

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А. Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ В КОНСТРУКЦІЇ СУЧАСНИХ ТРАНСПОРТНИХ
ЗАСОБІВ СИСТЕМ ТА ЗАСОБІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА СТІЙКОСТІ
РУХУ

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

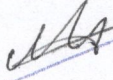
Нормоконтролер, канд. техн. наук, доц.

Консультант, канд. техн. наук, доц.

Керівник, асистент

Здобувач гр. АА-61-24

 Валерій КЛИМЕНКО

 Михайло ХОЛОДОВ

 Олег БОГАТОВ

 Євген САВЧЕНКО

 Володимир САДОВСЬКИЙ

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

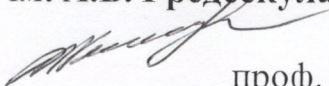
Освітній рівень магістр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автомобілів
ім. А.Б. Гредескула



проф. Клименко В.І.

20 10 2025

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА ЗДОБУВАЧУ

Садовському Володимирі Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Аналіз застосування в конструкції сучасних транспортних засобів систем та засобів забезпечення безпеки та стійкості руху.

керівник роботи: Савченко Євген Лукич, асистент.

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від "08" 10 2025 року № 155

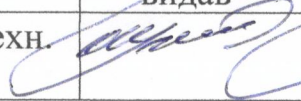
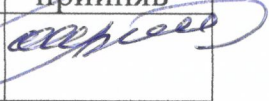
2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: Транспортний засіб категорії M_1 ;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Огляд літературних джерел і сучасного стану питання; 2. Теоретичні основи процесу стійкого руху транспортних засобів; 3. Дослідження факторів, які впливають на процес руху транспортного засобу; 4. Дослідження конструктивних та функціональних особливостей сучасних систем та засобів забезпечення безпеки і стійкості руху транспортних засобів; 5. Аналіз безпеки життєдіяльності під час виробництва продукції; Висновки. Перелік посилань. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників): 1. Вступ; 2. Сучасний стан систем безпеки транспортних засобів; 3-4. Системи гальмування та забезпечення ефективного уповільнення; 5. Системи стабілізації та керованості автомобіля; 6. Системи моніторингу навколишнього середовища (ADAS); 7. Системи покращення освітлення та оглядовості; 8. Системи контролю стану транспортного засобу; 9. Системи пасивної безпеки автомобіля; 10. Дослідження впливу застосування активних систем забезпечення безпеки в сучасному КТЗ на стійкість та безпеку його руху; 11. Висновки.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналіз життєдіяльності безпеки	Богатов О. І., канд. техн. наук, доц.		

7. Дата видачі завдання _____ 1 вересня 2025 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Предмет та задачі дослідження.	06.09.25	
2	Огляд літературних джерел і сучасного стану питання.	19.09.25	
3	Теоретичні основи процесу стійкого руху транспортних засобів	20.09.25	
4	Дослідження факторів, які впливають на процес руху транспортного засобу	11.10.25	
5	Дослідження конструктивних та функціональних особливостей сучасних систем та засобів забезпечення безпеки і стійкості руху транспортних засобів	21.11.25	
6	Аналіз безпеки життєдіяльності під час виробництва продукції.	25.11.25	
7	Оформлення пояснювальної записки.	28.11.25	
8	Підготовка презентації до захисту.	05.12.25	

Студент 
(підпис)

Володимир САДОВСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

Керівник проекту (роботи) 
(підпис)

Євген САВЧЕНКО
(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить: 95 с., 12 рис., 1 табл., 28 джерел, 1 додаток.

ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, РУХ, СТІЙКІСТЬ, КЕРОВАНІСТЬ, ФАКТОРИ, СИСТЕМА БЕЗПЕКИ.

Метою магістерської роботи є комплексний аналіз сучасних систем та засобів забезпечення безпеки і стійкості руху транспортних засобів, дослідження їх конструктивних та функціональних особливостей, визначення взаємозв'язку між механічними та електронними компонентами автомобіля, а також оцінка ефективності застосування активних і пасивних систем безпеки в різних умовах експлуатації.

Об'єкт дослідження – процес стійкого руху транспортного засобу категорії М₁.

Предмет досліджень – системи та засоби забезпечення безпеки і стійкості руху транспортних засобів.

Досягнення цієї мети передбачає глибоке вивчення принципів роботи таких систем, як ABS, ESP, TCS, системи допомоги при екстремому гальмуванні, адаптивного круїз-контролю та інших ADAS-технологій, а також аналіз пасивних засобів безпеки (подушки, штори безпеки, деформаційні зони кузова, ремені з преднатягувачами).

Особлива увага приділяється взаємодії активних і пасивних систем з конструкцією транспортного засобу, що дозволяє забезпечити високу стійкість руху, прогнозовану керованість і мінімізацію ризику аварійних ситуацій.

Результати кваліфікаційної роботи магістра можуть бути використані при проектуванні систем активної та пасивної безпеки легкових автомобілів або модернізації вже існуючих.

ЗМІСТ

Вступ	8
1. Сучасний стан систем безпеки транспортних засобів.....	10
2. Системи гальмування та забезпечення ефективного уповільнення.....	13
2.1. Антиблокувальна система гальм (ABS).....	13
2.2. Системи екстреного гальмування (BAS, Brake Assist / EBA).....	16
2.3. Система розподілу гальмівних зусиль (EBD)	17
3. Системи стабілізації та керованості автомобіля.....	19
3.1. Електронна система стабілізації (ESP, ESC)	19
3.2. Система протбуксувального контролю (TCS, ASR)	22
3.3. Системи контролю стійкості на підйомах та спусках (HSA, HDC)	23
4. Системи моніторингу навколишнього середовища (ADAS)	26
4.1. Система попередження та утримання у смузі руху (LDW / LKA)	26
4.2. Адаптивний круїз-контроль (ACC)	28
4.3. Система автоматичного екстреного гальмування (AEB)	29
4.4. Контроль «сліпих зон» (BSM / BLIS)	31
4.5. Системи розпізнавання дорожніх знаків (TSR)	33
4.6. Моніторинг уваги водія (DAA / DMS)	34
5. Системи покращення освітлення та оглядовості.....	38
5.1. Адаптивне освітлення (AFS, Matrix LED)	39
5.2. Нічне бачення (Night Vision)	43
6. Системи контролю стану транспортного засобу.....	47
6.1. Контроль тиску в шинах (TPMS)	48
6.2. Системи контролю підвіски (ADS, CDC)	50
7. Системи пасивної безпеки автомобіля.....	54
8. Класифікація системи пасивної безпеки автомобіля.....	55
9. Дослідження впливу застосування активних систем забезпечення безпеки в сучасному КТЗ на стійкість та безпеку його руху	63
10. Аналіз безпеки життєдіяльності людини на виробництві	79
10.1. Основні вимоги техніки безпеки.....	81

10.2. Техніка безпеки при роботі на метало-ріжучих верстатах.....	82
10.3. Техніка безпеки при водінні та технічному обслуговуванні автомобілів....	83
10.4. Пожежна безпека	85
10.5. Екологічна безпека.....	86
Висновки.....	89
Перелік посилань.....	92
Додаток А.....	95

ВИСНОВКИ

У ході дослідження було проаналізовано комплекс активних та пасивних систем безпеки, що застосовуються у конструкції сучасних транспортних засобів. Проведений огляд показав, що сучасний автомобіль являє собою високотехнологічну інтегровану систему, у якій електронні засоби попередження аварій (активна безпека) тісно взаємодіють з конструктивними елементами, призначеними для мінімізації наслідків зіткнення (пасивна безпека). Активні системи, такі як ABS, ESP, АЕВ, системи утримання смуги, адаптивний круїз-контроль та інтелектуальні комплекси на кшталт Toyota Safety Sense, значно зменшують ймовірність виникнення ДТП, забезпечують стабільність керування та автоматичне реагування автомобіля на небезпечні ситуації.

Пасивні системи безпеки – подушки різних типів, енергопоглинальні елементи кузова, безпечна рульова колонка, дитячі утримувальні системи, активні підголівники – спрямовані на збереження життя та здоров'я людини у разі неминучого зіткнення. Вони забезпечують контрольовану деформацію конструкції та зниження навантажень на пасажирів. Ефективність таких рішень підтверджується високими результатами краш-тестів сучасних автомобілів, які демонструють суттєве зменшення травматизму.

Комплексний аналіз прикладу реального автомобіля засвідчив, що лише поєднання інтелектуальних електронних систем та оптимізованих конструктивних елементів кузова дає можливість досягти максимального рівня безпеки. Розвиток нових технологій, застосування високоміцних матеріалів, застосування систем екстреного виклику eCall та алгоритмів автоматичного реагування після ДТП свідчать про постійне вдосконалення підходів до безпеки дорожнього руху.

Проведений аналіз переконливо демонструє, що наявність активних систем безпеки (ABS, АЕВ, ESC) кардинально змінює результат екстреного гальмування. Автомобіль з активними системами:

- скорочує гальмівний шлях на 13 м;
- скорочує шлях реакції на 17,5 м;

- зменшує повний зупиночний шлях на 30 м;
- повністю уникає зіткнення;
- зберігає керованість протягом усього процесу;
- працює стабільно навіть за зниження коефіцієнта зчеплення.

Автомобіль без активних систем:

- потребує довшого гальмівного шляху через блокування коліс;
- має значно більший шлях реакції;
- втрачає стабільність і керованість;
- здійснює зіткнення на небезпечній швидкості 50+ км/год.

На основі виконаних математичних розрахунків, графічного моделювання та фізичної інтерпретації отриманих результатів можна сформувати низку узагальнених висновків.

Вплив активних систем на ефективність гальмування є визначальним.

Результати показали, що автомобіль з активними системами безпеки має гальмівне прискорення близько:

$$a_{\text{акт}} \approx 7,85 \text{ м/с}^2,$$

що на 25 % більше, ніж у автомобіля без ABS:

$$a_{\text{без}} \approx 5,89 \text{ м/с}^2.$$

Це безпосередньо відображається на гальмівному шляху, який у першому випадку становить:

$$S_{\text{гальм, акт}} = 39,8 \text{ м},$$

а у другому — значно більше:

$$S_{\text{гальм, без}} = 53,1 \text{ м}.$$

Лише через різницю у коефіцієнті зчеплення та реалізованому гальмівному зусиллі гальмівний шлях збільшується на 13 метрів, що в екстрених умовах є критичним.

Час реакції є ключовим фактором аварійної ситуації.

Завдяки роботі системи АЕВ автомобіль із активними системами реагує за 0,3 с, тоді як водій без електронної підтримки — у середньому за 1,0 с.

Це призводить до колосальної різниці у пройденому шляху до початку гальмування:

автомобіль з АЕВ:

$$S_{\text{реакц, акт}} = 7,5 \text{ м,}$$

автомобіль без АЕВ:

$$S_{\text{реакц, без}} = 25 \text{ м.}$$

Лише через фактор людської реакції автомобіль без активних систем проходить на 17,5 метрів більше, перш ніж починає гальмувати.

Загальний зупиночний шлях різниться майже на 31 метр

Повний гальмівний шлях автомобіля з активними системами:

$$S_{\text{повн, акт}} = 47,3 \text{ м,}$$

що менше від доступної дистанції (60 м), тому зіткнення успішно відвертається.

Повний шлях автомобіля без систем:

$$S_{\text{повн, без}} = 78,1 \text{ м,}$$

тобто на 18 м більше, ніж доступна відстань.

Загальна різниця між сценаріями становить:

$$\Delta S = 78,1 - 47,3 = 30,8 \text{ м.}$$

Це еквівалентно 7–8 довжинам легкового автомобіля, що ілюструє масштаби небезпеки.

Наявність або відсутність активних систем визначає кінцевий результат події.

У першому сценарії:

автомобіль повністю зупиняється до перешкоди, уникнення зіткнення відбувається без маневрування, зберігається повна керованість і стабільність завдяки ESC.

У другому сценарії:

автомобіль не встигає зупинитися, зіткнення відбувається на швидкості близько 52 км/год, рух супроводжується ризиком заносу та втрати керування.

За стандартами Euro NCAP, зіткнення на швидкості понад 50 км/год часто призводить до важких або критичних травм, особливо за відсутності сучасних систем пасивної безпеки.

Активні системи безпеки є не просто допоміжним обладнанням, а критично важливим елементом конструкції сучасного автомобіля, що безпосередньо впливає на збереження життя та здоров'я людей.

Виконаний розрахунковий аналіз підтверджує високу ефективність інтеграції систем ABS, АЕВ і ESC у конструкцію транспортних засобів та обґрунтовує їхнє широке впровадження в сучасній автомобільній промисловості.

Активні та пасивні системи безпеки є взаємодоповнюваними елементами, які формують загальний рівень захищеності водія, пасажирів та пішоходів. Їх інтеграція в конструкцію сучасного автомобіля значно знижує ймовірність ДТП та зменшує тяжкість їх наслідків, що робить безпеку ключовим напрямом розвитку транспортного машинобудування

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Системи безпеки автомобілів та перпективи їх розвитку
https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/44886/2/VII_MCNTK_2024_Purih_S-Automobile_security_systems_209-210.pdf?utm_source=chatgpt.com
2. Несправності ABS <https://zauto.com.ua/nespravnosti-abs/>
3. Сімбіршов О. Є. *Активні системи безпеки автомобіля. Вимоги до стендових випробувань* : навч. матеріали. - Харків : ХАДІ, 2019.
https://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F-UTOMOBILE/%D0%9D%D0%98%D0%A0%D0%A1/2019/TESA_Simbirev.pdf
4. <https://mercedes-benz-kiev.com/systema-ekstrenoho-halmuvannya-brake-assist-bas-vid-mercedes-benz-25-rokiv-z-momentu-vypusku-3438>
5. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ
https://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F-AUTOMOBILE/B2/2019/AA_Sadovskyi.pdf?utm_source=chatgpt.com
6. <https://skladshin.com/sho-take-sistema-asr-v-avtomobili/>
7. https://www.infocar.ua/term_hhc.html
8. Система ADAS сучасна допомога водієві
<https://tehkontrol.com/ua/adas-system/>
9. <https://www.volvocars.com/uk-ua/support/car/s60-cross-country/article/06c2bd43f78d6bfac0a801e80038b493/>
10. Адаптивний круїз-контроль
https://uk.wikipedia.org/wiki/utm_source=chatgpt.com
11. Волков В. П., Грицук І. В. *Особливості моніторингу і визначення статусу несправностей транспортного засобу у складі бортового інформаційно-діагностичного комплексу.* — Вісник Національного транспортного університету, 2014. — PDF. https://publications.ntu.edu.ua/visnyk/30_1_tech_2014/051-062.pdf
12. *Безпека транспортних засобів* : навч. посібник / ДонНТУ.
<https://ea.donntu.edu.ua/bitstream/82.pdf>
13. Ткачук К.М., Іванчук Д.Ф. та інші. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. – К: “Техніка”, 1991.;

14. Закон України “Про охорону праці”. – К.: 1993–40 с.
15. Система передаварійної безпеки: <https://www.lexus.ua/discover-lexus/safety/pre-collision-system>
16. Сучасні системи безпеки в авто: <https://www.ids.kiev.ua/suchasni-sistemi-bezpeki-v-avto-jak-pracjuie-abs-esp-ebd-ta-inshi/>
17. Шуклінов С.М. (2022). *Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб.* ISBN 978-617-8009-77-9.
18. Алексеєнко В.М., Ломака С.Й., Шуклінов С.М., Залогін М.Ю. (2018). *Методичні вказівки з дипломного проектування для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»*
19. Miles L. D. (1961). *Techniques of Value Analysis and Engineering.*
20. Каслін М. Д., Штода Л.В. (2018). *Методичні вказівки щодо розробки розділу «Охорона праці» у дипломних проектах (роботах) студентів всіх форм навчання випускних курсів університету.*
21. Михалевич М.Г. (2012). *Методичні рекомендації до практичної роботи по дисципліні: Основи САПР КГТЗ «Оцінка вартості розробки»*
22. Богомолов В. О., Клименко В. І., Леонт'єв Д. М., Ужва А. В. (2025). *Історія інженерної діяльності. Розвиток автомобілебудування : навч. посіб. – 3-тє вид. – ISBN 978-617-8587-01-7*
23. Богомолов В. О., Леонт'єв Д. М. (2025). *Математичне моделювання робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-74-2*
24. Александров Є. Є., Богомолов В. О., Клименко В. І., Леонт'єв Д. М. (2025). *Прикладна теорія коливань для студентів автомобільних спеціальностей вищів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-75-9*
25. Shuklinov S. M., Klymenko V. I., Leontiev D. M., Aloksa M. M. (2023). *Automobile. Theory and operational properties : study guide.*
26. . Klymenko V. I., Voronkov O. I., Leontiev D. M., Mykhalievych M. H., Yaryta O. O., Ponikarovska S. V., Borzenko O. P., Fandieieva A. Ye. (2023).

Construction and layout of automobiles and internal-combustion engines : study guide.
– ISBN 978-617-8009-99-1

27. Leontiev, D., & Don, E. (2016). Specifics of automobile dual wheels interaction with the supporting surface. *Automobile transport*, (39), 74-79.

28. Леонт'єв Д.М., Рижих Л.О., Бикадоров О.В. та інші. (2010). Методи розрахунку коефіцієнту зчеплення, що реалізується при коченні колеса в гальмівному режимі. *Автомобільний транспорт*, (27), 7-12.