

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

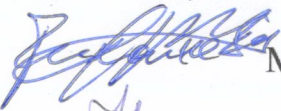
бакалавра

А.АВТ-АА41-22.3201.2400.010 ПЗ

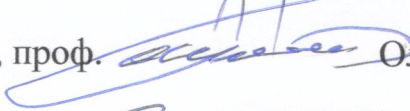
**ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ M_2 . РОЗРОБКА ГОЛОВНОЇ ПЕРЕДАЧІ
ТА АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА**

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

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент  Михайло ХОЛОДОВ

Керівник д-р. техн. наук, проф.  Микола МИХАЛЕВИЧ

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 ЄВТУШЕНКО

Харків – 2026

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ 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

Євтушенку Владиславу Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи** Транспортний засіб категорії М₂. Розробка головної передачі та аналіз факторів, які впливають на витрату палива

керівник Михалевич Микола Григорович, д.т.н., проф.

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від 31 березня 2026 року №56

Строк подання студентом 08 червня 2026 року

3. Вихідні дані: Коефіцієнт сумарного дорожнього опору

який може подолати транспортний засіб, $\psi_{\max}=0,36$. Максимальна швидкість

$V_{\max}=170$ км/год. Коефіцієнт сумарного дорожнього опору при русі з максимальною швидкістю $\psi_V=0,02$.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Вибір основних параметрів проектного автомобіля; Розробка головної передачі; Технологічна підготовка автоматизованої обробки корпусу вала-шестерні на верстатах з ЧПК; Аналіз факторів, які впливають на витрату палива; Охорона праці; Розрахунок вартості розробки головної передачі; Висновки. Перелік посилань. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Загальний вид транспортного засобу категорії М₁ (ГК, ф. А1); Кінематична схема трансмісії (КЗ, ф. А1); Аналіз тягово-швидкісних властивостей (ТК, ф. А1); Складальне креслення головної передачі (СК, ф. А1); Робочі кресленики: валу шестерні, веденої шестерні та корпусу вала-шестерні (ф. А2); Технологія підготовки та виготовлення корпусу вала-шестерні на верстатах з ЧПК (КЕ, ф. А2); Аналіз факторів, які впливають на витрату палива (ТК, ф. А1);

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Богатов О.І., к.т.н, проф.	01.05.2026	03.05.2026
Технологічна частина	Дудукалов Ю.В., к.т.н, проф.	01.05.2026	03.05.2026
Оцінка вартості розробки	Михалевич М.Г., д.т.н, проф.	01.05.2026	03.05.2026

7. Дата видачі завдання 31 березня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

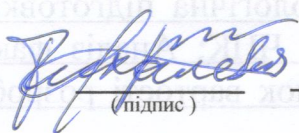
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ; Вибір основних параметрів проектного автомобіля	04.05.26	
2	Розробка головної передачі	13.05.26	
3	Технологічна підготовка автоматизованої обробки корпусу вала-шестерні на верстатах з ЧПК	18.05.26	
4	Аналіз факторів, які впливають на витрату палива	23.05.26	
5	Охорона праці	27.05.26	
6	Розрахунок вартості розробки головної передачі	03.06.26	
7	Оформлення пояснювальної записки	06.06.26	
8	Підготовка презентації до захисту	08.06.26	

Здобувач


(підпис)

Владислав ЄВТУШЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Микола МИХАЛЕВИЧ
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 97 с., 21 рис., 9 табл., 4 додатки, 14 джерел.

ГОЛОВНА ПЕРЕДАЧА, ДИФЕРЕНЦІАЛ, КІНЕМАТИЧНА СХЕМА, ВИТРАТА ПАЛИВА, ШВИДКІСТЬ РУХУ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ, ЕКО-МАРШРУТИЗАЦІЯ, АЕРОДИНАМІЧНИЙ ОПІР, СТИЛЬ ВОДІННЯ.

Об'єкт дослідження – головна передача транспортного засобу категорії M_2 .

Мета проекту – розробка головної передачі та аналіз факторів, які впливають на витрату палива.

Метод дослідження – аналітичний з використанням наукових підходів і класичних теорій.

Зниження як економічних витрат, так і викидів можливе рахунок оптимізації витрати пального окремих транспортних засобів у складі автопарку. Згідно з літературними джерелами, це можна зробити, працюючи з різними факторами, що впливають на витрату палива транспортним засобом під час поїздки. Наприклад, вказує на те, що агресивне водіння впливає на витрату палива та збільшення може становити до 26% від загальної кількості палива, що споживається транспортним засобом. Це означає, що проста оптимізація стилю водіння автопарку значно впливає як на економічні, так і на транспортні витрати також скорочення шкідливих викидів.

Результати можуть бути використані в навчальному процесі для лабораторних та практичних.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Вибір основних параметрів проектного автомобіля.....	8
1.1 Визначення основних параметрів автомобілів-аналогів та маси проектного автомобіля	8
1.2 Визначення максимальної потужності двигуна і побудова ЗШХД.....	10
1.3 Визначення передавальних чисел трансмісії	13
1.4 Оцінка показників розгону автомобіля.....	17
1.5 Баланс потужностей автомобіля.....	19
1.6 Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля.....	21
1.7 Кінематична схема трансмісії	21
2 Розробка головної передачі.....	23
2.1 Обґрунтування основних конструктивних рішень	23
2.2 Функціональний розрахунок головної передачі	23
2.3 Вибір геометрії зачеплення конічних шестерень головної передачі.....	27
2.4 Розрахунок зубчастих коліс головної передачі на втому та міцність.....	29
2.5 Визначення зусиль в зубчастому зачепленні	34
2.6 Вибір підшипників головної передачі.....	34
2.7 Розрахунок конічного диференціала на міцність	35
2.8 Розрахунок півосей	38
2.8.1 Режим максимальної дотичної сили.....	39
2.8.2 Режим максимального вертикального навантаження	40
2.9 Підбір підшипників ведучих коліс	44
2.10 Матеріали основних деталей і їх термічна обробка	46
3 Технологічна підготовка автоматизованої обробки корпусу вала-шестерні на верстатах з ЧПК.....	48
3.1 Призначення деталі	48
3.2 Вибір і обґрунтування виду отримання заготовки	49
3.3 Матеріал деталі.....	49

3.4 Аналіз ТКВ.....	50
3.5 Програмування в модулі <i>Fusion 360</i> в режимі <i>CAM</i> рухів ріжучих інструментів при обробці заготовки	50
4 Аналіз факторів, які впливають на витрату палива.....	58
5 Охорона праці.....	67
5.1 Техніка безпеки	67
5.2 Робота на метало-ріжучих верстатах	67
5.3 Пожежна безпека.....	68
5.4 Екологія	68
5.5 Розрахунок по техніці безпеки.....	69
5.6 Виробнича санітарія.....	70
6 Розрахунок вартості розробки головної передачі.....	73
6.1 Норми часу.....	74
Висновки	78
Перелік посилань.....	79
Додаток А Графіки до тягово-швидкісного аналізу автомобіля.....	81
Додаток Б Кінематична схема трансмісії автомобіля	87
Додаток Б Специфікація до складального креслення	89
Додаток Г Презентаційний матеріал до кваліфікаційної роботи	90

ВСТУП

На сучасних транспортних засобах встановлюються диференціали які допомагають розподілити крутний момент між колесами для кращих ходових характеристик. В даній роботі проведений розрахунок основних тягово-швидкісних характеристик мікроавтобуса. Підібрані та розраховані параметри головної передачі.

Диференціал в автомобілі – це механізм, який дозволяє передавати потужність і обертання від коробки передач до коліс, розділяючи потік цієї потужності на два, для кожного з коліс однієї осі, з можливістю змінювати співвідношення переданої до них потужності, і, отже, дозволяючи колесам обертатися з різною швидкістю.

Ділять їх за видом і ступенем блокування. Наприклад, по виду диференціали бувають з ручним і електронним блокуванням. Ручне блокування, зазвичай використовується в позашляховиках, передбачає, що водій заблокує шестерні диференціала включенням тумблера в салоні. Електронне блокування – сам блок управління приймає рішення про блокування, порівнюючи дані з ABS і інших систем автомобіля.

ВИСНОВКИ

У проєкті розроблено головну передачу для мікроавтобуса категорії M_2 проведений аналіз диференціалів та вибраний оптимальний варіант для встановлення на мікроавтобуса категорії M_2 . Виявлені основні особливості та недоліки які характерні тим чи іншим моделям диференціалів, цей аналіз в подальшому на стадії проектування дозволить спроектувати більш надійний та стійкий від пошкоджень у процесі експлуатації диференціал.

Спроектowana головна передача повністю відповідає проєктованому автомобілю. Також було проведено економічний розрахунок собівартості виробництва головної передачі. В технологічному розділі було проказано як зробити обробку деталі диференціалу на станках з ЧПК та який має вигляд керуюча програма з координатами.

Зниження як економічних витрат, так і викидів можливе рахунок оптимізації витрати пального окремих транспортних засобів у складі автопарку. Згідно з літературними джерелами, це можна зробити, працюючи з різними факторами, що впливають на витрату палива транспортним засобом під час поїздки. Наприклад, вказує на те, що агресивне водіння впливає на витрату палива та збільшення може становити до 26% від загальної кількості палива, що споживається транспортним засобом. Це означає, що проста оптимізація стилю водіння автопарку значно впливає як на економічні, так і на транспортні витрати також скорочення шкідливих викидів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 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
2. Альокса М. М. Методичні вказівка до виконання розрахунково-графічної роботи та СРС з дисципліни «Автомобілі». Розділ «Теорія»/ М.М. Альокса, В.І. Клименко, Д.М. Леонтьєв – Харків: ХНАДУ, 2017. – 15 с.
3. Heisler H. *Advanced Vehicle Technology*. – 3rd ed. – Oxford : Butterworth-Heinemann, 2020. – 784 p.
4. Gillespie T. D. *Fundamentals of Vehicle Dynamics*. – SAE International, 2019. – 512 p.
5. Naunheimer H., Bertsche B., Ryborz J., Novak W. *Automotive Transmissions: Fundamentals, Selection, Design and Application*. – Springer, 2018. – 715 p.
6. Bosch. *Bosch Automotive Handbook*. – 10th ed. – Stuttgart : Robert Bosch GmbH, 2018. – 1544 p.
7. Говорущенко М. Я. *Експлуатаційні властивості автомобілів*. – Харків : ХНАДУ, 2019. – 368 с.
8. Волков В. П. *Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля*. – Київ : Каравела, 2018. – 344 с.
9. Barth M., Boriboonsomsin K. “Real-World Carbon Dioxide Impacts of Traffic Congestion” // *Transportation Research Record*. – 2018. – Vol. 2058. – P. 163–171.
10. Каслін М.Д. 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., іл./.

11. Михалевич М.Г. Методичні рекомендації до практичної роботи по дисципліні: Основи САПР КГТЗ «Оцінка вартості розробки» / М.Г.Михалевич — ХНАДУ, 2012. – 19 с.

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

13. 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

14. Shuklinov S. M., Klymenko V. I., Leontiev D. M., Aloksa M. M. (2023). *Automobile. Theory and operational properties : study guide.*