



Universitatea Tehnică a Moldovei

**CONTRIBUȚII ÎN ÎMBUNĂTĂȚIREA SIGURANȚEI CIRCULAȚIEI RUTIERE
PRIN INTERMEDIUL INTELEGENȚEI ARTIFICIALE
ÎN TRANSPORTUL AUTO**

Masterand: Vragalev Dmitrii

**Conducător:
conf. univ., dr., Novorojdin Dumitru**

Chișinău – 2026

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi
Departamentul Transporturi**

Admis la susținere

Șef departament:

”__” _____ 2026

Tema tezei de master

**Contribuții în îmbunătățirea siguranței circulației rutiere prin intermediul
INTELEGENTEI ARTIFICIALE în transportul auto**

Masterand: Vragalev Dmitrii, grupa

Conducător Novorojdin Dumitru, conf. univ, dr

Chișinău – 2026

ADNOTARE

Tema tezei de master: „**Contribuții în îmbunătățirea siguranței circulației rutiere prin intermediul INTELEGENȚEI ARTIFICIALE în transportul auto**”

1. Proiectul este îndeplinit la departamentul Transporturi
2. Autorul tezei de master: Vragalev Dmitrii
3. Conducător științific: conf. univ., dr., NOVOROJDIN Dumitru,
4. Textul adnotării:

Lucrarea de master intitulată „Contribuții în îmbunătățirea siguranței circulației rutiere prin intermediul inteligenței artificiale în transportul auto” explorează problema reducerii riscurilor asociate traficului rutier prin incorporarea tehnologiilor avansate de inteligență artificială (IA) în sistemele moderne de suport și control al vehiculelor. Studiul scoate în evidență importanța sporirii fiabilității, a reacției rapide și a abilității de a anticipa situațiile critice, având în vedere creșterea volumului de trafic și diversificarea condițiilor mediatice.

În cadrul acestui studiu, sunt examinate conceptele fundamentale ale IA, tehnicile de prelucrare a imaginilor, algoritmi de învățare automată, modelele pentru detectarea obstacolelor și sistemele autonome de frânare. Se propune un model conceptual pentru un sistem inteligent de siguranță rutieră, structurat în trei componente principale: subsistemul de percepție, subsistemul de analiză și decizie, precum și subsistemul de acționare automată. Sunt prezentate scenarii experimentale, metode de simulare utilizând diferite programe, în plus față de un set de indicatori de performanță, inclusiv timpul de reacție, precizia detecției, frecvența coliziunilor și stabilitatea dinamică a vehiculului.

Rezultatele obținute arată că integrarea inteligenței artificiale are un impact semnificativ în reducerea erorilor umane, creșterea șanselor de evitarea coliziunilor și îmbunătățirea comportamentului vehiculului în medii dinamice și condiții meteorologice variabile. Sistemul propus reușește să reducă timpul de reacție cu până la 35%, să îmbunătățească precizia detectării obstacolelor cu 20–30% comparativ cu sistemele tradiționale ADAS și să scadă riscul de accidentare cu peste 40%.

Teza aduce contribuții analitice și metodologice semnificative în domeniul siguranței rutiere, subliniind potențialul tehnologiilor AI pentru dezvoltarea transportului inteligent și a vehiculului autonom. Concluziile formulate pot fi utilizate ca fundament pentru proiectarea de sisteme avansate de asistență, precum și pentru elaborarea unor politici de siguranță rutieră la nivel național.

АННОТАЦИЯ

1. Тема проекта: «Повышение безопасности дорожного движения с применением ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА в автомобильном транспорте»

2. Проект выполнен на Департаменте Транспорт.

3. Выполнил: Врагалеv Дмитрий

4. Руководитель: Док. конф. унив. Новорождин Д.

5. Текст аннотации:

Работа на тему «Повышение безопасности дорожного движения с применением ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА в автомобильном транспорте» посвящена проблеме снижения рисков, связанных с дорожным движением, путем внедрения передовых технологий искусственного интеллекта (ИИ) в современные системы поддержки и управления транспортными средствами. В исследовании подчеркивается важность повышения надежности, быстрого реагирования и способности предвидеть критические ситуации в условиях роста интенсивности дорожного движения и диверсификации условий среды.

В данном исследовании рассматриваются фундаментальные концепции ИИ, методы обработки изображений, алгоритмы машинного обучения, модели обнаружения препятствий и системы автономного торможения. Предлагается концептуальная модель интеллектуальной системы безопасности дорожного движения, состоящая из трех основных компонентов: подсистемы восприятия, подсистемы анализа и принятия решений и подсистемы автоматического срабатывания. Представлены экспериментальные сценарии, методы моделирования с использованием MATLAB/Simulink, а также набор показателей эффективности, включая время реакции, точность обнаружения, частоту столкновений и динамическую устойчивость транспортного средства.

Полученные результаты показывают, что интеграция искусственного интеллекта оказывает значительное влияние на снижение количества человеческих ошибок, повышение вероятности предотвращения столкновений и улучшение поведения транспортного средства в динамичной среде и изменчивых погодных условиях. Предлагаемая система позволяет сократить время реакции до 35%, повысить точность обнаружения препятствий на 20–30% по сравнению с традиционными системами ADAS и снизить риск аварий более чем на 40%.

Проект вносит значительный научный и методологический вклад в область безопасности дорожного движения, подчеркивая потенциал технологий искусственного интеллекта для развития интеллектуального транспорта и автономных транспортных средств. Сформулированные выводы могут быть использованы в качестве основы для разработки современных систем помощи водителю, а также для разработки политики безопасности дорожного движения на национальном уровне.

ANNOTATION

The theme of the project: " Contributions to improving road safety through artificial intelligence in road transport "

1. The project is carried out at the Department of " Transports " .

2. Project author: Vragalev Dmitrii

3. Scientific adviser: PhD in Technical Sciences, Associate Professor NOVOROJDIN Dumitru,

4. Annotation text:

The master's thesis entitled "Contributions to improving road safety through artificial intelligence in road transport" explores the issue of reducing the risks associated with road traffic by incorporating advanced artificial intelligence (AI) technologies into modern vehicle support and control systems. The study highlights the importance of increasing reliability, rapid response and the ability to anticipate critical situations, given the increase in traffic volume and the diversification of media conditions.

In this study, the fundamental concepts of AI, image processing techniques, machine learning algorithms, obstacle detection models and autonomous braking systems are examined. A conceptual

model for an intelligent road safety system is proposed, structured in three main components: the perception subsystem, the analysis and decision subsystem, and the automatic actuation subsystem. Experimental scenarios, simulation methods using MATLAB/Simulink are presented, in addition to a set of performance indicators, including reaction time, detection accuracy, collision frequency and vehicle dynamic stability.

The results obtained show that the integration of artificial intelligence has a significant impact in reducing human errors, increasing the chances of collision avoidance and improving vehicle behavior in dynamic environments and variable weather conditions. The proposed system manages to reduce reaction time by up to 35%, improve obstacle detection accuracy by 20–30% compared to traditional ADAS systems and decrease the risk of accidents by over 40%.

The thesis makes significant scientific and methodological contributions in the field of road safety, highlighting the potential of AI technologies for the development of intelligent transportation and autonomous vehicles. The conclusions formulated can be used as a foundation for the design of advanced assistance systems, as well as for the development of road safety policies at the national level.

СОДЕРЖАНИЕ

ADNOTARE	3
СОДЕРЖАНИЕ	7
СПИСОК РИСУНКОВ И ТАБЛИЦ.....	9
ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	13
1.1 Основы безопасности дорожного движения	13
1.2. Факторы, определяющие БДД - человеческий, технический, экологический	15
1.3. Законодательная база и международные стандарты в области БДД.....	17
1.4. Анализ дорожно-транспортных происшествий на европейском и национальном уровне	19
1.4. Современные меры повышения безопасности дорожного движения.....	23
Заключение к главе I	26
2. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ.....	27
2.1. Определение и классификация методов искусственного интеллекта.....	27
2.2. Искусственный интеллект в автомобильной промышленности.....	28
2.3. Алгоритмы для использования в транспорте: Machine Learning, Deep Learning, Reinforcement Learning	33
2.4. Датчики и системы восприятия для интеллектуальных транспортных средств (RADAR, LIDAR, видеокамеры, GPS).....	34
2.5. Технологии ADAS и роль искусственного интеллекта в повышении безопасности	36
Заключение к главе II.....	38
3. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОЙ СИСТЕМЫ.....	39
3.1. Концепция интеллектуальной системы управления полностью автономного беспилотного автомобиля.....	39
3.2. Описание компонентов интеллектуальной системы безопасности дорожного движения	42
3.2.1. Подсистема восприятия и сбора данных	42
3.2.2. Подсистема анализа и принятия решений на основе искусственного интеллекта	43
3.3. Подсистема автоматического срабатывания и вмешательства	44
3.3. Методы обучения и валидации моделей искусственного интеллекта	45
3.4. Определение показателей производительности и безопасности дорожного движения..	46
Заключение к главе III	48
4. РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ИИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ	49
4.1. Настройка моделирования и тестовые сценарии	49
4.2. Результаты моделирования в MATLAB/Simulink на автомобильном транспорте	50
4.3. Сравнительный анализ классических и основанных на искусственном интеллекте систем в автомобильном транспорте.....	52
4.4. Оценка эффективности систем безопасности на основе искусственного интеллекта в изменяющихся условиях движения	54
4.5. Проблемы внедрения искусственного интеллекта в автомобильном транспорте	55
Заключение к главе IV	60
ВЫВОДЫ	62
БИБЛИОГРАФИЯ	64

ВВЕДЕНИЕ

Безопасность дорожного движения представляет собой одну из важнейших проблем современного общества, оказывая значительное влияние на общественное здоровье, экономику и качество жизни. В условиях стремительного развития городской мобильности, увеличения плотности транспортных потоков и разнообразия видов транспортных средств возникает необходимость внедрения инновационных решений, направленных на снижение количества и тяжести дорожно-транспортных происшествий.

БДД определяется как совокупность технических, организационных и образовательных мер, направленных на предотвращение дорожно-транспортных происшествий и минимизацию их последствий. Уровень безопасности определяется четырьмя основными факторами: водитель – транспортное средство – дорога – среда.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно более 1,3 миллиона человек погибают в результате дорожно-транспортных аварий, а десятки миллионов получают серьёзные травмы. В Республике Молдова и Европейском Союзе, несмотря на тенденцию к снижению числа смертельных ДТП, уровень риска остаётся высоким по сравнению с целями стратегии «Нулевая смертность» (Vision Zero — отсутствие смертельных аварий к 2050 году).

В этих условиях искусственный интеллект (ИИ) становится стратегическим инструментом для преобразования автомобильного транспорта в безопасную, адаптивную и эффективную систему. Применение ИИ позволяет не только анализировать и прогнозировать риски, но и принимать решения в реальном времени для предотвращения столкновений, контроля устойчивости автомобиля, распознавания дорожных знаков и оценки поведения водителя.

Интеграция ИИ в автомобильный транспорт — будь то через системы продвинутой помощи водителю (ADAS) или через развитие автономных транспортных средств — способствует значительному сокращению числа человеческих ошибок, которые являются основной причиной дорожно-транспортных происшествий. Кроме того, использование алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей обеспечивает постоянную адаптацию систем к реальным условиям движения, окружающей среды и инфраструктуры.

Настоящая работа направлена на изучение, анализ и разработку теоретических и прикладных решений, связанных с повышением безопасности дорожного движения посредством искусственного интеллекта.

Основные цели исследования это анализ факторов, определяющих уровень дорожного риска, и современных тенденций в области безопасности транспортных систем, изучение современных приложений искусственного интеллекта в сфере транспорта, разработка концептуальной модели для оценки и прогнозирования риска дорожно-транспортных происшествий, моделирование поведения «интеллектуального» автомобиля в среде MATLAB/Simulink, предложение решений по интеграции ИИ-систем в интеллектуальную дорожную инфраструктуру.

Работа основана на комплексной методологии, включающей сравнительный анализ моделей дорожной безопасности, использование методов численного моделирования и симуляции, применение алгоритмов искусственного интеллекта (Machine Learning, Deep Learning, Vision AI), верификацию результатов с помощью энергетических и динамических симуляций.

Цель данной работы — анализ и разработка методов, основанных на технологиях искусственного интеллекта, направленных на повышение уровня безопасности дорожного движения посредством их интеграции в современные интеллектуальные транспортные системы.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Dinu, C., Popa, M. Siguranța rutieră și mobilitatea inteligentă. Editura Academiei Române, 2021.
2. World Health Organization (WHO). Global Status Report on Road Safety 2023. Geneva, 2023.
3. European Transport Safety Council (ETSC). Annual PIN Report 2024. Brussels, 2024.
4. Peden M. et al. World Report on Road Traffic Injury Prevention. WHO, Geneva, 2022.
5. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. MIT Press, 2016.
6. Papageorgiou, M., Diakaki, C. Intelligent Transportation Systems. Springer, 2020.
7. OECD/ITF. Road Safety Annual Report 2024. Paris, 2024. Comisia Europeană. EU Road Safety Policy Framework 2021–2030.
8. Parlamentul Republicii Moldova. Legea nr. 131/2007 privind siguranța traficului rutier.
9. Ministerul Afacerilor Interne, INSP. Raport anual privind siguranța rutieră în Republica Moldova, 2024.
10. UNECE. Convention on Road Traffic (Vienna, 1968).
11. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning, MIT Press, 2016.
12. ISO/IEC 22989:2022 — Artificial Intelligence — Concepts and Terminology.
13. Thrun S., Burgard W., Fox D. Probabilistic Robotics, MIT Press, 2006.
14. Buehler M., Iagnemma K., Singh S. The DARPA Urban Challenge, Springer, 2009.
15. Levinson J. et al. towards Fully Autonomous Driving: Systems and Challenges, 2011.
16. ISO 11270:2014 — Intelligent transport systems — Lane keeping assistance.
17. Russell, S., Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th Ed., 2022.
18. ISO 26262: Road vehicles – Functional safety. 2018.
19. Долганов А. Г. Основные положения концепции полной автономности беспилотного автомобиля // Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта: сб. ст. III Всерос. науч.-практ. конф. (3 декабря 2021 г.). Екатеринбург: 2022. С. 22–23
20. Возможность применения систем искусственного интеллекта для обеспечения безопасности водителей малых транспортных средств: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnost-primeneniya-sistem-iskusstvennogo-intellekta-dlya-obespecheniya-bezopasnosti-voditeley-malyh-transportnyh-sredstv>
21. Капский Д.В. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем: Учебник / Д.В. Капский, Е.Н. Кот, С.В. Богданович [и др.]. – Вологда: ООО "Издательство "Инфра-Инженерия", 2022. – 412 с.
22. Ван, Ж. Анализ развития интеллектуальных транспортных систем / Ж. Ван // Наука и инновации - современные концепции: Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума, Москва, 28 декабря 2023 года. – Москва: ООО «Инфинити», 2023. – С. 142-146. – DOI 10.34660/INF.2023.26.61.302. – EDN QCFPFC.
23. Sutton R., Barto A. Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, 2020. **Сap 3**
24. Chen L. et al. AI-Based Vehicle Safety Systems. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2023.
25. Chen L., Xu Y., “AI-based Road Safety Systems,” IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2023.
26. European Transport Safety Council (ETSC), AI in Road Safety Applications, 2022.
27. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A., Deep Learning, MIT Press, 2016.
28. MATLAB/Simulink Documentation, MathWorks, 2024.
29. Karpathy A., “Neural Networks for Autonomous Driving,” Tesla AI Research, 2022.
30. OECD Transport Forum, Intelligent Vehicles and Road Safety, 2023.