

УДК 629.33:621.32:656.13

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СВІТЛОДІОДНОЇ ТА ГАЛОГЕННОЇ ОПТИКИ У ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЯХ SCANIA

К.І. Корніленко¹, А.С. Москаленко², О.А. Гончаренко³

¹старший викладач кафедри автомобільного транспорту, e-mail: kornilenko.k.i@nmu.one

²асистент кафедри автомобільного транспорту, e-mail: moskalenko.A.S@nmu.one

³студент групи 274-23-1, e-mail: honcharenko.O.A@nmu.one

^{1,2,3} Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Анотація. У статті проведено порівняльний аналіз світлодіодних (LED) та галогенних (H7) фар, що застосовуються у вантажних автомобілях Scania. Розглянуто конструктивні, енергетичні та експлуатаційні характеристики обох типів оптики, а також їх вплив на безпеку дорожнього руху, економічність та надійність транспортних засобів. Встановлено, що світлодіодні системи освітлення забезпечують значно вищий світловий потік, знижене енергоспоживання та збільшений термін служби порівняно з галогенними лампами. Особливу увагу приділено аналізу сумісності LED-оптики із сучасними системами допомоги водієві (ADAS), що дозволяє підвищити рівень адаптивності освітлення до дорожніх умов. Проведено розрахунок енергоспоживання фар різних типів у процесі експлуатації, що підтверджує доцільність застосування світлодіодних технологій. Доведено, що, незважаючи на вищу початкову вартість, LED-оптика є економічно обґрунтованим рішенням для сучасних вантажних перевезень.

Ключові слова: світлодіодна оптика, галогенні фари, вантажні автомобілі, Scania, енергоефективність, безпека руху, ADAS, технічна експлуатація.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF LED AND HALOGEN LIGHTING SYSTEMS IN SCANIA HEAVY-DUTY TRUCKS

K.I. Kornilenko¹, A.S. Moskalenko², O.A. Honcharenko³

¹Senior Lecturer, Department of Motor Vehicle Transport, e-mail: kornilenko.k.i@nmu.one

²Assistant Lecturer, Department of Motor Vehicle Transport, e-mail: moskalenko.A.S@nmu.one

³Student of group 274-23-1, e-mail: honcharenko.O.A@nmu.one

^{1,2,3}Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

Abstract. The article presents a comparative analysis of LED and halogen (H7) lighting systems used in Scania trucks. The study examines the technical, energy, and operational characteristics of both lighting types and evaluates their impact on road safety, energy efficiency, and vehicle reliability. It is determined that LED lighting systems provide significantly higher luminous flux, lower energy consumption, and longer service life compared to halogen lamps. Special attention is given to the compatibility of LED systems with advanced driver assistance systems (ADAS), which enhance adaptive lighting performance under varying road conditions. An energy consumption analysis over a defined operational period confirms the efficiency of



LED technology. Despite higher initial costs, LED lighting is proven to be economically justified for modern commercial transport applications.

Keywords: LED lighting, halogen lamps, commercial vehicles, Scania, energy efficiency, road safety, ADAS, vehicle operation.

Вступ. Сучасний розвиток автомобільного транспорту характеризується зростанням вимог до безпеки, енергоефективності та надійності транспортних засобів. Одним із ключових елементів, що безпосередньо впливає на безпеку дорожнього руху, є система освітлення. Особливо це актуально для вантажних автомобілів, які експлуатуються у складних умовах, зокрема під час нічних перевезень, у несприятливих погодних умовах та при значних швидкісних режимах.

Сучасні вантажні автомобілі преміального сегмента, зокрема продукція Scania, оснащуються різними типами світлотехнічних систем – від традиційних галогенних фар до сучасних світлодіодних рішень. Кожен із цих типів має свої конструктивні особливості, технічні характеристики та експлуатаційні переваги, що зумовлює необхідність їх комплексного аналізу.

З урахуванням розвитку інтелектуальних транспортних систем, інтеграції освітлення з електронними системами керування та впровадження технологій адаптивного світла, питання вибору оптимальної оптики набуває не лише технічного, а й економічного значення.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення рівня безпеки дорожнього руху та ефективності експлуатації вантажного транспорту. Значна частина дорожньо-транспортних пригод у нічний час пов'язана з недостатнім рівнем освітлення або його неефективним розподілом. У зв'язку з цим вдосконалення світлотехнічних систем є важливим напрямом розвитку автомобільної галузі.

Крім того, сучасні вимоги до енергоефективності транспортних засобів зумовлюють необхідність зменшення споживання електричної енергії бортовими системами. Освітлювальні прилади є одним із джерел енергоспоживання, тому їх оптимізація дозволяє знизити навантаження на генератор та непрямо впливає на витрати палива.

Додатковим чинником актуальності є розвиток систем допомоги водієві (ADAS), які потребують високотехнологічних світлотехнічних рішень. Світлодіодні фари забезпечують можливість адаптивного керування світловим пучком, що значно підвищує рівень безпеки та комфорту водіння. Отже, дослідження ефективності сучасних світлотехнічних систем у вантажних автомобілях є важливим як з наукової, так і з практичної точки зору.

Метою роботи є проведення комплексного порівняльного аналізу галогенних (H7) та світлодіодних (LED) фар у вантажних автомобілях Scania з

оцінкою їх технічних, енергетичних та експлуатаційних характеристик, а також визначення доцільності застосування LED-оптики в умовах сучасної експлуатації транспортних засобів. У сучасній вантажній автомобільній галузі якість освітлення є ключовим чинником безпеки дорожнього руху [1]. Вантажні автомобілі Scania, як представники преміального сегменту, використовують різні типи оптичних систем – від традиційних галогенних фар до сучасних світлодіодних (LED) модулів [2].

Також матою є проведення порівняльного аналізу ефективності, енергоощадності та експлуатаційних характеристик фар типу H7 (галоген) та LED (світлодіодні), що встановлюються на автомобілях Scania серій L, P, G, R, S. На рисунку 1 показано фари у вантажних автомобілях Scania (а) – світлодіодна LED, (б) – галогенна фара H7.



Рис.1. – Фари у вантажних автомобілях Scania: а – світлодіодна LED; б – галогенна фара H7

Матеріал і результат досліджень. Галогенні фари типу H7 відзначаються простою конструкцією, низькою ціною та легкістю обслуговування. Їх можна швидко замінити навіть у дорожніх умовах, а теплий спектр світла (приблизно 3500 K) покращує видимість у туман і дощ. Такі фари не потребують складної електроніки й добре працюють у різних кліматичних умовах [3].

Однак галогенні системи мають помітні недоліки: короткий термін служби (до 600 годин), високе енергоспоживання та поступову втрату яскравості з часом. Вони створюють недостатній рівень освітлення на великій швидкості, що може знижувати безпеку руху у нічний час.

Світлодіодні (LED) фари, навпаки, забезпечують більш яскраве, рівномірне й далеке освітлення. Вони споживають удвічі менше енергії, мають довговічність до 30 000 годин і не потребують частого обслуговування. Крім того, LED-оптика сумісна з сучасними системами ADAS, що дозволяють адаптивно регулювати пучок світла залежно від дорожньої ситуації, підвищуючи комфорт і безпеку руху.

Попри це, LED-фари мають і свої обмеження. Вони дорожчі, складніші у ремонті, а при сильних опадах можуть давати відблиски через холодне світло. Також для стабільної роботи світлодіодів потрібна ефективна система охолодження.

У роботі виконано порівняльний аналіз галогенних та світлодіодних фар у вантажних автомобілях Scania, технічні характеристики їх представлені у таблиці 1.

Таблиця 1. – Технічні характеристики галогенних та світлодіодних фар

| Параметр | Галогенні H7 фари | Світлодіодні (LED) фари |
|-------------------------------------|---|--|
| Тип джерела світла | Галогенна лампа H7 (жолобкова колба, вольфрамова спіраль) | Напівпровідникові світлодіоди високої яскравості |
| Колірна температура, К | 3000–4000 | 5000–6500 |
| Світловий потік, лм | 1000–1500 | 2500–4000 |
| Споживана потужність, Вт | 55 | 20–30 |
| Термін служби, год | 400–600 | 15 000–30 000 |
| Вартість комплекту, € | 200 | 600 |
| Стійкість до вібрацій | Середня | Висока |
| Потреба в технічному обслуговуванні | Частіша заміна ламп | Мінімальне обслуговування |
| Ефективність освітлення при опадах | Середня, добрий розсіяний пучок | Висока концентрація, але іноді ефект “засліплення” |
| Сумісність з системами ADAS | Обмежена | Повна підтримка (автокорекція, адаптивне світло) |

Результати аналізу із таблиці показують, що LED-оптика забезпечує в середньому на 70–100% більшу інтенсивність освітлення, зменшує енергоспоживання на до 50% і потребує у 10–15 разів рідшої заміни порівняно з галогенними H7 лампами.

Однією з ключових переваг LED-оптики є її енергоощадність. Проведемо розрахунок споживаної енергії для порівняння обох систем за період експлуатації 10 000 годин.

Енергія E розраховується за формулою:

$$E = P \cdot t, \quad (1)$$

де P – потужність у В, t – час у годинах.

Галогенна система (H7):

$$E_{hal} = 55\text{Вт} \cdot 10000\text{год} = 550\text{кВт} \cdot \text{год}$$

Світлодіодна система (LED):

$$E_{led} = 25\text{Вт} \cdot 10000\text{год} = 250\text{кВт} \cdot \text{год}$$

LED-оптика споживає у 2.2 раза менше енергії, що суттєво зменшує навантаження на генератор автомобіля та сприяє непрямій економії палива.

LED-оптика забезпечує світловий потік 2500–4000 лм, тоді як галогенна – лише 1000–1500 лм. Це означає, що світлодіоди забезпечують у середньому на 70–100% більшу інтенсивність освітлення. Це дозволяє водієві Scania раніше помітити перешкоду на великій швидкості, що є критичним для запобігання ДТП.

Вантажні автомобілі Scania часто працюють у важких кліматичних умовах. Світлодіодні фари мають значно вищу стійкість до вібрацій порівняно з галогенними. Це зумовлено відсутністю тендітної нитки розжарювання, яка може обірватися при їзді нерівними дорогами.

Порівняння терміну служби згідно з табл. 1, галоген H7 - 400–600 годин, LED - 15 000–30 000 годин.

Світлодіодна система потребує у 10–15 разів рідшої заміни порівняно з галогенними лампами. Для власника автопарку це означає значне скорочення простоїв техніки та витрат на сервісне обслуговування. Якщо за термін служби автомобіля галогенну лампу доведеться змінити понад 20 разів, то LED-модуль зазвичай розрахований на весь період експлуатації транспортного засобу без втручання.

Сучасна концепція Scania базується на впровадженні систем ADAS (Advanced Driver Assistance Systems). LED-оптика має повну сумісність з цими системами, що дозволяє реалізувати адаптивне регулювання пучка: Автоматичне підлаштування світла залежно від дорожньої ситуації, автокорекцію, тобто швидку зміну напрямку світла для уникнення засліплення зустрічного транспорту.

Галогенні системи мають обмежену підтримку таких функцій через інерційність ламп та технічні обмеження конструкції.

Хоча вартість комплекту LED-фар близько 600 € вища за вартість галогенних 200 €, довгостроковий аналіз демонструє економічну виправданість інвестиції.

Розглянемо фактори економії через відсутність витрат на лампи, економія на купівлі 20–30 комплектів ламп H7 протягом життєвого циклу. Час сервісу, зменшення кількості заїздів у сервісну зону для заміни оптики, та енергоефективність. Галогенна система залишається актуальною лише для комерційних автопарків з вкрай обмеженим бюджетом або для регіонів, де сервісне обслуговування LED-оптики є утрудненим.

Висновки. У результаті проведеного дослідження встановлено, що світлодіодні системи освітлення мають суттєві переваги над традиційними галогенними фарами за основними техніко-експлуатаційними показниками. Зокрема, LED-оптика забезпечує вищий рівень освітленості дорожнього полотна за рахунок більшого світлового потоку, що дозволяє своєчасно виявляти перешкоди та підвищує безпеку руху.

Доведено, що світлодіодні фари характеризуються значно нижчим енергоспоживанням, що зменшує навантаження на електричну систему транспортного засобу. Проведені розрахунки показали, що при тривалості експлуатації 10 000 годин LED-оптика споживає більш ніж у два рази менше енергії порівняно з галогенними системами.

Встановлено, що термін служби світлодіодних фар у 10–15 разів перевищує ресурс галогенних ламп, що дозволяє суттєво знизити витрати на технічне обслуговування та скоротити простої транспортних засобів. Крім того, LED-оптика має вищу стійкість до вібрацій, що є важливим фактором для вантажного транспорту.

Окремо підтверджено перевагу світлодіодних систем у контексті інтеграції з сучасними електронними системами керування, зокрема ADAS, що дозволяє реалізувати адаптивне освітлення та підвищити рівень безпеки.

Отже, незважаючи на вищу початкову вартість, світлодіодні фари є технічно та економічно доцільним рішенням для сучасних вантажних автомобілів Scania. Подальший розвиток автомобільної світлотехніки доцільно пов'язувати з удосконаленням LED-технологій та їх інтеграцією з інтелектуальними системами керування транспортними засобами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Scania Technical Information Library [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://til.scania.com/> (дата звернення: 16.03.2026).
2. The Vertical Transportation Handbook / George R. Strakosch, Robert S. Caporale (eds.). – 4th ed. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2010. – 624 p. – ISBN 978-0-470-91973-6.
3. Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the installation of lighting and light-signalling devices : Revision 3 : incl. amendments entered into force on 14 Sept. 2017. – Geneva : United Nations, 2020. – Doc. No. ECE/TRANS/WP.29/2020/36.



4. SAE International. Vehicle Systems Performance [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sae.org/topics/vehicle-systems-performance> (дата звернення: 16.03.2026).

УДК 004.89:629.331

ПРОГРАМНО-ВИЗНАЧЕНІ ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ SOFTWARE-DEFINED VEHICLES. СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

К.І. Корніленко¹, А.С. Москаленко², Д.В. Клещевников³

¹старший викладач кафедри автомобільного транспорту, e-mail: kornilenko.k.i@nmu.one

²асистент кафедри автомобільного транспорту, e-mail: moskalenko.A.S@nmu.one

³студент групи 274-23-1, e-mail: kleshchevnykov.D.V@nmu.one

^{1,2,3} Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Анотація. У статті здійснено узагальнений огляд концепції програмно-визначених транспортних засобів (Software-Defined Vehicles, SDV), що формується як ключовий напрям розвитку сучасної автомобільної промисловості. Розглянуто трансформацію традиційної електронної архітектури автомобіля, особливості централізованих обчислювальних платформ, інфраструктуру зв'язку та програмного забезпечення, а також роль програмних оновлень і хмарних сервісів у забезпеченні функціональності транспортних засобів. Проаналізовано рівні розвитку SDV, їх переваги та проблемні аспекти, пов'язані з кібербезпекою, стандартизацією та інженерною складністю. Визначено перспективи поширення SDV у контексті автономного водіння, мережевої взаємодії та цифрової мобільності.

Ключові слова: Software-Defined Vehicle, SDV, автомобільна електроніка, ОС автомобіля, централізована архітектура, ADAS, кібербезпека, хмарні сервіси.

SOFTWARE-DEFINED VEHICLES. CURRENT STATE OF TECHNOLOGIES AND DEVELOPMENT TRENDS

K.I. Kornilenko¹, A.S. Moskalenko², D.V. Kleshchevnykov³

¹Senior Lecturer, e-mail: kornilenko.k.i@nmu.one

²Assistant Lecturer, e-mail: moskalenko.A.S@nmu.one

³Student of group 274-23-1, e-mail: kleshchevnykov.D.V@nmu.one

^{1,2,3}Department of Motor Vehicle Transport, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

Abstract. The article provides a comprehensive overview of the concept of Software Defined Vehicles (SDV), which is emerging as a key direction in the development of the modern automotive industry. The study examines the transformation of the traditional electronic architecture of vehicles, the characteristics of centralized computing platforms, communication and software infrastructures, as well as the role of software updates and cloud services in ensuring vehicle functionality. Various SDV development levels, their advantages, and challenges related to cybersecurity, standardization, and engineering complexity are analyzed.