

NAVIGATING THE FUTURE: EXPLORING THE CHALLENGES OF AUTONOMOUS DRIVING SYSTEMS¹⁸

Eng. Toni Tonchev, MSc, PhD Student

Department of Telecommunications,

University of Ruse "Angel Kanchev"

Tel.: +359 898 233 380

E-mail: ttonchev@uni-ruse.bg

Abstract: *In recent years, autonomous driving systems have emerged as a transformative force in the automotive, agriculture, and transport industries, promising to reshape our roads, cities, fields, and the very nature of transportation. This article delves into the multifaceted theme of autonomous driving, exploring the advancements, implications, and challenges associated with this groundbreaking technology.*

Keywords: *Efficiency, Effectiveness, GPS, Autonomous, Model, Self-Driving.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Бързият напредък на технологиите проправи пътя за редица иновации, като системите за автономно шофиране са в челните редици на трансформацията на автомобилната индустрия. Въпреки че обещанието за самоуправляващи се автомобили крие голям потенциал и предвижда повишена безопасност, ефективност и удобство, масовото приемане на тези превозни средства е процес, който е изпълнен с много предизвикателства. Анализът на системите за автономно шофиране изисква внимателно изследване на тези препятствия и разработването на надеждни решения. Системите за автономно шофиране, често наричани още технология за самоуправление или автомобили без водач, са решения, които използват комбинация от сензори, камери, радари и изкуствен интелект, за да позволят на превозното средство да работи без човешка намеса. Тези системи могат да контролират различни аспекти на шофирането, включително навигация, скорост, спазване на лентата и избягване на препятствия, с цел подобряване на безопасността, ефективността и удобството при придвижване. Технологиията за автономно шофиране има потенциала да революционизира автомобилната индустрия и да промени бъдещето на транспорта.

ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРЕД АВТОНОМНОТО УПРАВЛЕНИЕ

В сферата на автомобилните иновации, системите за автономно шофиране се приемат като пример за надеждна и стабилна технологична новост, обещавайки бъдеще, в което превозните средства се движат без човешка намеса (Synopsys, 2023). Докато се впускаме в това трансформиращо пътуване, от решаващо значение е да анализираме многостранните предизвикателства, които съпътстват разработването и интегрирането на системи за автономно шофиране.

- **Безопасност** – гарантирането на безопасността се явява основна грижа във всяка транспортна система и заема централно място, тъй като автономните превозни средства се движат в динамични и непредсказуеми среди. Нуждата от безотказни механизми и най-съвременни сензорни технологии става очевидна за смекчаване на рисковете, свързани с навигацията в свят, пълен с шофьори, пешеходци и разнообразни пътни условия (ZF-see.think.act, 2023). Стремешът към по-безопасни пътища подтиква автомобилната индустрия да предефинира границите на технологичните иновации.

¹⁸ Докладът е представен на научната сесия на 27.10.2023 в секция „Комуникационна и компютърна техника“ с оригинално заглавие на български език: НАВИГАЦИЯ В БЪДЕЩЕТО: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВАТА НА СИСТЕМИТЕ ЗА АВТОНОМНО ШОФИРАНЕ

- **Законови и правни изисквания** – отвъд техническите и етичните измерения, огромно предизвикателство е създаването на цялостна регулаторна рамка. Правителствата се борят с проблемите на отговорността, застраховането, поверителността на данните и киберсигурността, като признават необходимостта от балансиране на иновациите с отговорно управление. Създаването на ясни и стандартизирани разпоредби става ключов момент за изграждането на обществено доверие, гарантирайки безопасното и етично развитие и внедряване на автономните превозни средства (Wikipedia, 2023).

- **Технологични иновации** – технологичната мощ се превръща в основата на успеха на системите за автономно шофиране. Алгоритмите за изкуствен интелект и машинно обучение, съчетани с усъвършенствани сензорни технологии, формират гръбнака на тези самоуправляващи се превозни средства (Kendrion, 2023). Въпреки това, разработването на алгоритми, способни да интерпретират и реагират на широк набор от променливи в реално време, се оказва огромно предизвикателство (Automatic Addision, 2023). Нещо повече, осигуряването на устойчивост и сигурност на тези технологии се превръща във фактор от първостепенно значение за предотвратяване на потенциални заплахи и вдъхване на доверие както на потребителите, така и на регулаторите.

- **Инфраструктура** – адаптирането на инфраструктурата се очертава като критичен аспект за бъдещето на автономното шофиране. Съществуващата пътна инфраструктура, предназначена за управляваните от хора превозни средства, изисква значителни подобрения, за да отговори на уникалните нужди на автономните превозни средства. Съвместните усилия между автомобилната индустрия и държавните органи стават наложителни за оптимизирането на пътищата, средствата за сигнализация на движението и комуникационните системи и за безпроблемното интегриране на автономните решения.

- **Публичното мнение** – общественото възприятие, което често е в основата на успеха на всяка технологична революция, ще бъде важен аспект при въвеждането на автономните превозни средства. Изграждането на доверие в системите за автономно шофиране изисква прозрачна комуникация от заинтересованите страни в индустрията, облекчаване на опасенията относно безопасността, неприкосновеността на личния живот и потенциалната загуба на работни места. Образованието се превръща в крайъгълен камък, тъй като обществеността трябва да бъде информирана за осезаемите ползи и въведените щателни предпазни мерки за справяне с етичните съображения и съображенията за безопасност.

ТЕКУЩО СЪСТОЯНИЕ НА СИСТЕМИТЕ ЗА АВТОНОМНО УПРАВЛЕНИЕ

В динамично променящата се автомобилостроителна индустрия, текущото състояние на автономните системи за транспорт е пресечна точка на иновации, предизвикателства и приложения в реалния свят. Тъй като сме на прага на следващата индустриална революция в транспорта, от съществено значение е да бъдат проучени напредъка, неуспехите и социалните последици, които определят настоящото състояние на автономното шофиране.

- **Напредък в технологиите** – в основата на сегашната ситуация е безпрецедентният напредък в технологичните възможности. Изкуственият интелект (AI), машинното обучение и усъвършенстваните сензорни технологии се обединиха, за да предоставят на превозните средства способността да възприемат, интерпретират и реагират на заобикалящата ги среда (Adera, B., 2019). Компаниите в челните редици на тази революция, от традиционни производители на автомобили до технологични гиганти, внедряват все по-сложни алгоритми, за да подобрят способността за вземане на решения на автономните превозни средства.

- **Тестване и внедряване в реалния свят** – важен отличителен белег на текущото състояние на системите за автономен транспорт е осезаемото присъствие на самоуправляващи се превозни средства по нашите пътища. Много компании, включително Tesla, Waymo и други, са провели обширни тестове в реалния свят, натрупвайки огромни количества данни, за да усъвършенстват своите автономни системи. Докато някои превозни средства работят в контролирана среда, други се движат в реални градски зони, демонстрирайки напредъка, постигнат в развитието на автономност от Ниво 3 и Ниво 4.

- **Предизвикателства и неуспехи** – пътят към напълно автономните превозни средства не е безпрепятствен. Редица инциденти с участието на автономни превозни средства повдигнаха въпроси относно безопасността, което доведе до преоценка на съществуващите технологии и регулаторни рамки. Етични съображения, като например програмирането на алгоритми за вземане на решения в морално двусмислени ситуации, поставят сложни предизвикателства, които изискват премерени и внимателни действия.

НИВА НА АВТОНОМНО УПРАВЛЕНИЕ

Нивата на системите за автономно шофиране, често наричани още и Нива по SAE (Обществото на автомобилните инженери), представляват рамка, която категоризира степента на автономност и човешкото участие в работата на превозното средство (Synopsys, 2023). Те варират от Ниво 0 до Ниво 5, като всяко ниво показва различна степен на автоматизация и автономност:

Ниво 0 – Без автоматизация: при Ниво 0 няма автоматизация и водачите са отговорни за всички аспекти на шофирането. Превозното средство може да има основни системи за подпомагане на водача, като ABS (антиблокираща спирачна система) и контрол на сцеплението, но те не са част от системата за автономно шофиране.

Ниво 1 – Помощ за водача: Ниво 1 включва функции за подпомагане на водача, като адаптивен контрол на движението или система за поддържане на лентата за движение. Превозното средство може само да контролира скоростта или посоката на движение, но не и двете едновременно. Водачът трябва да остане ангажиран с всички процеси по движение и да наблюдава околната среда през цялото време.

Ниво 2 – Частична автоматизация: при Ниво 2 превозното средство може да контролира едновременно скоростта и посоката на движение. По този начин може да се изпълняват задачи за адаптивен контрол на движението (круиз контрол) и центриране на позицията на превозното средство в рамките на пътната лента. Въпреки всичко, това ниво изисква водачът да остане внимателен и готов да поеме контрола, когато е необходимо.

Ниво 3 – Условна автоматизация: Ниво 3 въвежда условна автоматизация, при която превозното средство може да управлява повечето задачи по шофиране при определени условия, като например движение по магистрала. Водачът обаче трябва да е на разположение, за да се намеси, когато системата поиска, например по време на лошо метеорологично време.

Ниво 4 – Висока степен на автоматизация: Превозните средства от Ниво 4 могат да работят автономно в предварително определени зони и при конкретни условия, като например в оградена с геозони градска среда. В определени случаи и при изключителни ситуации, системата може да поиска човешка намеса, но в повечето случаи такава не е необходима.

Ниво 5 – Пълна автоматизация: Ниво 5 представлява пълна автоматизация, при която превозните средства се управляват изцяло самостоятелно и могат да работят при всякакви условия и среди и без човешка намеса. Превозното средство може да няма волан, педали или каквато и да е нужда от шофьор.

ОСНОВНИ ПРЕДИМСТВА НА СИСТЕМИТЕ ЗА АВТОНОМНО ШОФИРАНЕ

Системите за автономно шофиране предлагат безброй предимства, които имат потенциала да революционизират транспортната индустрия и да подобрят различни аспекти от нашето ежедневие. Основните предимства на системите за автономно шофиране могат да бъдат обобщени по следния начин:

- **Подобрена безопасност** – автономните превозни средства са оборудвани с модерни сензори, камери и радарни системи, които осигуряват 360-градусов изглед и анализ на заобикалящата ги среда. Това може значително да намали броя на злополуките, причинени от човешка грешка, като разсеяно шофиране, умора или шофиране в затруднено положение.

- **Намален брой пътнотранспортни произшествия и смъртни случаи** – чрез елиминиране или минимизиране на човешките грешки, системите за автономно шофиране

имат потенциала драстично да намалят пътнотранспортните произшествия и смъртните случаи. Постоянното спазване на правилата за движение, бързото време за реакция и избягването на рискови поведения допринасят за цялостната пътна безопасност.

- **Подобрена транспортна ефективност и оптимизация на трафика** – автономните превозни средства могат да комуникират помежду си, както и със заобикалящата ги инфраструктура, което води до по-ефективно управление на трафика. Използването на съвременни средства за комуникация позволява прилагането на координирани маневри, намалява задръстванията и оптимизира транспортните маршрути, което в крайна сметка намалява времето за пътуване и разхода на гориво (CHCNAV, 2023).

- **Повишена достъпност** – технологията за автономно шофиране има потенциала да направи транспорта по-достъпен за хора, които не могат да шофират, като например възрастни хора, хора с увреждания или такива без шофьорска книжка. Тази повишена достъпност може да подобри мобилността за по-широк сегмент от населението.

- **Производителност по време на пътуване до работното място** – с автомобил, който шофира самостоятелно, пътниците могат да използват времето си за пътуване по-продуктивно. Независимо дали за работа, забавление или почивка, пътниците могат да си върнат времето, което преди това е било прекарано в шофиране, превръщайки ежедневно пътуване до работното място в по-ценно и по-приятно изживяване.

- **Горивна ефективност и ползи за околната среда** – системите за автономен транспорт могат да оптимизират моделите на шофиране, да ускоряват и забавят по-ефективно и да избират оптимални маршрути, което ще доведе до подобрена горивна ефективност. Намаляването на ненужното ускоряване и забавяне също допринася за по-ниски емисии на вредни парникови газове и за по-малък отпечатък върху околната среда.

- **Оптимизация на процесите по паркиране** – автономните превозни средства могат да оставят пътниците до тяхната дестинация и след това автономно да намерят място за паркиране, намалявайки нуждата от големи паркинги в близост до градските центрове. Тази оптимизация на пространството за паркиране може да доведе до по-ефективно използване на градските зони и територии (Hello Future, 2023).

- **Намаляване на броя на нарушенията на законите за движения по пътищата** – системите за автономно шофиране се придържат стриктно към правилата и разпоредбите за движение, свеждайки до минимум случаите на превишена скорост, преминаване на червен светофар или други нарушения на пътя. Това може да допринесе за по-безопасни пътни условия, както и за по-предвидима среда за шофиране.

- **Икономическо въздействие** – широкото приемане на системите за автономно шофиране има потенциала да стимулира икономическия растеж. Индустриите, свързани с разработването на автономни превозни средства, като автомобилостроенето, софтуерната и хардуерната индустрия, могат да изпитат значителен растеж, което да доведе до създаване на работни места и да има допълнителни икономически ползи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Този доклад представя текущото състояние и част от особеностите на системите за автономно управление, както и готовността на автомобилния сектор за трансформация и приемане на тези нови технологии. Предизвикателствата, свързани със системите за автономно управление, обхващат широк спектър от различни фактори, включително съображения за безопасност, етични дилеми, регулаторни рамки, технологични препятствия, адаптиране на инфраструктурата и обществено възприемане. Справянето с тези предизвикателства е от първостепенно значение за отключването на пълния потенциал на автономните превозни средства.

Безопасността на пътуващите, превозните средства и заобикалящата ги среда изисква разработването на нови механизми за сигурност и усъвършенствани сензорни технологии. Етичните съображения, вградени в програмните алгоритми за вземане на решения, подчертават необходимостта от нюансиран подход, който да бъде в съответствие с обществените ценности. Регулаторните рамки, които все още са в начален етап, трябва да се

развият, за да се постигне деликатен баланс между насърчаването на иновациите и осигуряването на отговорно развитие.

Технологичният напредък, особено в областта на изкуствения интелект и машинното обучение, тласка напред системите за автономно шофиране. Въпреки това, пътят към напълно автономни превозни средства е белязан от необходимостта от разработването и използването на стабилни алгоритми, способни да вземат решения в сложни ситуации от реалния свят. Едновременно с това адаптирането на инфраструктурата и общественото възприятие играят ключова роля при определянето на осъществимостта и приемането на системите за автономно управление на превозните средства в по-широк мащаб.

Трансформацията на транспортните решения и въвеждането на системи за автономно управление на автомобилите ще бъде процес, осеян с предизвикателства и препятствия, но със съгласувани усилия, проактивни решения и ангажимент за отговорни иновации, ще бъде проправен пътят към бъдеще, в което автономните превозни средства ще допринасят за по-безопасна, по-ефективна и взаимосвързана транспортна екосистема. Очертаните предизвикателства са крайъгълни камъни по пътя към революционната еволюция в сферата на методите и технологиите ни за придвижване.

БЛАГОДАРНОСТИ

Публикацията отразява резултати от работата по Национална научна програма „Интелигентно растениевъдство“ на Министерството на образованието и науката (МОН), одобрена с Решение на МС № 866/26.11.2020 г.

Публикацията е реализирана с подкрепата на проект № 2023 – ФЕЕА – 03 „Симулационно и експериментално изследване на методите и механизмите за предоставяне конфиденциалност и интегритет на данните в съвременните локални и безжични комуникационни мрежи“, финансиран от ФНИ на Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

Synopsys. (2023). *What is autonomous car?* URL: <https://www.synopsys.com/automotive/what-is-autonomous-car.html> (Accessed on 25.09.2023).

ZF-see.think.act. (2023). *Autonomous driving: An overview.* URL: https://www.zf.com/mobile/en/technologies/autonomous_driving/autonomous_driving.html (Accessed on 25.09.2023).

Wikipedia. (2023). *Autonomous Navigation System.* URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_Navigation_System (Accessed on 25.09.2023).

Kendrion. (2023). *Autonomous Guided Vehicles.* URL: <https://shorturl.at/qvD23> (Accessed on 25.09.2023).

Automatic Addison (2023). *How to Set Up the ROS Navigation Stack on a Robot.* URL: <https://automaticaddison.com/how-to-set-up-the-ros-navigation-stack-on-a-robot/> (Accessed on 25.09.2023).

Adera, B. (2019). *Autonomous Navigation using Computer Vision with ROS.* Medium. URL: <https://medium.com/@aderabiruk/autonomous-navigation-using-computer-vision-with-ros-d6bc1bc56ddf> (Accessed on 25.09.2023).

CHCNAV. (2023). *NX510 SE Auto-steer GNSS RTK Steering System.* URL: <https://shorturl.at/vyOY2> (Accessed on 25.09.2023).

Hello Future. (2023). *Precision agriculture: AI enters the field.* URL: <https://hellofuture.orange.com/en/precision-agriculture-ai-enters-the-field/> (Accessed on 10.05.2023).