

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

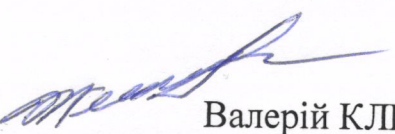
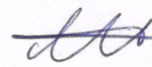
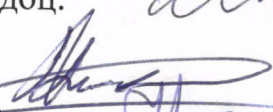
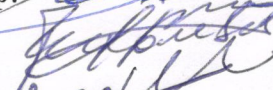
Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

А. АВТ-АА-41-22.3712.2400.000 ПЗ

ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ N₂. РОЗРОБКА ГОЛОВНОЇ ПЕРЕДАЧІ ТА
АНАЛІЗ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ВТОМИ ВОДІЯ

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.		Валерій КЛИМЕНКО
Нормоконтролер канд. техн. наук, доц.		Михайло ХОЛОДОВ
Керівник канд техн. наук. доц.		Олександр ПИСАРЦОВ
Консультант канд. техн. наук, проф.		Юрій ДУДУКАЛОВ
Консультант канд. техн. наук, проф.		Олег БОГАТОВ
Консультант д-р техн. наук, проф.		Микола МИХАЛЕВИЧ
Здобувач гр. АА-41-22		Владислав ПИРОЖОК

Харків – 2026

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний

Кафедра автомобілів імені А.Б. Гредескула

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма Автомобілебудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автомобілів

ім. А.Б. Гредескула,

проф. Клименко В.І.

« 30 » 03 2026 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Пирожок Владислав Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Транспортний засіб категорії N₂. Розробка головної передачі та аналіз систем контролю втоми водія

керівник Писарцов Олександр Сергійович, к.т.н, доцент,

затверджені наказом ректора ХНАДУ від «31» березня 2026 року №56.

2. Строк подання здобувачем роботи «12» червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: вантажопід'ємність 2800 кг;

– максимальна швидкість $v_{\max}=100$ км/год;

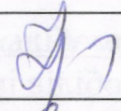
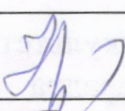
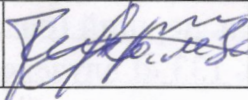
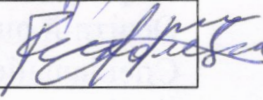
– сумарний коефіцієнт опору дороги, який долається при малій швидкості
 $\psi_0 = f_0 = 0,012$;

– максимальний коефіцієнт опору дороги, який долається $\psi_{\max}=0,37$.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Вступ. Аналіз та обґрунтування параметрів автомобіля; Визначення навантажувальних режимів ходової частини автомобіля; Розрахунок головної передачі; Аналіз системи контролю втоми водія; Розробка технологічного процесу виготовлення осі сателітів диференціалу; Охорона праці; Розрахунок вартості розробки головної передачі; Висновки. Список літератури. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників):
Транспортний засіб (ВО, А1); Трансмсія транспортного засобу (КЗ, А1); Аналіз тягово-швидкісних властивостей транспортного засобу (ТЧ, А1); Головна передача (СБ, А1); Ведена шестерня ГП(А2); Ось сателітів (А3); Сателіт (А3); Технологія виготовлення осі сателітів диференціалу (ТЧ, А1); Аналіз системи контролю втоми водія (ТЧ, А1).

6. Консультанти розділів роботи

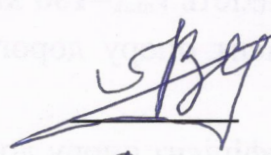
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Богатов О.І., к.т.н, проф.		
Технологічна частина	Дудукалов Ю.В., к.т.н, проф.		
Оцінка вартості розробки	Михалевич М.Г., д.т.н, проф.		

7. Дата видачі завдання 31 березня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

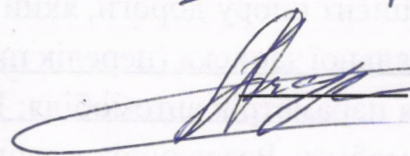
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Тяговий розрахунок транспортного засобу	27.04.2026	
2	Аналіз тягово-швидкісних характеристик транспортного засобу	05.05.2026	
3	Розрахунок головної передачі	15.05.2026	
4	Аналіз системи контролю втоми водія	20.05.2026	
5	Розробка технологічного процесу виготовлення осі сателітів диференціалу	25.05.2026	
6	Охорона праці	29.05.2026	
7	Розрахунок вартості розробки головної передачі	03.06.2026	
8	Оформлення пояснювальної записки	08.06.2026	
9	Підготовка презентації до захисту	16.06.2026	

Здобувач



Владислав ПИРОЖОК

Керівник роботи



Олександр ПИСАРЦОВ

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 76 с., 23 рис., 13 табл., 24 джерела, 6 додатків.

ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ТЯГОВИЙ АНАЛІЗ, ТРАНСМІСІЯ, ГОЛОВНА ПЕРЕДАЧА, СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВТОМИ ВОДІЯ.

Об'єкт дослідження – транспортний засіб категорії N_2 .

Мета роботи – розробка головної передачі транспортного засобу категорії N_2 та аналіз сучасних систем контролю втоми водія з метою підвищення ефективності та безпеки його експлуатації.

У ході виконання кваліфікаційної роботи бакалавра проведено аналіз транспортних засобів-аналогів категорії N_2 , на основі якого визначено технічні параметри проєктованого автомобіля. На їх основі проведені розрахунки та побудовано графічні залежності тягово-швидкісні властивості.

У конструкторському розділі визначено вихідні параметри та виконано проєктування гепоїдної головної передачі транспортного засобу категорії N_2 , а також розроблено складальне креслення даного вузла.

У дослідницькому розділі проведено дослідження сучасних систем контролю втоми водія, зокрема систем, що базуються на аналізі поведінки водія, його фізіологічного стану та візуальних ознак втоми.

У розділі, присвяченому охороні праці, розглянуто питання забезпечення безпеки під час випробувань транспортного засобу категорії N_2 , визначено основні небезпечні та шкідливі фактори, а також заходи щодо їх мінімізації.

Економічна частина роботи містить обґрунтування доцільності розробки, зокрема проведено оцінку витрат на проєктування та виготовлення головної передачі.

Результати, отримані в ході виконання кваліфікаційної роботи бакалавра, можуть бути використані при проєктуванні та вдосконаленні транспортних засобів категорії N_2 і підвищенні безпеки їх експлуатації.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз та обґрунтування параметрів автомобіля.....	8
1.1 Аналіз автомобілів аналогів	8
1.2 Опис кінематичні схеми трансмісії	13
1.3 Вибір параметрів двигуна та побудування його зовнішньої швидкісної характеристики	16
1.4 Побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна	17
1.5 Визначення передавальних чисел трансмісії	19
1.5.1 Визначення передавального числа головної передачі	19
1.5.2 Визначення передавальних чисел коробки передач	19
1.6 Побудова динамічної характеристики автомобіля	21
1.7 Баланс потужностей автомобіля	23
1.8 Оцінка показників розгону автомобіля	24
2 Визначення навантажувальних режимів ходової частини автомобіля.....	28
2.1 Режим максимального нормального навантаження	28
2.2 Режим максимального поздовжнього навантаження	30
3 Розрахунок головної передачі.....	35
3.1 Функціональний розрахунок головної передачі	35
3.2. Визначення основних геометричних параметрів шестірні	40
3.3 Розрахунок зубчастих коліс головної передачі на утому й міцність	41
3.3.1 Розрахунок на втому при контактних напругах.....	41
3.3.2 Розрахунок зубів на втомленість при згині	43
3.3.3 Розрахунок на міцність по контактним напруженням та напруженням згину.....	44
4 Аналіз системи контролю втоми водія	45
4.1 Основні ознаки втоми водія	46
4.2 Класифікація систем контролю втоми	47
4.2.1 Системи на основі поведінки водія	47

4.2.2 Системи моніторингу фізіологічних параметрів	49
4.2.3 Системи комп'ютерного зору	51
4.3 Принцип роботи системи контролю втоми водія	53
4.4 Аналіз існуючих рішень	55
4.5 Переваги та недоліки сучасних систем контролю втоми водія.....	57
5 Розробка технологічного процесу виготовлення осі сателітів диференціалу	59
5.1 Опис деталі.....	59
5.2 Розробка технологічного маршруту обробки.....	61
5.3 Вибір обладнання та інструменту	62
6 Охорона праці	64
6.1 Охорона праці при випробуваннях транспортного засобу категорії N ₂	64
6.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	65
6.3 Вимоги безпеки під час випробувань.....	66
6.4 Пожежна безпека.....	67
6.5 Охорона навколишнього середовища	68
7 Розрахунок вартості розробки головної передачі.....	70
Висновки	73
Список літератури	74
Додаток А. Графіки тягово-швидкісного аналізу	77
Додаток Б. Навантажувальні режими трансмісії та ходової частини	79
Додаток В. Розрахунок деталей головної передачі	88
Додаток Г. Розрахунок режимів різання та норм часу	105
Додаток Д. Розрахунки умов праці	113
Додаток Е. Специфікація.....	116

ВСТУП

Сучасний розвиток транспортної галузі характеризується інтенсивним зростанням обсягів вантажних перевезень, що зумовлено глобалізаційними процесами, розширенням торговельних зв'язків та підвищенням мобільності економіки. У цих умовах автомобільний транспорт відіграє провідну роль, забезпечуючи оперативність, гнучкість і доступність перевезень, особливо транспортні засоби категорії N₂. Такі автомобілі широко застосовуються в міських, приміських та міжміських перевезеннях, виконуючи важливі функції у сфері логістики, будівництва, комунального господарства та торгівлі. Їх ефективність безпосередньо впливає на економічні показники підприємств, а також на загальний рівень розвитку транспортної інфраструктури.

З огляду на підвищені вимоги до ефективності та надійності транспортних засобів, особлива увага приділяється вдосконаленню їх конструктивних елементів. Одним із найважливіших вузлів трансмісії є головна передача, яка виконує функцію перетворення крутного моменту та передавання його до ведучих коліс. Вона забезпечує узгодження параметрів роботи двигуна з умовами руху транспортного засобу, впливаючи на тягові характеристики, динаміку розгону, паливну економічність та ресурс агрегатів.

Поряд із технічними аспектами функціонування транспортних засобів значну роль у забезпеченні безпеки дорожнього руху відіграє людський фактор. Однією з найпоширеніших причин дорожньо-транспортних пригод є втома водія, яка виникає внаслідок тривалого перебування за кермом, монотонності руху, порушення режиму праці та відпочинку, а також психофізіологічного навантаження. У зв'язку з цим сучасні транспортні засоби все частіше оснащуються системами контролю стану водія, які базуються на аналізі поведінкових, фізіологічних та візуальних параметрів. Дослідження таких систем та оцінка їх ефективності є важливим напрямом підвищення рівня активної безпеки автомобільного транспорту.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було досягнуто поставленої мети, що передбачала розробку головної передачі транспортного засобу категорії N₂ та дослідження систем контролю втоми водія. На основі аналізу транспортних засобів-аналогів визначено раціональні технічні параметри проєктованого автомобіля, а також сформовано тягово-швидкісні характеристики у вигляді відповідних графічних залежностей.

У роботі основну увагу зосереджено на проєктуванні гіпоїдної головної передачі. Виконано необхідні інженерні розрахунки, обґрунтовано вибір параметрів та розроблено складальне креслення вузла. Крім того, розглянуто особливості технології виготовлення зубчастих коліс із урахуванням вимог до точності та довговічності. Проведений аналіз сучасних систем контролю втоми водія дозволив оцінити їх можливості та ефективність використання в транспортних засобах даної категорії.

У межах кваліфікаційної роботи досліджено питання охорони праці під час випробувань транспортного засобу, визначено основні небезпечні фактори та запропоновано заходи для забезпечення безпечних умов роботи. Економічна частина містить оцінку витрат на розробку і виготовлення головної передачі, що підтверджує доцільність її впровадження.

Узагальнюючи результати роботи, можна зробити висновок про доцільність запропонованих технічних рішень, їх відповідність сучасним вимогам та можливість практичного застосування у транспортних засобах категорії N₂ з метою підвищення ефективності та безпеки їх експлуатації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шуклінов С. М., Альокса М. М., Ужва А. В., Ярита О. О. Методичні вказівки до виконання курсової роботи «Проектування автомобіля. Тяговий розрахунок та аналіз тягово-швидкісних властивостей» з дисципліни «Теорія, експлуатаційні властивості та проектування автомобілів» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» за освітньою програмою «Автомобілебудування» – Харків, 2020р.
2. Шуклінов С. М., Ломака С.І., Холодов М.П. Методичні вказівки до виконання практикума «Визначення навантажувальних режимів для розрахунку деталей та вузлів автомобіля » з дисципліни «Теорія, експлуатаційні властивості та проектування автомобілів» – Харків, 2020
3. Шуклінов С.М. (2022). Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб. ISBN 978-617-8009-77-9.
4. Альокса М.М., Писарцов О.С. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Автомобілі». Розділ «Визначення основних параметрів транспортного засобу», Харків, 2026
5. Леонтьєв, Д. М., Ломака С. Й. (2015). Про розрахунковий спосіб визначення координати центру мас типових автомобілів. Новітні технології в автомобілебудівництві та транспорті : наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 15–16 жовт. 2015 р. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, – Ч. 1. – 43–44.
6. Передові системи допомоги водієві ADAS
<https://avtoad.com.ua/base/peredovi-sistemi-dopomogi-vodievi-adas> – Дата доступу 14.04.2026
7. Писарцов, О. (2025). Залежність впливу тиску на опорну поверхню від тиску в літній шині розміром 225/55 R18. *Автомобільний транспорт*, (56), 13–18.
<https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2025.56.0.02>
8. Розробка системи контролю стану водія
https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/ABTOM_TRANSP/ППВ БА/Braslet_bezpeki.pdf – Дата доступу 10.04.2026

9. Система допомоги водієві ADAS + DMS для комерційного транспорту <https://www.euromobile.com.ua/ua/video-monitoring/adas-dms/> – Дата доступу 10.04.2026

10. Леонтьєв Д. М., Малий В. М. (2024). Автономні транспортні засоби: перспективи, структура та проблеми напрямку. Сучасне автомобілебудування, автотехнічна експертиза, експлуатація автомобільного транспорту та підготовка фахівців галузі транспорт : зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф. до Дня автомобіліста та дорожника, 22–23 жовт. 2024 р. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, 27–30.

11. Писарцов О.С. Дослідження тиску на опорну поверхню транспортного засобу категорії М1 на прикладі «Опель Grandland 1,5 BHDІ», Міжнародна науково-практичної конференції до Дня автомобіліста та дорожника // Харківський автомобільно-дорожній університет. Автомобільний факультет, – 2024, с. 31-32

12. Писарцов О.С. Залежність впливу тиску на опорну поверхню від тиску в зимовій шині Triangle snowlink Pl01 Типорозміру 225/55 R18, Машинобудування № 35 (2025), с. 54-64 <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-35-06>

13. Методичні вказівки щодо розробки розділу «Охорона праці» у дипломних проектах (роботах) студентів всіх форм навчання випускних курсів університету. /Укладачі: М.Д. Каслін, Л.В. Штода – Харків; ХНАДУ, 2018 – 29 с.

14. Михалевич М.Г. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування Освітня програма «Автомобілебудування» – Харків 2019

15. Bogomolov V., Leontiev D., Yaryta O. Kuzior A., Pysartsov O., Don Ye. (2025). Methodology for identifying and eliminating brake squeal in wheeled vehicles. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics. 22(1). - 165 - 173. <https://doi.org/10.17683/ijomam/issue22.v1.17>

16. Leontiev, D., Klimenko, V., Mykhalevych, M., Don, Y., & Frolov, A. (2019). Simulation of working process of the electronic brake system of the heavy vehicle. In International scientific-practical conference. Cham: Springer International Publishing. 1019, 50-61. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25741-5_6

17. Klymenko V. I., Voronkov O. I., Leontiev D. M., Mykhalievych M. H., Yaryta O. O., Ponikarovska S. V., Borzenko O. P., Fandieiwa A. Ye. (2023). *Construction and layout of automobiles and internal-combustion engines : study guide*. – ISBN 978-617-8009-99-1
18. Bogomolov, V. O., Klimenko, V. I., Leontiev, D. M., Frolov, A. A., Suhomlin, O. S., & Kuripka, O. V. (2021). Features of braking of multi-axle vehicles depending on the layout of their axles. *Automobile transport*, (49), 23-35.
19. Leontiev D., Klymenko V., Aloksa M., Sylchenko M. (2022) Regarding the issue of determining the deceleration of a two-axle vehicle with a damaged brake system. *Automobile transport*, (50), 21-28.
20. Riabushenko, O., Sierpiński, G., Bogomolov, V., Nahliuk, I., & Leontiev, D. (2024). Study of Distribution of Free Flow Speeds on Urban Road Sections Depending on Their Functional Purpose and One-Way Traffic—Evidence from Kharkiv (Ukraine). *Applied Sciences*, 14(23), 11302. <https://doi.org/10.3390/app142311302>
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. Фідровська, Н., Писарцов, О., Нестеренко, В., & Рагулін, В. (2026). Визначення факторів, що впливають на міцність канату. *Автомобільний транспорт*, (58), 69–74. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2026.58.0.08>
23. Писарцов О.С., Пирожок В.М. Аналіз системи контролю втоми водія / Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXXIV міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2026, 13-16 травня 2026 р. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2029 с. – С. 409
24. Писарцов О.С., Вітченко О.О. Основні фактори, що впливають на радіус повороту транспортних засобів категорії N₃ / Наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасне автомобілебудування, транспорт і дорожня інфраструктура '2025 (MAITRI 2025)» – Харків : 2025. 450 с. – С.58-59