛКОМ, 2003. 240 с.
19. Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И. Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 2. Электронные системы зажигания. Катушки зажигания, датчики, октан-корректоры, контроллеры. М. : АНТЕЛКОМ, 2004. 224 с.
20. Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И. Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 3. Системы автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (САУ ЭПХХ) автомобилей. М. : АНТЕЛКОМ, 2003. 160 с.
21. Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И. Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 4. Системы световой сигнализации поворотов и аварийной сигнализации. Реле поворотов. М. : АНТЕЛКОМ, 2003. 192 с.
22. Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И. Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 5. Электронные системы зажигания. Контроллеры систем управления смесеобразованием, зажиганием, двигателем. М. : ДМК Пресс, 2006. 208 с.
23. Карташевич А. Н., Белоусов В. А. Тракторы и автомобили. Тормозные системы автомобилей. Пневматические тормозные приводы. Горки : БГСХА, 2014. 52 с.
24. Котельников А. П. Мехатронные системы тормозного управления автомобилей. Екатеринбург : УрГУПС, 2011. 80 с.
25. Черепанов Л. А. Автоматические системы автомобиля. Тольятти : ТГУ, 2006. 132 с.
26. Кашкаров А. П. Автомобильные кондиционеры. М. : ДМК-Пресс, 2012. 112 с.
27. Демидов Н. Н., Красильников А. А., Элизов А. Д. Конструирова-

- ние и расчет автомобилей и тракторов. Электромобили : учеб. пособие. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2016. 96 с.
28. Jürgen Garche, Eckhard Karden, Patrick T. Moseley. Lead-acid batteries for future automobiles. Amsterdam : Elsevier, 2017. 669 p.
 29. Andreas Luescher. Urban shrinkage, industrial renewal and automotive plants. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 129 p.
 30. Ashish Bharadwaj. Environmental regulations and innovation in advanced automobile technologies. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2018. 119 p.
 31. Chandan Deep Singh, Jaimal Singh Khamba. Manufacturing competency and strategic success in the automobile industry. New York, NY : CRC Press, 2019. 239 p.
 32. Junxiu Wang. Development of a society on wheels. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 316 p.
 33. Markus Mueck. Networking vehicles to everything evolving automotive solutions. Berlin : CPI books GmbH, 2018. 234 p.
 34. Uwe Winkelhake. The digital transformation of the automotive industry catalysts, roadmap, practice. Wiesbaden : Springer, 2018. 317 p.
 35. Vivek D. Bhise. Automotive product development. A systems engineering implementation. Boca Raton, FL : CRC Press, 2017. 571 p.
 36. Yi Wu. Achieving supply chain agility : information system integration. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 242 p.
 37. 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.
 38. Martin Thaddeus. Classic car electrics: tips, techniques & step-by-step repair, restoration & maintenance procedures. London : Veloce publishing, 2015. 299 p.
 39. Konrad Reif. Brakes, brake control and driver assistance systems. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2014. 284 p.
 40. Daniele Fabrizio Bignami, Alberto Colorni Vitale, Alessandro Lué Roberto Nocerino. Electric vehicle sharing services for smarter cities. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 280 p.
 41. Emanuele Crisostomi, Robert Shorten, Sonja Stüdl. Electric and plug-in hybrid vehicle networks : optimization and control. Boca Raton, FL : CRC Press, 2018. 261 p.
 42. 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.
43. 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.
 44. Harrop Peter, Das Raghu. Car traction batteries - the new gold rush 2010-2020. Cambridge, UK : IDTechEx, 2020. 271 p.
 45. Lance Noel, Gerardo Zarazua de Rubens, Johannes Kester. Vehicle-to-Grid : a sociotechnical transition beyond electric mobility. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 271 p.
 46. Larry E. Erickson, Jessica Robinson, Gary Brase. Solar powered charging infrastructure for electric vehicles. Boca Raton, FL : CRC Press, 2017. 183 p.
 47. Mehdi Rahmani-Andebili. Planning and operation of plug-in electric vehicles : technical, geographical, and social aspects. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 251 p.
 48. Nam Kwang Hee. AC motor control and electrical vehicle applications. Boca Raton, FL : CRC Press, 2019. 575 p.
 49. Ottorino Veneri. Technologies and applications for smart charging of electric and plug-in hybrid vehicles. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 323 p.
 50. iPatricia Egede. Environmental assessment of lightweight electric vehicles. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 141 p.
 51. 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.
 52. Xiong Rui, Welxiang Shen. Advanced battery management technologies for electric vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2019. 390 p.
 53. Teresa Donateo. Hybrid electric vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2017. 154 p.
 54. Wei Liu. Hybrid electric vehicle system modeling and control. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2017. 582 p.
 55. 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

1. Автоэлектрика. URL: <https://www.12v-club.ru/articles/6/index.html> (дата звернення: 26.01.2020).
2. Зажигание. URL: <http://dimasen.narod.ru/zazhig/index.html> (дата звернення: 26.01.2020).
3. Системы зажигания автомобилей — общее устройство и типы. URL: <http://www.ardio.ru/ignsys.php> (дата звернення: 26.01.2020).
4. Плазменное зажигание. URL: <http://icarbio.ru/articles/plazmennoe-zazhiganie.html> (дата звернення: 26.01.2020).
5. Автомобильный ЧИП. Что это такое? URL: <https://smartkey.com.ua/blog/avtomobilnij-chip> (дата звернення: 26.01.2020).
6. Эффективные средства защиты автомобиля от угона - иммобилайзер и сигнализация. URL: <https://labavto.com/elektronika/safe/immobilajzer-i-signalizatsiya/> (дата звернення: 26.01.2020).
7. Иммобилайзеры: штатный и дополнительный. Сравнение современных моделей. URL: <https://www.ugona.net/article/immobilazery-shtatnyi-i-dopolnitelnyi-sravnenie-sovremennykh-modelei-33.html> (дата звернення: 26.01.2020).
8. Для чего тормозам система ABS. URL: <https://www.drive.ru/technic/4efb331400f11713001e38cb.html> (дата звернення: 26.01.2020).
9. Глобальные технические правила ООН № 8 - Электронные системы контроля устойчивости. URL: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29registry/ECE-TRANS-180a8r.pdf> (дата звернення: 26.01.2020).
10. Круиз-контроль. URL: <http://www.zr.ru/archive/zr/1990/01/sovremiennaia-avtomobil-naia-tiekhnika> (дата звернення: 26.01.2020).
11. Спутниковая навигация в автомобиле. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/7341/> (дата звернення: 26.01.2020).
12. История развития электромобиля. URL: <https://efut.ru/a/65-istorija-razvitija-jelektromobilja.html> (дата звернення: 26.01.2020).
13. How car electrical systems work. URL: <https://www.howacarworks.com/basics/how-car-electrical-systems-work> (дата звернення: 26.01.2020).
14. How Brake Assist Works. URL: <http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/brake-assist.htm> (дата звернення: 26.01.2020).