

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА**

**ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
КАТЕГОРІЇ М1**

Завідувач, кафедри д-р. техн. наук, проф.


Валерій КЛИМЕНКО

Нормоконтролер, канд. техн. наук, доц.


Михайло ХОЛОДОВ

Керівник, асистент


Владислав ШАПОВАЛЕНКО

Здобувач, гр. АА-61-24


Олег ГЕФТЕР

Харків – 2025

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний

Кафедра автомобілів

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Галузь знань _____

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри автомобілів,
проф. Клименко В.І.**

“20” 10 2025 рік

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Гефтер Олег Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Дослідження систем курсової стійкості транспортних засобів категорії M₁

керівник проекту Шаповаленко Владислав Олексійович, асистент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора ХНАДУ від «08» жовтня 2025 року №155

2. Строк подання студентом проекту 12.12.2025 року

3. Вихідні дані до проекту: -

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Аналіз сучасних систем стабілізації; 2. Основні елементи системи ESP; 3. Формування концепції імітаційної моделі гальмівної системи автомобіля; 4. Загальна структура програми; 5. Модель симуляції руху. Висновки; Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу: -

6. Консультанти розділів проекту

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| - | - | - | - |
| - | - | - | - |

7. Дата видачі завдання: 01.09.2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту | Строк виконання етапів проекту | Примітка |
|-------|---|--------------------------------|----------|
| 1 | Вступ. Аналіз сучасних систем стабілізації | 02.09.2025- 13.09.2025 | |
| 2 | Основні елементи системи ESP | 14.09.2025- 21.09.2025 | |
| 3 | Формування концепції імітаційної моделі гальмівної системи автомобіля | 22.10.2025- 28.10.2025 | |
| 4 | Загальна структура програми | 29.10.2025- 16.11.2025 | |
| 5 | Висновки | 18.11.2025- 22.11.2025 | |
| 6 | Оформлення пояснювальної записки | 25.11.2025- 29.11.2025 | |
| 7 | Підготовка матеріалів до захисту | 02.12.2025- 11.12.2025 | |

Студент


(підпис)

Олег ГЕФТЕР
(прізвище та ім'я)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Владислав ШАПОВАЛЕНКО
(прізвище та ім'я)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота містить: 86 с., рис.31, 9 джерел.

СИСТЕМА СТАБІЛІЗАЦІЇ, БЛОК КЕРУВАННЯ, КУРСОВА СТІЙКІСТЬ, ТРАЄКТОРІЯ РУХУ, CAN ШИНА, РЕЖИМИ РУХУ, ДИНАМІЧНА СТАБІЛІЗАЦІЯ, ШВИДКІСТЬ СПРАЦЮВАННЯ.

Об'єкт дослідження –система курсової стійкості транспортного засобу категорії M_1 .

Мета роботи – дослідження систем курсової стійкості транспортних засобів категорії M_1 .

Методи дослідження – аналітичні методи досліджень систем курсової стійкості транспортних засобів категорії M_1 .

Система динамічної стабілізації або система курсової стійкості *ESP (Electronic Stability Program)* — одна з активних систем безпеки сучасного автомобіля, яка дозволяє транспортному засобу зберігати задану водієм траєкторію та перешкоджає заносу автомобіля під час проходження поворотів, а також під час руху у не сприятливих дорожніх умовах. Світові виробники транспортних засобів можуть по різному називати систему курсової стійкості у складі своїх автомобілів, що пов'язано як із деякими конструктивними відмінностями так і з дотриманням права інтелектуальної власності.

Система сприяє утриманню автомобіля в рамках заданої водієм траєкторії у всіх режимах руху (гальмування, розгін, рух по прямій, входження в поворот). Вона допомагає контролювати поведінку автомобіля, стежачи за тим, щоб він переміщався відповідно до повороту керма.

Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані в навчальному процесі і при проектуванні нових автомобілів.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 6 |
| 1. Аналіз сучасних систем стабілізації..... | 7 |
| 1.1 Історія появи <i>ESP</i> | 7 |
| 1.2 Класифікація систем | 10 |
| 1.3 Переваги і недоліки системи <i>ESP</i> | 13 |
| 1.4 Принцип роботи системи <i>ESP</i> | 14 |
| 2 Основні елементи системи <i>ESP</i> | 31 |
| 2.1 Оптичні датчики | 33 |
| 2.2 Датчик кута повороту <i>LWS 1</i> | 37 |
| 2.3 Датчик <i>LWS 3</i> та <i>LWS 5</i> | 41 |
| 2.4 Мікромеханічні датчики..... | 44 |
| 2.5 Гідравлічна схема <i>ESP</i> | 48 |
| 3. Формування концепції імітаційної моделі гальмівної системи автомобіля | 50 |
| 4. Загальна структура програми..... | 56 |
| 4.1 Можливі недоліки системи екстреної зупинки..... | 58 |
| 5 Модель симуляції руху | 70 |
| Висновки | 70 |
| Перелік посилань..... | 74 |
| Додаток А Презентаційний матеріал до кваліфікаційної роботи магістра..... | 75 |

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Bosch. (2010). *Electronic Stability Program: Functional description and design principles*. Robert Bosch GmbH. Gillespie, T. D. (1992). *Fundamentals of vehicle dynamics*. Society of Automotive Engineers. Rajamani, R. (2012). *Vehicle dynamics and control* (2nd ed.). Springer.
2. Hecht, E. (2017). *Optics* (5th ed.). Pearson. Kollmorgen. (2018). *Optical encoding technologies for precision motion control*. Kollmorgen Technical Publications.
3. Hall, E. H. (1879). On a new action of the magnet on electric currents. *American Journal of Mathematics*, 2(3), 287–292. Popović, R. S. (2004). *Hall effect devices* (2nd ed.). Institute of Physics Publishing.
4. Honeywell. (2016). *AMR magnetic position sensors: Technology overview*. Honeywell Sensing and Control. Ripka, P. (2010). *Magnetic sensors and magnetometers*. Artech House.
5. Yazdi, N., Ayazi, F., & Najafi, K. (1998). Micromachined inertial sensors. *Proceedings of the IEEE*, 86(8), 1640–1659. Bosch Sensortec. (2021). *MEMS gyroscope technology overview*. Bosch Group.
6. Bosch. (2019). *Automotive electronics handbook* (2nd ed.). Robert Bosch GmbH. Hussain, Q., & Zeadally, S. (2020). Autonomous vehicles: capabilities, challenges, and future directions. *Journal of Transportation Technologies*, 10(2), 168–180.
7. Schäuffele, J., & Zurawka, T. (2013). *Automotive software engineering: Principles, processes, methods, and tools*. Springer.
8. ISO. (2016). *Road vehicles — Controller Area Network (CAN) — Part 1: Data link layer and physical signalling*. International Organization for Standardization.
9. Fletcher, T. (2015). *Vehicle braking dynamics and simulation*. SAE International. Ames, C., & Jackson, R. (2017). Object-oriented modeling for vehicle dynamics simulation. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 76, 18–29.