

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільний факультет

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

Бакалавра

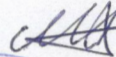
А. АВТ-АА-41-22.3107.1700.001 ПЗ

ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ КАТЕГОРІЇ  $M_1$ . РОЗРОБКА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ  
ТА АНАЛІЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ СВІТЛОМ ФАР

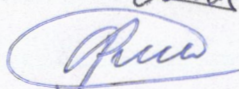
Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.

 Валерій КЛИМЕНКО

Нормоконтролер канд. техн. наук, доц.

 Михайло ХОЛОДОВ

Керівник PhD, доц.

 Андрій ФРОЛОВ

Консультант канд техн. наук, доц.

 Юрій ДУДУКАЛОВ

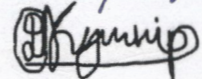
Консультант канд. техн. наук, проф.

 Олег БОГАТОВ

Консультант д-р техн. наук, проф.

 Микола МИХАЛЕВИЧ

Здобувач гр. АА-41-22

 Дмитро КУШНІР

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет автомобільний

(найменування факультету)

Кафедра автомобілів ім. А.Б. Гредескула

(найменування кафедри)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва)

Спеціалізація

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри автомобілів**

**проф.Клименко В.І.**

**30.03. 2026 року**

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**  
**студенту групи АА-41-22**  
**(шифр групи)**

**Кушнір Дмитру Васильовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема проекту (роботи) Транспортний засіб категорії  $M_1$ . Розробка коробки передач та аналіз систем автоматичного керування світлом фар**

**2. Керівник Андрій Фролов PhD , доцент.**

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

затверджені наказом ректора ХНАДУ від 31.03.26 року № 56

**2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15.06.2026**

**3. Вихідні дані до проекту (роботи) Кількість місць – 5**

- максимальна швидкість  $v_{\max}=240$  км/год;

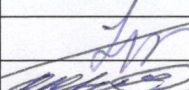
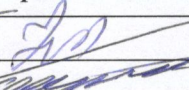
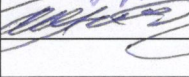
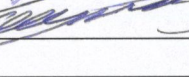
- сумарний коефіцієнт опору дороги, який долається при малій швидкості –  $\psi_v = f_v = 0,021$ ;

- максимальний коефіцієнт опору дороги, який долається –  $\psi_{\max} = 0,4$ .

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; 1. Аналіз тягово-швидкісних властивостей транспортного засобу категорії  $M_1$ ; 2. Розрахунок трансмісії на міцність та довговічність 3. Функціональний розрахунок коробки передач; 4. Технологія виготовлення деталі коробки передач; 5. Техніка безпеки та безпечні умови праці; 6. Аналіз систем автоматичного керування світлом фар;Висновки; Список літератури.**

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Теоретичний кресленник ,загальний вид автомобіля (ф.А1); Кінематична схема трансмісії принципова (ф.А1); Теоретичний кресленник тягово-швидкісних властивостей (ф.А1); Складальний кресленник коробки передач (ф.А1); Робочий кресленник важеля (ф.А1); Теоретичний кресленник навантаження та деформації важеля (ф.А1); Теоретичний кресленник аналізу автоматичного керування світлом фар (ф.А1).**

6. Консультанти розділів роботи

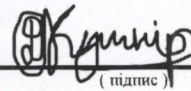
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Дудукалов Ю.В., доц.		
Охорона праці	Богатов О.І., проф.		

7. Дата видачі завдання 26.02.26

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

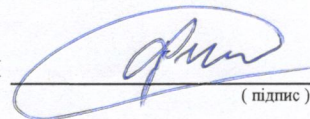
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
<u>1</u>	Вступ. Тяговий розрахунок автомобіля.	<u>3.05.26</u>	
<u>2</u>	Аналіз тягово-швидкісних властивостей автомобіля	<u>10.05.26</u>	
<u>3</u>	Проектування коробки передач.	<u>17.05.26</u>	
<u>4</u>	Аналіз жорсткості валів коробки передач	<u>28.05.26</u>	
<u>5</u>	Технологічна частина	<u>01.06.26</u>	
<u>6</u>	Охорона праці.	<u>06.06.26</u>	
<u>7</u>	Аналіз автоматичного керування світлом фар	<u>07.06.26</u>	
<u>8</u>	Оформлення пояснювальної записки.	<u>11.06.26</u>	
<u>9</u>	Підготовка презентації до захисту	<u>11.06.26</u>	

Здобувач

  
( підпис )

Кушнір Д.В.  
( прізвище та ініціали )

Керівник роботи

  
( підпис )

Фролов А.А.  
( прізвище та ініціали )

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 78 с., 17 рис., 9 табл., 1 додатки, 56 джерел.

### **КОРОБКА, ШЕСТЕРНЯ, ВАЛ, СВІТЛО, ФАРИ, СІНХРАНІЗАТОР, АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ.**

Об'єктом дослідження є коробка передач та система автоматичного керування світлом фар. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності трансмісій сучасних транспортних засобів, а також зростаючими вимогами до безпеки дорожнього руху, що забезпечується автоматизацією систем освітлення

Метою роботи є розроблення конструкції коробки передач із використанням математичного та фізичного моделювання, а також аналіз принципів функціонування систем автоматичного керування світлом фар. У межах дослідження розглянуто будову та роботу основних елементів трансмісії, а також принципи взаємодії компонентів трансмісії при передачі крутного моменту

Метод дослідження ґрунтується на математичному і фізичному моделюванні, що дозволяє оцінити навантаження на елементи коробки передач, визначити оптимальні параметри шестерень та валів, а також дослідити роботу синхронізаторів у динамічних режимах. Моделювання дає змогу прогнозувати поведінку трансмісії в реальних умовах експлуатації та підвищити її надійність.

У другій частині роботи проведено аналіз систем автоматичного керування світлом фар, які забезпечують адаптацію інтенсивності та напрямку світлового потоку залежно від дорожніх умов. Розглянуто принципи реалізації автоматичного керування світлом фар.

У результаті виконання кваліфікаційної роботи розроблені кресленики на основі прийнятих технічних рішень. Отримані результати можуть бути використані під час проєктування трансмісій легкових автомобілів та вдосконалення електронних систем, що пов'язані з автоматизацією керуванням світлом фар.

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз тягово-швидкісних властивостей транспортного засобу категорії M <sub>1</sub> .....	8
2 Розрахунок трансмісії на міцність та довговічність .....	19
3 Функціональний розрахунок коробки передач .....	28
4 Технологія виготовлення деталі коробки передач .....	53
5 Техніка безпеки та безпечні умови праці.....	58
6 Аналіз систем автоматичного керування світлом фар.....	63
Висновки .....	70
Перелік літератури .....	71
Додаток А. Презентаційний матеріал. ....	78

## ВСТУП

Сучасний розвиток автомобільної техніки характеризується постійним удосконаленням механічних та електронних систем, спрямованих на підвищення ефективності, надійності та безпеки транспортних засобів. Одними з ключових елементів, що визначають експлуатаційні властивості автомобіля, є коробка передач, яка забезпечує оптимальне перетворення та передавання крутного моменту, та системи автоматичного керування світлом фар, що відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки дорожнього руху в темний час доби та за несприятливих погодних умов.

Коробка передач як складний механізм включає взаємодію валів, шестерень, синхронізаторів та інших елементів, що працюють у широкому діапазоні навантажень і швидкісних режимів. Її конструкція та параметри безпосередньо впливають на динаміку автомобіля, економічність та комфорт керування. Тому питання моделювання, аналізу та оптимізації трансмісії залишається актуальним у галузі автомобілебудування.

Стрімкий розвиток електронних систем керування, зокрема автоматичні системи регулювання світла фар, забезпечують адаптацію світлового потоку відповідно до дорожньої ситуації, рівня освітленості та наявності зустрічного транспорту, тому такі системи підвищують безпеку дорожнього руху, зменшують навантаження на водія та сприяють зниженню аварійності.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра розроблено конструкцію коробки передач, що дозволила визначити оптимальні параметри валів, шестерень і синхронізаторів. Отримані дані підтверджують можливість підвищення ефективності передавання крутного моменту та забезпечення плавності перемикання передач.

Аналіз роботи механічних елементів трансмісії показав, що правильний вибір передавальних чисел і конструктивних рішень дозволяє покращити динамічні характеристики автомобіля, зменшити втрати енергії та підвищити надійність роботи коробки передач у різних режимах її експлуатації.

Дослідження систем автоматичного керування світлом фар продемонструвало, що використання алгоритмів адаптивного перемикання світла фар значно підвищує безпеку дорожнього руху. Автоматизація роботи фар зменшує навантаження на водія та забезпечує оптимальне освітлення дороги в різних умовах експлуатації транспортних засобів.

Отримані результати можуть бути використані при проектуванні сучасних автомобільних трансмісій та електронних систем безпеки, а також можуть бути основою для подальших досліджень у напрямку вдосконалення механічних трансмісій та інтелектуальних систем керування світлом фар транспортних засобів.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Альокса М. М., Алексєєнко В. М. (1990). *Теорія експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів в прикладах і завданнях*
2. Miles L. D. (1961). *Techniques of Value Analysis and Engineering*.
3. Богомоллов В. О., Клименко В. І., Леонтъев Д. М., Ужва А. В. (2025). *Історія інженерної діяльності. Розвиток автомобілебудування : навч. посіб. – 3-тє вид. – ISBN 978-617-8587-01-7*
4. Шуклінов С.М. (2022). *Автомобіль. Теорія та експлуатаційні властивості : навч. посіб. ISBN 978-617-8009-77-9.*
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. Алексєєнко В.М., Ломака С.Й., Шуклінов С.М., Залогін М.Ю. (2018). *Методичні вказівки з дипломного проектування для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»*
8. Богомоллов В. О., Леонтъев Д. М. (2025). *Математичне моделювання робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-74-2*
9. Александров Є. Є., Богомоллов В. О., Клименко В. І., Леонтъев Д. М. (2025). *Прикладна теорія коливань для студентів автомобільних спеціальностей вищів : навч. посіб. – ISBN 978-617-8238-75-9*
10. Леонтъев, Д. М. (2011). *Системний підхід до створення автоматизованого гальмівного керування транспортних засобів категорій M<sub>3</sub> та N<sub>3</sub>. (PhD автореферат , Харківський національний автомобільно-дорожній університет).*
11. 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

12. Богомолов, В. О., Клименко, В. І., Леонтьєв, Д. М., & Ужва, А. В. (2026). *Прикладна теорія коливань в галузі машинобудування.* ФОП Бровін О.В. ISBN 978-617-8587-53-6

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

14. Bogomolov, V. A., Klimenko, V. I., Leontiev, D. N., Ponikarovska, S. V., Kashkanov, A. A., & Kucheruk, V. Y. (2021). Plotting the adhesion utilization curves for multi-axle vehicles. *Bulletin of the Karaganda University "Physics Series"*, 101(1), 35-45.

15. Шуклінов С. М., Леонтьєв Д. М., Ужва А. В., Ткачов О. Ю. (2023). Визначення радіусу кочення колеса при моделюванні динаміки драгстера. *Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців : наук. пр. IV Міжнар. наук.-практ. конф. до Дня автомобіліста та дорожника, 23–25 жовт. 2023 р. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, 32–37.*

16. Махлай, С. М., & Леонтьєв, Д. М. (2018). Визначення зупинного шляху автомобіля, що обладнаний антиблокувальною системою. *Вісник ОНДІСЕ, (4), 44-50.*

17. 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](https://doi.org/10.1007/978-3-030-25741-5_6)

18. Туренко, А. Н., Клименко, В. И., Богомолов, В. А., Рижих, Л. А., Леонтьєв, Д. М., Красюк, А. Н., Михалевич, М. Г. (2015). Реалізація інтелектуальних функцій в електронно-пневматичному гальмівному керуванні транспортними засобами.

19. Леонтьєв, Д. М., Михалевич, М. Г., & Фролов, А. А. (2018). Вплив вертикального навантаження на гальмівну силу та коефіцієнт зчеплення шини

автомобільного колеса. *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики*, (18), 383-392.

20. Leontiev, D., & Don, E. (2016). Specifics of automobile dual wheels interaction with the supporting surface. *Automobile transport*, (39), 74-79.

21. Леонтьєв Д.М., Рижих Л.О., Бикадоров О.В. та інші. (2010). Методи розрахунку коефіцієнту зчеплення, що реалізується при коченні колеса в гальмівному режимі. *Автомобільний транспорт*, (27), 7-12.

22. 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.

23. Леонтьєв Д.М., Сінельнік Д.Б. (2025). Щодо впливу розподілу вантажу на зміщення координат центру тяжіння в причепі з центральними осями. *Підвищення якості продукції машинобудівних та ремонтних підприємств: зб. матеріалів IV Всеукр. наук.-практ. онлайн-семінару, 29 трав. 2025 р./ Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків, С. 105–108.*

24. Frolov A., Leontiev D. (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.

25. Леонтьєв, Д. М. (2021). *Теоретичні основи гальмування багатовісних транспортних засобів з електронневноматичною гальмовою системою* (Doctoral dissertation, Харківський національний автомобільно-дорожній університет).

26. Tovt, V., Leontiev, D., & Malyi, V. (2025). Formulation of the problem of topology optimization of automobile and agricultural machinery structures. *Automobile Transport*, (56), 19–28. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2025.56.0.03>

27. 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.

28. Туренко А.М., Клименко В.І., Рижих Л.О., Ломака С.Й., & Леонт'єв Д.М. (2006). Сучасні електронні гальмівні системи автомобілів. *Вісник КДПУ*, (2), 64-66.
29. Леонт'єв, Д., Сметанін, Г., Володін, В., Малий, В., Рябушенко, О., & Товт, Б. (2025). Методи розрахунку реалізованого зчеплення між шиною автомобільного колеса та поверхнею дорожнього покриття. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*, (28), 25–36. <https://doi.org/10.30977/VEIT.2025.28.0.3>
30. Леонт'єв Д. М. (2013) Вплив алгоритмів роботи автоматичних систем на ефективність гальмування транспортного засобу. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*, (61-62), 158-161.
31. Леонт'єв Д. М., Рудих Л. А., Бикадоров А. В. (2014) Визначення поздовжньої реалізованої сили зчеплення автомобільного колеса з опорною поверхнею по крутильній деформації шини та її жорсткості. *Журнал "Автомобільна промисловість"*, 10
32. Леонт'єв Д. М., Смирнова Н. В. (2014) Узагальнення рівнянь руху автомобілів для розрахунку швидкості вільного руху. *Автомобільний транспорт*, (34), 44-48.
33. Леонт'єв Д. М. Серікова Є. А., Бикадоров А. В., Дон Є. Ю. (2012) Аналіз та вибір принципів керування електропневматичними модуляторами робочої гальмівної системи автомобілів. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*, (60), 67 – 72.
34. Leontiev, D., Savchenko, Y., Harmash, A., Suhomlyn, O., & Sinelnik, D. (2022). On the issue of using expenditure functions in simulation of pneumatic links of the “throttle–capacity” type. *Automobile Transport*, (51), 43–57. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2022.51.0.05>
35. 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.
36. Леонт'єв 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.

37. M Bulgakov, S Shuklynov, A Uzhva, D Leontiev, V Verbitskiy, M Amelin and O Volska (2020) Mathematical model of the vehicle initial rectilinear motion during moving uphill. 24th Slovak-Polish International Scientific Conference on Machine Modelling and Simulations - MMS 2019. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 776:012022 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/776/1/012022>

38. Леонт'єв Д. М., Ярита О. О., Володін В. В., Сметанін Г. В., Головань О. О. (2025). Аналіз методів розрахунку реалізованого зчеплення між шиною автомобільного колеса та поверхнею дорожнього покриття. *Сучасне автомобілебудування, транспорт і дорожня інфраструктура '2025 – МАІТРИ 2025 : наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 30–31 жовт. 2025 р. : до Дня автомобіліста та дорожника та з нагоди 95-річчя Харків. нац. автомоб.-дор. ун-ту.* С. 38–41.

39. Shuklinov S., Leontiev D., Frolov A., Smetanin G. (2025). Mathematical description of the creep ratio of a vehicle wheel tire relative to the road surface in depending on the traction coefficient. *AIP Conf. Proc.* 3428 (1): 020002. <https://doi.org/10.1063/12.0038593>

40. 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>

41. Смірнова Н.В., Леонт'єв Д.М. (2014). Аналіз режимів руху в задачах проектування та експлуатації автомобільних доріг. *Автошляховик України*, 5 (241), 23-25.

42. Shuklinov S., Leontiev D., Makarov V., Verbitskiy V., Hubin A. (2021) Theoretical Studies of the Rectilinear Motion of the Axis of the Locked Wheel After Braking the Vehicle on the Uphill. In: Shkarlet S., Morozov A., Palagin A. (eds) *Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020).* MODS 2020.

Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1265. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4_7)

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

44. 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.

45. Фролов, А. А. (2023). *Удосконалення методу визначення реалізованого зчеплення шин здвоєних коліс транспортного засобу в режимі гальмування*. (PhD dissertation, Харківський національний автомобільно-дорожній університет).

46. Bogomolov V., Leontiev D. (2025). On the distribution of normal reactions between the axes of a balancing bogie during vehicle braking. *AIP Conf. Proc.* 3428 (1): 020003. <https://doi.org/10.1063/12.0038594>

47. Леонтьєв, Д. М., Шуклінов, С. М., & Стовбуров, М. І. (2025). Щодо питання розгону швидкісного автомобіля та буксування його колес. *Сучасне автомобілебудування, транспорт і дорожня інфраструктура '2025 – MAITRI 2025 : наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 30–31 жовт. 2025 р. : до Дня автомобіліста та дорожника та з нагоди 95-річчя Харків. нац. автомоб.-дор. ун-ту*. С. 34–37.

48. Bogomolov V., Leontiev D., Yaryta O., Frolov A., Kostiennikov O. (2025). Stability of vehicle braking system output parameters and characteristics of utilized adhesion curves. *International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics*, 20(1), 334-340. <https://doi.org/10.17683/ijomam/issue20.34>

49. 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>

50. Леонтьєв, Д. М., Куріпка О. В., Рижих Л. О. (2021). Імітаційне моделювання динаміки руху колісного транспортного засобу під час гальмування. *Новітні технології в автомобілебудуванні, транспорті і при підготовці фахівців : наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф., 27–29 жовт. 2021 р. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. – Харків,. – 38–40.*

51. [https://ownersmanual.kia.com/docview/webhelp/doc/97c8acbf-cea6-4cd2-b836-deb8a4a53b8b/topics/chapter4\\_20\\_2.html](https://ownersmanual.kia.com/docview/webhelp/doc/97c8acbf-cea6-4cd2-b836-deb8a4a53b8b/topics/chapter4_20_2.html)

52. <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/01/57-2.pdf>

53. <https://moto-xenon.com.ua/ua/a416382-afs-chto-eto.html>