

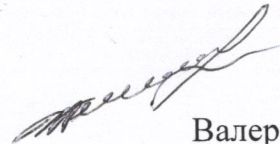
Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет
Кафедра автомобілів ім. А. Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА

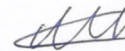
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГОЛОВНОГО СВІТЛА ФАР СУЧАСНИХ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ M₁

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



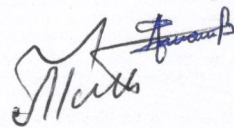
Валерій КЛИМЕНКО

Нормоконтролер, канд. техн. наук, доц.



Михайло ХОЛОДОВ

Керівник, асистент



Владислав ШАПОВАЛЕНКО

Здобувач, гр. АА-61-24

Андрій ТОЛОК

Харків – 2025

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 ЗДОБУВАЧУ

Толоку Андрію Станіславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження особливостей головного світла фар сучасних транспортних засобів категорії M₁

керівник роботи Шаповаленко Владислав Олексійович, асистент

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від "08.10.2025" № 155

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: -

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Аналіз конструкції, ефективності та експлуатаційних характеристик сучасних систем головного освітлення. 2. Фотометричні показники та математичне моделювання ефективності систем освітлення; 3 Дослідження адаптивних систем та їхнього впливу на активну безпеку руху; 4 Розробка методики діагностики та регулювання адаптивних систем головного освітлення. 5. Вибір засобів автоматизації елементів системи освітлення Висновки. Перелік посилань.

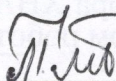
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників): -

6. Дата видачі завдання 1 вересня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

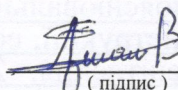
П/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
	Вступ. 1. Аналіз конструкції, ефективності та експлуатаційних характеристик сучасних систем головного освітлення	06.09.25	
	Фотометричні показники та математичне моделювання ефективності систем освітлення	19.09.25	
	Дослідження адаптивних систем та їхнього впливу на активну безпеку руху	20.09.25	
	Розробка методики діагностики та регулювання адаптивних систем головного освітлення	30.10.25- 11.10.25	
	Вибір засобів автоматизації елементів системи освітлення	15.10.25- 21.11.25	
	Оформлення пояснювальної записки.	28.11.25	
	Підготовка презентації до захисту.	05.12.25	

Здобувач


(підпис)

Андрій ТОЛОК
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

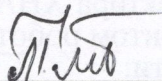

(підпис)

Владислав ШАПОВАЛЕНКО
(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

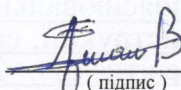
П/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
	Вступ. 1. Аналіз конструкції, ефективності та експлуатаційних характеристик сучасних систем головного освітлення	06.09.25	
	Фотометричні показники та математичне моделювання ефективності систем освітлення	19.09.25	
	Дослідження адаптивних систем та їхнього впливу на активну безпеку руху	20.09.25	
	Розробка методики діагностики та регулювання адаптивних систем головного освітлення	30.10.25- 11.10.25	
	Вибір засобів автоматизації елементів системи освітлення	15.10.25- 21.11.25	
	Оформлення пояснювальної записки.	28.11.25	
	Підготовка презентації до захисту.	05.12.25	

Здобувач


(підпис)

Андрій ТОЛОК
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Владислав ШАПОВАЛЕНКО
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра містить: 64 с., 26 рис., 22 джерела.

Актуальність теми дослідження

Розвиток автомобільного транспорту нерозривно пов'язаний із підвищенням рівня безпеки дорожнього руху. За статистикою, значна частина дорожньо-транспортних пригод (ДТП) відбувається в темний час доби або в умовах обмеженої видимості, попри те, що інтенсивність руху вночі значно менша. Це прямо вказує на критичну важливість ефективності системи головного освітлення автомобіля. Якщо раніше фари виконували лише функцію висвітлення дороги, то сучасні світлові прилади є складними інтелектуальними комплексами, які активно впливають на безпеку руху, адаптуючись до дорожніх умов та інших учасників руху.

Перехід від класичних джерел світла (галогенних ламп та газорозрядних ксенонових систем) до напівпровідникових технологій (LED, Matrix LED) та інноваційних лазерних систем створив якісний стрибок у світлотехніці. Ці нові технології не тільки забезпечують більшу яскравість та дальність променя, але й вирішують ключову проблему нічної їзди — осліплення зустрічних водіїв. Тому детальний аналіз фотометричних та експлуатаційних характеристик сучасних фар, а також оцінка їхнього впливу на активну безпеку є важливим науково-практичним завданням.

Мета і завдання дослідження

Метою дипломної роботи є проведення комплексного порівняльного аналізу ефективності, конструктивних особливостей та експлуатаційних характеристик сучасних систем головного освітлення автомобілів (галогенних, ксенонових, світлодіодних, матричних та лазерних) для обґрунтування технічної та економічної доцільності їхнього застосування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести огляд та систематизацію еволюції технологій автомобільного головного світла, визначивши ключові фізичні принципи роботи кожного типу джерела (фотометрія, оптика).

2. Визначити та порівняти ключові показники ефективності (світловий потік, світлова віддача, енергоспоживання, дальність освітлення) для різних типів фар, використовуючи відповідні формули та теоретичні моделі (Закон обернених квадратів, формула світлової віддачі).

3. Детально дослідити конструктивні особливості та принцип інтелектуального керування адаптивними системами (Matrix LED, Laser Light), включаючи роль сенсорних елементів (камер, ЕБУ) у формуванні світлового пучка.

4. Здійснити аналіз впливу різних систем освітлення на активну безпеку руху, зокрема, з точки зору мінімізації часу реакції водія та запобігання сліпучій дії на зустрічний транспорт.

5. Проаналізувати нормативно-правове регулювання використання та встановлення світлових приладів в Україні та інших країнах.

6. Сформулювати практичні рекомендації щодо вибору системи освітлення з урахуванням умов експлуатації та економічної доцільності.

Об'єкт, предмет та методи дослідження

Об'єктом дослідження є процес забезпечення видимості та безпеки дорожнього руху в умовах обмеженої освітленості за допомогою автомобільних фар.

Предметом дослідження є конструктивні, фотометричні, енергетичні та експлуатаційні характеристики різних типів систем головного освітлення автомобілів.

Методи дослідження: У роботі використано методи системного аналізу (для класифікації систем), порівняльного аналізу (для зіставлення технічних характеристик), теоретичного узагальнення (для формулювання висновків), а також методи світлотехнічних розрахунків для обґрунтування ефективності.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів

Наукова новизна полягає у систематизації та комплексному порівняльному аналізі найновіших технологій освітлення (Matrix LED та лазерні фари) з позицій безпеки та енергоефективності, а також у теоретичному обґрунтуванні доцільності їхнього застосування в сучасних умовах.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для:

1. Фахівців СТО та автовласників при виборі та модернізації систем освітлення.
2. Обґрунтування інженерних рішень щодо вдосконалення світлової техніки в контексті підвищення безпеки.
3. Навчального процесу у закладах вищої освіти за спеціальностями, пов'язаними з автомобілебудуванням та безпекою руху.

Структура роботи

Дипломна робота складається зі вступу, трьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Результати кваліфікаційної роботи можуть бути використані в начальному процесі ХНАДУ.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз конструкції, ефективності та експлуатаційних характеристик сучасних систем головного освітлення	9
1.1 Галогенні лампи розжарювання	9
1.2 Газорозрядні джерела світла високої інтенсивності	13
1.3 Світлодіодні системи	15
1.4 Дослідження інтелектуальних та адаптивних систем освітлення.....	16
1.5 Лазерні фари	17
2 Фотометричні показники та математичне моделювання ефективності систем освітлення.....	19
2.1 Світловий потік, сила світла та світлова віддача.....	19
2.2 Освітленість, порогова видимість та закон обернених квадратів.....	20
2.3 Математичне моделювання дальності видимості та розподілу світла.....	21
3 Дослідження адаптивних систем та їхнього впливу на активну безпеку руху	22
3.1 Конструкція та принципи роботи адаптивних систем освітлення.....	22
3.2 Лазерні системи як доповнення до ADB	24
3.2 Вплив адаптивних систем на активну безпеку та психофізіологію водія.....	26
4 Розробка методики діагностики та регулювання адаптивних систем головного освітлення.....	28
4.2. Необхідність активації сервісного режиму (Basic Setting)	31
5 Вибір засобів автоматизації елементів системи освітлення	33

5.1 Проект автоматизації зовнішнього освітлення	33
5.2 Автоматизація ввімкнення ближнього світла	35
5.3 Автоматизація переключення дальнє-ближнє	41
Висновки	46
Перелік посилань.....	48
Додаток А Презентаційний матеріал до кваліфікаційної роботи магістра.....	50

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проведено комплексне дослідження конструктивних, фотометричних та експлуатаційних особливостей сучасних систем головного освітлення транспортних засобів категорії М1. Завдяки виконаному аналізу було досягнуто поставленої мети та отримано такі основні результати і висновки:

Аналіз еволюції систем головного освітлення встановив, що технологічний розвиток характеризується переходом від енерговитратних теплових джерел, таких як галогенні лампи, до високоенергоєфективних та керованих світлодіодних (LED) систем. Підтверджено, що світлова віддача сучасних LED-систем може бути у п'ять і більше разів вищою, ніж у галогену, що забезпечує значно більший ресурс експлуатації (до тридцяти тисяч годин) та менше навантаження на бортову мережу автомобіля.

Застосування фотометричного аналізу довело, що критичне збільшення дальності видимості, необхідної для підвищення активної безпеки на високих швидкостях, досягається виключно за рахунок багаторазового підвищення сили світла у світловому пучку. Визначено, що найбільш оптимальною для зорового сприйняття та мінімізації втоми водія є колірна температура, максимально наближена до денного світла.

Встановлено, що ключовим інноваційним рішенням є адаптивні системи (ADB), зокрема Matrix LED та Laser Light, які базуються на електронному керуванні світловим потоком за допомогою фронтальної відеокамери. Ці системи реалізують технологію незасліплюючого дальнього світла, що дозволяє збільшити ефективну дальність видимості вночі на тридцять-п'ятдесят відсотків, запобігаючи засліпленню інших водіїв. Таке збільшення огляду підвищує час, доступний водієві для реакції на перешкоду, що є вирішальним фактором запобігання дорожньо-транспортним пригодам.

Підтверджено, що експлуатація адаптивних систем суворо регламентується міжнародними нормативними документами, які встановлюють жорсткі обмеження на сліпучу дію у зоні очей зустрічного водія.

Розроблена методика діагностики та юстировки матричних LED-фар на СТО передбачає обов'язкове використання цифрового фарного стенда (гоніофотометра) для точного вимірювання розподілу світла та обов'язкову процедуру Базового налаштування за допомогою діагностичного сканера для фіксації нульового положення фари.

Встановлено, що при обслуговуванні систем освітлення існують значні ризики для охорони праці: від ураження електричним струмом від високовольтних блоків розпалу ксенонових ламп до потенційної небезпеки лазерного випромінювання, що вимагає суворого використання засобів індивідуального захисту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Кабінет Міністрів України. (2001). *Про затвердження Правил дорожнього руху* (Постанова № 1306 від 10 жовтня 2001 р.). Київ, Україна.
- 2 Держспоживстандарт України. (2010). *ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання*. Київ, Україна.
- 3 United Nations Economic Commission for Europe. (n.d.). *UNECE Regulation No. 48: Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the installation of lighting and light-signalling devices*.
- 4 United Nations Economic Commission for Europe. (n.d.). *UNECE Regulation No. 149: Uniform provisions concerning the approval of road illumination devices (headlamps) for power-driven vehicles*.
- 5 Григоров, Ю. В., & Заворотній, С. А. (2021). *Основи технічної експлуатації автомобілів*. Харків, Україна: ХНАДУ.
- 6 Сидоров, В. М., & Іванов, А. П. (2018). *Електрообладнання автомобілів та тракторів*. Київ, Україна: Вища освіта.
- 7 Петренко, О. С., & Ковальчук, В. І. (2020). *Фотометрія та світлотехніка в автомобільному транспорті*. Львів, Україна: Магнолія.
- 8 Шевчук, С. М. (2019). Адаптивні системи освітлення сучасних автомобілів: принципи роботи та діагностика. *Вісник технічних наук*, (3(65)), 120–128.
- 9 Bauer, R., & Schwanitz, C. (2019). *Automotive lighting and human vision*. Springer.
- 10 Bosch. (2022). *LED and adaptive lighting systems* (6th ed.). Stuttgart, Germany: Bosch Automotive Handbook.
- 11 Hella KGaA Hueck & Co. (2021). *Matrix-LED headlamps: Technology and service information*. Lippstadt, Germany.

12 Клименко, І. О., & Лисенко, Р. В. (2023). Вдосконалення діагностики електронних систем керування адаптивними фарами. *Автомобільний транспорт*, (52), 34–42.

13 Audi AG. (2018). *Introduction to laser light technology*. Ingolstadt, Germany: Technical Training Manual.

14 Шуклінов С.М. (2022). Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб. ISBN 978-617-8009-77-9.

15 Алексеєнко В.М., Ломака С.Й., Шуклінов С.М., Залогін М.Ю. (2018). Методичні вказівки з дипломного проектування для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

16 Miles L. D. (1961). *Techniques of Value Analysis and Engineering*.

17 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.

18 Михалевич М.Г. (2012). Методичні рекомендації до практичної роботи по дисципліні: Основи САПР КГТЗ «Оцінка вартості розробки»

19 Богомолів В. О., Клименко В. І., Леонтьєв Д. М., Ужва А. В. (2025). Історія інженерної діяльності. Розвиток автомобілебудування : навч. посіб. – 3-тє вид. – ISBN 978-617-8587-01-7

20 Богомолів В. О., Леонтьєв Д. М. (2025). Математичне моделювання робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-74-2

21 Александров Є. Є., Богомолів В. О., Клименко В. І., Леонтьєв Д. М. (2025). Прикладна теорія коливань для студентів автомобільних спеціальностей вищів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-75-9

22 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