



Universitatea Tehnică a Moldovei

**STUDIUL SISTEMELOR DE RIDICARE
A PERFORMANȚELOR ECOLOGICE
A AUTOVEHICULELOR ÎNZESTRATE
CU MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ MAS**

Masterand: Suhațchi Serghei

Conducător: dr.conf. univ. Manoli Ilie

Chișinău - 2025

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi
Departamentul "Transporturi"

Admis la susținere
Șef DT: conf. dr. Victor Ceban

„_____” _____ 2025

**Studiul sistemelor de ridicare a performanțelor
ecologice a autovehiculelor înzestrate cu motoare
cu ardere internă MAS**

**Исследование систем повышения
экологических показателей автомобилей
с двигателями с принудительным
воспламенением топлива**

Teză de master

Masterand: Suhațchi S. (_____)

Conducător: Manoli I. (_____)

Chișinău – 2025

РЕЗЮМЕ

Тема проекта «Исследование систем повышения экологических показателей автомобилей с двигателями с принудительным воспламенением топлива».

Дипломная работа посвящена анализу влияния автомобильного транспорта на экологическую обстановку, особенно в контексте двигателей внутреннего сгорания с принудительным воспламенением (MAS). Массовое использование автомобилей приводит к значительным выбросам загрязняющих веществ, что вызывает ухудшение качества воздуха и негативные последствия для здоровья человека и экосистемы. Основное внимание уделяется необходимости внедрения инженерно-технических решений для повышения экологических показателей автомобилей, работающих на бензине.

Глава 1: Влияние автомобилей с двигателями с принудительным воспламенением топлива на экологию. В первой главе рассматриваются состав и токсичность отработанных газов, выбрасываемых автомобилями с MAS. Подробно анализируются негативные воздействия на окружающую среду, включая выбросы оксидов углерода, углеводородов и оксидов азота. Также обсуждается необходимость учета всего жизненного цикла топливных ресурсов, начиная с их добычи и переработки, и заканчивая эксплуатацией автомобилей. Приведены данные о глобальных экологических последствиях, таких как парниковый эффект и разрушение озонового слоя.

Глава 2: Технологии экологизации. Во второй главе описываются методы и технологии, направленные на снижение токсичности двигателей с принудительным воспламенением топлива. Рассматриваются конструкционные, технологические и эксплуатационные мероприятия, включая:

- Системы рециркуляции отработанных газов.
- Совершенствование систем зажигания и управления углами опережения зажигания.
- Использование каталитических нейтрализаторов для очистки отработанных газов.
- Применение альтернативных топлив и гибридных технологий, что позволяет значительно снизить выбросы загрязняющих веществ.

Глава 3: Сравнительное исследование. Третья глава посвящена сравнительному анализу экологического воздействия автомобилей до и после их переоборудования. Рассматриваются различные категории автомобилей и их выбросы при использовании бензина и сжиженного нефтяного газа (СНГ). Приведены расчеты годовых выбросов загрязняющих веществ и экономическая эффективность перехода на газовое топливо. Установлено, что использование СНГ позволяет значительно сократить выбросы CO, CH, NOx и SO₂.

Глава 4: Выводы и рекомендации. В заключении подводятся итоги исследования, делаются прогнозы о будущем автомобилестроения и необходимости дальнейшей экологизации ДВС. Утверждается, что с ужесточением экологических норм и ростом популярности электромобилей, бензиновые двигатели будут постепенно вытесняться. Однако в развивающихся странах, таких как Республика Молдова, ДВС пока останутся основным вариантом, пока не будет развита инфраструктура для электромобилей. Рекомендуется продолжать работу над улучшением экологических характеристик автомобилей с ДВС и переходом на более чистые технологии.

REZUMAT

Titlul proiectului: „Studiul sistemelor de ridicare a performanțelor ecologice a autovehiculelor înzestrate cu motoare cu ardere internă MAS”

Lucrarea de diplomă este dedicată analizei impactului transportului auto asupra mediului, în special în contextul motoarelor cu ardere internă cu aprindere prin scânteie (MAS). Utilizarea pe scară largă a automobilelor duce la emisii semnificative de poluanți, ceea ce provoacă deteriorarea calității aerului și consecințe negative pentru sănătatea umană și ecosisteme. Accentul se pune pe necesitatea implementării soluțiilor ingineresti și tehnice pentru îmbunătățirea performanței ecologice a vehiculelor alimentate cu benzină.

Capitolul 1: Impactul vehiculelor cu motoare cu ardere internă MAS asupra ecologiei

În primul capitol se examinează compoziția și toxicitatea gazelor de eșapament emise de vehiculele cu motoare cu ardere internă MAS. Se analizează în detaliu efectele negative asupra mediului, inclusiv emisiile de oxizi de carbon, hidrocarburi și oxizi de azot. De asemenea, se discută necesitatea de a lua în considerare întregul ciclu de viață al resurselor de combustibil, începând cu extragerea și prelucrarea acestora și terminând cu utilizarea vehiculelor. Sunt prezentate date despre consecințele ecologice globale, cum ar fi efectul de seră și distrugerea stratului de ozon.

Capitolul 2: Tehnologii pentru ecologizare

În al doilea capitol se descriu metodele și tehnologiile destinate reducerii toxicității emisiilor vehiculelor cu motoare cu ardere internă MAS. Se analizează măsurile de design, tehnologice și operaționale, inclusiv:

Sisteme de recirculare a gazelor de eșapament.

Îmbunătățirea sistemelor de aprindere și controlul unghiurilor de avans al aprinderii.

Utilizarea catalizatorilor pentru purificarea gazelor de eșapament.

Aplicarea de combustibili alternativi și tehnologii hibride, care permit reducerea semnificativă a emisiilor de poluanți.

Capitolul 3: Studiu comparativ

Al treilea capitol este dedicat analizei comparative a impactului ecologic al vehiculelor înainte și după reconfigurarea acestora. Se examinează diferite categorii de vehicule și emisiile acestora la utilizarea benzinei și gazului petrolier lichefiat (GPL). Sunt prezentate calcule ale emisiilor anuale de poluanți și eficiența economică a trecerii la combustibil gazos. S-a stabilit că utilizarea GPL reduce semnificativ emisiile de CO, CH, NO_x și SO₂.

Capitolul 4: Concluzii și recomandări

În concluzie, se rezumă rezultatele cercetării, se fac prognoze despre viitorul industriei auto și necesitatea de a continua ecologizarea motoarelor cu combustie internă. Se afirmă că, odată cu înăsprirea normelor ecologice și creșterea popularității vehiculelor electrice, motoarele pe benzină vor fi treptat înlocuite. Cu toate acestea, în țările în dezvoltare, cum ar fi Republica Moldova, motoarele cu combustie internă vor rămâne opțiunea principală până când infrastructura pentru vehicule electrice va fi dezvoltată. Se recomandă continuarea lucrărilor de îmbunătățire a caracteristicilor ecologice ale vehiculelor cu MAI și trecerea la tehnologii mai curate.

SUMMARY

Project Title: " The investigation of systems designed to enhance the ecological performance of vehicles equipped with MAS internal combustion engines "

The thesis is dedicated to analyzing the impact of automotive transport on the environmental situation, particularly in the context of spark ignition internal combustion engines (MAS). The mass use of automobiles leads to significant emissions of pollutants, resulting in deteriorating air quality and negative consequences for human health and ecosystems. The focus is on the necessity of implementing engineering and technical solutions to enhance the environmental performance of gasoline-powered vehicles.

Chapter 1: Impact of MAS engines Vehicles on the Environment

The first chapter examines the composition and toxicity of exhaust gases emitted by MAS vehicles. It analyzes in detail the negative impacts on the environment, including emissions of carbon oxides, hydrocarbons, and nitrogen oxides. The need to consider the entire life cycle of fuel resources is also discussed, starting from extraction and processing to the operation of vehicles. Data on global environmental consequences, such as the greenhouse effect and ozone layer depletion, are presented.

Chapter 2: Technologies for Environmental Improvement

The second chapter describes methods and technologies aimed at reducing the toxicity of emissions from MAS engines vehicles. It covers design, technological, and operational measures, including:

- Exhaust gas recirculation systems.
- Improvement of ignition systems and control of ignition timing.
- Use of catalytic converters for exhaust gas purification.
- Application of alternative fuels and hybrid technologies, which significantly reduce pollutant emissions.

Chapter 3: Comparative Study

The third chapter is dedicated to a comparative analysis of the environmental impact of vehicles before and after their conversion. It examines various categories of vehicles and their emissions when using gasoline and liquefied petroleum gas (LPG). Calculations of annual pollutant emissions and the economic efficiency of switching to gas fuel are provided. It is established that the use of LPG significantly reduces emissions of CO, CH, NO_x, and SO₂.

Chapter 4: Conclusions and Recommendations

The concluding chapter summarizes the research findings, forecasts the future of the automotive industry, and emphasizes the need for further environmental improvement of ICEs. It

asserts that with the tightening of environmental regulations and the growing popularity of electric vehicles, gasoline engines will gradually be phased out. However, in developing countries such as the Republic of Moldova, ICEs will remain the primary option until the infrastructure for electric vehicles is developed. It is recommended to continue working on improving the environmental characteristics of ICE vehicles and transitioning to cleaner technologies.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	1
1 ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ОБОРУДОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЯМИ MAS НА ЭКОСИСТЕМУ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	2
1.1 Негативное воздействие на окружающую среду автомобилей с двигателями MAS. Национальный и Европейский контекст.....	2
1.2 Пути контроля и снижения воздействия двигателей MAS на окружающую среду	17
Выводы главы	28
2 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ И НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ЭКОЛОГИЗАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ MAS	29
2.1 Воздействие на сам рабочий процесс ДВС как метод экологизации автотранспортных двигателей MAS	29
2.2 Совершенствование очистки отработавших газов ДВС как метод экологизации автотранспортных двигателей MAS.....	41
2.3 Применение альтернативных топлива как метод экологизации автотранспортных двигателей MAS	50
2.4 Внедрение альтернативных схемы приводов автомобилей как метод экологизации автотранспортных двигателей MAS.....	52
Выводы главы	55
3 СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ОСНАЩЕННЫХ ДВИГАТЕЛЯМИ MAS, ДО И ПОСЛЕ ПЕРЕОБОРУДОВАНИЯ	57
3.1. Своевременные конструктивные мероприятия по снижению экологического воздействия двигателей MAS.....	57
3.2 Сравнительная оценка экологического воздействия автопарка до и после экологизации	66
3.3. Экономическое обоснование перевода автомобилей на газовое топливо.....	72
Выводы главы	75
ПРЕДЛОЖЕНИЯ, ВЫВОДЫ И ПРОГНОЗЫ ПО ЭКОЛОГИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ С ДВИГАТЕЛЯМИ MAS	78
БИБЛИОГРАФИЯ	79

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт является одним из главных составляющих элементов экономики республики. Массовое применение колесных транспортных средств во всех сферах бизнеса и социальном сегменте повлекло за собой мощное негативное воздействие на экологическую обстановку. В процессе перевозок в большом количестве потребляются углеводородные топливно-энергетические ресурсы, и происходит значительные выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. Основным источником этого явления являются процессы сгорания, при которых углерод и водород, содержащиеся в топливе, взаимодействуют с кислородом из воздуха. Наличие примесей и добавок в топливе, а также неправильные и нестабильные температурные режимы горения и неполное сгорание приводят к образованию токсичных веществ. Тепловые двигатели, используемые в транспорте, выбрасывают значительное количество загрязняющих веществ, что вызывает как химическое, так и тепловое загрязнение окружающей среды, а также создает шум и вибрацию. По оценкам, около 60 % загрязнения воздуха в большинстве стран обусловлено деятельностью транспортного сектора. Эта отрасль оказывает непосредственное влияние на все аспекты охраны окружающей среды, так как воздействует на природу через многомиллионные парки автомобилей, железнодорожного транспорта, судоходства, авиатранспорта и стационарных энергетических установок.

Экспериментальные данные подтверждают наличие необратимых процессов в параметрах окружающей среды, что всё чаще приводит к экологическим катастрофам как на местном уровне (например, кислотные дожди, фотохимический смог и другие виды загрязнений), так и в глобальном плане (таких как парниковый эффект и разрушение стратосферного озонового слоя). Накопление свидетельств, указывающих на распад генетических программ человека и другие проявления экологического кризиса, привело к тому, что в большинстве стран вопросы обеспечения экологического благополучия приобрело социально-экономическое значение. Чтобы решить данные проблемы необходимы конкретные инженерно-технические решения для повышения экологических показателей автомобилей, в нашем случае двигателями с принудительным воспламенением топлива (искровое зажигание).

БИБЛИОГРАФИЯ

1. ЗВОНОВ, В.А. *Токсичность двигателей внутреннего сгорания.*-2-е изд., пере- раб.-М.: Машиностроение, 1981.-160с.
2. КУЛЬЧИТСКИЙ, А.Р. *Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие/* Владим.гос. ун-т. Владимир, 2000.-256с
3. МАРКОВ, В.А., БАШИРОВ, Р.М., ГАБИТОВ, И.И. *Токсичность отработавших га- зов дизелей.*- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002. – 376с.
4. АЛЬФЕРОВИЧ, В.В. *Состав отработавших газов двигателей внутреннего сгорания. Методическое пособие к дисциплине «Токсичность ДВС» для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» Минск, 2011.*
5. *Системы управления бензиновыми двигателями / пер. с немецкого. Первое русское издание.* – М.: ООО Книжное издательство «За рулём», 2005. – 432 с.
6. ВАГНЕР, В. А. *Применение альтернативных топлив в ДВС // Вестн. Алт. гос. техн. ун-та им. ПОЛЗУНОВА, И. И.. 2000. № 2. С. 77–86.*
7. ПАВЛОВА Е.И. *Экология транспорта : учебник / Е.И. Павлова.* – М.: Транспорт. – 2000. – 248 с.
8. БЕЛОКОНЬ, К.Г, . НИКИШИН, В.Н. *Экологическая безопасность автомобиля и двигателя : учеб-ное пособие /* – Казань, Изд-во Казан. ун-та, 2016. – 242 с.
9. ИВАНОВ, А. М., ИВАНОВ, С. Н., КВАСНОВСКАЯ, Н. П. и др. *Автомобили. Конструкция и рабочие процессы : учебник для студ. учреждений высш. проф. Образования, под ред. ОСИПОВА, В. И.* – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 384 с. – (Сер. Бакалавриат).
10. ФЕДОТОВ, А. И. *Технология и организация диагностики при сервисном сопровождении : учебник для студ. учреждений высш. образования / ФЕДОТОВ, А. И.* – М. : Издательский центр «Академия», 2015. – 352 с. (Сер. Бакалавриат).
11. ВОЛКОВ, В. С. *Основы расчёта систем автомобилей, обеспечивающих безопасность движения : Учебное пособие.* – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 144 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
12. ПОЛИВАЕВ, О. И. *Теория трактора и автомобиля: Учебник / ПОЛИВАЕВ, О. И., ГРЕБНЕВ, В. П., ВОРОХОБИН, А. В.* – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 232 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
13. АРИНИН, Е.Н., КОНОВАЛОВ, С.И., БАЖЕНОВ, Ю.В. *Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. пособ. 2-е изд. Ростов н/Д.: Феникс, 2007. 314 с.*
14. БАЧУРИН, А.А. *Планирование и прогнозирование деятельности автотранспортных организаций: учеб. пособ. 1-е изд. М.: Академия, 2001. 270 с.*

15. БУДРИН, А.Г., КОНОНОВА Г.А. *Экономика автомобильного транспорта*: учеб. пособ. 3-е изд. М.: Академия, 2008. 319 с.
16. ВЛАСОВ, В.М. *Техническое обслуживание и ремонт автомобилей*: учеб. пособ. 3-е изд. М.: Академия, 2006. 480 с.
17. *Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух*: утв. ОАО «НИИАТ» 17.11.2006 / Министерство транспорта РФ. – Москва, 2006. – 55 с.
18. *Рынок двигателей внутреннего сгорания в Европе (2024-2029 гг.) - рост, тенденции и прогнозы (2024 - 2029 гг.)* Source: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/europe-internal-combustion-engines-market>.
19. MELAIKA, Mindaugas, HERBILLON, Gilles, Dahlander, Petter. *Spark ignition engine performance, standard emissions and particulates using GDI, PFI-CNG and DI-CNG systems*. FUEL. Volume 293, 1 June 2021.
20. DEY, S., МЕНТА, N.S. *Automobile pollution control using catalysis*. Resources, Environment and Sustainability. Volume 2, December 2020.
21. *CO₂ emission performance standards for cars and vans*. Directorate-General for Climate Action. Source: <https://climate.ec.europa.eu>
22. РЕВИН, Алексей. *Переводим автомобиль на газ: сколько потратим и сколько сэкономим*. ФГУП «НАМИ». Источник: <https://nami.ru/news/translate-the-car-to-gas-how-much-to-spend-and-how-to-save>.
23. MANOLI, Ilie, BEIU, Ilie. *The convenience of using compressed natural gas in public transport of passengers*. In: Meridian Ingineresc, 2014, nr. 2, pp. 49-51.
24. MANOLI, Ilie, BEIU, Ilie. *Sistemele GPL, alternativa la combustibilii clasici*. Transport: economie, inginerie, și management: conf. naț. șt.-practică cu participare intern., UTM. 25-26 octombrie 2013.
25. MANOLI, Ilie, BEIU, Ilie. *Analiză comparativă: benzină, diesel, gaz lichefiat sau gaz natural comprimat?* Transport: economie, inginerie, și management: conf. naț. șt.-practică cu participare intern., UTM. 25-26 octombrie 2013.
26. ENE V., ș.a. – *Tehnologii avansate la alimentarea motoarelor auto*. UTM, Chișinău, 2003.
27. PETROV, Oleg, MANOLI, Ilie. *Modernization of exploited gasoline engines of cars*. Inginerie, Economie și Management: conf. națională științifico - practică, UTM, 17-18 noiembrie, 2017. Chișinău, 2017, pp. 134-137.
28. PETROV, Oleg, MANOLI, Ilie, BEIU, Ilie et al. *Epurarea gazelor de eșapament ale motorului cu ardere internă*. PROINVENT 2019. Salonul internațional al cercetării științifice, inovării și inventicii. 20 - 22 martie 2019, ed. 17, Cluj-Napoca, Romania, 2019, pp. 351-352. ISBN 978-606-737-356-1.