



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

## **Design Concept**

# **“Cutie de acoperiș auto multifuncțională”**

**Masterand: Reznicenco Irina**

**Conducător: lect.univ. Stamatî Mihai**

**Chișinău – 2024**

## **Резюме**

Автор: **Резниченко Ирина**

**Дизайн-концепт “Многофункциональный багажник на крышу автомобиля”**

Работа состоит из **4 глав**

Ключевые слова: **багажник, хранение, аэродинамика, крепление, многофункциональность.**

Данный проект: Дизайн-концепт “Многофункциональный багажник на крышу автомобиля” представляет собой проектирование и разработку нового багажника на крышу автомобиля. Цель дипломной работы состоит в изучении и построении объемных форм, которые соответствуют принципам аэродинамики, изучении поведения воздушных потоков при взаимодействии с движущимися на скорости автомобилями с багажником на крыше, систематизации информации для анализа условий, при которых автомобиль будет потреблять меньше топлива и создавать меньше шума, а также работу со светом и цветом.

В работе над проектом особое внимание было уделено методу изучения обтекаемых аэродинамичных природных форм и уже существующих транспортных средств. В результате изучения были выявлены характерные черты и особенности данных природных тел и использованы как вдохновение для построения формы багажника на крышу автомобиля.

В результате работы данный проект обладает четырьмя главными функциями: хранение багажа и его перевозка, универсальные вакуумные крепления для всех автомобилей с типом кузова седан, универсал, хэтчбэк, электронная составляющая для мониторинга давления в крепежах и предоставления доступа к багажу через приложение и тент для защиты от солнца.

Данный проект призван показать роль правильного проектирования в автоиндустрии для повышения качества авто – путешествий, и предоставления более комфортного пользования девайсами за счет автоматизации процессов с помощью мобильных приложений, которые способны отслеживать и оповещать владельца о попытках взлома и позволить снизить дополнительные выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу благодаря соблюдению принципов аэродинамики в формообразовании.

## **Rezumat**

Autor: **Reznicenco Irina**

### **Design concept "Cutie de acoperiș auto multifuncțională"**

Lucrarea este structurată în **4 capitole**

Cuvinte cheie: **porbagaj, electronica, depozitare, aerodinamica, fixație, multifuncțional.**

Proiectul dat: Design concept "Multifuncționalul portbagaj pe acoperișul automobilului" reprezintă proiectarea și dezvoltarea unui portbagaj nou pe acoperișul automobilului. Scopul lucrării de diplomă constă în studiul și construirea formelor volumetrice care să corespundă principiilor aerodinamicii, investigarea comportamentului fluxurilor de aer în interacțiune cu vehiculele în mișcare cu portbagaj pe acoperiș, sistematizarea informațiilor pentru analizarea condițiilor în care automobilul va consuma mai puțin combustibil și va genera mai puțin zgomot, precum și lucrul cu lumină și culoare.

În cadrul proiectului, s-a acordat o atenție deosebită metodei de studiere a formelor aerodinamice naturale și a vehiculelor existente. În urma studiului, au fost identificate trăsături caracteristice și particularități ale acestor corpuri naturale, utilizate ca sursă de inspirație pentru construirea formei portbagajului pe acoperișul automobilului.

În rezultat, acest proiect dispune de patru funcții principale: stocarea și transportul bagajelor, prinderi cu vid universale pentru toate tipurile de caroserii auto - sedan, universal, hatchback, componenta electronică pentru monitorizarea presiunii în fixare și furnizarea accesului la bagaj prin intermediul unei aplicații, și o copertină pentru protecția împotriva soarelui.

Acest proiect are menirea de a evidenția rolul proiectării corecte în industria auto pentru îmbunătățirea calității călătoriilor cu automobilul și oferirea unei utilizări mai confortabile a dispozitivelor prin automatizarea proceselor cu ajutorul aplicațiilor mobile, care sunt capabile să monitorizeze și să alerteze proprietarul asupra încercărilor de furt și să permită reducerea emisiilor suplimentare de CO<sub>2</sub> în atmosferă datorită respectării principiilor aerodinamicii în modelarea formelor.

## **Summary**

Author: **Reznicenco Irina**

**Design concept “Multifunctional electronic device”**

The work is structured in **4 chapters**

Keywords: **roof rack, electronics, storage, aerodynamics, fastening, multifunctional.**

This project: the design concept "Multifunctional Roof Rack for Automobiles," involves the design and development of a new roof rack for cars. The objective of the thesis is to study and construct volumetric forms that adhere to aerodynamic principles, examine the behavior of airflows when interacting with moving vehicles equipped with a roof rack, systematize information for analyzing conditions under which the car will consume less fuel and generate less noise, and also work with light and color.

Special attention was given to the method of studying streamlined aerodynamic natural forms and existing vehicles during the project. As a result of the study, characteristic features and peculiarities of these natural bodies were identified and used as inspiration for shaping the roof rack.

As a result of the project work, it possesses four main functions: storage and transportation of luggage, universal vacuum attachments for all types of car bodies – sedan, universal, hatchback, an electronic component for monitoring pressure in attachments and providing access to luggage through an application, and a sunshade.

This project is intended to demonstrate the role of proper design in the automotive industry to enhance the quality of car journeys and provide more comfortable use of devices through the automation of processes using mobile applications, these applications are capable of tracking and notifying the owner of attempted break-ins. Also allowing for the reduction of additional CO2 emissions into the atmosphere by adhering to aerodynamic principles in shaping.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	10
<b>I. ИСТОРИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ БАГАЖНИКОВ НА КРЫШУ АВТОМОБИЛЯ.</b> ....	11
1.1. Обобщение .....	12
1.2. История появления багажников.....	12
1.3. Эволюция дизайна багажников.....	13
1.4. Классификация внешних багажников .....	14
1.5. Анализ и выводы .....	15
<b>II. АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ НА ТЕМУ БАГАЖНИКОВ НА КРЫШУ АВТОМОБИЛЯ.</b> .....	17
2.1. Введение.....	18
2.2. Анализ аналогов. ....	18
2.3. Вывод.....	22
<b>III. ЭРГОНОМИЧЕСКИЙ И ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ</b> .....	24
3.1. Обобщение .....	24
3.2. Нормы крепления багажника на крышу автомобиля.....	24
3.3. Аэродинамика автомобиля с багажником на крыше. ....	26
3.3.1. Физика аэродинамики автомобиля.....	28
3.3.2. Изучение влияния положения багажника на аэродинамику.....	32
3.3.3. Влияние формы багажника на аэродинамические свойства автомобиля.....	33
3.4. Вывод.....	34
<b>IV. АРГУМЕНТАЦИЯ ДИЗАЙН-КОНЦЕПТА “БАГАЖНИК НА КРЫШУ АВТОМОБИЛЯ”.</b> .....	35
4.1. Общая информация о проекте.....	36
4.2. Разработка формы, эскизов проекта и функциональные зоны .....	38
4.3. Прототипирование и сканирование.....	39

4.4. Проверка аэродинамики модели.....	41
4.5. Технические решения: крепление, замковая система, тенты..	42
4.5.1. Крепление..	42
4.5.2. Замковая система.....	43
4.5.3. Тенты..	43
4.5.4. Беспроводное управление..	44
4.6. Чертежи багажника.....	44
4.7. Конечный результат 3D модели: цветовые решения, материал, визуализация.....	44
4.8. Вывод.....	45
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>46</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЯ.....</b>	<b>47</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ.....</b>	<b>50</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобили и путешествия являются неотъемлемой частью современной жизни, и удобство использования играет существенную роль в создании не только функционального, но и эстетического облика. Объектом данного исследования являются внешние багажники на крышу автомобиля. Внешние багажники предоставляют возможность перевозки различных грузов и обеспечивают множество практических решений для водителей. Это важный элемент, влияющий на технические характеристики автомобиля. В данной дипломной работе анализируются аэродинамические особенности багажника на крыше автомобиля и исследуются другие влияния этого устройства на общую производительность транспортного средства.

С развитием современных автомобилей дизайн внешних багажников стал ключевым аспектом, учитывая их влияние на аэродинамику, топливную эффективность и, конечно же, внешний вид автомобиля. Подходя к этой теме с позиции исследования и разработки, данная дипломная работа нацелена на исследование дизайна внешних багажников для автомобилей, а также на создание инновационных решений, объединяющих в себе функциональность и эстетику.

Целью этой работы является исследование и разработка дизайна внешних багажников, которые не только предоставляют эффективные решения для перевозки грузов, но и дополняют общий дизайн автомобиля, делая его более современным и функциональным. Важным аспектом данной исследовательской работы является также анализ воздействия дизайна багажников на аэродинамику автомобиля и его топливную эффективность. Для этого будет использоваться комплекс методов, включая аэродинамическое тестирование в аэротрубе, моделирование в программных средах.

Через разработку инновационных концепций и их адаптацию к современным требованиям автомобилестроения, эта дипломная работа стремится внести вклад в область автомобильного дизайна и внешнего облика автомобилей, обеспечивая их более эффективной и эстетически привлекательной функциональностью.

Исследование внесет вклад в понимание влияния багажника на крыше на автомобильную эффективность и предоставит практические рекомендации для автопроизводителей и владельцев.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Aerodynamic study of vehicle mounted cargo boxes, A comparative study between roof boxes and tow bar mounted cargo boxes using, CFD, Marcus Sandberg, © Marcus Sandberg, 2022-01-31
2. James R. Welty, Charles E. Wicks, Robert E. Wilson, and Gregory L. Rorrer, Fundamentals of, Momentum, Heat, and Mass Transfer, 5th ed. New York: Wiley, 2007.
3. Oliver Cleynen, Boundary layer separation. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Flow\\_separation#/media/File:Boundary\\_layer\\_separation.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Flow_separation#/media/File:Boundary_layer_separation.svg). Aakash30jan, Energy Cascade.
4. Bengt Andersson, Ronnie Andersson, Love Håkansson, Mikael Mårtensson, Rahman Sudiyo, and Berend van Wachem, Computational Fluid Dynamics for Engineers, 14th ed. Göteborg: Cambridge University Press, 2018.
5. Dr Mesh, Ed., Detached eddy simulation, Jan. 2021. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Detached\\_eddy\\_simulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Detached_eddy_simulation).
6. D. C. Wilcox, Turbulence modeling for CFD. DCW Industries, 2006, p. 522, isbn: 1928729088.
7. E. Josefsson, “Examination of robustness and accuracy of CFD simulations for external aerodynamics of commercial vehicles,” Applied Mechanics, Göteborg, Tech. Rep., 2019.
8. THOMAS CHRISTIAN SCHUETZ., AERODYNAMICS OF ROAD VEHICLES. SAE SOC OF AUTOMOTIVE ENG, 2016, isbn: 9780768082531.
9. Sebben Simone, MTF236 Road Vehicle Aerodynamics Post-Processing in Vehicle Aerodynamics, Göteborg, 2021.
10. S. O. Kang et al., “A study of an active rear diffuser device for aerodynamic drag reduction of automobiles,” SAE Technical Papers, SAE International, 2012. doi: 10.4271/2012-01-0173.
11. U. Akta and K. Abdallah, “Aerodynamics Concept Study of Electric Vehicles Drag Reduction and Range Increase,” Applied Mechanics, Göteborg, Tech. Rep., 2017
12. <https://www.padtinc.com/2022/10/11/ski-rack-aerodynamics-2-box/> - Optimal Ski Rack Aerodynamics Pt 2: “What about a box?” Nathan Huber, October 11, 2022
13. <https://asphaltkind.de/en/roof-box-with-perfect-aerodynamics/> - Roof box with perfect aerodynamics, by Tiado, Sep 3, 2020, General, Kompromisslos (en)
14. <https://ixtabox.com/pages/test-page>
15. <https://topcargobox.com/2022/04/08/aerodynamic-rooftop-cargo-boxes/> - September 18, 2023
16. <https://www.thule.com/en-ca/articles/guides/how-do-rooftop-tents-work-a-complete-guide> - How Do Rooftop Tents Work? - A Complete Guide
17. <https://www.thule.com/en-ca/articles/guides/cargo-box-fit-guide-find-the-best-rooftop-cargo-carrier> - Everything you need to know about cargo boxes
18. <https://www.thule.com/en-ca/articles/guides/what-can-i-use-my-thule-roof-rack-for> - Everything you need to know about roof racks
19. <https://roof-rack.ru/blog/rejting-evropeyskikh-bagazhnikov-na-kryshu-avtomobilya/> - Рейтинг европейских багажников на крышу автомобиля
20. <https://www.drive2.ru/l/7972380/> - Грузовой бокс. Часть 2. Устранение шума и свиста, Зарра, 19 октября 2015
21. [https://axiona.ru/pubs/61.html#:~:text=%D0%A8%D1%83%D0%BC%20%D0%BE%D1%82%20%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%BF%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B8%D0%BD%20\(%D0%B4%D1%83%D0%B3%D0%B8%20%D0%B1%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0\)&text=%2D%20%D0](https://axiona.ru/pubs/61.html#:~:text=%D0%A8%D1%83%D0%BC%20%D0%BE%D1%82%20%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B0%20%D0%B8%20%D0%BF%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B8%D0%BD%20(%D0%B4%D1%83%D0%B3%D0%B8%20%D0%B1%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)&text=%2D%20%D0)



- [%9A%D0%B2%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%88%D1%83%D0%BC%D1%8F%D1%82%20%D1%83%D0%B6%D0%B5%20%D1%81%2080,%D1%88%D1%83%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%8C%20%D0%B4%D0%BE%20130%20%D0%BA%D0%BC%2F%D1%87](#) - Автобокс и его минусы, Опубликовано: 08.08.2021 (обновлено: 13.05.2023) , автор NA88.
22. <https://ufabagazhniki.ru/page/%D0%9F%D0%BE%D1%87%D0%B5%D0%BC%D1%83-%D1%88%D1%83%D0%BC%D0%B8%D1%82-%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%B1%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D0%BA-7-%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%BC%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD-%D1%88%D1%83%D0%BC%D0%B0-%D0%B3%D1%83%D0%BB%D0%B0-%D1%81%D0%B2%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0-%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D0%BD%D0%B0-%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%88%D0%B5> - Почему шумит верхний багажник: 7 возможных причин шума/гула/свиста
23. <https://zap-online.ru/info/avtonovosti/kak-rabotaet-avtomobilnaya-aerodinamika> - Как работает автомобильная аэродинамика?
24. RESEARCH ARTICLE | MARCH 01 2019, Examining influence of a rooftop cargo carrier position on automobile aerodynamics, Radosław Mikołaj Janicki; Adam Piechna
25. J. Piechna, Podstawy aerodynamiki pojazdów (Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Sp. z o. o., Warsaw, 2000).
26. M. F. Abdul Latif, M. N. Hashim, M. Z. A. Rashid, M. A. Azhari, and M. N. Othman, “Roof Box Shape Streamline Adaptation and the Impact towards Fuel Consumption,” in MATEC Web of Conferences. Vol. 97, (EDP Sciences, 2017).
27. J. Piechna, L. Rudniak, and A. Piechna, “CFD Analysis of the Central Engine Generic Sports Car Aerodynamics,” in 4th European Automotive Simulation Conference (2009).
28. J. Piechna, K. Kurec, and A. Piechna, “Development of the aerodynamics of the polish supercar Arrinera Hussarya,” in XXIII Fluid Mechanics Conference (2018).
29. T. Janson and J. Piechna, Arch. Mech. Eng. 62, 4, 451–476 (2015).
30. V. Skaperdas and A. Iordanidis, “The influence of mesh characteristics on CFD simulations for automotive applications,” in Automotive Simulation World Congress, (Frankfurt am Main, Germany, 2013).
31. R. F. Soares, K. F. Garry, and J. Holt, Comparison of the far-field aerodynamic wake development for three DrivAer model configurations using a cost-effective RANS simulation (2017).
32. F. Thomas, B. Gerlicher, and J. Abanto, “DrivAer-Aerodynamic Investigations for a New Realistic Generic Car Model using ANSYS CFD,” in Automotive Simulation World Congress, (Frankfurt am Main, Germany, 2013).
33. S. Mack et al., The Interior Design of a 40% Scaled DrivAer Body and First Experimental Results (ASME Technical Papers, 2012).
34. F. Menter and Y. Egorov, “Turbulence Modeling of Aerodynamic Flows,” in International Aerospace CFD Conference, (Paris, France, 2007).
35. T.-H. Shih, W. W. Liou, A. Shabbir, Z. Yang, and J. Zhu, Comput. Fluids 24, 3, 227–238 (1995).
36. F. R. Menter and Y. Egorov, Flow Turbul. Combust. 85, 1, 113–138 (2010)
37. Roof Box Shape Streamline Adaptation and the Impact towards Fuel Consumption M.F. Abdul Latif<sup>1,\*</sup>, M.N. Hashim <sup>1</sup> , M.Z.A Rashid <sup>1</sup> ,M.A. Azhari , and M.N.

Othman Faculty of Engineering Technology, Universiti Teknikal Malaysia Melaka, Hang Tuah Jaya 76100, Malaysia.

38. G. P. Boretos, *Technol. Forecast. Soc. Change*, 76 (2009)
  39. B. Khalighi, S. Jindal, and G. Iaccarino, *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn.*, 107–108 (2012)
  40. A. Howell, Gaylard, *Mot. Ind. Res. Assoc. Tech. Pap.*, 2006.
  41. M. Takagi, *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn.*, 33 (1990)
  42. P. Jaray, Patent No. 1631269, (1927)
  43. F. Alam, H. Chowdhury, H. Moria, R. L. Brooy, A. Subic, 17th Australasian Fluid Mechanics Conference, (2010)
  44. F. Alam, H. Chowdhury, H. Moria, S. Watkins, “Effects of Vehicle Add-Ons on Aerodynamic Performance,(2 010)
  45. Z. Harun, M. F. Abdul Latif, *Int. J. Veh. Syst. Model. Test.*, 9 (2014)
  46. D. Brown, M. Baxendale, Hickman, Second MIRA International Conferences on Vehicle Aerodynamics Coventry, (1998)
  47. F. D. Gmbh, Best practice guidelines for handling Automotive External Aerodynamics with FLUENT, 2, (2005)
  48. L. Sapienza, *Technology* (2002)
  49. C. Hakansson, M. J. Lenngren, CFD Analysis of Aerodynamic Trailer Devices for Drag Reduction of Heavy Duty Trucks, (2010)
- N. Tsubokura, M. Kobayashi, T. Nakashima, T. Nouzawa, T. Nakamura, T. Zhang, H.

Oshim