

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А. Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

А.АВТ-АА-41-22.4101.1700.000 ПЗ

ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ N2 (АВТОМОБІЛЬ СЕРЕДНЬОЇ
ВАНТАЖНОСТІ). РОЗРОБКА ГОЛОВНОЇ ПЕРЕДАЧІ А АНАЛІЗ ВПЛИВУ
ПЕРЕДАТОЧНОГО ЧИСЛА НА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІЧНІСТЬ І ДИНАМІЧНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.

Нормоконтролер канд. техн. наук, доц.

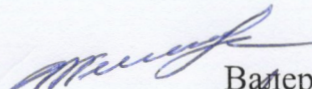
Керівник канд. техн. наук, доц

Консультант канд.техн. наук, проф.

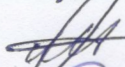
Консультант канд. техн. наук, проф.

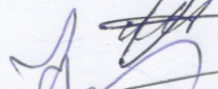
Консультант д-р техн. наук, проф.

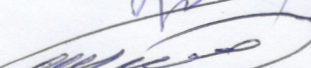
Здобувач гр. АА-41-22

 Валерій КЛИМЕНКО

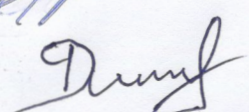
 Олександр ЯРИТА

 Михайло ХОЛОДОВ

 Юрій ДУДУКАЛОВ

 Олег БОГАТОВ

 Микола МИХАЛЕВИЧ

 Данило ЯКУШКО

Харків – 2026

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Галузь знань 27 «Транспорт»

(шифр і назва)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автомобілів,

ім. А.Б. Гредескула

проф. Клименко В.І.

“ 30 ” 03 2026 рік

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Данилу Якушко

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: «Транспортний засіб категорії N2 (автомобіль середньої вантажності). розробка головної передачі а аналіз впливу передаточного числа на паливну економічність і динамічні характеристики»

керівник проекту Холодов Михайло Павлович, к-т техн. наук, доцент.

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від “ ” 2026 року №

2. Строк подання студентом проекту 01 червня 2026 року

3. Вихідні дані до проекту:

– Тип автомобіля – Транспортний засіб категорії N 3;

– Кількість пасажирів $n = 1$ особа;

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

– Максимальний коефіцієнт сумарного дорожнього опору, який може здолати автомобілем на першій передачі $\psi_{\max} = 0,3;$

– Максимальний коефіцієнт сумарного дорожнього опору, який може здолати проєктованим автомобілем при русі з максимальною швидкістю $\psi_v = 0,011.$

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Аналіз найближчих аналогів проєктованого автомобіля та обґрунтування його параметрів. 2. Визначення навантажувальних режимів для розрахунку на міцність і довговічність деталей ходової частини та трансмісії. 3. Функціональний розрахунок головної передачі. 4 Аналіз впливу передаточного числа головної передачі на паливну економічність і динамічні характеристики автомобіля. 5 аналіз безпеки життя і діяльності людини на підприємстві. 6 Технологія виготовлення деталі головної передачі. 7 Розрахунок вартості розробки головної передачі. Висновки. Список літератури. . Додаток.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників): Транспортний засіб категорії N2 (ф. А1); Кінематична схема трансмісії(ф. А1); Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля(ф. А1) 3 Головна передача (складальне креслення) (ф. А1); Технологія виготовлення: зубчастого вінця веденої шестерні головної передачі. (ф. А4); Робочий кресленик: зубчастого вінця веденої шестерні головної передачі (ф. А1).

6. Консультанти розділів проекту

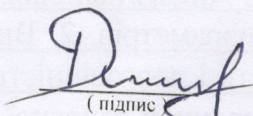
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Богатов О.І., доц.	01.03.2026	01.03.2026
Технологічна частина	Дудукалов Ю.В., доц..	03.03.2026	03.03.2026
Економіка	Михалевич М.Г., проф.	06.03.2026	06.03.2026

7. Дата видачі завдання 15 лютого 2026 року

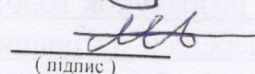
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Вибір основних параметрів автомобіля.	01.03. 2026	
2	Тяговий розрахунок автомобіля.	29.03. 2026	
3	Функціональний розрахунок головної переда.	07.04. 2026	
4	Аналіз впливу передаточного числа головної передачі на паливну економічність і динамічні характеристики автомобіля.	05.05. 2026	
5	Аналіз безпеки життя і діяльності людини на підприємстві.	12.05. 2026	
6	Технологія виготовлення деталі головної передачі.	15.05. 2026	
7	Розрахунок вартості розробки головної передач.	22.05. 2026	
8	Оформлення пояснювальної записки.	25.05.2026	
9	Підготовка презентації до захисту.	01.06. 2026	

Студент


(підпис)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Данило ЯКУШКО
(прізвище та ініціали)

Михайло ХОЛОДОВ
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 86 с., 22 рис., 18 табл., 21 джерело.

ГОЛОВНА ПЕРЕДАЧА, ТРАНСМІСІЯ, ВАНТАЖНИЙ АВТОМОБІЛЬ КАТЕГОРІЇ N2, ПЕРЕДАТОЧНЕ ЧИСЛО, ТЯГОВО-ШВИДКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПАЛИВНА ЕКОНОМІЧНІСТЬ.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка головної передачі транспортного засобу категорії N2 та дослідження впливу її передаточного числа на паливну економічність і динамічні характеристики автомобіля.

У роботі виконано аналіз найближчих аналогів проектного автомобіля та обґрунтовано його основні параметри. Проведено вибір потужності двигуна, визначено передавальні числа трансмісії та виконано тягово-швидкісний розрахунок автомобіля. Визначено навантажувальні режими для розрахунку деталей ходової частини та трансмісії на міцність і довговічність.

Розроблено конструкцію головної передачі, визначено її основні геометричні параметри, виконано розрахунок зубчастої пари, перевірочні розрахунки на міцність і довговічність, а також розрахунок вала головної передачі.

Особливу увагу приділено дослідженню впливу передаточного числа головної передачі на тягово-швидкісні властивості, максимальну швидкість руху, паливну економічність та здатність автомобіля долати підйоми. На підставі проведеного аналізу визначено раціональне значення передаточного числа головної передачі для проектного автомобіля.

Отримані результати можуть бути використані при проектуванні трансмісій вантажних автомобілів категорії N2 з метою підвищення їх тягових властивостей та паливної економічності.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 Аналіз найближчих аналогів проєктованого автомобіля та обґрунтування його параметрів	7
1.1 Аналіз найближчих аналогів, розрахунок і розподіл мас по вісях	7
1.2 Опис кінематичної схеми автомобіля	9
1.2.1 Зчеплення	9
1.2.2 Коробка передач	9
1.2.3 Карданна передача	11
1.2.4 Ведучі колеса	11
1.2.5 Диференціал	11
1.2.6 Напівосі	12
1.3 Вибір потужності двигуна і визначення максимального крутного моменту двигуна	12
1.4 Вибір передавальних чисел трансмісії	16
1.4.1 Розрахунок передавального числа головної передачі	16
1.4.2 Визначення передавальних чисел коробки перемикачів передач	16
1.4.3 Визначення передавальних чисел проміжних передач коробки перемикачів передач	17
1.5 Тяговий розрахунок	17
1.5.1 Розрахунок швидкостей руху автомобіля	17
1.5.2 Розрахунок сили тяги на колесах автомобіля	18
1.5.3 Розрахунок сили опору повітря	18
1.5.4 Розрахунок динамічного чинника	18
2 Визначення навантажувальних режимів для розрахунку на міцність і довговічність деталей ходової частини та трансмісії	21
2.1 Навантажувальні режими для розрахунку на міцність	21
2.1.1 Режим максимальної вертикальної реакції	21
2.1.2 Режим максимальних поздовжніх реакцій	22

	5
2.1.3 Навантажувальні режими для розрахунку на довговічність	25
2.2 Навантажувальні режими для розрахунку на міцність деталей трансмісії	26
3 Функціональний розрахунок головної передачі	29
3.1 Визначення геометричних параметрів головної передачі	29
3.2 Розрахунок зубчастої пари головної передачі	32
3.3 Перевірочний розрахунок головної передачі	35
3.4 Розрахунок вхідного вала головної передачі на міцність	37
4 Аналіз впливу передаточного числа головної передачі на паливну економічність і динамічні характеристики автомобіля	51
4.1 Роль головної передачі в трансмісії автомобіля категорії N2	51
4.2 Вплив передаточного числа головної передачі на силу тяги	52
4.3 Вплив передаточного числа на паливну економічність	53
4.4 Вплив передаточного числа головної передачі на подолання підйомів	55
4.5 Вплив передаточного числа на максимальну швидкість	56
4.6 Вибір оптимального передаточного числа головної передачі	56
5 аналіз безпеки життя і діяльності людини на підприємстві	58
6 Технологія виготовлення деталі головної передачі	65
6.1 Аналіз технологічності деталі	65
6.2 Вибір заготовки	67
6.3 Розробка технологічного маршруту обробки	69
6.4 Розрахунок режимів різання	71
6.4.1 Розрахунок токарної операції	71
6.4.2 Програмування токарної обробки на верстатах з ЧПК	77
7 Розрахунок вартості розробки головної передачі	79
Висновки	83
Список літератури	84
Додаток А Презентаційний матеріал.....	86

ВСТУП

Автомобільний транспорт є важливою складовою транспортної системи держави. Ефективність експлуатації вантажних автомобілів значною мірою визначається параметрами трансмісії, які впливають на тягово-швидкісні характеристики, паливну економічність та надійність транспортного засобу.

Одним із ключових вузлів трансмісії є головна передача, що забезпечує передачу та перетворення крутного моменту до ведучих коліс. Від її передаточного числа залежать максимальна швидкість автомобіля, динаміка розгону, здатність долати підйоми та витрата палива.

У зв'язку з необхідністю підвищення паливної економічності та ефективності вантажних автомобілів актуальним є дослідження впливу параметрів головної передачі на експлуатаційні показники транспортного засобу.

Метою роботи є розробка головної передачі автомобіля категорії N2 та аналіз впливу її передаточного числа на паливну економічність і динамічні характеристики автомобіля.

Для досягнення поставленої мети виконано аналіз автомобілів-аналогів, проведено тягово-швидкісний розрахунок, визначено навантажувальні режими деталей трансмісії, розроблено конструкцію головної передачі та досліджено вплив її передаточного числа на експлуатаційні показники автомобіля. Також розроблено технологічний процес виготовлення деталей головної передачі, розглянуто питання безпеки життєдіяльності та виконано оцінку вартості розробки.

Об'єктом дослідження є трансмісія вантажного автомобіля категорії N2, а предметом дослідження – головна передача та її вплив на експлуатаційні властивості автомобіля.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи я ознайомився із загальними даними існуючих АТЗ, аналогічних по проектуваному класу і на їх основі встановив параметри проектуваного автомобіля. Визначивши і обґрунтувавши основні параметри автомобіля, виконав тяговий розрахунок, в результаті якого одержав необхідні дані для проектування карданної передачі: характеристику двигуна, величину максимальних навантажень і моментів, розрахункові режими навантаження, частоту обертання валів і т.д.

Під час виконання кваліфікаційної роботи були визначені основні системи та механізми відкриття та закриття дверей. Електричні системи та механізми відкриття та закриття дверей у пасажирських автобусах є надійними, ефективними та інноваційними рішеннями, які покращують якість подорожей та забезпечують безпеку для всіх пасажирів. Їх все більше використовують у сучасних автобусах, спрямовуючи розвиток цієї технології для максимального задоволення потреб пасажирського транспорту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Альокса М. М., Алексеєнко В. М. (1990). *Теорія експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів в прикладах і завданнях*
2. Шуклінов С.М. (2022). *Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб.* ISBN 978-617-8009-77-9.
3. Алексеєнко В.М., Ломака С.Й., Шуклінов С.М., Залогін М.Ю. (2018). *Методичні вказівки з дипломного проектування для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»*
4. Шепеленко І.Г., Красюк О.М., Леонтьев Д.М. (2013) Методичні вказівки до виконання курсового проекту за дисципліною «Робочі процеси автомобилів і тракторів»
5. 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.
6. Михалевич М.Г. (2012) Методичні рекомендації до практичної роботи по дисципліні: Основи САПР КГТЗ «Оцінка вартості розробки»
7. Gillespie, T. D. (1992). *Fundamentals of vehicle dynamics*. SAE International.
8. Wong, J. Y. (2022). *Theory of ground vehicles* (5th ed.). John Wiley & Sons.
9. Heisler, H. (2021). *Advanced vehicle technology* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
10. Naunheimer, H., Bertsche, B., Ryborz, J., & Novak, W. (2019). *Automotive transmissions: Fundamentals, selection, design and application* (2nd ed.). Springer.
11. International Organization for Standardization. (2020). *ISO 18283:2020 Road vehicles — Energy consumption and range — Test procedures*. ISO.
12. SAE International. (2021). *SAE J1321:2021 Fuel consumption test procedure – Type II*. SAE International.

13. Богомолов В. О., Леонтьєв Д. М. (2025). *Математичне моделювання робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів* : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-74-2
14. Александров Є. Є., Богомолов 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
15. Shuklinov S. M., Klymenko V. I., Leontiev D. M., Aloksa M. M. (2023). *Automobile. Theory and operational properties : study guide.*
16. Klymenko V. I., Voronkov O. I., Leontiev D. M., Mykhalievych M. H., Yaryta O. O., Ponikarovska S. V., Borzenko O. P., Fandieiieva A. Ye. (2023). *Construction and layout of automobiles and internal-combustion engines : study guide.* – ISBN 978-617-8009-99-1
17. Богомолов, В. О., Клименко, В. І., Леонтьєв, Д. М., & Ужва, А. В. (2026). *Прикладна теорія коливань в галузі машинобудування.* Харків : ФОП Бровін О.В. ISBN 978-617-8587-53-6
18. Aleksandrov Ye. Ye. , Bohomolov V. O. , Klimenko V. I. , Leontiev D. M. (2026). *Applied theory of vibrations for students of automotive specializations at higher education institutions : study guide.* (2nd Edition). – Kharkiv : ФОП Бровін О. В. ISBN 978-617-8587-36-9
19. Mikhalevich, M., Yarita, A., Leontiev, D., Gritsuk, I. et al., "Selection of Rational Parameters of Automated System of Robotic Transmission Clutch Control on the Basis of Simulation Modelling," SAE Technical Paper 2019-01-0029, 2019, <https://doi.org/10.4271/2019-01-0029>.
20. Mikhalevich, M., Yarita, A., Turenko, A., Leontiev, D. et al., "Assessment of Operation Speed and Precision of Electropneumatic Actuator of Mechanical Transmission Clutch Control System," SAE Technical Paper 2018-01-1295, 2018, <https://doi.org/10.4271/2018-01-1295>.
21. Mikhalevich, M., Yarita, A., Bogomolov, V., Leontiev, D. et al., "Research of the inductive sensor of the electropneumatic clutch control system for the mechanical transmission at change of ambient temperature" SAE Technical Paper 2021-01-0679, 2021, <https://doi.org/10.4271/2021-01-0679>.