

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

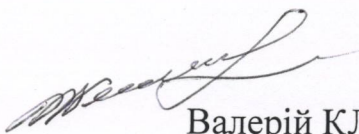
Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КІЛЬКОСТІ ОСЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ
КАТЕГОРІЇ N₃ НА РАДІУС ПОВОРОТУ

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.



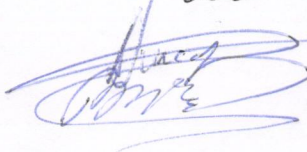
Валерій КЛИМЕНКО

Нормоконтролер канд. техн. наук, доц.



Михайло ХОЛОДОВ

Керівник канд техн. наук доц.



Олександр ПИСАРЦОВ

Здобувач гр. АА-61-24



Олег ВІТЧЕНКО

Харків – 2025

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний

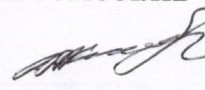
Кафедра автомобілів імені А.Б. Гредескула

Освітній рівень другий (магістерський)

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**

Вітченко Олегу Александровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження впливу кількості осей транспортного засобу категорії N₃ на радіус повороту

керівник Писарцов Олександр Сергійович, к.т.н

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від «8» жовтня 2025 року №155.

2. Строк подання здобувачем роботи «18» грудня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: Транспортний засіб категорії N₃

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Вступ. Аналіз маневреності транспортних засобів категорії N₃; Випробування транспортних засобів категорії N₃ на маневреність; Вплив кількості осей транспортного засобу категорії N₃ на його радіус повороту; Висновки. Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу: Класифікація транспортних засобів категорії N₃; Конструктивні особливості осей вантажних автомобілів; Основні показники маневреності (Довжина розвороту, Радіус повороту, Кут повороту керованих коліс, База та міжосьові відстані, Кількість керованих осей, Ширина колії, Тип приводу та підвіски); Випробування транспортних засобів категорії N₃ на маневреність; Визначення радіуса повороту; Математична модель впливу кількості осей на радіус повороту; Теоретико-експериментальний розрахунок впливу кількості осей на радіус повороту транспортного засобу категорії N₃; Розрахунок габаритного радіусу повороту двовісного транспортного засобу; Розрахунок габаритного радіусу повороту тривісного транспортного засобу; Розрахунок чотиривісного транспортного засобу з однією керованою віссю; Розрахунок чотиривісного транспортного засобу з двома передніми керованими віссями; Порівняльний аналіз результатів; Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	_____		
Технологічна частина	_____		
Оцінка вартості розробки	_____		

7. Дата видачі завдання 20 жовтня 2025 р.

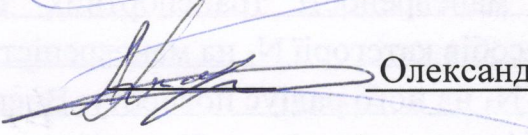
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ. Аналіз маневреності транспортних засобів категорії N ₃	03.11.2025	
2	Випробування транспортних засобів категорії N ₃ на маневреність	13.11.2025	
3	Вплив кількості осей транспортного засобу категорії N ₃ на його радіус повороту	28.12.2025	
4	Висновки. Список використаних джерел	04.12.2025	
5	Оформлення пояснювальної записки	10.12.2025	
6	Підготовка презентації до захисту	15.12.2025	

Здобувач


Олег ВІТЧЕНКО

Керівник роботи


Олександр ПИСАРЦОВ

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра має 69 с., 16 рисунків, 4 таблиці, 22 літературних джерела.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження впливу кількості осей транспортного засобу категорії N_3 на його радіус повороту.

Об'єкт дослідження – процес повороту багатовісних вантажних автомобілів категорії N_3 .

Предметом дослідження є вплив кількості осей, їх розташування, міжосьових відстаней та схем керування колесами на радіус повороту і маневреність транспортного засобу.

Задачі дослідження

- провести аналіз маневреності транспортних засобів категорії N_3 ;
- розглянути основні фактори, що впливають на маневреність;
- вивчити методи випробування для визначення маневреності;
- розглянути існуючі методи визначення радіуса повороту;
- провести розрахунок впливу кількості осей на радіус повороту транспортного засобу категорії N_3
- провести порівняльний аналіз отриманих результатів і визначити закономірності впливу кількості осей на маневровість.

Актуальність дослідження полягає у тому, що зростання маси та габаритів вантажних автомобілів категорії N_3 , спричинене необхідністю підвищення вантажопідйомності та ефективності перевезень, супроводжується збільшенням кількості осей, що суттєво впливає на кінематичні характеристики руху та показники маневреності. У сучасних умовах експлуатації, особливо в обмеженому міському середовищі та на промислових об'єктах, маневреність транспортного засобу є ключовим фактором безпеки та ефективності руху.

Ключові слова: ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ; КАТЕГОРІЯ N_3 ; КІЛЬКІСТЬ ОСЕЙ; МАНЕВРЕНІСТЬ; РАДІУС ПОВОРОТУ; ГАБАРИТНИЙ РАДІУС; КІНЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ; КЕРОВАНІ ОСІ.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз маневреності транспортних засобів категорії N_3	8
1.1. Класифікація транспортних засобів категорії N_3	8
1.2. Конструктивні особливості осей вантажних автомобілів	10
1.3. Основні показники маневреності	11
1.3.1 Радіус повороту	11
1.3.2 Довжина розвороту	14
1.3.3 Кут повороту керованих коліс	15
1.3.4 База та міжосьові відстані	18
1.3.5 Кількість керованих осей	21
1.3.6 Ширина колії	22
1.3.7 Тип приводу та підвіски	24
2 Випробування транспортних засобів категорії N_3 на маневреність	28
2.1 Випробування транспортних засобів категорії N_3 на мінімальний радіус повороту	28
2.2 Випробування “змійка” для транспортних засобів категорії N_3	30
2.3 Випробування на об’їзд перешкоди транспортних засобів категорії N_3	33
2.4 Тест на маневреність у вузьких просторах.....	35
2.5 Випробування на зміну смуги руху.....	38
2.6 Перевірка роботи рульового керування.....	40
2.6.1 Статична перевірка	41
2.6.2 Динамічна перевірка	42
2.7 Випробування транспортного засобу категорії N_3 за маневром «вісімка» ...	43
2.8 Випробування на бічну стійкість під час маневрування.....	46
3 Вплив кількості осей транспортного засобу категорії N_3 на його радіус повороту	49
3.1 Огляд існуючих методів визначення радіуса повороту	49
3.2 Кінематична схема повороту транспортного засобу.....	50
3.3 Геометричні залежності для визначення радіуса повороту.....	51
3.4 Математична модель впливу кількості осей на радіус повороту.....	53

3.5	Теоретико-експериментальний розрахунок впливу кількості осей на радіус повороту транспортного засобу категорії N_3	54
3.5.1	Вибір моделей транспортних засобів категорії N_3	54
3.5.2	Розрахунок габаритного радіусу повороту транспортних засобів.....	59
3.5.3	Порівняльний аналіз результатів.....	64
	Висновки	65
	Перелік посилань.....	67

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено комплексне теоретичне та аналітичне дослідження маневреності чотиривісного транспортного засобу, що дало змогу визначити ключові закономірності впливу кількості керованих осей, конструктивних параметрів ходової частини та компоновочних особливостей на радіус повороту та загальну траєкторію руху.

У результаті огляду літературних джерел встановлено, що маневреність вантажних автомобілів суттєво залежить від бази, колісної формули, ширини колії, типу приводу, параметрів передньої та задньої підвіски, а також наявності додаткових керованих осей. Показано, що габаритний, поворотний та динамічний радіуси повороту є визначальними критеріями, що використовуються для оцінки можливостей транспортного засобу виконувати маневри в обмеженому просторі.

Радіус повороту є комплексним показником, який поєднує конструктивні та експлуатаційні характеристики транспортного засобу. Його дослідження дозволяє визначити оптимальне співвідношення між кількістю осей, базою автомобіля, шириною колії та кутом повороту керованих коліс, що забезпечує найкращий баланс між стійкістю руху, вантажопідйомністю та маневреністю. Результати аналізу радіуса повороту мають важливе значення для конструкторського проектування, нормування експлуатаційних характеристик і підвищення безпеки дорожнього руху.

Проведені дослідження підтверджують, що кількість осей істотно впливає на кінематику повороту та радіус розвороту. Зі збільшенням бази транспортного засобу відбувається зростання радіуса повороту в середньому на 1–1,5 м на кожну додаткову вісь. Застосування другої передньої керованої осі не впливає на габаритний радіус повороту, оскільки кути повороту коліс на другій осі повинні бути узгоджені з кутами повороту на першій.

Отримані результати мають практичну цінність для виробників спеціальної техніки, конструкторів шасі, а також для транспортних підприємств, що працюють в умовах обмеженого простору. Запропонований підхід до оцінки маневреності може бути використаний при виборі транспортних засобів, оптимізації їх конструкції та підвищенні ефективності експлуатації сучасної багатовісної автомобільної техніки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 1. A. M. Turenko Record-breaking racing cars Kharkiv national automobile and highway university (laboratory of racing cars KhANI): popular science handbook of racing cars / A. M. Turenko, V. I. Klymenko, I. V. Lukashev, O. O. Chernysov - .: KhNADU, 2022. - 92 p.
2. Кисликов В.Ф., В.В. Луцук. Будова й експлуатація автомобілів. Київ: Либідь, 2018. – 400с.
3. Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей : навчальний посібник / В. В. Біліченко, О. Л. Добровольський, В. О. Огневий, Є. В. Смирнов – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 163 с
4. Вантажоперевезення <https://rigroup.com.ua/uk/vantazhoperevezennya-12-tonn-po-ukrani-i-za-kordon>
5. Подригало М., Побережний А., Гармаш В. Поліпшення маневреності чотирирівісних автомобілів збільшенням числа ступенів рухливості ходової частин. Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. 2022. Вип. 1(39). С. 38– 41. <https://doi.org/10.33405/2409-7470/2022/1/39/263364>
6. Подригало М., Гармаш В., Горєлишев С., Баулін Д., Яровий Г., Сидоренко І. Поліпшення маневреності колісного транспортного засобу, шляхом вдосконаленого способу управління поворотом. Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. Серія: Машинознавство та САПР. 2023. № 1. С. 68–76. <https://doi.org/10.20998/2079-0775.2023.1.07>.
7. Jagelčák, J.; Gnap, J.; Kuba, O.; Frnda, J.; Kostrzewski, M. Determination of Turning Radius and Lateral Acceleration of Vehicle by GNSS/INS Sensor. *Sensors* 2022, 22, 2298. <https://doi.org/10.3390/s22062298>
8. Особливості підвіски вантажного автомобіля, види <https://uk.avtotachki.com/osobennosti-podveski-gruzovogo-avtomobilya-vidy/>
9. Леонтьєв Д.М., Курипка О.В. (2021). Щодо питання закручування одинарної пневматичної шини в плямі її контакту з поверхнею дорожнього

покриття. *Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції "Проблеми оперативного та логістичного забезпечення складових сектору безпеки і оборони України"*, 188-189.

10. Писарцов О.С. Залежність впливу тиску на опорну поверхню від тиску в зимовій шині Triangle snowlink P101 Типорозміру 225/55 R18, *Машинобудування* № 35 (2025), с. 54-64 <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-35-06>

11. 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>

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

13. Богомолів В. О., Клименко В. І., Леонтьєв Д. М., Ужва А. В. (2025). *Історія інженерної діяльності. Розвиток автомобілебудування : навч. посіб. – 3-тє вид. – ISBN 978-617-8587-01-7*

14. Клименко, В. І., Ломака, С. Й., Рижих, Л. О., & Туренко, А. М. (2006). Аналіз алгоритмів регулювання гальмівних сил регулятором з електронним керуванням. *Вісник ЖДТУ. Серія "Технічні науки"*, 4 (39), 26-35.

15. Leontiev, D., & Frolov, A. (2022). Determination of the average torsional stiffness of tires of a double vehicle wheel during its interaction with the road surface. *Automobile Transport*, (51), 14–25. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2022.51.0.02>

16. Тягач MAN TGS 18.440 4×2 <https://www.truck1-kz.com/prodazha/tyagachi/man-tga-18-440-4x2-bls-retarder-a7247806.html>

17. Самоскид Volvo FMX 460 6×4 <https://www.basworld.com/ru/vehicles/%D0%B1%D1%8B%D0%B2%D1%88%D0%B8%D0%B9-%D0%B2->

<https://www.gruzovik.com/gruzoviki/scania/yr-2021/kran-manipulyator/dizel>

18. Самоскид - маніпулятор Scania P580

<https://www.gruzovik.com/gruzoviki/scania/yr-2021/kran-manipulyator/dizel>

19. Огляд кар'єрного чотиривісного самоскида Scania P440

[https://chagatay.com.ua/obzor-karernogo-chetyrehosnogo-samosvala-scania-](https://chagatay.com.ua/obzor-karernogo-chetyrehosnogo-samosvala-scania-p440.html?srsId=AfmBOorEtuN7g6zygVLNVRuQQkPw_7153c-)

[p440.html?srsId=AfmBOorEtuN7g6zygVLNVRuQQkPw_7153c-](https://chagatay.com.ua/obzor-karernogo-chetyrehosnogo-samosvala-scania-p440.html?srsId=AfmBOorEtuN7g6zygVLNVRuQQkPw_7153c-)

[OhAcuY5qFOFsiSPz5qa3B](https://chagatay.com.ua/obzor-karernogo-chetyrehosnogo-samosvala-scania-p440.html?srsId=AfmBOorEtuN7g6zygVLNVRuQQkPw_7153c-OhAcuY5qFOFsiSPz5qa3B)

20. Леонтьєв, Д. М. (2015). Про розрахунковий спосіб визначення висоти координати центру ваги типових автомобілів. *Автомобільний транспорт*, (37), 101-107.

21. Клименко В. І., Богомолів В. О., Михалевич М. Г., Леонтьєв Д. М. (2018). *Автоматизація механічної трансмісії автобусів та вантажних транспортних засобів : монографія*. 40. Клименко В.І., Богомолів В.О., Михалевич М.Г., Леонтьєв Д.М., Ярита О.О., Сільченко М.М. (2018). *Розробка адаптивних систем керування трансмісією : монографія*.

22. 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>