

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
бакалавра  
А.АВТ-АА41-21.2159.1700.001 ПЗ

**ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ М<sub>1</sub>. РОЗРОБКА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТА  
АНАЛІЗ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОЇ ПОДІЇ В ЯКІЙ ТРАНСПОРТНИЙ  
ЗАСІБ РУХАВСЯ З ПЕРЕВИЩЕННЯМ ШВИДКОСТІ**

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

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент  Михайло ХОЛОДОВ

Керівник канд. техн. наук доц.  Сергій ДАНЕЦЬ

Консультант, канд. техн. наук, проф.  Юрій ДУДУКАЛОВ

Консультант, канд. техн. наук, проф.  Олег БОГАТОВ

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

Студент гр. АА-41-21  Ігор УГЛЕВАТИЙ

# 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. 

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 року

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

Углеватому Ігорю Віталійовичу

( прізвище, ім'я, по батькові )

1. Тема роботи Транспортний засіб категорії М1. Розробка коробки передач та аналіз дорожньо-транспортної події в якій транспортний засіб рухався з перевищенням швидкості.

керівник Данець Сергій Віталійович, к.т.н., доц.

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від 24 березня 2025 року №53

Строк подання студентом 22 червня 2025 року

3. Вихідні дані: Коефіцієнт сумарного дорожнього опору

який може подолати транспортний засіб,  $\psi_{\max}=0,35$ . Максимальна швидкість

$V_{\max}=220$  км/год. Коефіцієнт сумарного дорожнього опору при русі з максимальною швидкістю  $\psi_V = 0,025$ . Кількість пасажирських місць 4.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Вибір основних параметрів проєктованого автомобіля; Кінематична схема трансмісії; Розробка коробки передач; Розробка технологічного процесу виготовлення шестерні; Аналіз дорожньо-транспортної події в якій транспортний засіб рухався з перевищенням швидкості; Охорона праці; Розрахунок вартості розробки коробки передач. 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 коробки передач (СК, ф. А1); Робочі кресленики (ф. А2); Технологія виготовлення шестерні (КЕ, ф. А2); Аналіз дорожньо-транспортної події в якій транспортний засіб рухався з перевищенням швидкості (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.	10.05.2025	10.05.2025
Технологічна частина	Дудукалов Ю.В., к.т.н, проф.	10.05.2025	10.05.2025
Оцінка вартості розробки	Михалевич М.Г., д.т.н, проф.	10.05.2025	10.05.2025

7. Дата видачі завдання 31 березня 2025 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

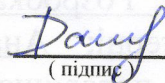
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Вибір основних параметрів проєктованого автомобіля	09.05.25	
2	Кінематична схема трансмісії	12.05.25	
3	Розробка коробки передач	17.05.25	
4	Розробка технологічного процесу виготовлення шестерні	20.05.25	
5	Аналіз дорожньо-транспортної події в якій транспортний засіб рухався з перевищенням швидкості	27.05.25	
6	Охорона праці	01.06.25	
7	Оцінка вартості розробки коробки передач	08.06.25	
8	Оформлення пояснювальної записки	15.06.25	
9	Підготовка презентації до захисту	20.06.25	

**Здобувач**

  
(підпис)

**Ігор УГЛЕВАТИЙ**  
(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

  
(підпис)

**Сергій ДАНЕЦЬ**  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: 107 с., 22 рис., 15 табл., 3 додатки, 6 джерел.

ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ТРАНСМІСІЯ, ЗЧЕПЛЕННЯ КОРОБКА ПЕРЕДАЧ, ПЕРВИННИЙ ВАЛ, СИНХРОНІЗАТОР, ВТОРИННИЙ ВАЛ, МЕХАНІЗМ ПЕРЕМІКАННЯ.

Об'єкт роботи – коробка передач транспортного засобу категорії  $M_1$ .

Мета роботи – розробка коробки передач для транспортного засобу категорії  $M_1$  та аналіз дорожньо-транспортної події в якій транспортний засіб рухався з перевищенням швидкості.

Метод дослідження – використання класичних наукових підходів.

Для рушання з місця і розгону автомобіля необхідно затратити велику роботу, а на колеса потрібно подати крутний момент, який можна отримати лише за досить високих обертів двигуна. Тим часом, швидкість руху автомобіля під час рушання з місця невисока. Коробка перемикачів передач це вузол який повинен бути надійним та довговічним. Звідси впливає необхідність у трансмісії зі змінним передавальним числом, що дає змогу використовувати різні співвідношення між швидкостями обертання колінчастого вала двигуна і ведучих коліс. Найбільш технічно простим способом забезпечення змінного передавального числа трансмісії і є використання ступінчастої механічної коробки передач - шестеренчастого редуктора, в якому передавальне число змінюється завдяки вибору однієї з декількох пар шестерень, що передають крутний момент, з різним передавальним відношенням.

Результати можуть бути використані в навчальному процесі та при проектуванні автомобільних систем керування коробкою передач.

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Вибір основних параметрів проектного автомобіля.....	8
1.1 Визначення основних параметрів автомобілів-аналогів.....	9
1.2 Визначення максимальної потужності двигуна.....	11
1.3 Визначення передавальних чисел трансмісії.....	13
1.4 Оцінка показників прискорення.....	17
1.5 Визначення балансу потужностей автомобіля.....	19
1.6 Описання кінематичної схеми трансмісії проектного транспортного засобу.....	20
2 Проектування коробки передач для транспортного засобу категорії М <sub>1</sub> .....	23
2.1 Розрахунок зубчатих коліс коробки передач на міцність.....	26
2.2 Розрахунок валів на статичну тривкість і жорсткість.....	36
2.3 Вибір підшипників.....	45
2.4 Розрахунок синхронізаторів коробки передач.....	47
3 Технологія виготовлення деталі шестерня.....	50
4 Аналіз дорожньо-транспортної події в якій транспортний засіб рухався з перевищенням швидкості.....	60
4.1 Мета та завдання судової автотехнічної експертизи.....	61
4.2 Аналіз параметрів гальмування автомобіля з використанням гальмівної діаграми.....	62
4.3 Фази удару під час зіткнення.....	64
4.4 Встановлення моменту небезпеки та аналіз можливості запобігання зіткнення.....	65
4.5 Застосування лазерного сканування при огляді місця ДТП.....	72
5 Охорона праці.....	79
5.1 Техніка безпеки на автомобільному транспорті.....	79
5.2 Промислова санітарія.....	80
5.3 Пожежна безпека.....	83

5.4 Екологія .....	83
5.5 Визначення рівня шуму у приміщенні .....	84
6 Розрахунок вартості коробки передач проєктованого транспортного засобу .....	86
6.1 Вартість виконання креслення та моделей .....	86
6.2 Вартість контролю документації .....	89
6.3 Вартість текстової документації .....	90
Висновки .....	91
Перелік посилань .....	92
Додаток А Графіки до тягово-швидкісного аналізу автомобіля .....	93
Додаток Б Кінематична схема .....	96
Додаток В Специфікація до складального кресленника .....	97
Додаток Г Презентаційний матеріал .....	102

## ВСТУП

У межах поставленого завдання було спроектовано транспортний засіб категорії  $M_1$ . Відповідно до технічного завдання, розроблено конструкцію коробки передач для цього автомобіля та виконано аналіз систем її керування.

Коробка передач є одним із ключових агрегатів автомобіля, який забезпечує зміну крутного моменту, що передається від двигуна до коліс. Завдяки коробці передач можливо регулювати швидкість руху автомобіля в широкому діапазоні, використовуючи при цьому обмежений діапазон обертів двигуна. Нижчі передачі зменшують навантаження на силовий агрегат під час розгону, руху під нахил або транспортування вантажу, тоді як вищі дозволяють досягти високих швидкостей за середніх обертів двигуна. У разі відсутності коробки передач, двигун змушений був би працювати у важких режимах, що негативно впливало б на його ресурс та ефективність.

Перемикання передач у коробці передач відбувається ступінчасто, тому механічні КПП класифікують, перш за все, за кількістю передач. У спрощеному вигляді кожна передача відповідає певній парі зубчастих коліс, що формують конкретне передатне число. Класична КПП має два паралельних вали: первинний (ведучий), який отримує обертання від двигуна через зчеплення, та вторинний (ведений), який передає змінений крутний момент через трансмісію на колеса. У тривальній коробці передач передача обертання від первинного до вторинного валу здійснюється через проміжний вал. При цьому вторинний вал зазвичай розташовується на одній осі з первинним, а проміжний – паралельно до них.

Отриманий матеріал може бути використаний під час виконання лабораторних та практичних робіт на кафедрі автомобілів ім. А.Б. Гредескула, а також у рамках вивчення сучасних напрямків розвитку конструкцій автомобілів.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Альокса М.М. Теорія експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів у прикладах та завданнях / М.М. Альокса, Олексієнко В.М., Гредескул А.Б. Навч. посіб. – К.: УМК ВО, 1990. – 100 с.
2. Туренко А.М. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП: підручник для вищих навчальних закладів / А.М. Туренко, В.І. Клименко, О.В. Сараєв, С.В. Данець. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 320 с
3. Powertrain Systems for Commercial Vehicles / / ZF Sachs AG. – 97424 Schweinfurt, 2007. – 28 с.
4. Birch S. Semi-automatic gearbox (ACTX). Automotive Engineering, 1998. - 18 с
5. 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./.
6. Михалевич М.Г. Методичні рекомендації до практичної роботи по дисципліні: Основи САПР КГТЗ «Оцінка вартості розробки» / М.Г. Михалевич – ХНАДУ, 2012. – 19 с.
7. Mikhalevich, M., Oleksandr, D., Leontiev, D., Bogomolov, V. 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>
8. Клименко В. І., Богомоллов В. О., Михалевич М. Г., Леонтьев Д. М. (2018). Автоматизация механической трансмиссии автобусов та вантажних транспортних засобів : монографія.
- 9 . Клименко В.І., Богомоллов В.О., Михалевич М.Г., Леонтьев Д.М., Ярита О.О., Сільченко М.М. (2018). Розробка адаптивних систем керування трансмісією : монографія.
13. Александров Є. Є., Богомоллов В. О., Клименко В. І., Леонтьев Д. М. (2025). Прикладна теорія коливань для студентів автомобільних спеціальностей вищів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-75-9