

**Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Донбаський державний педагогічний університет»**



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни

**«ЗАСОБИ БЕЗПЕКИ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

для студентів спеціальності

А5 Професійна освіта (за спеціалізаціями)

ОПП «Професійна освіта (Транспорт)»

Електронне видання

Слов'янськ – Дніпро 2026

**УДК 378.016:629.3.047(072)**

**M54**

Рецензенти:

Бондаренко Володимир Іванович – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри теорії і практики технологічної та професійної освіти ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»;

Філатов Сергій Валентинович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологічної та професійної освіти, Криворізький державний педагогічний університет.

**M54**

Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Засоби безпеки на автомобільному транспорті» для студентів спеціальності А5.38 «Професійна освіта (Транспорт)» [Електронний ресурс] / уклад. : М. Г. Погорелов. Дніпро : ДВНЗ «ДДПУ», 2026. 65 с.

У методичних вказівках розглянуто методику виконання практичних робіт, вони призначені допомогти студентам спеціальності А5.38. «Професійна освіта (Транспорт)» у самостійній підготовці до виконання практичних робіт та оформленні звіту.

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри теорії і практики технологічної і професійної освіти  
Протокол № 7 від 17.12.2025р.

Розглянуто та рекомендовано до друку Вченою радою ДВНЗ «ДДПУ»  
Протокол № 7 від 05.02.2026р.

**УДК 378.016:629.3.047(072)**

© Погорелов М.Г.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1	
Пристрій і робота функціональних блоків ABS .....	6
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2	
Антибуксувальна система. Система курсової стійкості ТЗ.....	12
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3	
Система стабілізації керування ТЗ .....	20
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4	
Система екстреного гальмування .....	26
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5	
Система кругового огляду. Система автоматичного паркування.....	33
ПРАКТИЧНА РОБОТА №6	
Система контролю стану водія. Алкотестери.....	42
Підсумковий тест.....	51
Список використаної літератури.....	58
ДОДАТКИ.....	61

## ВСТУП

Курс «Засоби безпеки на автомобільному транспорті» є обов'язковою складовою підготовки здобувачів спеціальності А5.38 Професійна освіта (Транспорт) першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Професійна освіта (Транспорт)».

Сучасний автомобільний транспорт постійно вдосконалюється, і забезпечення активної та пасивної безпеки транспортних засобів є критично важливим для зниження аварійності та підвищення рівня виживання. З огляду на це, метою навчальної дисципліни є забезпечення достатнього рівня теоретичних знань і практичних навичок у здобувачів вищої освіти щодо:

- Засобів забезпечення безпеки руху та експлуатації транспортних засобів.
- Складових активної та пасивної безпеки транспортних засобів.

Практичні заняття (загальна кількість годин – 34) є ключовим елементом навчального процесу. Вони призначені для закріплення теоретичних відомостей, отриманих на лекціях (30 годин), та формування практичних навичок у сфері діагностування, аналізу роботи, несправностей та відновлення сучасних систем безпеки.

Саме на практичних заняттях здобувачі вищої освіти набувають здатності пояснювати будову та функціонування об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та окремих елементів, а також опановують технологічні процеси з їх технічного обслуговування, діагностування та ремонту.

У процесі виконання практичних робіт формуються такі ключові компетентності:

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в професійній освіті, що передбачає застосування певних теорій і методів педагогічної науки та інших наук відповідно до спеціалізації і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК 05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК 06. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 08. Здатність працювати в команді.

СК 05. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення та інтегрувати їх в освітнє середовище.

СК 08. Здатність використовувати відповідне програмне забезпечення для вирішення професійних завдань у галузі професійної освіти та автомобільного транспорту.

СК 14. Здатність збирати, аналізувати та інтерпретувати інформацію (дані) відповідно до спеціалізації.

ПК 3. Здатність розрізняти об'єкти автомобільного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їхньої конструкції, параметрів та характеристик.

Виконання практичних завдань сприяє досягненню таких програмних результатів навчання:

ПРН 09. *Відшукувати, обробляти, аналізувати* та оцінювати інформацію, що стосується професійної діяльності, користуватися спеціалізованим програмним забезпеченням та сучасними засобами зберігання та обробки інформації.

ПРН 13. *Застосовувати* у професійній діяльності сучасні дидактичні та методичні засади викладання навчальних дисциплін і обирати доцільні технології та методики в освітньому процесі.

ПРН 14. *Володіти* навичками стимулювання пізнавального інтересу, мотивації до навчання, професійного самовизначення та саморозвитку здобувачів освіти.

Ці методичні вказівки структуровані відповідно до тем практичних занять (ABS, TCS, ESP, BAS, AVM, APA, DSM, IID) і стануть надійним інструментом для самостійної роботи та підвищення професійної компетентності майбутніх фахівців автомобільного транспорту.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА №1**

### **Пристрій і робота функціональних блоків ABS**

Тривалість: 4 академічні години

#### **1. Мета роботи**

- сформулювати розуміння конструкції, функціонального призначення та принципів роботи антиблокувальної системи гальм (ABS);
- дослідити складові елементи ABS та їх взаємодію в процесах регулювання гальмівного тиску;
- сформулювати навички аналізу умов спрацьовування системи та оцінки її технічного стану;
- закласти базу для подальшого вивчення систем активної безпеки транспортних засобів.

#### **Особливості проведення практичної роботи в дистанційному форматі**

Практична робота №1 може бути виконана у дистанційному форматі з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та електронних освітніх ресурсів. Такий формат забезпечує можливість повноцінного опрацювання конструкції та принципів роботи ABS навіть без доступу до реального автомобіля чи діагностичного обладнання.

##### **1. Доступ до навчальних матеріалів**

Перед початком роботи студенти отримують доступ до:

- презентацій із будовою ABS та функціональними схемами системи;
- відеодемонстрацій роботи датчиків швидкості, гідромодуля та циклу регулювання тиску;
- матеріалів із прикладами осцилограм, CAN-сигналів та діагностичних процедур;
- методичних інструкцій щодо виконання лабораторної роботи.

Уся інформація надається через електронну освітню платформу ЗВО.

##### **2. Вивчення конструкції та принципу роботи ABS**

У дистанційному форматі студенти працюють з:

- інтерактивними 3D-моделями датчиків, гідромодуля та електронного блока керування;
- мультимедійними схемами, що демонструють логіку фаз «підвищення – утримання – зниження» тиску;
- відеоматеріалами, що моделюють роботу ABS на різних типах покриттів.

Такий підхід дозволяє наочно вивчити робочі процеси системи без фізичного обладнання.

##### **3. Моделювання роботи ABS**

Етап моделювання здійснюється за допомогою:

- віртуального тренажера ABS (за наявності);
- або аналізу наданих викладачем даних:

- осцилограм швидкості коліс,
- графіків зміни тиску,
- логів роботи клапанів і насоса,
- записів кодів несправностей.

Студент виконує аналіз поведінки системи, визначає моменти початку блокування коліс та логіку втручання ABS.

#### 4. Робота із ситуаційними задачами

Аналіз ситуаційних завдань може виконуватися:

- під час синхронного онлайн-заняття (Zoom, Meet тощо);
- або асинхронно у вигляді письмового розбору, який студент додає до звіту.

У процесі роботи студент обґрунтовує причини поведінки автомобіля, логіку реакції ABS та можливі несправності.

#### 5. Оформлення спостережень та результатів

Під час дистанційного виконання студент фіксує:

- проміжні спостереження,
- інтерпретацію сигналів датчиків,
- аналіз моделей несправностей,
- пояснення до графіків та осцилограм.

Усі матеріали включаються до звіту у структурованому вигляді.

#### 6. Подання звіту

Підсумковий звіт подається викладачу через електронну систему управління навчанням ЗВО (формат PDF або DOCX).

У звіті мають бути:

- аналіз теоретичних даних,
- виконання ситуаційної задачі,
- пояснення дій системи ABS,
- формулювання висновків.

Цей формат роботи забезпечує можливість якісного засвоєння матеріалу, розвиток аналітичних навичок та вміння працювати з діагностичною інформацією, навіть за відсутності фізичного доступу до автомобільних компонентів.

## **2. Теоретичні відомості**

Антиблокувальна система гальм (ABS – Anti-lock Braking System) є складовою системи активної безпеки транспортного засобу. Основною її функцією є запобігання блокуванню коліс під час інтенсивного гальмування, що забезпечує:

- збереження керованості та курсової стійкості;
- скорочення гальмівного шляху на дорожніх покриттях з різними коефіцієнтами зчеплення;
- стабільність руху у складних дорожніх ситуаціях.

### **2.1. Основні елементи ABS**

1. Датчики частоти обертання коліс: реєструють швидкість обертання кожного колеса та передають дані до електронного блока

керування. Використовують індуктивні, активні магніторезистивні або Hall-сенсори.

2. Електронний блок керування (ECU):

- аналізує сигнали від датчиків;
- порівнює швидкість обертання коліс;
- визначає момент початку блокування;
- формує керуючі впливи на гідравлічний модуль.

Гідромодуль (гідравлічний модулятор): складається з електромагнітних клапанів, насосів і гідроліній. Здійснює регулювання гальмівного тиску за трьома режимами: підвищення тиску, утримання тиску та зниження тиску.

3. Гідравлічні та електричні з'єднання – забезпечують передачу тиску та електричних сигналів між компонентами.

4. Індикатор роботи системи ABS на панелі приладів – сигналізує про самодіагностику і можливі несправності системи.

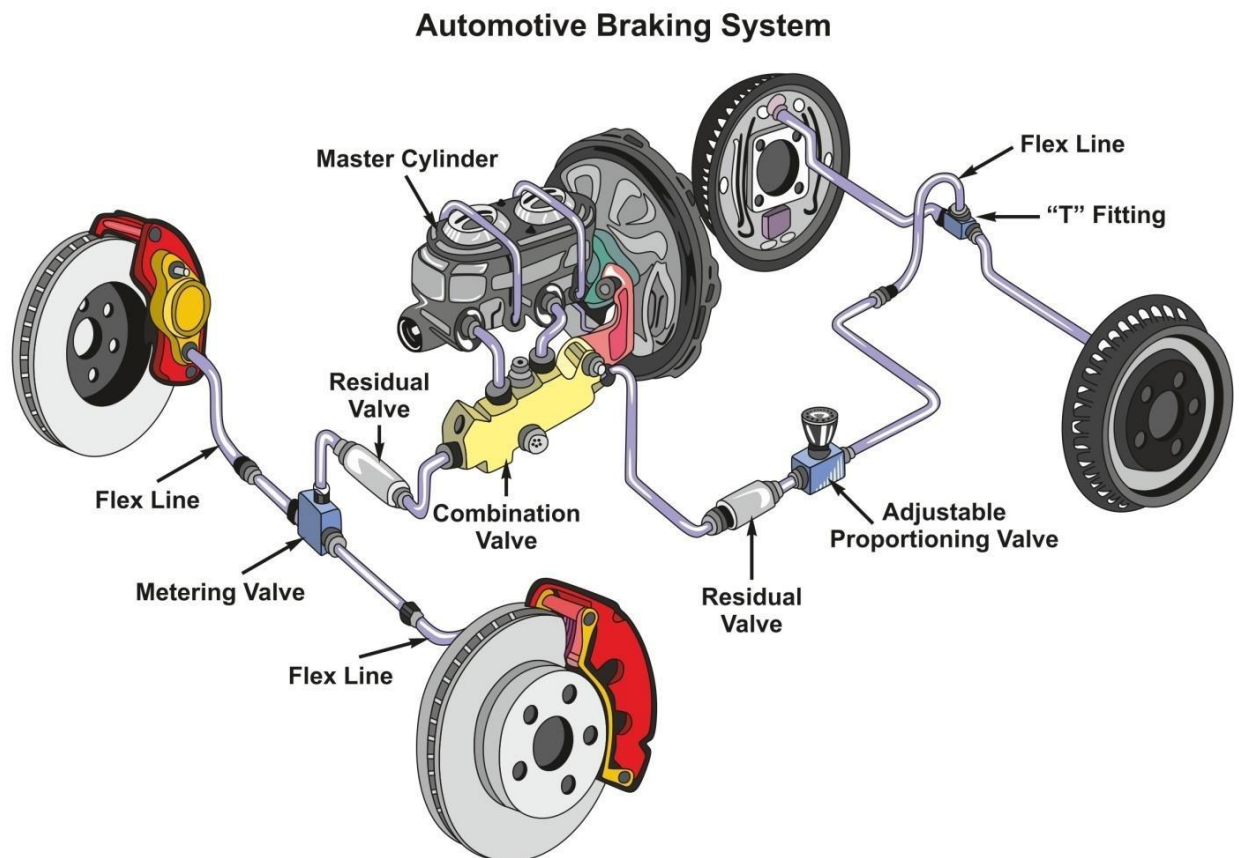


Рис.1. Загальна схема ABS

## 2.2. Принцип роботи ABS

ABS працює за алгоритмом циклічного регулювання гальмівного тиску в гідравлічному приводі коліс, що схильні до блокування.

Типовий цикл складається з трьох фаз:

1. Фаза підвищення тиску. Гальмівний тиск зростає, поки колесо не починає втрачати зчеплення.

2. Фаза утримання тиску. При виявленні різкого зниження частоти обертання клапан утримання перекидає подачу тиску.

3. Фаза зниження тиску. При наближенні до блокування клапан випускає частину рідини – тиск зменшується, колесо знову обертається.

Алгоритм повторюється з частотою від 10 до 15 разів за секунду, що забезпечує безперервний контроль процесу гальмування.

### **2.3. Типи ABS**

1. Одноканальна (для легкових авто ранніх поколінь)
2. Двоканальна (для окремих моделей позашляховиків і пікапів)
3. Триканальна (часто застосовується в легковому транспорті)
4. Чотириканальна (найпоширеніший варіант сучасних авто)

Чотириканальна ABS забезпечує незалежне регулювання тиску для кожного колеса, що гарантує найкращу ефективність.

### **2.4. Типові несправності ABS**

- пошкодження або забруднення датчиків швидкості;
- обрив або замикання електричних ланцюгів;
- відмова електромагнітних клапанів гідромодулятора;
- зниження тиску в гідравлічній системі;
- відмова електронного блока керування.

## **3. Послідовність виконання роботи**

### **1. Ознайомлення з технікою безпеки при роботі з гальмівними системами та електронними компонентами.**

Викладач проводить інструктаж, студенти розписуються в журналі.

### **2. Вивчення конструкції датчиків частоти обертання коліс.**

- розглянути типи датчиків;
- визначити принцип зчитування сигналу;
- виявити відмінності між активними й пасивними сенсорами.

### **3. Аналіз будови гідравлічного модуля ABS.**

- розпізнати клапани підвищення/утримання/зниження тиску;
- визначити функції електричного насоса та акумулятора тиску

(якщо є).

### **4. Ознайомлення з роботою електронного блока керування (ECU).**

- розглянути схему його підключення;
- визначити сигнали, що надходять від датчиків;
- простежити логіку прийняття рішень про регулювання тиску.

### **5. Вивчення алгоритму роботи ABS у динамічному режимі.**

- проаналізувати три фази регулювання тиску;
- пояснити залежність роботи системи від стану дорожнього

покриття;

- визначити різницю між регулюванням на покриттях із різним коефіцієнтом зчеплення.

### **6. Моделювання роботи ABS (на тренажері або віртуальному середовищі - за наявності).**

- задати параметри руху;

- спостерігати вплив регулювання тиску на поведінку коліс;
- зробити висновки.

**7. Діагностування ABS за допомогою діагностичного обладнання** (якщо є можливість):

- виконати зчитування кодів помилок;
- розшифрувати їх;
- визначити можливі причини несправностей.

**8. Розглянути та зробити аналіз практичної ситуаційної вправи**  
**Варіант 1.**

*Ситуація*

Під час руху автомобіля по мокрому асфальту водій різко натискає на педаль гальма. Система ABS спрацювала, але відчувається пульсація педалі гальма, а автомобіль злегка відводить ліворуч.

*Завдання студента*

Проаналізуйте причини можливого відхилення траєкторії та запропонуйте дії щодо діагностування.

*Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори:

1. Різна ефективність гальмівних механізмів на лівому та правому колесах.
2. Несправність або забруднення датчика частоти обертання на одному з коліс.
3. Порушення роботи клапана гідромодулятора, що регулює гальмівний тиск на окремому контурі.
4. Нерівномірний тиск у шинах, що впливає на коефіцієнт зчеплення.
5. Різне зчеплення покриття під колесами (наприклад, калюжа з одного боку).

**Варіант 2.**

*Ситуація*

Водій автомобіля, оснащеного ABS, рухається на швидкості 80 км/год по сухій асфальтованій дорозі. При спробі здійснити плавне гальмування несподівано засвітився індикатор ABS на панелі приладів, а при різкому гальмуванні (перевірка роботи системи) педаль гальма не пульсує, а колеса передньої осі швидко блокуються, залишаючи сліди гальмування. При цьому гальмівний шлях збільшився.

*Завдання студента*

Проаналізуйте можливі причини активації індикатора ABS та повну відмову системи при інтенсивному гальмуванні. Сформулюйте гіпотези про найбільш імовірну несправність та запропонуйте послідовність діагностичних дій.

*Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори, які призводять до виходу системи з ладу:

1. Повна відмова живлення ECU: Перегорів запобіжник ABS або окислення/обрив основного електричного роз'єму електронного блока керування (ECU).

2. Критична несправність одного з ключових датчиків: Повний обрив ланцюга або коротке замикання в датчику швидкості, що призвело до його нульового сигналу, який ECU трактує як системну помилку.

3. Внутрішня несправність ECU: Помилка у програмному забезпеченні або апаратний збій самого блока керування, через що він перейшов у режим самозахисту (відключення системи).

4. Помилка гідромодуля: Залипання (заклинювання) клапанів або несправність насоса, які спричинили системну помилку, але, оскільки блок керування ABS відключився, гальмування відбувається як на автомобілі без ABS (відмова системи призводить до переходу в режим звичайного гальмування).

### **9. Контрольні питання до практичної роботи №1**

1. Яке призначення антиблокувальної системи гальм (ABS) у структурі активної безпеки автомобіля?

2. Які основні функціональні елементи входять до складу ABS?

3. За яким принципом працюють датчики частоти обертання коліс?

4. Яким чином електронний блок керування визначає момент блокування колеса?

5. У чому полягає різниця між фазами *підвищення, утримання та зниження тиску*?

6. Чим відрізняються пасивні та активні датчики ABS?

7. Які типи ABS застосовуються сучасними автовиробниками?

8. Назвіть типові причини відмов та несправностей ABS.

9. Які ознаки вказують на некоректну роботу ABS під час руху автомобіля?

10. Які особливості взаємодії ABS з іншими системами активної безпеки (TCS, ESP)?

### **10. Підготовка висновків за результатами виконаної роботи.**

Вимоги до змісту звіту: звіт повинен бути оформлений у науковому стилі та містити такі структурні елементи:

1. Титульна частина

2. Мета роботи:

Стисло, але чітко сформульована мета згідно з методичними вказівками.

3. Хід виконання роботи:

Зробити аналіз практичної ситуаційної справи за закріпленим варіантом.

4. Аналіз та обговорення результатів

Студент має:

- оцінити роботу системи;
- пояснити вплив виявлених параметрів на безпеку руху;

- порівняти з нормативними або типовими значеннями.
5. Висновки
- 2–4 узагальнені тези, що відображають:
- досягнення мети роботи;
  - отримані результати;
  - їх практичне значення.
6. Список використаних джерел
- Оформлений за ДСТУ 8302:2015.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА №2**

### **Антибуксувальна система. Система курсової стійкості ТЗ**

Тривалість: 8 академічних годин

#### **1. Мета роботи**

- Сформувати розуміння конструкції, функціонального призначення та принципів роботи Антибуксувальної системи (TCS – Traction Control System).
- Сформувати розуміння структури та алгоритмів роботи Системи курсової стійкості (ESP/ESC).
- Дослідити складові елементи TCS та ESP та їх інтеграцію в єдиний комплекс активної безпеки.
- Сформувати навички аналізу умов спрацьовування систем, зокрема різниці між регулюванням при прискоренні (TCS) та корекцією траєкторії (ESP).
- Засвоїти принцип роботи додаткових датчиків ESP (датчик кута повороту керма, датчик кутової швидкості).

#### **Особливості проведення практичної роботи в дистанційному форматі**

Практична робота №2 може виконуватися у дистанційному режимі за допомогою цифрових засобів навчання та доступних студенту діагностичних або симуляційних інструментів.

У разі дистанційного виконання студент повинен забезпечити:

1. Доступ до електронних матеріалів: методичні вказівки, відеоматеріали, схеми, інструкції з TCS та ESP.
2. Використання віртуальних симуляторів або програмних модулів (за наявності), що моделюють роботу ABS/TCS/ESP, датчиків та алгоритмів стабілізації.
3. Перегляд демонстраційних відео викладача або виробників обладнання щодо:
  - принципів роботи TCS та ESP;
  - процедур калібрування датчиків;
  - інтерпретації Live Data.
4. Виконання аналізу даних на основі:
  - наданих викладачем скріншотів Live Data;

- моделей несправностей;
- графіків, які студент буде самостійно за результатами моделювання.

5. Дотримання академічної доброчесності при виконанні розрахунків і аналізу практичних ситуацій.

6. Звітність: студент подає звіт у електронному вигляді (PDF або DOCX), оформлений відповідно до вимог, з описом моделювання та аналізом ситуаційних завдань.

У дистанційних умовах особлива увага приділяється вмінню аналізувати дані без фізичного доступу до обладнання, інтерпретувати сигнали сенсорів, логіку роботи алгоритмів стабілізації та моделювати поведінку автомобіля в критичних режимах.

## **2. Теоретичні відомості**

Антибуксувальна система (TCS), відома також як ASR (Acceleration Slip Regulation) або TRC (Traction Control), є складовою системи активної безпеки транспортного засобу.

Основною її функцією є запобігання надмірному проковзуванню (буксуванню) ведучих коліс під час прискорення, особливо на слизьких або неоднорідних дорожніх покриттях.

TCS забезпечує:

- Оптимальне використання крутного моменту двигуна для ефективного прискорення.
- Збереження курсової стійкості та керованості під час розгону, запобігаючи занесенню.
- Максимальне зчеплення колеса з дорогою в складних умовах (сніг, лід, гравій).

### **2.1. Принцип роботи TCS**

TCS працює за рахунок вимірювання швидкості обертання коліс та порівняння її зі швидкістю автомобіля (визначається як середня швидкість необертючих коліс або швидкість коліс, що мають краще зчеплення).

Коли TCS виявляє, що одне або обидва ведучі колеса обертаються значно швидше, ніж потрібно (виникає проковзування), ECU (електронний блок керування) вживає заходів для зниження крутного моменту.

Типовий цикл регулювання TCS складається з наступних етапів:

1. Моніторинг: Датчики швидкості коліс (ті самі, що і для ABS) постійно передають інформацію про обертання коліс до ECU.
2. Виявлення проковзування: ECU порівнює швидкість ведучих і неведучих коліс. Якщо різниця (величина проковзування  $\lambda$ ) перевищує допустиме порогове значення (зазвичай, 10–30%), система активується.

$$\lambda = \frac{v_{\text{wheel}} - v_{\text{car}}}{v_{\text{wheel}}} \times 100\%$$

3. Регулюючий вплив: Для зниження проковзування застосовується один або обидва методи:

- Гальмівне регулювання (використання ABS): Пригальмовування колеса, що буксує, за допомогою гідромодуля ABS. Це дозволяє передати більший крутний момент на інше колесо осі (аналогічно роботі диференціала з обмеженим проковзуванням).

- Регулювання крутного моменту двигуна (E-GAS/ETC): Зниження потужності двигуна шляхом:

- Закриття дросельної заслінки (у бензинових двигунах).
- Переривання подачі палива або запалювання.
- Зменшення подачі палива до форсунок (у дизельних двигунах).

## 2.2. Основні елементи TCS

Апаратна частина TCS є інтегрованою з ABS. Фактично, TCS використовує існуючі компоненти ABS, але має розширені можливості взаємодії з ECU двигуна.

1. Датчики швидкості коліс: Реєструють швидкість обертання.
2. Електронний блок керування (ECU): Центральний елемент, який отримує дані від датчиків і керує:

- гідромодулем ABS (для пригальмовування колеса);
- ECU двигуна (через шину даних CAN) для зниження потужності.

3. Гідромодуль ABS: Використовується для підвищення тиску гальмівної рідини на колесі, що буксує. Це відрізняється від ABS, де тиск знижується або утримується.

4. Електронна система керування дросельною заслінкою (ETC/E-GAS): Дозволяє ECU TCS безпосередньо керувати потужністю двигуна.

## 2.3. Режими регулювання TCS

Для ефективної боротьби з проковзуванням TCS використовує два основні режими впливу, відмінності між якими наведено в таблиці 1.

Табл.1. Порівняльна характеристика режимів регулювання антибуксувальної системи (TCS).

Режим регулювання	Механізм впливу	Переваги	Обмеження
<b>Гальмівний (короткостроковий)</b>	Гідромодуль ABS пригальмовує <b>одне</b> колесо, що буксує.	Швидкий, ефективний на малих швидкостях та при старті. Діє як імітація блокування диференціала.	Зношує гальмівні механізми, обмежує загальний крутний момент.
<b>Моментний (довгостроковий)</b>	ECU TCS подає команду на <b>ECU</b>	М'яке, ефективне на	Повільніша реакція

	двигуна для зниження потужності.	високих швидкостях, не перегріває гальма. Знижує загальну швидкість обертання коліс.	порівняно з гальмівним режимом
--	----------------------------------	--	--------------------------------

#### 2.4. Система курсової стійкості (ESP/ESC)

Система курсової стійкості (ESP – Electronic Stability Program, або ESC – Electronic Stability Control) – це найвищий рівень інтеграції систем активної безпеки, який використовує функціонал ABS та TCS для запобігання занесенню (сносу) автомобіля та підтримки заданої водієм траєкторії руху.

Основна функція ESP – порівняння намірів водія із фактичною поведінкою автомобіля та внесення корекцій. Дані, які система використовує для цього порівняння, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Джерела вхідних даних для електронного блока керування (ECU) Системи курсової стійкості (ESP).

Параметр	Водійський намір (Що хоче водій)	Фактичний рух (Що відбувається з авто)
Вихідні дані	Датчик кута повороту керма, Датчик положення педалі газу/гальма	Датчики швидкості коліс, Датчик кутової швидкості (рискання), Датчик бічного прискорення

Логіка роботи ESP:

1. ECU визначає бажану траєкторію на основі кута повороту керма.
2. ECU визначає фактичну траєкторію на основі датчика кутової швидкості (рискання) та бічного прискорення.
3. Якщо фактичний рух відрізняється від бажаного (виникає недостатня або надлишкова поворотність), ESP активується.
4. Корекція траєкторії здійснюється шляхом вибіркового пригальмовування одного або кількох коліс через гідромодуль ABS/TCS.

Робота ESP базується на безперервному порівнянні фактичної поведінки автомобіля з еталонним значенням кутової швидкості рискання ( $\Psi_{ref}$ ), яке є ідеальним показником для безпечного проходження повороту при заданій швидкості та куті повороту керма. Це еталонне значення обчислюється ECU з високою точністю, враховуючи швидкість автомобіля ( $v$ ), колісну базу ( $L$ ) та кут повороту керма ( $\delta_{steer}$ ):

$$\Psi_{ref} \approx \frac{v}{L} \times \delta_{steer} \times k$$

де  $k$  - коефіцієнт, що враховує характеристики підвіски та шин. Якщо фактична кутова швидкість рискання значно відхиляється від  $\Psi_{ref}$ , ESP активує гальмівну корекцію.

## **2.5. Додаткові сенсори ESP**

Для повноцінної роботи ESP, окрім датчиків ABS/TCS, необхідні:

1. Датчик кута повороту керма (Steering Angle Sensor): Визначає, наскільки сильно і в який бік водій повернув кермо, що є основою для визначення бажаної траєкторії.

2. Датчик кутової швидкості (Yaw Rate Sensor): Реєструє швидкість обертання автомобіля навколо вертикальної осі (рискання). Це ключовий показник фактичного заносу.

3. Датчик бічного прискорення (Lateral Acceleration Sensor): Вимірює силу, що діє на автомобіль убік (відцентрова сила), допомагаючи ECU оцінити умови зчеплення.

Діагностичне значення сенсорів ESP. Для забезпечення точності ESP усі сенсори потребують періодичної перевірки та калібрування.

- Датчик кутової швидкості (Yaw Rate Sensor): Зазвичай розташований поблизу центру мас автомобіля, часто інтегрований з ECU ABS/ESP. Після будь-якого ремонту або відключення живлення необхідно виконати процедуру калібрування (обнулення), яка встановлює поточне положення автомобіля як нульову точку. Невиконання цієї процедури є поширеною причиною постійного світіння індикатора ESP.

- Датчик кута повороту керма (Steering Angle Sensor): Його показник є прямим відображенням наміру водія. Його несправність або втрата калібрування (наприклад, після робіт із рульовим механізмом або заміни акумулятора) призводить до того, що ECU не може визначити бажану траєкторію. Оскільки ECU не може розрахувати  $\Psi_{ref}$ , він повністю відключає ESP та TCS.

## **2.6. Типи несправностей ESP**

Несправності ESP включають усі типові несправності ABS/TCS, а також:

- Пошкодження або неправильне калібрування датчика кута повороту керма.

- Відмова датчика кутової швидкості (ECU не може визначити, чи перебуває автомобіль у заносі).

- Проблеми з напругою або зв'язком (CAN) з ECU, що керує ESP.

## **3. Послідовність виконання роботи**

Виконання практичної роботи передбачає засвоєння як теоретичних знань про конструкцію TCS, так і практичних навичок діагностики та аналізу її роботи.

**1. Ознайомлення з технікою безпеки при роботі з гальмівними системами, компонентами електроніки та ECU двигуна.**

Викладач проводить інструктаж, студенти розписуються в журналі.

**2. Вивчення конструкції та взаємодії компонентів TCS та ESP.**

- Розглянути схему підключення датчиків швидкості до ECU TCS.
- Визначити лінії зв'язку (шина CAN) між ECU TCS/ABS та ECU двигуна.
- Візуально ідентифікувати компоненти гідромодуля ABS, які використовуються для TCS (насос, клапани);
- Розпізнати та вивчити принцип роботи додаткових сенсорів ESP: датчик кута керма, датчик кутової швидкості (рискання) та датчик бічного прискорення;
- Проаналізувати логіку порівняння бажаної та фактичної траєкторії руху.

### **3. Аналіз алгоритмів керування курсовою стійкістю (ESP).**

- Простежити логіку корекції при недостатній поворотності (знос передньої осі) та надлишковій поворотності (занос задньої осі);
- Визначити, яке колесо пригальмовує ESP для повернення автомобіля на бажану траєкторію в кожному випадку.

### **4. Моделювання роботи TCS (на тренажері або у віртуальному середовищі - за наявності).**

- Задати низький коефіцієнт зчеплення (імітація льоду/снігу).
- Спостерігати вплив TCS на прискорення (зменшення потужності та/або пригальмовування колеса, що буксує).
- Зробити висновки щодо ефективності різних режимів регулювання.

### **5. Поглиблена діагностика сенсорів та виконавчих механізмів ABS/ESP**

5.1. Діагностика ESP за допомогою діагностичного обладнання (зчитування Live Data).

- Виконати зчитування поточних (Live Data) значень: кута повороту керма, кутової швидкості рискання та бічного прискорення.
- Записати та проаналізувати ці значення при стоянці (мають бути близькі до нуля) та при повільному маневруванні (зміна кута та прискорення).
- Порівняти їх із номінальними (нульовими) значеннями та зробити висновок про необхідність калібрування.

5.2. Аналіз кодів помилок та їх наслідків.

- Змоделювати та проаналізувати типові коди несправностей ESP (наприклад, помилки зв'язку по CAN-шині або відмова датчика).
- Визначити логіку, за якою ECU відключає всю систему ESP/TCS через відмову одного критичного датчика.

5.3. Виконання калібрування датчика кута керма.

- Виконати процедуру скидання та калібрування (обнулення) датчика кута повороту керма за допомогою діагностичного сканера. Проаналізувати, як це впливає на статус системи.

### **6. Моделювання та графічний аналіз роботи систем**

6.1. Моделювання роботи ABS/TCS/ESP (на тренажері або віртуальному середовищі - за наявності).

6.2. Побудова графіків роботи системи TCS.

- Провести моделювання інтенсивного прискорення на split-μ покритті.

- Побудувати графіки, що відображають одночасну зміну швидкості обертання коліс та тиску гальмівної рідини на колесі, що буксує, та крутного моменту двигуна.

- Проаналізувати ефективність гальмівного режиму TCS (ЕДБЛ).

6.3. Побудова графіків роботи системи ESP.

- Провести моделювання критичного маневру (занос) та спрацювання ESP.

- Побудувати графіки зміни: бажаної кутової швидкості рискання ( $\Psi_{ref}$ ), фактичної кутової швидкості рискання ( $\Psi_{actual}$ ) та гальмівного тиску на колесі, що коригується.

- Зробити висновки про час реакції та ефективність корекції ESP.

## **7. Розглянути та зробити аналіз практичної ситуаційної вправи за закріпленим варіантом.**

### **Варіант 1.**

#### *Ситуація*

Автомобіль входить у крутий правий поворот на швидкості, вищій за безпечну, на незначно зволоженій дорозі. Водій відчуває, що передня частина автомобіля починає зноситися назовні повороту (недостатня поворотність). При цьому спрацьовує ESP (блимає індикатор). Водій відчуває короткочасний імпульс гальмування і помічає, що автомобіль повертається на бажану траєкторію.

#### *Завдання студента*

Проаналізуйте, який тип проковзування (недостатня/надлишкова поворотність) виник. Яке саме колесо ESP пригальмувала для корекції траєкторії та повернення автомобіля в поворот? Поясніть логіку дії системи у цьому конкретному випадку.

#### *Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори:

- Тип проковзування: Знос передньої осі назовні повороту — це недостатня поворотність.

- Бажаний рух (вправо) vs Фактичний рух (прямо/знос).

- Мета корекції: Створити момент обертання автомобіля навколо вертикальної осі в бік повороту.

- Вибір колеса для гальмування: Щоб повернути автомобіль праворуч, потрібно створити протидію на лівому боці. Для недостатньої поворотності (знос) ESP пригальмує внутрішнє заднє колесо (ліве заднє).

### **Варіант 2.**

#### *Ситуація*

Автомобіль, оснащений ESP/TCS, рухається на швидкості 70 км/год. При вході в крутий лівий поворот водій різко скидає газ, що призводить до інтенсивного перерозподілу маси та зриву задньої осі в занос (надлишкова поворотність). Індикатор ESP починає блимати. Водій відчуває одноразовий різкий імпульс гальмування у певному колесі та стабілізацію траєкторії без потреби в інтенсивній корекції кермом.

#### *Завдання студента*

Проаналізуйте, який тип проковзування (недостатня/надлишкова поворотність) виник. Яке саме колесо ESP пригальмувала для корекції траєкторії та створення протилежного моменту обертання? Поясніть логіку дії системи у цьому конкретному випадку.

#### *Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори:

1. Тип проковзування: Зрив задньої осі назовні повороту — це надлишкова поворотність (занос).
2. Бажаний рух (вліво) vs Фактичний рух (занадто різкий поворот або обертання навколо вертикальної осі).
3. Мета корекції: Створити момент, що протидіє заносу, шляхом пригальмування переднього колеса на зовнішній стороні заносу.
4. Вибір колеса для гальмування: Щоб "витягнути" автомобіль із заносу в лівому повороті, потрібно пригальмувати переднє праве колесо (зовнішнє переднє).

#### **8. Контрольні питання до практичної роботи №2**

1. Яке призначення Антибуксувальної системи (TCS) і чим вона відрізняється від Системи курсової стійкості (ESP)?
2. Які додаткові сенсори, окрім датчиків швидкості коліс, необхідні для роботи ESP?
3. Яким чином ECU ESP визначає намір водія щодо траєкторії руху?
4. Датчик кутової швидкості (Yaw Rate Sensor) – що він вимірює і чому його показання критичні для ESP?
5. Поясніть, що таке недостатня поворотність (знос передньої осі) та надлишкова поворотність (занос задньої осі).
6. Яке колесо пригальмовує ESP для корекції траєкторії при недостатній поворотності?
7. Яке колесо пригальмовує ESP для корекції траєкторії при надлишковій поворотності?
8. Як TCS та ABS спільно функціонують у рамках ESP?
9. Чому у разі несправності будь-якого датчика ESP, система зазвичай відключається повністю (разом із TCS)?
10. Назвіть функції, які TCS виконує в рамках системи ESP/ESC, окрім запобігання буксуванню при прискоренні.

#### **9. Підготовка висновків за результатами виконаної роботи.**

Вимоги до змісту звіту: звіт повинен бути оформлений у науковому стилі та містити такі структурні елементи:

1. Титульна частина

2. Мета роботи:

Стисло, але чітко сформульована мета згідно з методичними вказівками.

3. Хід виконання роботи:

Зробити аналіз практичної ситуаційної справи за закріпленим варіантом.

4. Аналіз та обговорення результатів

Студент має:

- Оцінити роботу системи;
- Пояснити вплив виявлених параметрів на безпеку руху;
- Порівняти з нормативними або типовими значеннями.

5. Висновки

2–4 узагальнені тези, що відображають:

- досягнення мети роботи;
- отримані результати;
- їх практичне значення.

6. Список використаних джерел

Оформлений за ДСТУ 8302:2015.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА №3** **Система стабілізації керування ТЗ**

**Тривалість: 4 академічні години**

### **1. Мета роботи**

- Сформувати розуміння конструкції, функціонального призначення та принципів роботи інтегрованих систем стабілізації керування (VDC, VSM).

- Дослідити, як ці системи використовують апаратну базу ABS/TCS/ESP для активного втручання у процес керування.

- Вивчити алгоритми роботи систем, що стабілізують керування шляхом керування рульовим моментом (Steering Assist) та динамічного розподілу крутного моменту (Torque Vectoring).

- Сформувати навички аналізу умов спрацьовування та оцінки впливу цих систем на безпеку руху та комфорт водіння.

### **Особливості проведення практичної роботи у дистанційному форматі**

Практична робота №3 може виконуватися у дистанційному режимі із використанням електронних освітніх ресурсів, симуляційних середовищ та демонстраційних матеріалів, наданих викладачем.

Під час дистанційного виконання студент повинен забезпечити:

1. Доступ до електронних навчальних матеріалів: методичних вказівок, схем VDC/VSM, відео демонстрацій роботи EPAS, Torque Vectoring, Steering Assist.
2. Перегляд відеоматеріалів або анімацій, що ілюструють:
  - роботу EPAS та алгоритм корекції рульового моменту;
  - механізм Torque Vectoring by Braking;
  - взаємодію систем VDC/ESP/ABS.
3. Використання симулятора або віртуального середовища (за наявності), яке дозволяє:
  - моделювати занос, недостатню та надмірну поворотність;
  - спостерігати роботу алгоритмів Steering Assist та Torque Vectoring;
  - аналізувати дані сенсорів у режимі Live Data.
4. Аналіз наданих викладачем цифрових матеріалів (графіків, скріншотів, моделей несправностей), якщо відсутня можливість працювати з фізичним обладнанням.
5. Окрему увагу зосередити на інтерпретації сигналів датчиків:
  - датчика моменту на кермі;
  - датчика кутової швидкості (yaw rate);
  - датчика бічного прискорення (LAT-G);
  - сигналів EPAS.
6. Електронний звіт, оформлений відповідно до вимог: PDF або DOCX. У звіті повинні бути:
  - опис алгоритмів системи;
  - аналіз ситуаційної задачі;
  - інтерпретація наданих експериментальних або модельних даних;
  - висновки щодо роботи VDC/VSM.

У дистанційному форматі особлива увага приділяється аналітичним навичкам студента, умінню працювати з модельними даними та розумінню логіки роботи системи без прямого доступу до автомобіля чи обладнання.

## **2. Теоретичні відомості**

### **2.1. Концепція та еволюція Систем стабілізації керування (VDC / VSM)**

Система стабілізації керування транспортного засобу (залежно від виробника, позначається як VDC – Vehicle Dynamics Control або VSM – Vehicle Stability Management) є найвищим рівнем розвитку Electronic Stability Program (ESP). На відміну від ESP, яка реагує переважно гальмуванням після початку заносу, VDC/VSM працює проактивно, втручаючись у процес керування до того, як ситуація стане критичною.

Основне завдання VDC/VSM – підвищити якість керування та курсову стійкість автомобіля шляхом впливу на рульове керування та розподіл тягового моменту.

### **2.2. Основні функціональні компоненти VDC/VSM**

Система використовує всю сенсорну базу ESP (датчики швидкості коліс, датчик кутової швидкості, датчик бічного прискорення, датчик кута повороту керма) і додає нові виконавчі функції:

1. Блок керування (ECU VDC): Центральний процесор, що координує роботу всіх систем шасі. Він обчислює необхідний коректуючий момент на кермі та команди для розподілу тяги.

2. Електромеханічний підсилювач керма (EPAS): Ключовий виконавчий механізм VDC. Він дозволяє ECU створювати додатковий, коректуючий момент на рульовому колесі, незалежно від дій водія.

3. Гідромодуль ABS/ESP: Використовується для індивідуального пригальмовування коліс (функція Torque Vectoring).

4. CAN-шина: Високошвидкісний канал зв'язку для обміну даними та командами між ECU VDC, ECU двигуна та EPAS.

### **2.3. Активна корекція рульового моменту (Steering Assist)**

Це одна з головних функцій систем стабілізації керування, яка забезпечує безпосередній вплив на рульове керування.

Принцип: Якщо сенсори ESP/VDC фіксують, що автомобіль починає відхилятися від бажаної траєкторії (наприклад, при різкому гальмуванні на неоднорідному покритті *split- $\mu$* ), ECU VDC розраховує необхідний кут повороту керма для компенсації.

Вплив: Система генерує легкий, але відчутний допоміжний момент через EPAS, який:

- Підказує водієві, в який бік потрібно повернути кермо для стабілізації.
- Знижує зусилля, необхідне для корекції, зменшуючи стомлюваність водія та підвищуючи швидкість реакції.

Приклад: При гальмуванні, коли одне колесо потрапляє на лід, EPAS створює момент у бік кращого зчеплення, допомагаючи водієві запобігти розвороту.

### **2.4. Динамічне керування тягою (Torque Vectoring by Braking)**

Це функція VDC/VSM, спрямована на покращення маневреності (Agility) та нейтралізацію недостатньої поворотності на етапі прискорення або руху в повороті.

Принцип: На відміну від TCS, яка просто зменшує потужність, Torque Vectoring активно використовує гальма для перерозподілу моменту між ведучими колесами.

Механізм: При русі в повороті ECU VDC пригальмовує внутрішнє ведуче колесо (яке має менше навантаження).

Ефект: Гальмування внутрішнього колеса змушує відкритий диференціал передати більший крутний момент на зовнішнє ведуче колесо (яке має краще зчеплення). Це створює додатковий обертальний момент (yaw moment), який буквально втягує автомобіль у поворот.

Переваги: Значно підвищує точність керування та швидкість проходження поворотів, зменшуючи тенденцію до зносу передньої осі.

## 2.5. Комплексна інтеграція та прогнозування

VDC/VSM працює за принципом інтегрованого керування шасі, об'єднуючи всі системи автомобіля в єдину мережу. Основні відмінності між системами стабілізації попереднього та нового покоління представлені в таблиці 3.

Таблиця 3. Порівняння основних характеристик систем ESP/ESC та VDC/VSM.

Система-донор	Функція, що використовується VDC	Вплив на керування
ESP/ABS	Індивідуальне гальмування коліс	Корекція рискання та Torque Vectoring
EPAS	Створення коректуючого моменту	Steering Assist (допомога водію в корекції)
ECU двигуна	Зміна крутного моменту	Запобігання буксуванню, контроль швидкості
Активна підвіска	Зміна жорсткості амортизаторів	Контроль крену та зчеплення

Завдяки постійному моніторингу стану дорожнього покриття, кута керма та тиску в гальмівній системі, VDC може прогнозувати потенційну втрату стабільності та втручатися заздалегідь, роблячи корекції м'якшими та майже непомітними для водія.

### 3. Послідовність виконання роботи

Виконання практичної роботи передбачає засвоєння як теоретичних знань про конструкцію VDC/VSM, так і практичних навичок діагностики та аналізу її роботи.

**1. Ознайомлення з технікою безпеки при роботі з електронними та мехатронними системами керування (EPAS, гальмівні механізми).**

**2. Вивчення конструкції та взаємодії компонентів VDC/VSM.**

○ Розглянути схему інтеграції EPAS (електромеханічного підсилювача керма) з ECU VDC.

○ Визначити лінії зв'язку (CAN-шина) між блоками VDC, EPAS та ECU двигуна.

○ Візуально ідентифікувати виконавчий механізм EPAS (електродвигун та датчик моменту на рульовій колонці).

**3. Аналіз алгоритму Steering Assist (Активна корекція рульового моменту).**

○ Простежити логіку ECU при виникненні асиметрії гальмівного моменту (імітація гальмування на *split-μ*).

○ Визначити, як саме VDC генерує коректуючий момент на кермі, і як він впливає на зусилля водія.

**4. Аналіз алгоритму Torque Vectoring by Braking (Динамічне керування тягою).**

- Вивчити логіку системи при вході в поворот.
- Визначити, як VDC розраховує необхідний момент для пригальмовування внутрішнього ведучого колеса для "затягування" автомобіля в поворот.

**5. Моделювання роботи VDC/VSM (на тренажері або у віртуальному середовищі - за наявності):**

- Задати умови, що провокують недостатню поворотність, і спостерігати корекцію за рахунок Torque Vectoring.
- Задати умови гальмування на різному покритті та спостерігати вплив Steering Assist на кермо.

**6. Діагностування VDC за допомогою діагностичного обладнання (якщо є можливість):**

- Виконати зчитування поточних параметрів (живі дані) – порівняти вихідний сигнал датчика моменту керма та коректуючий момент, що генерується VDC.
- Провести тест виконавчих механізмів EPAS.

**7. Розглянути та зробити аналіз практичної ситуаційної вправи за закріпленим варіантом.**

**Варіант 1.**

*Ситуація*

Водій автомобіля з VDC здійснює екстрене гальмування на швидкості 70 км/год. При цьому права сторона автомобіля знаходиться на сухому асфальті (високе зчеплення), а ліва — на калюжі (низьке зчеплення) (*split- $\mu$* ). Водій відчуває, що автомобіль починає різко відводити вправо, але система VDC генерує легкий, але відчутний момент на кермі вліво, допомагаючи утримати траєкторію.

*Завдання студента*

Проаналізуйте, яка саме функція системи VDC/VSM спрацювала в цій ситуації. Поясніть механізм, за яким система визначила необхідність втручання, та роль EPAS у процесі стабілізації.

*Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори:

1. Ідентифікація ситуації: Асиметричне гальмування (*split- $\mu$* ).
2. Спрацювання функції: Steering Assist (Активна корекція рульового моменту).
3. Визначення моменту: Різниця швидкостей обертання коліс та дані від датчика ризику, які свідчать про небажаний поворот вправо.
4. Дія EPAS: Використання електродвигуна для генерації моменту на кермі в протилежному напрямку (вліво) для компенсації тяги.

**Варіант 2.**

*Ситуація*

Автомобіль, оснащений VDC та системою Torque Vectoring, входить у складний затяжний лівий поворот на високій швидкості. Водій відчуває, що автомобіль починає демонструвати недостатню поворотність (знос передньої осі назовні повороту). ESP не активує жорстке гальмування, але автомобіль відчутно «затягується» в поворот, і знос швидко припиняється.

#### *Завдання студента*

Проаналізуйте, яка саме функція VDC спрацювала в цій ситуації для покращення маневреності? Поясніть логіку Torque Vectoring, вказавши, яке колесо було пригальмоване, і як це вплинуло на розподіл тягового моменту на осі.

#### *Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори:

1. Спрацювання функції: Torque Vectoring by Braking (Динамічне керування тягою).
2. Колесо для гальмування: Внутрішнє колесо по відношенню до повороту (ліве переднє/заднє, залежно від приводу).
3. Ефект: Передача моменту на зовнішнє колесо для створення додаткового обертального моменту.
4. Результат: Нейтралізація недостатньої поворотності (знос) та покращення входу в поворот.

### **8. Контрольні питання до практичної роботи №3**

1. У чому полягає принципова відмінність системи VDC/VSM від класичної ESP?
2. Який компонент системи VDC дозволяє їй безпосередньо впливати на рульове керування?
3. Поясніть принцип роботи функції Steering Assist (Активна корекція рульового моменту) при асиметричному гальмуванні (*split- $\mu$* ).
4. Яка функція VDC/VSM використовується для покращення маневреності автомобіля у повороті?
5. Як працює механізм Torque Vectoring by Braking? Яке колесо пригальмовується і з якою метою?
6. Чому VDC вважається проактивною системою, а ESP – переважно реактивною?
7. Які додаткові системи, окрім ABS/ESP, об'єднує VDC у рамках Інтегрованого керування шасі?
8. Яку роль виконує CAN-шина у взаємодії VDC з електромеханічним підсилювачем керма?
9. Назвіть типові причини, через які система VDC може відключитися (засвічування індикатора).
10. Як VDC використовує дані від датчика моменту на кермі?

### **9. Підготовка висновків за результатами виконаної роботи.**

Вимоги до змісту звіту: звіт повинен бути оформлений у науковому стилі та містити такі структурні елементи:

1. Титульна частина

## 2. Мета роботи:

Стисло, але чітко сформульована мета згідно з методичними вказівками.

## 3. Хід виконання роботи:

Зробити аналіз практичної ситуаційної вправи за закріпленим варіантом.

## 4. Аналіз та обговорення результатів

Студент має:

- Оцінити роботу системи;
- Пояснити вплив виявлених параметрів на безпеку руху;
- Порівняти з нормативними або типовими значеннями.

## 5. Висновки

2–4 узагальнені тези, що відображають:

- досягнення мети роботи;
- отримані результати;
- їх практичне значення.

## 6. Список використаних джерел

Оформлений за ДСТУ 8302:2015.

# **ПРАКТИЧНА РОБОТА №4** **Система екстреного гальмування**

**Тривалість: 6 академічних годин**

### **1. Мета роботи**

- Сформувати розуміння функціонального призначення та принципів роботи системи екстреного гальмування (BAS/EBA).
- Дослідити, як BAS використовує дані від датчиків для розпізнавання аварійної ситуації та автоматичного підвищення тиску у гальмівній системі.
- Вивчити взаємодію BAS з антиблокувальною системою (ABS), що забезпечує максимальне уповільнення при збереженні керованості.
- Сформувати навички аналізу ефективності гальмування та впливу BAS на скорочення гальмівного шляху в критичних ситуаціях.

### **Особливості проведення практичної роботи у дистанційному форматі**

Практична робота №4 може виконуватися у дистанційному режимі з використанням цифрових навчальних ресурсів, віртуальних симуляторів та наданих викладачем матеріалів, що моделюють роботу системи екстреного гальмування BAS та її взаємодію з ABS.

У разі дистанційного виконання студент повинен забезпечити:

#### **1. Доступ до електронних матеріалів**

Методичні вказівки, відеоматеріали, технічні схеми та опис роботи:

- системи BAS/EBA;
- датчика тиску гальмівної рідини та датчика положення педалі;

- гідромодуля ABS/ESP;
- алгоритму розпізнавання екстреного гальмування ( $dP/dt$ ).

## **2. Використання віртуальних симуляторів або програмних модулів (за наявності)**

Студент може застосовувати цифрові середовища, які моделюють:

- зміну тиску у гальмівній системі під час екстреного та плавного гальмування;
- роботу гідромодуля ABS (насос, клапани);
- алгоритм активації BAS за швидкістю наростання тиску;
- взаємодію BAS → ABS у критичних ситуаціях.

## **3. Перегляд демонстраційних матеріалів викладача або технічних виробників**

Рекомендовано переглянути відео, що демонструють:

- принцип дії BAS та роль параметра  $dP/dt$ ;
- характерні ознаки спрацювання BAS (провалювання або "дотискання" педалі);
- роботу гідромодуля ABS під час різкого підвищення тиску;
- вплив BAS на скорочення гальмівного шляху.

## **4. Виконання аналізу даних на основі наданих викладачем матеріалів**

Для моделювання студент використовує:

- скриншоти графіків зміни тиску в гальмівній системі;
- приклади Live Data датчика тиску та датчика педалі гальма;
- моделі аварійних ситуацій (варіант 1 або варіант 2);
- графіки, які студент може побудувати самостійно за наданими числовими даними ( $t-P$ ,  $t-dP/dt$ ).

**Студент повинен виконати:**

- визначення моменту активації (або неактивації) BAS;
- аналіз роботи гідромодуля ABS після команди BAS;
- порівняння гальмівного шляху з BAS і без BAS.

## **5. Дотримання академічної доброчесності**

При виконанні аналітичних завдань, побудові графіків та оформленні висновків студент повинен самостійно виконувати розрахунки і формулювати пояснення механізмів роботи BAS та ABS без копіювання сторонніх джерел.

## **6. Звітність**

Студент подає звіт у PDF або DOCX, оформлений згідно з методичними вимогами.

Звіт повинен містити:

- опис виконаного моделювання;
- аналіз ситуаційного варіанта;
- порівняльний аналіз гальмівного шляху;
- висновки щодо впливу BAS на безпеку та ефективність гальмування.

У дистанційному форматі основний акцент робиться на здатності студента аналізувати процеси у гальмівній системі без фізичного доступу до автомобіля, інтерпретувати сигнали датчиків, розуміти логіку алгоритму BAS та моделювати поведінку автомобіля під час екстреного гальмування.

## **2. Теоретичні відомості**

### **2.1. Загальна концепція та призначення BAS**

Система екстреного гальмування (BAS – Brake Assist System, або EBA – Emergency Brake Assist) є невід'ємною частиною сучасних систем активної безпеки автомобіля і функціонально інтегрована з ABS та ESP.



*Рис. 2. Система екстреного гальмування*

Основна проблема, яку вирішує BAS: у критичній ситуації водій часто не натискає на педаль гальма з максимальною можливою силою (так зване «гальмування з нерішучістю»), втрачаючи дорогоцінні метри гальмівного шляху.

Призначення BAS: Розпізнати намір водія здійснити екстрене гальмування і, у разі недостатнього зусилля, автоматично збільшити тиск у гальмівній магістралі до рівня, що відповідає максимальній ефективності гальмування (до моменту спрацювання ABS).

### **2.2. Принцип роботи та основні елементи**

BAS активується виключно на підставі швидкості та сили натискання водієм на педаль гальма, а не на підставі відстані до об'єкта (це функція адаптивних систем).

Ключові елементи:

1. Датчик положення педалі гальма: Реєструє початок натискання та швидкість руху педалі.
2. Датчик тиску гальмівної рідини: Вимірює тиск, створений водієм, і є критичним для розрахунку швидкості наростання тиску.
3. Електронний блок керування (ECU): Обробляє дані і обчислює похідну тиску за часом ( $dP/dt$ ).
4. Виконавчий механізм (Гідромодуль ABS): Використовує насос та клапани для різкого підвищення тиску в гальмівній системі.

#### **2.2.1. Датчик тиску гальмівної рідини (Brake Pressure Sensor)**

Це критично важливий елемент BAS.

- Розташування: Вбудований у головний гальмівний циліндр або безпосередньо у гідромодуль ABS/ESP.
- Принцип дії: Використовує тензорезистори або п'єзоелектричні елементи, які перетворюють механічний тиск рідини на електричний сигнал.
- Роль у BAS: ECU не лише зчитує абсолютне значення тиску, але й постійно обчислює похідну тиску за часом ( $dP/dt$ ). Саме високе значення  $dP/dt$  є ключовим індикатором екстреної ситуації.

### **2.3. Алгоритм розпізнавання екстреного гальмування**

BAS працює відповідно до чіткого алгоритму:

1. Моніторинг швидкості натискання: ECU BAS безперервно контролює, наскільки швидко зростає тиск у гальмівній системі.
2. Порівняння з пороговим значенням: Якщо швидкість наростання тиску перевищує заздалегідь встановлене порогове значення (що вказує на панічну реакцію водія), система робить висновок про екстрене гальмування.
  - *Примітка:* Фактичний тиск, створений водієм, може бути низьким, але швидкість його створення є високою.
3. Активація BAS: Після розпізнавання ECU миттєво дає команду гідромодулю ABS на створення максимального можливого тиску (до 100-120 бар), незалежно від подальшого зусилля водія.
4. Деактивація: Система залишається активною до тих пір, поки:
  - Автомобіль не зупиниться.
  - Водій не відпустить педаль гальма (система вважає, що небезпека минула).

### **Виконавчий механізм BAS**

Механізм активації BAS використовує компоненти гідромодуля ABS/ESP:

- Насос: При активації BAS ECU миттєво вмикає зворотний насос ABS, який швидко нагнітає тиск із резервуара назад у гальмівні магістралі, доповнюючи зусилля водія.
- Клапани: Модулюючі клапани ABS перемикаються, щоб забезпечити безперешкодний прохід рідини під високим тиском до всіх гальмівних циліндрів.
- Результат: Гальмівний тиск доводиться до максимального, встановленого виробником (зазвичай 100-120 бар), гарантуючи активацію ABS.

### **2.4. Взаємодія з ABS та скорочення гальмівного шляху**

BAS та ABS працюють у тісній взаємодії:

- BAS забезпечує максимальну силу: BAS гарантує, що гальмівний тиск буде максимально можливим (тобто тиск буде доведено до рівня, на якому колеса починають блокуватися).
- ABS забезпечує керованість: Коли BAS доводить тиск до точки спрацювання ABS, саме ABS бере на себе функцію регулювання: вона запобігає блокуванню коліс, імпульсно знижуючи тиск, щоб зберегти керованість та стійкість.

- Результат: BAS забезпечує найкоротший гальмівний шлях, а ABS - безпеку та керованість під час цього екстреного гальмування. За оцінками, BAS може скоротити гальмівний шлях на швидкості 100 км/год до 20% (це може бути довжина цілого автомобіля).

Оцінка ефективності та коефіцієнт проковзування. BAS, забезпечуючи максимальне зчеплення, дозволяє досягти оптимального коефіцієнта проковзування коліс (близько 10-20% проковзування), який забезпечує найвищий коефіцієнт зчеплення шини з дорогою. Саме завдяки цьому, а не простому збільшенню сили, BAS забезпечує найкоротший гальмівний шлях.

### **2.5. Прогностичні системи екстреного гальмування (Predictive BAS)**

Сучасні системи виходять за рамки лише реакції на педаль водія.

- Predictive Brake Assist (PBA): Інтегрується з радаром та камерами (частина системи запобігання зіткненням – FCW).

- Логіка: Якщо система виявляє неминуче зіткнення і водій лише частково або нерішуче натискає на гальмо, PBA не чекає максимальної швидкості натискання. Вона розпізнає намір гальмувати та самостійно максимізує тиск до рівня екстреного гальмування, покладаючись на дані зовнішніх сенсорів. Це є ще більш ефективним для скорочення гальмівного шляху.

### **3. Послідовність виконання роботи**

Виконання практичної роботи передбачає вивчення принципів активації та деактивації системи BAS.

**1. Ознайомлення з технікою безпеки при роботі з гальмівними системами та під час проведення вимірювань гальмівного шляху (за наявності тренажера чи тестового стенда).**

**2. Вивчення конструкції системи BAS.**

- Ідентифікувати датчик положення педалі гальма та датчик тиску у гальмівній системі.

- Визначити, як ECU ABS/ESP використовує інформацію від цих датчиків для розпізнавання екстреної ситуації.

**3. Аналіз алгоритму розпізнавання екстреного гальмування.**

- Визначити ключовий параметр, який активує BAS (швидкість наростання тиску/зусилля), і його типові порогові значення.

- Вивчити, як BAS миттєво доводить тиск до точки спрацювання ABS.

**4. Моделювання роботи BAS (на тренажері або стенді).**

- Провести контрольне гальмування з мінімальним зусиллям, але максимальною швидкістю натискання (імітація паніки).

- Зафіксувати, як BAS автоматично підвищує гальмівний тиск до максимального, незважаючи на слабке зусилля водія.

**5. Аналіз взаємодії BAS та ABS.**

- Провести порівняльний аналіз гальмівного шляху:

- А) Звичайне гальмування водієм (без спрацювання BAS).

- Б) Екстрене гальмування зі спрацюванням BAS (тиск доведений до межі ABS).

- Зробити висновки про вплив BAS на скорочення гальмівного шляху та уповільнення.

**6. Розглянути та зробити аналіз практичної ситуаційної вправи за закріпленням варіантом.**

**Варіант 1.**

*Ситуація*

Водій рухається по сухій дорозі зі швидкістю 80 км/год. Несподівано виникає перешкода. Водій різко натискає на педаль гальма, але через психологічний шок створює лише половинне зусилля від можливого. Система BAS спрацьовує, водій відчуває, що педаль ніби "провалилася" або "дотиснулася" сама, і автомобіль зупиняється значно швидше, ніж очікувалося.

*Завдання студента*

Проаналізуйте, який параметр дозволив системі BAS розпізнати намір водія здійснити екстрене гальмування, незважаючи на недостатню силу натискання. Поясніть роль гідромодуля ABS у миттєвому підвищенні тиску та його подальшу взаємодію з BAS.

*Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори:

1. Ключовий параметр активації: Швидкість наростання тиску, а не його кінцеве значення.
2. Дія гідромодуля: Різде ввімкнення насоса для нагнітання максимального тиску.
3. Подальша робота ABS: Запобігання блокуванню, щоб уникнути юзу.

**Варіант 2.**

*Ситуація*

Автомобіль рухається зі швидкістю 50 км/год. Водій помічає перешкоду та починає гальмувати плавно, але інтенсивно. Гальмування триває 4 секунди. Навіть при сильному, але поступовому натисканні, система BAS не спрацьовує. Водій не встигає зупинитися до перешкоди.

*Завдання студента*

Поясніть, чому система BAS не спрацювала, незважаючи на те, що водій створив високий тиск у системі. Який критичний параметр не було досягнуто, і чим BAS відрізняється від звичайного підсилювача гальм (вакуумного чи гідравлічного)?

*Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори:

1. Критичний параметр: Швидкість наростання тиску (або кутове прискорення педалі).
2. Відмінність від звичайного підсилювача: BAS не залежить від кінцевого тиску; вона залежить від *темпу* натискання.

3. Висновок: ECU не розпізнав панічної ситуації (екстреного гальмування).

8. Контрольні питання до практичної роботи №4

1. Яке основне призначення системи екстреного гальмування (BAS/EBA)?

2. Яку типову поведінку водія в екстреній ситуації покликана компенсувати BAS?

3. Назвіть два ключові датчики, інформація від яких використовується для активації BAS.

4. Який критичний параметр руху педалі гальма розпізнає ECU BAS для прийняття рішення про активацію?

5. Яким чином BAS забезпечує найкоротший гальмівний шлях, і чим це відрізняється від звичайного посилення гальм?

6. Поясніть, як BAS та ABS взаємодіють під час екстреного гальмування.

7. Які дії водія призведуть до деактивації системи BAS?

8. Чому спрацювання BAS є непотрібним при плавному, але інтенсивному гальмуванні (як у Варіанті 2)?

9. У чому полягає різниця між звичайною BAS та Predictive Brake Assist?

10. Де розташований виконавчий механізм BAS?

### **7. Підготовка висновків за результатами виконаної роботи.**

Вимоги до змісту звіту: звіт повинен бути оформлений у науковому стилі та містити такі структурні елементи:

1. Титульна частина

2. Мета роботи:

Стисло, але чітко сформульована мета згідно з методичними вказівками.

3. Хід виконання роботи:

Зробити аналіз практичної ситуаційної справи за закріпленим варіантом.

4. Аналіз та обговорення результатів

Студент має:

- Обґрунтувати скорочення гальмівного шляху: Порівняти фактичну ефективність гальмування (зі спрацюванням BAS) з гіпотетичним гальмівним шляхом, який би виник при недостатньому зусиллі водія.

- Проаналізувати взаємодію з ABS: Пояснити, як BAS створила максимальний тиск, а ABS запобігла блокуванню коліс.

- Зробити висновки про необхідність BAS: Обґрунтувати важливість системи для безпеки, виходячи з аналізу ситуації.

5. Висновки

2–4 узагальнені тези, що відображають:

- досягнення мети роботи;
- отримані результати;

- їх практичне значення.
6. Список використаних джерел  
Оформлений за ДСТУ 8302:2015.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА №5**

### **Система кругового огляду. Система автоматичного паркування**

**Тривалість: 6 академічних годин**

#### **1. Мета роботи:**

- Дослідити принципи функціонування та архітектуру системи кругового огляду (AVM / 360°) як ключового засобу візуалізації простору під час низькошвидкісного маневрування.
- Вивчити алгоритми цифрової обробки зображень, зокрема методи корекції ширококутних спотворень та "зшивання" (stitching) окремих відеопотоків для формування єдиної віртуальної проєкції «з висоти пташиного польоту» (Bird's Eye View).
- Опанувати структурну схему та сенсорну базу системи автоматичного паркування (APA), включаючи роль ультразвукових датчиків (USS).
- Проаналізувати логіку роботи APA, яка охоплює фази сканування паркувального місця, обчислення траєкторії руху (Path Planning) та безпосереднє виконання маневру (Execution) шляхом керування електромеханічним підсилювачем керма (EPAS).
- Сформувати практичні навички оцінки ефективності та надійності інтегрованих систем допомоги водію (ADAS) при паркуванні.

#### **Особливості проведення практичної роботи у дистанційному форматі**

Практична робота №5 може виконуватися у дистанційному форматі з використанням сучасних цифрових ресурсів, симуляторів систем кругового огляду (AVM/360°) та автоматичного паркування (APA), а також матеріалів, що імітують роботу сенсорів та ECU.

У разі дистанційного виконання студент повинен забезпечити:

#### 1. Доступ до електронних матеріалів

Студент має користуватися:

- навчальними відеоматеріалами щодо принципів роботи AVM (корекція спотворень, stitching, Bird's Eye View);
- відео роботи APA (Scanning – Path Planning – Execution);
- схемами розташування камер, ультразвукових датчиків (USS) та блоків керування (ECU AVM, ECU APA);
- матеріалами щодо CAN-шини та інтеграції систем ADAS.

#### 2. Використання віртуальних симуляторів та програмних модулів

Для імітації роботи AVM та APA рекомендується застосовувати:

- онлайн-симулятори ширококутних камер і спотворень типу «риб'яче око»;

- тренажери stitching-алгоритмів (корекція спотворень, накладання перспективи, зшивання зображень);
- симулятори АРА з візуалізацією етапів Scanning / Path Planning / Execution;
- моделі роботи ультразвукових датчиків (виявлення перешкод, тіньові зони, шумові сигнали).

### 3. Перегляд демонстраційних відео

Студент повинен переглянути відеоматеріали, що демонструють:

- принципи формування Bird's Eye View;
- калібрування АVM на калібрувальних матах;
- роботу EPAS під керуванням АРА;
- поведінку системи при зміні умов освітлення, появі артефактів stitching;
- приклади обмежень АРА у тісних просторах.

### 4. Виконання аналізу даних із використанням матеріалів викладача

У дистанційному форматі студент працює з підготовленими:

- скриншотами АVM (окремих камер та Bird's Eye View);
- прикладами спотворень та зони зшивання;
- даними ультразвукових датчиків (моделі помилок, фантомні перешкоди);
- схемами або логами CAN-шини з даними про кут керма, швидкість, статус АРА;
- віртуальними моделями траєкторних ліній.

Студент може самостійно побудувати:

- схему stitching-процесу;
- приклад проєкції зображення в BEV-формат;
- графік залежності точності АРА від доступного простору для маневру.

### 5. Дотримання принципів академічної доброчесності

Під час аналізу ситуаційних задач студент повинен:

- самостійно робити висновки;
- не копіювати матеріали сторонніх джерел без оформлених посилань;
- аргументувати рішення на основі теоретичних даних з роботи №5.

### 6. Електронна форма звітності

Звіт подається у форматі PDF або DOCX та має містити:

- мету роботи;
- опис ходу виконання;
- аналіз ситуаційного завдання відповідно до варіанту;
- висновки щодо роботи АVM та АРА;
- особливості роботи алгоритмів stitching та EPAS під час АРА-маневру;
- список використаних джерел (за ДСТУ 8302:2015).

## 7. Поглиблений акцент на аналітичних навичках

У дистанційному форматі особливо важливо вміти:

- інтерпретувати візуальні артефакти АVM без доступу до реального автомобіля;
- аналізувати поведінку USS на основі симуляційних даних;
- визначати причини збоїв stitching та помилкових спрацювань АРА;
- моделювати траєкторії та обґрунтовувати вимоги до простору для паркування;
- робити висновки про інтеграцію АVM та АРА через CAN-шину.

## 2. Теоретичні відомості

### 1. Система кругового огляду (АVM / 360°)

Призначення та компоненти. Система кругового огляду (АVM), відома також як 360° View, призначена для усунення сліпих зон автомобіля та надання водієві повного візуального контролю над простором під час паркування та маневрування на швидкості до 20 км/год.

Ключові компоненти АVM та їхні функції для створення панорамного огляду представлені у таблиці 4.

Таблиця 4. Основні компоненти та функціональне призначення системи кругового огляду (АVM).

Компонент	Місце розташування	Функція
Камери	Спереду, ззаду та під бічними дзеркалами (4 шт.)	Знімання зображення. Використовуються ширококутні об'єктиви ("риб'яче око") з кутом огляду $\geq 180^{\circ}$
Блок керування (ECU АVM)	Центральний блок обробки даних	Калібрування, корекція, трансформування та "зшивання" відеопотоків
Дисплей (НМІ)	Центральна консоль	Виведення кінцевого зображення (Bird's Eye View) та траєкторних ліній
Датчики швидкості та кута керма	Шини даних CAN	Вхідні дані для розрахунку динамічних траєкторних ліній

Алгоритм "Зшивання" зображень (Stitching). Створення єдиного панорамного зображення "з висоти пташиного польоту" (Bird's Eye View) вимагає складних алгоритмів комп'ютерного зору.

1. Корекція спотворень: Ширококутні об'єктиви створюють суттєві радіальні спотворення. ECU використовує матрицю внутрішньої калібровки, щоб цифровим способом вирівняти зображення.

2. Проекція (Perspective Transformation): Кожне скориговане зображення трансформується з площини у перспективу, паралельну поверхні дороги (план "згори").

3. Зшивання (Stitching): Трансформовані зображення з чотирьох камер об'єднуються в єдину панораму. Найскладніше місце – зони перекриття, де необхідно забезпечити плавний і безшовний перехід між зображеннями.

4. Накладання графіки: На фінальну картинку накладається віртуальна 3D-модель автомобіля та динамічні траєкторні лінії.

Процедура калібрування системи АVM. Калібрування є критично важливим для АVM, оскільки від нього залежить точність "зшивання" зображень.

- Мета: Визначити точні геометричні параметри кожної камери (фокусна відстань, центр об'єктива, параметри спотворення).

- Процес: Калібрування виконується на спеціально підготовленому майданчику з використанням великих калібрувальних матів (шахових дощок), які розміщуються навколо автомобіля.

- Дія ECU: ECU АVM робить знімки цих матів, аналізує відомі розміри та розташування візерунків, і автоматично розраховує та зберігає необхідні параметри для корекції спотворень та правильного зведення зображень.

- Необхідність: Калібрування обов'язкове після будь-якого ремонту або заміни камери, а також після заміни лобового скла (якщо камера розташована там).

## 2. Система автоматичного паркування (АРА)

Призначення та сенсорна база. Система автоматичного паркування (АРА) призначена для самостійного керування рульовим механізмом під час паркування.

АРА покладається на високоточні датчики відстані, функції та особливості яких наведені у таблиці 5.

Таблиця 5. Сенсорна база та функції системи автоматичного паркування (АРА).

Сенсор	Роль у АРА	Переваги
Ультразвукові датчики (USS)	<b>Первинний сенсор.</b> Вимірюють точну відстань до перешкод та довжину паркувального місця. Зазвичай 8–12 датчиків по периметру.	Висока точність на малій відстані, незалежність від освітлення.
Датчик кута повороту керма	Вхідні дані для ЕРАС та для розрахунку траєкторії.	Необхідний для точного позиціонування коліс.
Камери АVM	<b>Допоміжний сенсор.</b> Використовуються для	Широкий огляд, розпізнавання

	візуального підтвердження виявлення місця та візуалізації процесу.	дорожньої розмітки.
--	--	---------------------

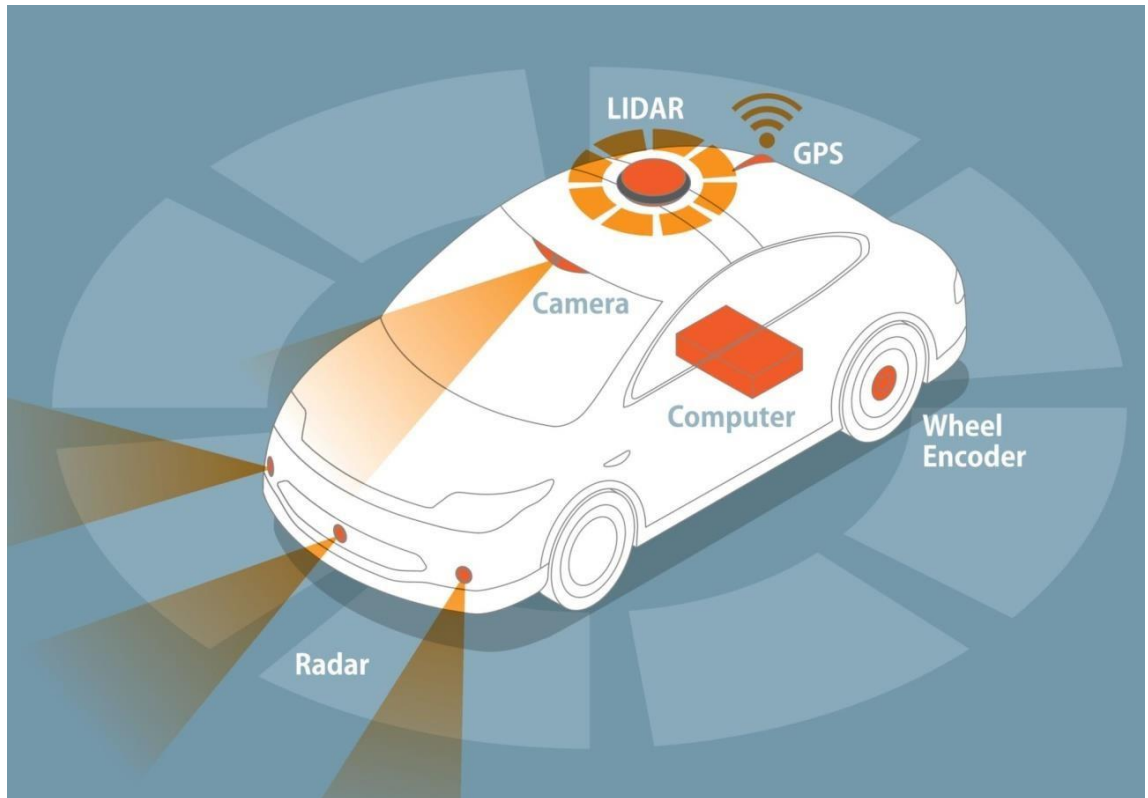


Рис. 3. Сенсорна система транспортного засобу

Алгоритм виконання паркування. Процес автоматичного паркування поділяється на три ключові етапи: виявлення, обчислення та виконання.

1. Фаза виявлення місця (Scanning): Ультразвукові датчики сканують простір. ECU APA порівнює виміряні розміри з мінімально необхідним простором.

2. Фаза обчислення траєкторії (Path Planning): ECU APA розраховує оптимальну траєкторію, визначаючи послідовність необхідних кутів повороту керма.

3. Фаза виконання маневру (Execution): APA бере на себе керування EPAS. Водій контролює швидкість та гальмування, дотримуючись інструкцій системи.

Типи паркування та вимоги до простору

APA підтримує кілька сценаріїв паркування, кожен з яких має свої вимоги до місця, визначені ультразвуковими датчиками:

| Тип паркування | Мінімальні вимоги до місця ( $L$  — довжина авто) | Використання EPAS || :--- | :--- | :--- || Паралельне (Parallel) |  $L_{\text{місця}} \geq L_{\text{авто}} + 0.8 - 1.2$  м | Обертання керма на кілька повних обертів. || Перпендикулярне (Perpendicular) |  $L_{\text{місця}} \geq L_{\text{авто}} + 0.6$  м (по ширині) | Виконання маневру за один або два етапи. || Діагональне (Diagonal) | Потребує найменше часу для маневру. | Схоже на перпендикулярне, але з меншим кутом заїзду. |

При виявленні місця USS сканують довжину та ширину, а ECU APA перевіряє, чи відповідають виміри мінімальним вимогам для забезпечення безпечних зазорів (до 10–15 см) з обох боків.

#### Синтез систем AVM та APA

Системи кругового огляду та автоматичного паркування функціонують в інтеграції для підвищення безпеки та комфорту.

#### Роль CAN-шини в інтеграції:

- ECU AVM та ECU APA обмінюються інформацією через високошвидкісну CAN-шину (Controller Area Network).
- APA отримує: Сигнали про швидкість (від ABS/ESP) та точне положення керма (від EPAS).
- AVM отримує: Сигнали про активацію APA, що дозволяє системі AVM автоматично переключити дисплей на найбільш інформативний вид (наприклад, задній та Bird's Eye View).

Втручання водія та безпека: Обидві системи інтегровані з гальмівною системою. Якщо водій торкається керма під час маневру APA або якщо USS виявляє несподівану небезпеку, система негайно призупиняє автоматичне керування. AVM забезпечує водію чітке відображення розрахованої APA траєкторії на екрані, а також резервний візуальний контроль зон, що не покриваються USS.

### **3. Послідовність виконання роботи**

#### **1. Система кругового огляду (AVM). Ознайомлення з апаратною базою:**

- Ідентифікувати розташування чотирьох ширококутних камер системи AVM на автомобілі (спереду, ззаду, під дзеркалами).
- Визначити лінії зв'язку (CAN-шина) між камерами та блоком керування AVM (ECU AVM).

#### **2. Аналіз візуалізації та спотворень:**

- Увімкнути систему AVM та оцінити якість зображення на дисплеї.
- Візуально визначити зони перекриття та зони "зшивання" (stitching) між зображеннями з різних камер.
- Проаналізувати геометричні спотворення (ефект "риб'яче око") та оцінити необхідність їх корекції.

#### **3. Вивчення процедури калібрування:**

- Теоретично розглянути необхідність використання калібрувальних матів для процедури калібрування AVM.
- Визначити, які геометричні параметри ECU AVM розраховує та зберігає під час калібрування (наприклад, фокусна відстань).
- Зробити висновки про необхідність повторного калібрування після заміни камери або бампера.

#### **4. Аналіз динамічної графіки:**

- Оцінити точність відображення динамічних траєкторних ліній AVM при повільному обертанні керма.

- Встановити залежність руху цих ліній від кута повороту керма та швидкості автомобіля (дані з CAN-шини).

#### **5. Ознайомлення із сенсорною базою АРА:**

- Ідентифікувати розташування ультразвукових датчиків (USS), які використовуються для сканування паркувального місця.

- Визначити, які саме датчики (бічні, передні, задні) використовуються на етапі сканування для вимірювання довжини/ширини місця.

#### **6. Аналіз алгоритму виявлення місця:**

- Змодельовати сканування ряду припаркованих автомобілів (на тренажері або віртуально).

- Визначити мінімальні вимоги до простору для паралельного паркування (наприклад, довжина авто + 1.0 м).

- Проаналізувати, як АРА розпізнає тип паркування (паралельне, перпендикулярне).

#### **7. Аналіз етапу виконання маневру (Execution):**

- Простежити, як ECU АРА перебирає керування електромеханічним підсилювачем керма (EPAS).

- Проаналізувати послідовність команд на EPAS (зміна кута повороту) та команди водієві (D/R).

- Визначити умови, за яких АРА автоматично гальмує (критичне зближення з перешкодою) або відключається (втручання водія у кермо).

#### **8. Розглянути та зробити аналіз практичної ситуаційної вправи за закріпленням варіантом (охоплює обидві системи).**

##### **Варіант 1.**

##### *Ситуація*

Автомобіль обладнаний системами АVM та АРА. Під час виконання перпендикулярного паркування (керує АРА) водій помічає, що ліве бічне зображення АVM на дисплеї має значне спотворення (горизонтальні лінії виглядають дугоподібними), а система АРА раптово перервала маневр і видала попередження "Obstacle Detected" (Виявлено перешкоду), хоча очевидної перешкоди не було. При цьому, бічний ультразвуковий датчик (USS) зліва також не функціонує.

##### *Завдання студента*

Проаналізуйте можливі причини несправності системи АVM та АРА.

1. Поясніть, що могло спричинити геометричне спотворення (дугоподібні лінії) на зображенні АVM.

2. Визначте, чи є зв'язок між несправністю АVM та раптовим перериванням паркування АРА.

3. Запропонуйте первинні діагностичні дії для виявлення джерела несправності (на рівні сенсорів).

##### *Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори:

- Спотворення AVM: ймовірно, порушення калібрування камери або фізичне зміщення об'єктива (наприклад, після легкого удару дзеркалом).
- Переривання АРА: АРА припиняє роботу при виявленні неіснуючої перешкоди (фантомний сигнал) через несправний USS або при втраті необхідних вхідних даних.
- Зв'язок: АРА покладається на USS для вимірювання, але AVM використовується для візуального контролю. Несправність USS може бути первинною причиною, але спотворення AVM вказує на окрему або супутню проблему калібрування.

## **Варіант 2.**

### *Ситуація*

Водій намагається припаркувати автомобіль паралельно у вузькому місці за допомогою системи АРА.

1. Система АРА не змогла знайти місце, хоча візуально воно виглядає достатнім (довжина  $L_{\text{місце}} = L_{\text{авто}} + 0.7 \text{ м}$ ).
2. При подальшому русі водій намагається самостійно маневрувати, але на зображенні AVM (Bird's Eye View) він бачить "розмитість" та "тіні" на межі зшивання зображень (наприклад, навколо зони бічного дзеркала) через прямі сонячні промені.

### *Завдання студента*

Проаналізуйте обмеження систем, що проявилися у цій ситуації.

1. Поясніть, чому АРА відмовилася від паркування, попри те, що місце виглядало достатнім для досвідченого водія. Вкажіть, який критичний параметр системи не був задоволений.
2. Поясніть причини виникнення "розмитості" та "тіней" на зображенні AVM у зоні зшивання. Як це явище пов'язане з принципом роботи камер та алгоритмом обробки зображення?

### *Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори:

- Відмова АРА: Системі потрібен додатковий буфер безпеки (зазвичай  $\geq 0.8 \text{ м}$ . Місце  $L_{\text{авто}} + 0.7 \text{ м}$ . є недостатнім для гарантованого виконання маневру за розрахованою траєкторією.
- Недоліки AVM: "Розмитість" та "тіні" виникають, коли умови освітлення між камерами сильно відрізняються (наприклад, різкий перехід від тіні до яскравого сонця), що ускладнює алгоритм зведення (stitching). Камери не можуть миттєво адаптувати експозицію.

## **9. Контрольні питання до практичної роботи №5**

1. Яке основне призначення Системи кругового огляду (AVM)?
2. Назвіть та вкажіть розташування чотирьох ширококутних камер, які використовуються в системі AVM.
3. Поясніть, що таке "ефект риб'ячого ока" і яким чином ECU AVM його компенсує.
4. Що таке "Bird's Eye View" і який процес дозволяє ECU його сформувати?

5. Які дані, окрім зображень, АVM отримує через CAN-шину для накладання динамічних траєкторних ліній?

6. Чому процедура калібрування АVM є критично важливою, і коли її необхідно виконувати?

7. Назвіть основний тип сенсорів, на які покладається Система автоматичного паркування (АРА) для виявлення паркувального місця.

8. Сформулюйте мінімальну умову (залежність від довжини авто) для паралельного паркування, яку вимагає АРА.

9. Поясніть, яким чином АРА бере на себе керування автомобілем. Який механізм вона контролює безпосередньо?

10. За яких умов АРА автоматично припинить виконання маневру і передасть керування водієві?

11. Як системи АVM та АРА взаємодіють між собою під час активного паркування (Execution Phase)?

12. У чому полягає різниця між фазами "Scanning" та "Path Planning" в алгоритмі роботи АРА?

### **10. Підготовка висновків за результатами виконаної роботи.**

Вимоги до змісту звіту: звіт повинен бути оформлений у науковому стилі та містити такі структурні елементи:

1. Титульна частина

2. Мета роботи:

Стисло, але чітко сформульована мета згідно з методичними вказівками.

3. Хід виконання роботи:

Зробити аналіз практичної ситуаційної вправи за закріпленим варіантом.

4. Аналіз та обговорення результатів

Студент має:

- Оцінити якість візуалізації АVM: Проаналізувати ефективність алгоритму зшивання (stitching) зображень, звернувши особливу увагу на зони перекриття та наявність візуальних артефактів ("тіней", розмитості) при різних умовах освітлення.

- Проаналізувати точність траєкторної графіки: Оцінити відповідність динамічних траєкторних ліній АVM реальному руху коліс. Зробити висновок про важливість калібрування датчика кута керма для коректної роботи АVM.

- Обґрунтувати обмеження АРА: На підставі аналізу ситуаційної вправи (Варіант 2) пояснити, чому система АРА вимагає більшого буферного простору, ніж досвідчений водій, і як це впливає на її доступність у щільних міських умовах.

- Визначити критичні сенсори: Зробити висновок про пріоритет сенсорів у АРА. Обґрунтувати, чому АРА негайно відключається при відмові ультразвукового датчика (USS), оскільки він є основним джерелом даних для фази Path Planning та Execution.

- Зробити висновок про інтеграцію: Оцінити, як АVM допомагає АРА, забезпечуючи візуальний контроль і підвищуючи довіру водія до автоматизованого маневру.

#### 5. Висновки

2–4 узагальнені тези, що відображають:

- досягнення мети роботи;
- отримані результати;
- їх практичне значення.

#### 6. Список використаних джерел

Оформлений за ДСТУ 8302:2015.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

### Система контролю стану водія. Алкотестери

Тривалість: 6 академічних годин

#### 1. Мета роботи:

- Сформувати розуміння функціонального призначення та методів роботи системи контролю стану водія (DSM/DMS), спрямованої на виявлення втоми та неуважності.

- Дослідити ключові технології та алгоритми, які використовуються для моніторингу поведінки керування та параметрів обличчя/очей водія.

- Вивчити принципи роботи та сенсорну базу автомобільних алкотестерів (Ignition Interlock Devices – IID), а також їхню роль у запобіганні керуванню в стані сп'яніння.

- Проаналізувати вимоги до калібрування та особливості експлуатації електрохімічних сенсорів, що використовуються в IID.

- Оцінити ефективність інтеграції цих систем у загальну архітектуру безпеки автомобіля через CAN-шину.

#### Особливості проведення практичної роботи №6 у дистанційному форматі

Практична робота №6 може бути виконана у дистанційному режимі із застосуванням цифрових навчальних інструментів, симуляторів та матеріалів, що моделюють роботу систем DSM/DMS та автомобільних алкотестерів IID. Успішне проходження дистанційного формату вимагає від студента здатності проводити аналіз без прямого доступу до обладнання, використовуючи візуальні, модельні та симуляційні дані.

#### 1. Доступ до електронних матеріалів

Студент повинен забезпечити можливість роботи з такими матеріалами:

- навчальними відео про принципи роботи DSM/DMS, алгоритм PERCLOS, аналіз Head Pose;

- відеоматеріалами виробників IID, що демонструють процес продування, Rolling Retest та захист від маніпуляцій;

- схемами роботи електрохімічного сенсора, структурою IID та підключенням до стартера;
  - інформацією щодо інтеграції DSM та IID у CAN-шину.
2. Використання віртуальних тренажерів та симуляторів  
У дистанційному форматі студент застосовує:
- тренажери аналізу SWA (варіативності керування);
  - моделі роботи IR-камери, що демонструють PERCLOS, відстеження повік, нахил голови;
  - симулятори IID, що моделюють:
    - процедуру первинного тесту,
    - Rolling Retest,
    - реакцію системи на провал або маніпуляцію,
    - поведінку електрохімічного сенсора.
3. Перегляд демонстраційних відео  
Студент повинен переглянути:
- демонстрації роботи IR-камери в різних умовах освітлення;
  - вплив засвітів та несправностей IR-підсвічування;
  - роботу електрохімічного сенсора IID (паливної комірки);
  - процедури калібрування IID;
  - приклади Rolling Retest та механізми попередження водія.
4. Аналіз даних і матеріалів викладача  
У дистанційному форматі студент працює з наданими цифровими матеріалами:
- скриншотами зображення з IR-камери (нормальна робота / засвічення / затемнення);
  - даними PERCLOS у вигляді таблиць та графіків;
  - логами SWA для аналізу варіативності корекцій керма;
  - скриншотами інтерфейсу IID з різними результатами тесту;
  - записами журналу подій IID;
  - моделями несправностей (вихід з ладу сенсора, засвіт камери, спроби маніпуляції).
- Студент може самостійно побудувати:
- графік зміни PERCLOS у часі;
  - частотний спектр рухів керма;
  - схему роботи електрохімічного сенсора IID;
  - логіку алгоритму Rolling Retest.
5. Дотримання принципів академічної доброчесності  
Студент зобов'язаний:
- виконувати аналіз самостійно;
  - чітко аргументувати висновки, використовуючи теоретичну частину;
  - уникати копіювання без розуміння;
  - не підмінювати власний аналіз автоматичною інтерпретацією відео чи графіків.

## 6. Електронна форма звітності

Звіт подається у форматі PDF або DOCX та повинен містити:

- мету роботи;
- детальний опис ходу роботи;
- аналіз ситуаційної задачі (залежно від варіанту 1 або 2);
- обговорення результатів та пояснення логіки DSM і IID;
- висновки;
- список використаних джерел за ДСТУ.

## 7. Акцент на аналітичних навичках у дистанційному форматі

У дистанційному виконанні особливо важливо вміти:

- інтерпретувати PERCLOS та Head Pose за скриншотами, без живої камери;
- визначати причини несправностей IR-камери за ознаками (засвіт, білий кадр, шум);
- аналізувати логіку рішень IID без реального продування;
- виявляти маніпуляції на основі логів (об'єм, тиск, тривалість видиху);
- моделювати ситуації Rolling Retest та безпечну логіку блокування;
- розпізнавати недостатність даних у DSM при відмові камери.

## 2. Теоретичні відомості

### 2.1. Система контролю стану водія (Driver Status Monitoring – DSM)

Система DSM (також відома як DDM) використовує комплексний підхід для оцінки ризиків, пов'язаних із втомою та неухважністю.

Методи виявлення втоми та неухважності

DSM використовує два основні підходи для оцінки стану водія, які представлені у Таблиці 6.

*Таблиця 6. Основні методи моніторингу стану водія (DSM).*

Підхід	Метод аналізу	Основні показники
А. Аналіз поведінки керування	Моніторинг кутової швидкості керма та позиції авто на смузі (через ESP/ABS/LKA).	Частота та різкість корекції керма (дрібні, часті рухи = втома).
Б. Аналіз стану водія	Відеомоніторинг обличчя та очей за допомогою інфрачервоної камери.	PERCLOS (відсоток закриття повік), напрямок погляду (відволікання).

Поглиблений аналіз за допомогою камер (Physiological Analysis)

Інфрачервона камера (зазвичай розташована на рульовій колонці) є основою фізіологічного моніторингу.

- PERCLOS (Percent Eyelid Closure): Це ключовий біометричний показник. ECU вимірює відсоток часу, протягом якого очі водія закриті.

Якщо цей відсоток перевищує порогове значення (наприклад, 80% закрито протягом 3 секунд), система ідентифікує ризик мікросну.

- Розпізнавання позиції голови: Аналіз кута нахилу голови. Різкий або тривалий нахил голови вказує на неуважність або засинання.

Інтеграція DSM та бортової мережі

Ефективність DSM залежить від інтеграції через CAN-шину. DSM отримує дані від ESP/ABS про швидкість і кутову швидкість рискання для оцінки, чи корекції керма є вимушеними (наприклад, через вітер) чи спричинені втомою. Інформація про довжину поїздки від системи навігації також використовується для загальної оцінки ризику.

Детальний алгоритм аналізу поведінки керування (Steering Wheel Variability)

DSM не просто фіксує рухи керма, а аналізує їхню статистичну варіативність. На основі даних від датчика кута керма, ECU обчислює:

1. SWA (Steering Wheel Angle) Варіативність: На початкових стадіях втоми водій починає робити часті, але дуже дрібні корекції, що призводить до збільшення частоти (високої варіативності) рухів керма.

2. Частотний аналіз (Filtering): ECU фільтрує ці рухи. Якщо частота рухів керма лежить у діапазоні 0.1 – 0.5 Гц (діапазон, типовий для втоми), система підвищує індекс ризику.

3. Індекс ризику: Після певної тривалості монотонного руху (наприклад, 20 хвилин на швидкості вище 60 км/год) система починає формувати індекс ризику втоми. Якщо індекс досягає певного порогу, DSM видає попередження.

## 2.2. Автомобільні алкотестери (Ignition Interlock Devices — IID)

Система блокування запалювання (IID) — це пристрій, який запобігає запуску двигуна, якщо рівень алкоголю в повітрі, що видихається водієм, перевищує встановлений поріг.

Конструкція та сенсорна технологія

IID використовують високоточні електрохімічні (паливні) сенсори, які є надійнішими та селективнішими за напівпровідникові. Їхні ключові характеристики наведені у таблиці 7.

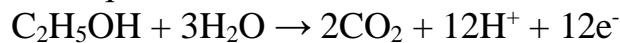
Таблиця 7. Характеристики електрохімічного сенсора IID.

Параметр	Опис	Юридичне значення
<b>Селективність</b>	Сенсор реагує виключно на етанол, ігноруючи ацетон та інші речовини.	Гарантує, що лише алкоголь призведе до блокування.
<b>Принцип вимірювання</b>	Хімічна реакція окислення етанолу на платинових електродах генерує електричний струм, сила якого	Висока точність результату (похибка менше 5%).

	пропорційна концентрації алкоголю.	
<b>Одиниця</b>	Вимірювання виводиться у вигляді ВАС (Blood Alcohol Content).	Результат є доказовим у судових інстанціях.

Молекулярний принцип роботи електрохімічного сенсора IID  
Електрохімічний сенсор (Fuel Cell Sensor) є серцем IID. Він функціонує як мініатюрна паливна комірка, в якій етанол виступає паливом.

1. Анод: Коли повітря, що видихається, потрапляє в камеру, молекули етанолу  $C_2H_5OH$  вступають у реакцію на каталізаторі (зазвичай платина) на аноді, окислюючись до оцтової кислоти  $CH_3COOH$ . У цьому процесі вивільняються електрони та іони водню:



2. Катод: Електрони рухаються зовнішнім ланцюгом (генеруючи вимірюваний струм), а іони водню проходять через електроліт до катода, де вони реагують з киснем.

3. Вимірювання: сила електричного струму, що генерується між анодом і катодом, прямо пропорційна кількості молекул етанолу, що потрапили в сенсор. ECU перетворює цей струм у показник BrAC (концентрація алкоголю в повітрі, що видихається).

Функціонал та запобігання обману:

1. Початкове блокування: якщо рівень BrAC вище порога, ECU IID розриває ланцюг запалювання/стартера через реле.

2. Повторна перевірка (Rolling Retest): система у випадковий час вимагає повторної перевірки під час руху. Провал тесту призводить до запису події та активації світлової/звукової сигналізації.

3. Виявлення маніпуляцій: IID аналізує тиск, температуру та об'єм повітря, що видихається, щоб запобігти спробам використати сторонні гази або іншу особу.

4. Журнал подій: Усі результати, провали, проігноровані тести та спроби обману записуються в енергонезалежну пам'ять для подальшого аудиту.

Технічні та юридичні вимоги до IID

Через юридичну значущість результатів, IID підлягають суворим вимогам:

1. Антисаботаж (Anti-Tampering): пристрої повинні мати постійний моніторинг живлення, температури корпусу та датчиків. Будь-яка спроба фізичного чи електричного втручання фіксується і призводить до запису порушення (violation).

2. Температурна компенсація: точність електрохімічних сенсорів залежить від температури. IID має вбудовані нагрівачі та температурні

датчики, щоб забезпечити, що тест проводиться при оптимальній робочій температурі, незалежно від зовнішніх умов.

3. Вимоги до калібрування: пристрій повинен бути періодично (кожні 30-90 днів) доставлений до сервісного центру для аудиту журналу подій та повторного калібрування сенсора на стандартизованих сумішах газу. Це забезпечує його доказову точність.

4. Специфічні вимоги до дихання: IID вимагає, щоб водій забезпечив стабільний потік глибокого повітря (для вимірювання саме альвеолярного повітря, де концентрація алкоголю є максимальною), що ускладнює спроби просто "подути" на сенсор.

### **3. Послідовність виконання роботи**

#### **1. Ознайомлення з апаратною базою DSM:**

- Ідентифікувати розташування інфрачервоної камери (DSM) та її кут огляду.

- Визначити, які модулі (ECU) в автомобілі інтегровані з DSM (ESP/LKA, Комбінація приладів).

#### **2. Аналіз моніторингу поведінки керування:**

- Розглянути на тренажері або в теоретичному режимі, як DSM аналізує кутову швидкість керма.

- Визначити порогові значення, які класифікуються як "типова ознака втоми" (часті дрібні корекції).

#### **3. Аналіз фізіологічного моніторингу:**

- Вивчити показник PERCLOS. Визначити, як ECU обчислює цей відсоток часу, і який відсоток вважається критичним для видачі попередження.

#### **4. Вивчення системи IID:**

- Ідентифікувати блок IID та його підключення до ланцюга запалювання/стартера.

- Вивчити принцип дії електрохімічного сенсора.

- Проаналізувати вимоги до калібрування IID (періодичність, необхідність сертифікації).

#### **5. Моделювання перевірки IID:**

- Змоделювати процедуру початкової перевірки та повторної перевірки під час руху (Rolling Retest).

- Проаналізувати, як IID реагує на провал тесту в обох випадках.

**6. Розглянути та зробити аналіз практичної ситуаційної вправи за закріпленим варіантом.**

#### **Варіант 1.**

##### *Ситуація*

Водій керує автомобілем 5 годин без зупинки. Система DSM видала два візуальних попередження ("Час зробити перерву"), але водій їх проігнорував. Через 15 хвилин система перестала видавати попередження, незважаючи на те, що водій почав робити часті дрібні корекції керма і ледь

помітні нахили голови. Діагностика показала, що інфрачервона камера DSM фіксує лише "засвічене" (біле) зображення.

*Завдання студента*

1. Поясніть, який метод DSM (поведінковий чи фізіологічний) відключився, і як це вплинуло на роботу системи.

2. Назвіть ймовірну причину "засвіченого" зображення та його зв'язок із роботою інфрачервоної камери.

3. Чому перші попередження були видані, а подальші, при очевидному погіршенні стану, — ні?

*Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори:

- Перші попередження: Були видані на підставі поведінкового аналізу (аналіз варіативності керма) та/або аналізу тривалості поїздки.

- "Засвічене" зображення: Вказує на відмову інфрачервоного підсвічування камери або фізичне блокування об'єктива. Це виводить з ладу фізіологічний моніторинг (PERCLOS, нахил голови).

- Припинення попереджень: У разі відмови ключового сенсора, DSM може перейти у резервний (safe) режим, припиняючи видачу критичних попереджень, оскільки не має достатньої кількості підтверджуючих даних для формування точного індексу ризику.

*Очікуваний результат виконання вправи*

Студент має пояснити, що фізіологічний моніторинг (камера) відключився через технічну несправність, а без його даних поведінковий аналіз виявився недостатнім для підтвердження критичної втоми.

## **Варіант 2.**

*Ситуація*

Водій намагається запустити автомобіль, обладнаний IID. Після проходження початкового тесту (результат чистий) двигун запускається. Через 10 хвилин система вимагає повторної перевірки (Rolling Retest). Водій просить пасажира пройти тест. Пасажир успішно проходить тест, але через 5 хвилин система активує постійний звуковий сигнал та блимання фар.

*Завдання студента*

1. Проаналізуйте, чому IID не заблокувала двигун негайно після провалу (або ігнорування) повторного тесту.

2. Поясніть, як система IID могла розпізнати, що тест був пройдений сторонньою особою, або що відбулася спроба маніпуляції (навіть при чистому результаті).

3. Обґрунтуйте функцію постійного звукового сигналу та блимання фар з точки зору безпеки та законодавства.

*Підказка для аналізу*

Студент має розглянути такі фактори:

- Негайне блокування: Заборонене через безпеку дорожнього руху (уникнення ДТП на високій швидкості).

- Розпізнавання обману: IID аналізує тиск, об'єм та тривалість видиху. Якщо ці параметри не відповідають профілю водія (або типовому профілю дорослої людини), система реєструє спробу маніпуляції. Сучасні IID також використовують камери для ідентифікації водія.

- Світлова/Звукова Сигналізація: Це законодавча вимога. Функція сигналізації призначена для попередження поліції та громадськості про те, що транспортний засіб, ймовірно, використовується особою у стані сп'яніння, що призвело до провалу Rolling Retest.

### **7. Контрольні питання до практичної роботи №6**

1. Яке основне призначення Системи контролю стану водія (DSM)?
2. Назвіть два основні підходи (методи) виявлення втоми, які використовує DSM.
3. Що таке PERCLOS і як він обчислюється? Який рівень PERCLOS вказує на ризик мікросну?
4. Які поведінкові параметри (пов'язані з кермом) DSM класифікує як ознаку втоми?
5. Поясніть, чому IID використовує електрохімічний, а не напівпровідниковий сенсор.
6. Що таке селективність сенсора IID, і чому вона важлива?
7. Для чого призначена повторна перевірка під час руху (Rolling Retest)?
8. Чому IID не зупиняє двигун негайно після провалу повторного тесту?
9. Які дані IID реєструє у журналі подій, і для чого вони використовуються?
10. Яким чином IID виявляє, що тест був пройдений сторонньою особою?
11. З якими іншими системами (ECU) DSM обмінюється інформацією через CAN-шину?
12. Які технічні умови вимагаються для підтримки точності IID (пов'язані з обслуговуванням)?

### **8. Підготовка висновків за результатами виконаної роботи.**

Вимоги до змісту звіту: звіт повинен бути оформлений у науковому стилі та містити такі структурні елементи:

1. Титульна частина
2. Мета роботи:  
Стисло, але чітко сформульована мета згідно з методичними вказівками.
3. Хід виконання роботи:  
Зробити аналіз практичної ситуаційної вправи за закріпленим варіантом.
4. Аналіз та обговорення результатів  
Студент має:

1. Оцінити методи DSM: Порівняти надійність та чутливість поведінкового аналізу (кермо) і фізіологічного аналізу (PERCLOS), зваживши їхні переваги та недоліки (наприклад, чутливість камери до освітлення).

2. Проаналізувати логіку попередження: Обґрунтувати, чому DSM використовує поступову систему попереджень і чому система не може бути абсолютно відключена навіть при несправності камери.

3. Обґрунтувати вибір сенсора IID: Пояснити, чому електрохімічні сенсори є обов'язковими для IID, наголосивши на їхній селективності та точності для уникнення хибних спрацювань.

4. Проаналізувати стратегії безпеки IID: Зробити висновок про важливість механізмів Rolling Retest та блокування від маніпуляцій для забезпечення ефективності IID.

#### 5. Висновки

2–4 узагальнені тези, що відображають:

- досягнення мети роботи;
- отримані результати;
- їх практичне значення.

#### 6. Список використаних джерел

Оформлений за ДСТУ 8302:2015.

## Підсумковий тест

### Варіант 1.

ПР №1: Антиблокувальна система (ABS)

1. **Яка з перерахованих фаз не є частиною типового циклу регулювання тиску гідromодуля ABS?**
  - А) Фаза підвищення тиску.
  - Б) Фаза фіксованого гальмування.
  - В) Фаза утримання тиску.
  - Г) Фаза зниження тиску.
2. **Яку функцію виконує Електронний блок керування (ECU) ABS після отримання даних від датчиків швидкості?**
  - А) Регулює кут повороту керма.
  - Б) Порівнює швидкість обертання коліс і визначає момент початку блокування.
  - В) Вимикає живлення насоса.
  - Г) Активація подушок безпеки.
3. **Яке явище прагне попередити ABS під час інтенсивного гальмування?**
  - А) Надмірну повертальність.
  - Б) Блокування (проковзування) коліс.
  - В) Відсутність тяги.
  - Г) Недостатню температуру гальмівних дисків.
4. **Чотириканальна ABS забезпечує незалежне регулювання тиску для...**
  - А) Передньої та задньої осі.
  - Б) Правого та лівого боку.
  - В) Кожного колеса окремо.
  - Г) Тільки передніх коліс.

ПР №2: Антибуксувальна система (TCS) та Система курсової стійкості (ESP)

5. **Який сенсор є унікальним для ESP і є основним джерелом інформації про неконтрольований бічний рух автомобіля?**
  - А) Датчик швидкості колеса.
  - Б) Датчик кута повороту керма.
  - В) Датчик кутової швидкості обертання (Yaw Rate Sensor).
  - Г) Датчик тиску гальмівної рідини.
6. **Яка основна функція TCS (Traction Control System) під час прискорення на слизькій дорозі?**
  - А) Гальмування автомобіля.
  - Б) Запобігання пробуксовуванню ведучих коліс.
  - В) Корекція кута керма.
  - Г) Контроль тиску в шинах.

7. **Яку корекційну дію ESP застосовує для запобігання надмірній повертальності (заносу задньої осі)?**

- А) Гальмує заднє внутрішнє колесо.
- Б) Гальмує переднє внутрішнє колесо.
- В) Гальмує переднє зовнішнє колесо.
- Г) Зменшує крутний момент на 50%.

8. **Який вхідний сигнал є критичним для ECU ESP, оскільки відображає намір водія щодо напрямку руху?**

- А) Тиск у гальмівній системі.
- Б) Сигнал від датчика кута повороту керма.
- В) Швидкість обертання двигуна.
- Г) Сигнал від датчика прискорення.

ПР №3: Система контролю тиску в шинах (TPMS)

9. **Який принцип вимірювання використовує непряма система TPMS (iTPMS)?**

- А) Датчики тиску в колесах.
- Б) Аналіз різниці кутових швидкостей обертання коліс через датчики ABS/ESP.
- В) Ультразвукові датчики.
- Г) Датчик температури шини.

10. **Яку проблему iTPMS не може виявити, на відміну від прямої системи (dTPMS)?**

- А) Прокол одного колеса.
- Б) Поступове падіння тиску в усіх чотирьох колесах одночасно.
- В) Надмірний тиск.
- Г) Спущене колесо.

11. **Яка обов'язкова процедура необхідна для iTPMS після підкачування шин або їх заміни?**

- А) Перекалібрування датчика тиску.
- Б) Ручне скидання (Reset/Relearn) системи для фіксації нових еталонних швидкостей.
- В) Заміна батарей у датчиках.
- Г) Діагностика ESP.

12. **Яка технологія найчастіше використовується для бездротової передачі даних між датчиком dTPMS у колесі та ECU?**

- А) Wi-Fi.
- Б) GPS.
- В) Радіочастотний передавач (RF-Transmitter) на частотах 315/433 МГц.
- Г) Інфрачервоний порт.

ПР №4: Система екстреного гальмування (BAS)

13. **Яка типова поведінка водія в екстреній ситуації є основною метою компенсації Системи BAS?**

- А) Пізнє натискання на гальмо.

- Б) Блокування коліс.
- В) Недостатнє (несміливе) зусилля на педалі гальма.
- Г) Занадто швидке натискання на педаль з м'яким зусиллям.

14. **Який критичний параметр використовує ECU BAS для активації системи?**

- А) Абсолютне значення кінцевого гальмівного тиску.
- Б) Кут повороту керма.
- В) Швидкість наростання тиску ( $dP/dt$ ) або зусилля на педалі.
- Г) Швидкість автомобіля.

15. **Який виконавчий механізм BAS використовує для миттєвого нагнітання максимального тиску?**

- А) Головний гальмівний циліндр.
- Б) Вакуумний підсилювач.
- В) Насос гідромодуля ABS/ESP.
- Г) Датчик положення педалі.

16. **Чому спрацювання BAS є непотрібним при плавному, хоча й інтенсивному, гальмуванні?**

- А) BAS спрацює лише на високій швидкості.
- Б) Не досягнуто порогового значення швидкості наростання тиску (не розпізнана паніка).
- В) ABS блокує BAS.
- Г) BAS працює лише на мокрій дорозі.

ПР №5: AVM та APA

17. **Який основний принцип використовує ECU AVM для створення єдиного зображення "з висоти пташиного польоту"?**

- А) Об'єднання зображень з одного центру.
- Б) Алгоритм "зшивання" (Stitching) та корекція спотворень (Homography Mapping).
- В) Збільшення кута огляду однієї камери.
- Г) Використання радарів.

18. **Які сенсори є первинними для виявлення та вимірювання паркувального місця в Системі автоматичного паркування (APA)?**

- А) Камери AVM.
- Б) Радари.
- В) Ультразвукові датчики (USS).
- Г) GPS.

19. **Яка частина автомобіля контролюється APA під час фази Execution (виконання маневру)?**

- А) Газ та гальмо (повністю).
- Б) Тільки гальмо.
- В) Рульове керування (через EPAS) та вказівки водієві щодо D/R.
- Г) Тільки перемикання передач.

20. **Чому система APA може відмовитися від паркування в місці, яке візуально здається достатнім?**

- А) Через відсутність GPS-сигналу.
- Б) Через недостатню якість зображення AVM.
- В) Через недостатній буфер безпеки ( $L$  місця  $<$   $L$  авто + мінімальний зазор), що не гарантує виконання розрахованої траєкторії.
- Г) Через високу швидкість сканування.

ПР №6: DSM та IID

**21. Який ключовий біометричний показник використовує інфрачервона камера DSM для оцінки ризику мікросну?**

- А) Частота серцевих скорочень.
- Б) PERCLOS (Відсоток закритості повік).
- В) Температура шкіри.
- Г) Кут нахилу керма.

**22. Який метод аналізу DSM використовує дані від датчика кута керма, щоб виявити часті та дрібні корекції, типові для втоми?**

- А) Фізіологічний моніторинг.
- Б) Аналіз варіативності керування (Steering Wheel Variability).
- В) Аналіз частоти моргання.
- Г) Аналіз освітлення.

**23. Який тип сенсора використовує Автомобільний алкотестер (IID) через його високу селективність та точність?**

- А) Напівпровідниковий сенсор.
- Б) Електрохімічний (паливний) сенсор.
- В) П'єзоелектричний сенсор.
- Г) Датчик тиску.

**24. Яка функція IID призначена для запобігання обману (використання іншої особи для проходження тесту) і вимагає проходження тесту під час руху?**

- А) Антисаботаж (Anti-Tampering).
- Б) Повторна перевірка під час руху (Rolling Retest).
- В) Блокування запалювання.
- Г) Калібрування.

## **Варіант 2.**

ПР №1: Пристрій і робота функціональних блоків ABS

**1. Який компонент ABS відповідає за фізичне регулювання гальмівного тиску в контурах коліс?**

- А) Датчик швидкості обертання колеса.
- Б) Електронний блок керування (ECU).
- В) Головний гальмівний циліндр.
- Г) Гідравлічний модулятор (гідромодуль).

**2. Яка фаза циклу роботи ABS активується, коли ECU виявляє різке зниження частоти обертання колеса (початок блокування)?**

- А) Фаза підвищення тиску.

- Б) Фаза відновлення.
- В) Фаза утримання тиску.
- Г) Фаза зниження тиску.

**3. Яка з перерахованих несправностей ABS найімовірніше призведе до відключення системи та світіння індикатора на панелі приладів?**

- А) Поступове зношення гальмівних колодок.
- Б) Пошкодження або забруднення зубчастого ротора (гребінки) на одному колесі.
- В) Нерівномірний тиск у шинах.
- Г) Короткочасне відведення ноги від педалі гальма.

**4. У чому головна перевага чотиріканальної ABS порівняно з триканальною?**

- А) Вона на 50% швидше реагує на блокування.
- Б) Вона використовує лише два датчики швидкості.
- В) Вона дозволяє незалежно регулювати тиск лише на задній осі.
- Г) Вона забезпечує незалежне регулювання гальмівного тиску для кожного колеса.

ПР №2: Антибуксувальна система (TCS) та Система курсової стійкості (ESP)

**5. Яка корекційна дія ESP застосовується для запобігання недостатній поворотальності (Understeer)?**

- А) Гальмування заднього зовнішнього колеса.
- Б) Збільшення крутного моменту двигуна.
- В) Гальмування заднього внутрішнього колеса.
- Г) Гальмування всіх чотирьох коліс одночасно.

**6. Який критичний датчик ESP відстежує, чи відповідає фактичний рух автомобіля (кут рискання) наміру водія (кут керма)?**

- А) Датчик швидкості колеса.
- Б) Датчик поздовжнього прискорення.
- В) Датчик кутової швидкості обертання (Yaw Rate Sensor).
- Г) Датчик рівня палива.

**7. Які дві основні корекційні дії може застосовувати TCS (Traction Control System) для запобігання пробуксовуванню ведучих коліс?**

- А) Тільки коригування кута керма.
- Б) Тільки активація системи BAS.
- В) Зниження крутного моменту двигуна та точкове гальмування колеса, що буксує.
- Г) Підвищення тиску в шинах та відключення ABS.

**8. Який компонент ECU TCS/ESP дозволяє системі створювати гальмівний тиск на окремих колесах без натискання водієм педалі гальма?**

- А) Трансформатор тиску.

- Б) Датчик тиску гальмівної рідини.
- В) Акумулятор тиску.
- Г) Електричний насос гідромодуля.

ПР №3: Система стабілізації керування ТЗ (LKA/LDW)

**9. Який основний сенсор використовує система LKA/LDW для визначення положення автомобіля відносно дорожньої розмітки?**

- А) Радар далекого радіусу дії.
- Б) Ультразвуковий датчик.
- В) Відеокамера, розташована за лобовим склом.
- Г) Датчик кута повороту керма.

**10. Яка функція LKA (Lane Keeping Assist) активно повертає автомобіль до центру смуги?**

- А) Втручання в рульове керування (через EPAS) для створення коригуючого моменту.
- Б) Точкове гальмування зовнішніх коліс.
- В) Зменшення крутного моменту двигуна.
- Г) Активація звукового попередження.

**11. Який тип попередження зазвичай використовує LDW (Lane Departure Warning) при ненавмисному з'їзді з смуги без ввімкненого покажчика повороту?**

- А) Активація системи BAS.
- Б) Вібрація керма або сидіння та/або звуковий сигнал.
- В) Блокування подачі палива.
- Г) Автоматичне перемикання фар.

**12. Який вхідний сигнал повинен бути активований водієм, щоб система LKA/LDW ігнорувала перетин розмітки?**

- А) Натискання на педаль гальма.
- Б) Сигнал від датчика тиску в шинах.
- В) Покажчик повороту (сигнал про намір зміни смуги).
- Г) Активація круїз-контролю.

ПР №4: Система екстреного гальмування (BAS)

**13. Який механізм BAS використовує для визначення, що водій виконує екстрене гальмування?**

- А) Датчик швидкості автомобіля.
- Б) Датчик тиску шин.
- В) Вимірювання кута повороту керма.
- Г) Вимірювання швидкості наростання гальмівного тиску (або зусилля на педалі).

**14. Яка кінцева мета активації системи BAS?**

- А) Запобігти блокуванню коліс.
- Б) Забезпечити стабільність руху в повороті.
- В) Автоматично підтримувати постійну швидкість.
- Г) Миттєво нагнітати максимальний гальмівний тиск для досягнення мінімального гальмівного шляху.

**15. Якщо BAS активована, чому колеса автомобіля все одно не блокуються?**

- А) Тиск регулюється системою TCS.
- Б) BAS використовує лише половину потенціалу гальмівної системи.
- В) BAS завжди працює разом із системою ABS, яка контролює блокування.
- Г) У сучасних автомобілях колеса фізично не можуть заблокуватися.

**16. Як водій відчує спрацювання системи BAS?**

- А) Відчуттям пульсації педалі гальма.
- Б) Педаль провалиться до підлоги.
- В) Система гальмує різкіше, ніж очікувалося, з меншим зусиллям водія.
- Г) Автомобіль почне ковзати боком.

ПР №5: AVM та АРА

**17. Скільки камер зазвичай використовується для формування зображення 'з висоти пташиного польоту' в системі AVM?**

- А) Одна камера, розташована на даху.
- Б) Дві камери (спереду та ззаду).
- В) Чотири камери (спереду, ззаду та під бічними дзеркалами).
- Г) Шість камер (4 по колу та 2 для 'мертвих зон').

**18. Яку ключову фазу маневрування АРА виконує автоматично за допомогою EPAS (електромеханічного підсилювача керма)?**

- А) Вибір місця для паркування.
- Б) Контроль швидкості (педалі газу та гальма).
- В) Управління рульовим колесом.
- Г) Перемикання передач (R/D).

**19. Які сенсори є первинними (першочерговими) для системи АРА для вимірювання відстаней до об'єктів під час пошуку місця?**

- А) Камери AVM.
- Б) GPS-модуль.
- В) Ультразвукові датчики (USS).
- Г) Датчики тиску в шинах.

**20. Що таке 'Stitching' (зшивання) в контексті системи AVM?**

- А) Процес корекції кольорів зображення.
- Б) Автоматична зміна кута огляду однієї камери.
- В) Об'єднання та геометрична корекція зображень з чотирьох камер для створення єдиної панорами.
- Г) Виявлення об'єктів у мертвих зонах.

ПР №6: DSM та IID

**21. Яка технологія використовується в DSM (Driver Status Monitoring) для точного вимірювання стану очей водія навіть у темряві?**

- А) Ультразвукові датчики.

- Б) RGB-камера та штучне освітлення.
- В) Інфрачервона (IR) камера та IR-освітлювачі.
- Г) Лазерний сканер.

**22. Який параметр відстежує DSM, аналізуючи рух керма, щоб виявити втому або сонливість?**

- А) Абсолютний кут повороту керма.
- Б) Сила стискання керма водієм.
- В) Часті, дрібні та різкі корекції рульового колеса (Steering Wheel Variability).
- Г) Відсутність рухів керма протягом 5 хвилин.

**23. Який тип сенсора є найбільш поширеним і точним для використання в автомобільних алкотестерах (IID)?**

- А) Напівпровідниковий сенсор.
- Б) Ємнісний сенсор.
- В) Електрохімічний (паливний) сенсор.
- Г) Датчик кисню (Lambda-зонд).

**24. Яка функція IID запобігає спробі водія обійти систему, попросивши 'чистого' пасажира пройти початковий тест?**

- А) Блокування запалювання.
- Б) Rolling Retest (Повторна перевірка під час руху).
- В) Аналіз голосу водія.
- Г) Самодіагностика сенсора.

## Список використаної літератури

### Основна

1. Омелічев О.В. Будова автомобіля : навчальний посібник. 3-тє вид., випр. та доп. Київ : Каравела, 2020. 320 с.
2. Руденко В.О., Гончарук І.М. Основи технічної експлуатації автомобілів : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 412 с.
3. Коваленко І.В., Климчук О.П. Автомобільні двигуни : будова, робота, технічне обслуговування : навчальний посібник. Дніпро : НГУ, 2020. 278 с.
4. Зеленін С.Ф. Підручник з водіння автомобіля. Київ : Світ Автокниг 2021. 80 с.
5. Степанов О.В., Семченко Н.О., Холодова О.О., Волобуєва Т.В., Сирота В.М. Безпека дорожнього руху з урахуванням впливу фактора людини : монографія / за заг. ред. О.В. Степанова. Харків : Вид-во «Естет Принт», 2020. 288 с.
6. Практичний посібник для аудиторів та інспекторів безпеки дорожнього руху. Спеціальне видання посібника, адаптоване до умов безпеки автомобільних доріг України, фінансоване глобальним фондом безпеки дорожнього руху Світового банку у рамках ініціативи глобальної

- безпеки автомобільних доріг благодійного фонду Блумберга. Белград : Авто-мото асоціація Сербії, Центр автотранспорту, 2022. 74 с.
7. Безпека дорожнього руху з урахуванням впливу фактора людини : монографія / за заг. ред. О.В. Степанова. Харків, 2021. 288 с.
  8. Корнієнко М.В., Берназ П.В., Афонін Д.С. Оформлення дорожньотранспортних пригод : навчально-методичний посібник. Одеса, Одеський державний університет внутрішніх справ, 2021. 129 с.
  9. Парасюк В.М., Демків Р.Я., Когут В.М. Безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 340 с.
  10. Венгер А.С., Волобуєва Т.В. Організація дорожнього руху : навчальний посібник. Одеса : ОАДК ОНПУ, 2020. 187 с.
  11. Піхотко О.В. Професійна етика водія та безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Острог, 2021. 142 с.
  12. Загальний курс транспорту : навчальний посібник / О.О. Соловйова, І.І. Висоцька, І.М. Герасименко. Київ : НАУ, 2019. 244 с.
  13. Венгер А.С., Волобуєва Т.В. Організація дорожнього руху : навчальний посібник. Одеса : ОАДК ОНПУ, 2020. 187 с. (не перевидавалось)

#### **Допоміжна**

1. Волков В.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля : навчальний посібник. Харків : ХНАДУ, 2003. 292 с.
2. Зеркалов Д.В. Безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Київ : Науковий світ, 2009. 192 с.
3. Організація та безпека дорожнього руху : підручник / О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін. ; за заг. ред. В.П. Поліщука. Київ : Знання України, 2016. 467 с.
4. Професійна культура : сутність, фахові особливості, розвиток : монографія / відп. ред. Г.Є. Улунова. Суми : Вид-во СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2016. 300 с.
5. Системологія на транспорті : підручник у 5 кн. / за заг. ред. М.Ф.Дмитриченка. Київ : Знання України, 2014. Кн. IV. 452 с.
6. Безпека дорожнього руху в умовах воєнного стану : матеріали Всеукраїнської науковопрактичної онлайн-конференції (в авторській редакції), м. Кривий Ріг, 27 травня 2022 року. Кривий Ріг, 2022. 148 с.
7. Мигаль Г.В., Протасенко О.Ф. Безпека та організація дорожнього руху : навчальний посібник. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. 85 с.

#### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. Департаменту патрульної поліції : вебсайт. URL: <http://patrol.police.gov.ua>.
2. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 р. № 1556- VII. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.

3. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
4. Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>.

## ДОДАТКИ

### ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

#### Пристрій і робота функціональних блоків ABS

##### Аналіз практичної ситуаційної справи

##### Варіант 1

##### *Очікуваний результат виконання справи*

Студент має запропонувати послідовність дій:

- візуальний огляд гальмівних механізмів;
- перевірка рівня та стану гальмівної рідини;
- діагностика системи за допомогою OBD-II;
- перевірка датчиків швидкості;
- аналіз кодів помилок;
- перевірка тиску в шинах;
- контроль стану дорожнього покриття.

##### Варіант 2

##### *Очікуваний результат виконання справи*

Студент має запропонувати таку послідовність дій для локалізації несправності:

- Візуальна перевірка: Огляд запобіжника ABS/VSC (перегорів чи ні), стану електричних роз'ємів на гідромодулі та на ECU.
- Діагностика за допомогою OBD-II: Зчитування кодів помилок. (Очікувані коди: повна відмова живлення або код, що вказує на внутрішню несправність ECU).
- Перевірка напруги живлення: Вимірювання напруги на роз'ємі ECU ABS (має бути напруга акумулятора).
- Перевірка окремих датчиків: Якщо коди помилок вказують на конкретний датчик, виконати його перевірку (вимірювання опору, перевірка сигналу осцилографом при прокручуванні колеса).
- Тест виконавчих механізмів (за допомогою діагностичного сканера): Спроба примусово активувати насос та електромагнітні клапани гідромодулятора (якщо ECU ще здатний відповідати).

### ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

#### Антибуксувальна система

##### Аналіз практичної ситуаційної справи

##### Варіант 1

##### *Очікуваний результат виконання справи*

Студент має пояснити, що виникла недостатня поворотність (знос передньої осі). Послідовність дій ESP:

- ECU порівнює кут керма (вправо) з кутовою швидкістю (рискання) і фіксує, що автомобіль рухається менш різко, ніж потрібно.
- ESP пригальмовує ліве заднє колесо (внутрішнє заднє відносно повороту).

- Це створює додатковий момент обертання автомобіля вправо, що допомагає передній осі відновити зчеплення та увійти в поворот.

- Система може одночасно активувати моментне регулювання TCS, щоб зменшити потужність двигуна.

### **Варіант 2**

*Очікуваний результат виконання вправи*

Студент має пояснити, що виникла надлишкова поворотність (занос задньої осі). Послідовність дій ESP:

- ECU порівнює кут керма (вліво) з кутовою швидкістю (рискання) і фіксує, що занос перевищує допустимий поріг.

- ESP пригальмовує праве переднє колесо (зовнішнє відносно повороту).

- Це створює протилежний момент обертання, який "випрямляє" траєкторію автомобіля та запобігає його подальшому розвороту.

- Система може одночасно активувати моментне регулювання TCS, щоб миттєво зменшити потужність двигуна і припинити провокування заносу.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА №3**

### **Система стабілізації керування ТЗ**

#### **Варіант 1**

*Очікуваний результат виконання вправи*

Студент має пояснити, що система VDC запобігла неконтрольованому відхиленню автомобіля. Послідовність дій:

- Система VDC виявляє різницю у швидкості уповільнення коліс, а ESP фіксує неконтрольоване рискання (занесення) вправо.

- ECU VDC розраховує необхідний коректуючий момент вліво.

- Команда передається на EPAS, який створює допоміжне зусилля на кермі, підказуючи водієві необхідний напрямок корекції, або виконуючи її самостійно.

- Система не лише гальмує колеса (як ABS), але й стабілізує кут керування.

#### **Варіант 2.**

*Очікуваний результат виконання вправи*

Студент має пояснити, що спрацювала система Torque Vectoring. Послідовність дій:

- ECU VDC фіксує недостатню поворотність на основі датчика кута керма та датчика рискання.

- Система дає команду гідромодулю пригальмувати внутрішнє колесо (ліве).

- Завдяки диференціалу, тяговий момент перерозподіляється на зовнішнє колесо (праве), яке "тягне" автомобіль, збільшуючи рискання та втягуючи автомобіль у поворот.

- Це дозволяє уникнути різкого гальмування та зберегти швидкість.

#### ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

##### Варіант 1.

*Очікуваний результат виконання вправи*

Студент має пояснити, що спрацювання BAS відбулося на підставі швидкості руху педалі гальма. BAS довів тиск до межі спрацювання ABS, забезпечивши максимальне уповільнення.

##### Варіант 2.

*Очікуваний результат виконання вправи*

Студент має пояснити, що система BAS спрацьовує лише при екстремому (панічному) натисканні, коли швидкість наростання тиску перевищує поріг. У цій ситуації водій гальмував поступово, і BAS, як система екстреної допомоги, не була активована.

#### ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

##### Варіант 1.

*Очікуваний результат виконання вправи*

Студент має пояснити, що проблема є комплексною:

1. Спотворення AVM (дугоподібні лінії): спричинене або порушенням калібрування бічної камери (змінилася внутрішня матриця корекції), або фізичним зміщенням об'єктива камери. Це вимагає проведення процедури перекалібрування AVM.

2. Переривання APA: сталося через несправність ультразвукового датчика (USS), який видав помилковий (фантомний) сигнал про перешкоду. APA, як система, орієнтована на безпеку, пріоритетно реагує на сигнали USS і припиняє маневр.

3. Діагностичні дії: необхідно підключити діагностичний сканер, зчитати коди несправностей ECU APA та ECU AVM, а також перевірити "живі дані" (Live Data) з усіх 12 USS для ідентифікації датчика, який видає невірне значення відстані.

##### Варіант 2.

*Очікуваний результат виконання вправи*

Студент має пояснити, що ситуація ілюструє принципові обмеження автоматизованих систем:

1. Відмова APA: Система відмовилася паркуватися, оскільки не був задоволений мінімальний буфер безпеки (критичний параметр). Для APA вимагається  $L_{\text{місця}} \geq L_{\text{авто}} + 0.8$  м. або більше, щоб гарантувати виконання розрахованої траєкторії без ризику зіткнення. Автомобіль не здатен "ризикнути", як досвідчений водій.

2. Проблеми AVM: "Розмитість" та "тіні" виникають у зоні зшивання (stitching), коли алгоритм не може ідеально узгодити кольори та освітленість між двома камерами через різку різницю експозиції (бічна камера на сонці, задня - у тіні). Це є програмним недоліком або обмеженням

алгоритму обробки зображення при складних умовах освітлення, а не фізичною несправністю.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

### Система контролю стану водія. Алкотестери.

#### Варіант 1.

*Очікуваний результат виконання вправи*

Студент має пояснити, що фізіологічний моніторинг (камера) відключився через технічну несправність, а без його даних поведінковий аналіз виявився недостатнім для підтвердження критичної втоми.

#### Варіант 2.

*Очікуваний результат виконання вправи*

Студент має пояснити, що IID спрацювала відповідно до протоколу: не заблокувала двигун негайно з міркувань безпеки, але активувала сигналізацію (Violation Alert) через виявлення нетипових параметрів видиху пасажирів (спроба обману) або провал тесту.

## ЛИСТ ВІДПОВІДЕЙ ДО ПІДСУМКОВОГО ТЕСТУ

### Варіант 1.

№ Питання	Практична робота	Правильна відповідь
1	ПР №1 (ABS)	Б
2	ПР №1 (ABS)	Б
3	ПР №1 (ABS)	Б
4	ПР №1 (ABS)	Г
5	ПР №2 (TCS/ESP)	В
6	ПР №2 (TCS/ESP)	Б
7	ПР №2 (TCS/ESP)	В
8	ПР №2 (TCS/ESP)	Б
9	ПР №3 (TPMS)	Б
10	ПР №3 (TPMS)	Б
11	ПР №3 (TPMS)	Б
12	ПР №3 (TPMS)	В
13	ПР №4 (BAS)	В
14	ПР №4 (BAS)	В
15	ПР №4 (BAS)	В
16	ПР №4 (BAS)	Б
17	ПР №5 (AVM/APA)	Б
18	ПР №5 (AVM/APA)	В
19	ПР №5 (AVM/APA)	В

<b>20</b>	ПР №5 (AVM/APA)	<b>В</b>
<b>21</b>	ПР №6 (DSM/IID)	<b>Б</b>
<b>22</b>	ПР №6 (DSM/IID)	<b>Б</b>
<b>23</b>	ПР №6 (DSM/IID)	<b>Б</b>
<b>24</b>	ПР №6 (DSM/IID)	<b>Б</b>

### **Варіант 2.**

<b>№ Питання</b>	<b>Практична робота</b>	<b>Правильна відповідь</b>
<b>1</b>	ПР №1 (ABS)	<b>Г</b>
<b>2</b>	ПР №1 (ABS)	<b>В</b>
<b>3</b>	ПР №1 (ABS)	<b>Б</b>
<b>4</b>	ПР №1 (ABS)	<b>Г</b>
<b>5</b>	ПР №2 (TCS/ESP)	<b>В</b>
<b>6</b>	ПР №2 (TCS/ESP)	<b>В</b>
<b>7</b>	ПР №2 (TCS/ESP)	<b>В</b>
<b>8</b>	ПР №2 (TCS/ESP)	<b>Г</b>
<b>9</b>	ПР №3 (TPMS)	<b>В</b>
<b>10</b>	ПР №3 (TPMS)	<b>А</b>
<b>11</b>	ПР №3 (TPMS)	<b>Б</b>
<b>12</b>	ПР №3 (TPMS)	<b>В</b>
<b>13</b>	ПР №4 (BAS)	<b>Г</b>
<b>14</b>	ПР №4 (BAS)	<b>Г</b>
<b>15</b>	ПР №4 (BAS)	<b>В</b>
<b>16</b>	ПР №4 (BAS)	<b>В</b>
<b>17</b>	ПР №5 (AVM/APA)	<b>В</b>
<b>18</b>	ПР №5 (AVM/APA)	<b>В</b>
<b>19</b>	ПР №5 (AVM/APA)	<b>В</b>
<b>20</b>	ПР №5 (AVM/APA)	<b>В</b>
<b>21</b>	ПР №6 (DSM/IID)	<b>В</b>
<b>22</b>	ПР №6 (DSM/IID)	<b>В</b>
<b>23</b>	ПР №6 (DSM/IID)	<b>В</b>
<b>24</b>	ПР №6 (DSM/IID)	<b>Б</b>