

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 4, 2025 vol. 2

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 2, ISSUE 4

DECEMBER, 2025



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 2, ISSUE 4 DECEMBER, 2025

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Analysis of the impact of eco-driving style on fuel consumption in passenger cars

B.R. Fattokhjonov¹, A.A. Mukhitdinov¹ ^a

¹Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: With the growing environmental challenges, ensuring energy efficiency in the transport sector has become one of the urgent issues. This article provides an in-depth analysis of the eco-driving concept and its impact on fuel consumption. Based on research, it has been proven that the implementation of eco-driving methods improves both environmental and economic efficiency and serves as an important tool in shaping driver behavior and culture. The article also highlights the prospects of monitoring driver behavior using automated systems. Scientific sources and experiments were used to analyze how aggressive or efficient driving styles influence fuel consumption and the amount of exhaust emissions.

Keywords: eco-driving, fuel consumption, exhaust emissions, driver behavior, driving efficiency, automated monitoring systems, environmental sustainability, energy saving, transport sector, aggressive driving, driving culture

Yengil avtomobillarda ekologik haydash uslubining yonilg'i sarfiga ta'sirini tahlili

Fattokhjonov B.R.¹, Muxitdinov A.A.¹ ^a

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ekologik muammolar ortib borayotgan bir paytda transport sohasida energiya tejamkorligini ta'minlash dolzarb masalalardan biriga aylandi. Maqolada ekologik haydash konsepsiyasi va uning yonilg'i sarfiga ta'siri chuqur tahlil qilinadi. Tadqiqotlar asosida eko-haydash uslubining joriy etilishi ekologik va iqtisodiy samaradorlikni oshirishi, shuningdek, haydovchining madaniyatini shakllantirishda muhim vosita ekanini isbotlangan. Shuningdek, maqolada avtomatlashtirilgan tizimlar yordamida haydovchi xatti-harakatlarini nazorat qilishning istiqbollari yoritiladi. Ilmiy manbalar va eksperimentlar asosida haydovchining agressiv yoki samarali haydash uslublarining yonilg'i sarfi va chiqindi gazlar hajmiga qanday ta'sir qilishi tahlil qilindi. Tanqidiy yondashuv asosida mavjud tadqiqotlar solishtirilib, eco-driving bo'yicha eng maqbul strategiyalar aniqlangan.

Kalit so'zlar: ekologik haydash, yonilg'i sarfi, chiqindi gazlar, haydovchi xatti-harakati, haydash samaradorligi, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari, ekologik barqarorlik, energiya tejash, transport sohasi, agressiv haydash, haydash madaniyati

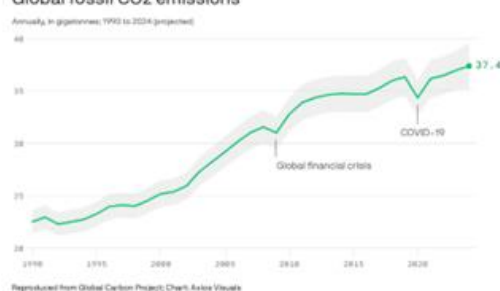
1. Kirish

Dunyoda va O'zbekistondagi ekologik muammo va transport sohasining chiqindi gazlardagi ulushi

Bugungi kunda insoniyat oldida turgan eng yirik muammolardan biri — global ekologik inqiroz bo'lib, bu holat asosan chiqindi gazlar, yonilg'i sarfining ortishi, global isish va energetika resurslarining cheklanganligi bilan bog'liq.

2024-yil yakunlariga ko'ra, global CO₂ chiqindilari 0,8% ga oshib, 37,4 milliard tonnaga yetgan, bu sanoat inqilobidan beri eng yuqori daraja hisoblanadi (1-rasm) [2]. Atmosferadagi karbonat angidrid (CO₂) miqdori esa 422,5 ppm ni tashkil etib, sanoatgacha bo'lgan davrga nisbatan 2% ga oshgan [2].

Global fossil CO₂ emissions



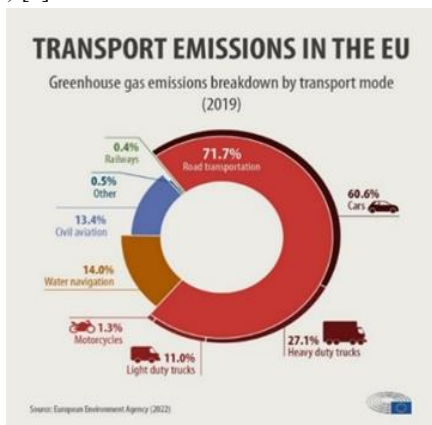
1-rasm. Dunyo bo'yicha yoqilg'i chiqindilaridan hosil bo'lgan CO₂ gazlarining yillik o'sishi [2]

Ushbu muammolarda transport sohasining hisssasi beqiyosdir. [5] Manbada keltirilishicha Global CO₂ chiqindilarining 24% dan ortig'i transport sohasining hisssasiga to'g'ri keladi. 2022-yilda transportdan chiqadigan CO₂ chiqindilari 8 milliard tonnani tashkil qilgan bo'lib, bu ko'rsatkich yildan-yilga o'sib bormoqda [6]. Yevropa Atrof-

 <https://orcid.org/0000-0001-5360-8624>



muhit Agentligining hisobotiga ko'ra, 2019-yilda transport sektori Yevropa Ittifoqining umumiy CO₂ chiqindilarining taxminan chorak qismini tashkil etgan, uning 71,7% esa yo'l transporti tomonidan chiqarilgan. (2-rasm) [7].



2-rasm. Transport turlari bo'yicha ekologiyaga ta'sir diagrammasi [7]

2-rasmda Yevropa Atrof-muhit Agentligining 2019-yildagi hisobotidan keltirilgan bu rasmdan ko'rinib turibdiki atmosferani zaharlayotgan chiqindi gazlarning miqdori 71,7 %ni yo'l transporti tashkil etgan, eng e'tiborlisi 60.6% ni yengil avtomobillar tashkil etgan, keyingi o'rinlarda o'g'ir yuk avtomobillari egallagan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

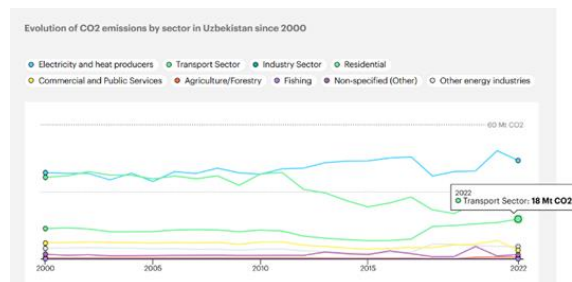
O'zbekistondagi transport vositalaridan chiqadigan zararli chiqindi gazlar. Dunyo miqyosida CO₂ emissiyasining qariyb 22,7 foizi transport sektorining ulushiga to'g'ri keladi. O'zbekistonda bu ko'rsatkich 13,3 foizga teng [37]

Xalqaro Energiya agentligi [38] bergan ma'lumotlariga ko'ra 2022 yilga kelib O'zbekistondagi CO₂ emissiyasining sohalar bo'yicha taqsimlanishini taqdim etgan. Unga ko'ra 2022-yilga holatga ko'ra 15,7% foiz Co₂ zararli chiqindi gazlar Transport sohasiga to'g'ri kelgan (3-rasm).



3-rasm. O'zbekistonda Co₂ emissiyasining sohalar bo'yicha taqsimlanishi [38]

2000-yildan boshlab 2022-yilgacha bo'lgan davrda Co₂ emissiyasini o'sish va dinamikasi keltirilgan (4-rasm). Unga ko'ra eng yuqori ko'rsatkichni "Elektr energiya va issiqlik ishlab chiqarish" sohasi 44 Mt (million tonna) (39%), keyingi o'rinlarda esa "Transport" sohasi 18 Mt Co₂ zararli gaz ishlab chiqarilgan (4-rasm).



4-rasm. O'zbekistonda sohalar bo'yicha 2000-2022 yilgacha bo'lgan davrda Co₂ ni ishlab chiqarilgan holati.[38]

Shunday muammolarni yechish maqsadida dunyoda ekologik talablar ishlab chiqildi. Bundan maqsad esa atrof muhitni muhofaza qilish, inson salomatligi va ekologik xavfsizlikni ta'minlash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanishdir. Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, ekologiyaga eng katta ta'sir o'tkazayotgan soha bu transport sohasidir. Bu sohada mana shunday muammolarni yechish uchun bir qancha ishlar olib borilmoqda. Jumladan: ekologik talablarning ortishi, gibritizatsiyalash, yo'l infatuzilmasini takomillashi, bio yoqilg'i turlariga o'tish, va hokazo. Shu kabi texnologik va normativ choralar bilan bir qatorda, haydovchilarning shaxsiy haydash uslublarini optimallashtirish ham ekologik xavfsizlik va yoqilg'i tejamkorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi. Ayniqsa, haydovchining haydash madaniyati va harakatlanishdagi ehtiyotkorlikni shakllantirish ekologik muammolarni kamaytirish bo'yicha samarali yondashuvlardan biri sifatida qaralmoqda.

Shu nuqtai nazardan, so'nggi yillarda jahon miqyosida "ekologik haydash" (inglizcha atamasi — *eco-driving*) konsepsiyasi keng tarqalib, transport vositalarining atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirishning muhim strategiyasiga aylangan. Eco-driving faqatgina yoqilg'i sarfini kamaytirishga emas, balki chiqindi gazlar emissiyasini qisqartirish, xavfsizlikni oshirish va transport vositasidan oqilona foydalanishga ham xizmat qiladi.

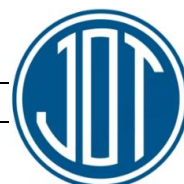
Maqolaning asosiy maqsadi aynan shu yo'nalishga qaratilgan bo'lib, unda ekologik haydash uslubining yonilg'i sarfiga va chiqindi gazlar hajmiga ta'siri, haydovchining haydash mahoratining o'ni hamda bunday jarayonlarni avtomatlashtirish imkoniyatlari tahlil qilinadi.

Eco-driving tushunchasi va ilmiy asoslari

Global ekologik vaziyatning keskinlashuvi fonida, yo'l harakatida energiya samaradorligini oshirish va chiqindi gazlarini kamaytirishga qaratilgan yondashuvlar tobora ko'proq ahamiyat kasb etmoqda. Shunday yondashuvlardan biri bu — ekologik haydash uslubidir [16]. Bu atama birinchi bor 1998-yilda Shvetsiyada jamoaviy o'qitish dasturlari doirasida ishlatilgan bo'lib, hozirda Yevropa davlatlari, AQSh, Yaponiya va boshqa ko'plab mamlakatlarda keng tatbiq etilmoqda [22].

Eco-driving — bu haydovchining haydash uslubini atrof-muhitga ta'sirini kamaytirishga yo'naltirilgan tarzda boshqarish strategiyasidir. Bu uslubning asosiy maqsadi — yonilg'i sarfini kamaytirish, CO₂ emissiyasini qisqartirish, xavfsizlikni oshirish va transport vositasining xizmat muddatini uzaytirishdir.

Ilmiy adabiyotlarda eco-drivingga quyidagi ta'riflar berilgan:



- [17] ga ko'ra, eko-driving — bu transport vositasining energiya sarfini minimallashtirishga qaratilgan haydovchining yondashuvi;
- [18] esa bu tushunchani nafaqat ichki yonuv dvigatelli, balki elektromobillar uchun ham dolzarb strategiya deb aytib o'tilgan;
- [19]] maqolaga ko'ra ekologik haydash — bu ko'p qirrali tushuncha bo'lib, u haydovchilik xatti-harakatlari, marshrut tanlovi hamda transport vositalarining yoqilg'i sarfiga ta'sir qiluvchi barcha tanlov va xatti-harakatlarni o'z ichiga oladi (masalan, sifatli yoqilg'idan foydalanish, konditsionerdan foydalanish, tirbandlik soatlarida haydash va h.k.). Ekologik haydash tushunchasini [19] tashkil etuvchi barcha jihatlar quyidagi 5-rasmda umumlashtirib berilgan



5-rasm. Ekologik haydash tushunchasi [19]

Eco driving turli jihatlarini o'z ichiga oladi. Ya'ni, haydashda bir nechta muhim odatlarni shakllantirish orqali yoqilg'ini tejash va chiqindilarni kamaytirish mumkin. Bunga, masalan, sekin va tekis yurish, to'satdan tormoz bermaslik, dvigatelni bo'sh joyda ishlatmaslik hamda harakat tezligini me'yorda ushlab turish kiradi. Aynan tezlikni optimallashtirish jihatida haydovchining yonilg'i tejamkorligi va xavfsizligi nuqtai nazaridan qiladigan eng muhim qarorlaridan biridir

Eko-haydashning asosiy tamoyillari

Ekologik haydash amaliyotida haydovchining kundalik haydash xatti-harakatlari katta ro'l o'ynaydi. Tadqiqotlar [24,31,32] shuni ko'rsatadiki, quyidagi oddiy, ammo samarali tamoyillarga rioya qilish yoqilg'i sarfini 10–20% gacha kamaytirishi mumkin:

1. Keskin tezlanish va tormozlanmaslik

— keskin start va to'satdan tormozlanishlardan qochish, bir tekis tezlikda harakatlanish. Optimal uzatmalarni almashtirish — dvigatel past aylanishlarda (odatda benzinli dvigatel uchun 2000–2500 ayl/min, dizel uchun 1500–2000 ayl/min) yuqori uzatmaga o'tish.

2. Doimiy tezlikni saqlash

— imkon qadar kruiz-kontrol (agar mavjud bo'lsa) yordamida barqaror tezlikda harakatlanish. Bekor ishlashdan qochish — agar to'xtash 30 soniyadan ortiq bo'lsa (masalan, svetoforda), dvigatelni o'chirish maqsadga muvofiq.

3. Marshrutni to'g'ri rejalashtirish

— tirbandlik va keraksiz to'xtashlar kam bo'lgan yo'llarni tanlash.

4. Avtomobilning texnik holatini nazorat qilish

— shinalardagi bosimni muntazam tekshirish, moy va filtrlarni o'z vaqtida almashtirish, dvigatelni servisdan o'tkazish.

5. Ortiqcha yuk va qarshilikni kamaytirish

— mashinadan keraksiz yuklarni, foydalanilmayotgan tom bagajini olib tashlash.

6. Ekologik haydash madaniyati

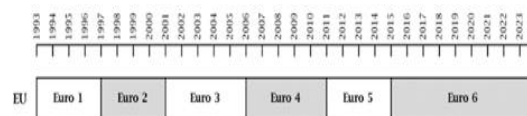
— Yo'l harakati qoidalariga rioya qilish, boshqa ishtirokchilarga hurmat bilan munosabatda bo'lish, agressiv haydashdan voz kechish.

Ekologik haydash uslubining asosiy omillarga ta'siri.

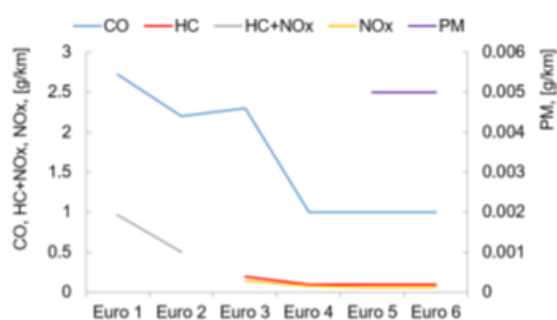
Eko-haydashning ekologiyaga ta'siri

Transport vositalarining ekologik muammolarga qo'shayotgan hisssasi bevosita atmosferaga chiqariladigan CO₂, NOx va boshqa zararli gazlar bilan bog'liq. Xalqaro tashkilotlar ma'lumotlariga ko'ra, bu chiqindilarning salmoqli qismi aynan yo'l transporti, jumladan yengil avtomobillar hissasiga to'g'ri keladi. Ayniqsa, shaharlarda avtomobil zichligi yuqori bo'lgan hududlarda ekologik yuklama keskin ortmoqda [5,6].

Shu nuqtai nazardan Yevropa Ittifoqi tomonidan bosqichma-bosqich qabul qilingan **Yevro emissiya standartlari** yo'l transporti vositalari chiqindilarini normativ jihatdan tartibga soluvchi asosiy tizimga aylandi. Euro standartlar 1993-yildan buyon bosqichma-bosqich kuchga kirib, har bir bosqichda CO (karbon monoksidi), NOx (azot oksidi), HC (uglevodorodlar) va PM (chang zarrachalari) chiqindilariga qat'iy cheklovlar joriy qilib kelinmoqda [20,22,24, 23]



6-rasm. 1993-yildan 2024-yilgacha Yevropa Ittifoqida yengil avtomobillar uchun Euro 1 dan Euro 6 gacha bo'lgan standartlarining amal qilish davri. [20]



7-rasm. Benzinda dvigatellardan chiqadigan zararli chiqindi gazlarlarining Euro emissiya me'yorlari asosida kamayishining grafik ko'rinishi [26]

Yuqoridagi 7-rasmdagi grafikda ko'rinib turibdiki, NOx chiqindilari bo'yicha qariyb 12 barobargacha qisqartirish amalga oshirilgan [26]. Bu esa dvigatel konstruksiyasidagi jiddiy o'zgarishlar, chiqindi gazlarini tozalovchi tizimlar (SCR, DPF), AdBlue eritmasi, EGR klapanlari, start-stop tizimlari va boshqa ekologik texnologiyalar joriy etilishi tufayli amalga oshirilgan [39,40].

Biroq, turli tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, hatto Euro 6 standartiga mos avtomobillarda ham, haydovchining

boshqaruv uslubi (tezlik, tezlanish, tormozlash) chiqindi gazlari hajmiga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi [21]. Masalan, Holcner va hammualliflarining 2021-yilda olib borgan simulyatsion tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, Euro 6 avtomobilida ham eko-haydash strategiyasi qo'llanilganda chiqindilar 9–17% gacha kamaygan [21].

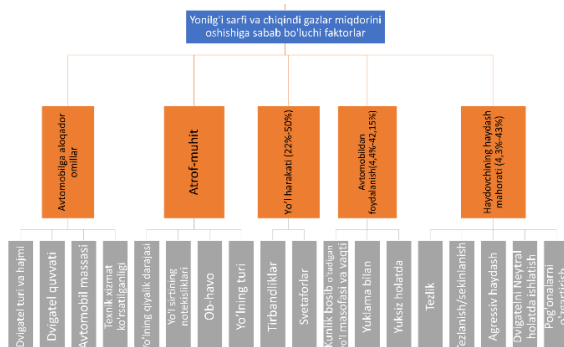
Shu sababli, faqat texnologik yondashuv emas, balki haydovchining xatti-harakatlariga asoslangan strategiyalar ham muhim ahamiyat kasb etadi. Aynan shu yerda eko-driving tushunchasi dolzarb bo'lib chiqadi. Eco-driving — bu yoqilg'i sarfini kamaytirish, chiqindilarni optimallashtirish va harakat samaradorligini oshirishga qaratilgan boshqaruv uslubidir [22].

Zannikos va Tzirakis esa benzinli va dizel avtomobillarda agressiv haydash CO va HC chiqindilarini 4–7 baravar, dizellarda esa NOx ni sezilarli darajada oshirganini qayd etgan [9].

Ushbu tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, eko-haydash nafaqat yonilg'i sarfini optimallashtiradi, balki eng zamonaviy ekologik standartlarga javob beruvchi avtomobillarda ham chiqindi gazlari miqdorini kamaytiradi. Shunday ekan, transport vositalarining ekologik samaradorligini oshirishda haydovchining haydash uslubini o'zgartirish — muhim omillardan biri hisoblanadi.

Ekologik haydash uslubining iqtisodiy tomondan ta'siri

Transport vositasining ekspluatatsiyasi jarayonida yonilg'i sarfi asosiy harajat manbalaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, benzin yoki dizel narxlarining yillik o'sishi fonida yonilg'i tejamkorligini oshirish har bir haydovchi va tashkilot uchun iqtisodiy zaruratga aylanmoqda. Yonilg'i sarfi bir necha asosiy omillarga bog'liq:



8-rasm. Avtomobilidan chiqayotgan chiqindi gazlar miqdorining va yonilg'i sarfining oshishiga ta'sir qiluvchi omillar [12]

Yuqoridagi omillarni hisobga olib ishlab chiqilgan ekologik haydash (eco-driving) konsepsiyasi haydovchining yoqilg'i sarfini **10–30% gacha kamaytirishiga** imkon beradi [1,2,3]. Bu esa birgina avtomobil egasi emas, balki yirik transport korxonalari va shahar logistika tizimlari uchun ham katta iqtisodiy samara beradi.

Ericsson (2001) tadqiqotida, tajribali haydovchilar orasida eko-haydashga o'rgatilgan guruhda yonilg'i sarfi 22% gacha kamaygani aniqlangan [24]. Tiglaov va Qaral (2016) esa Filippinda olib borgan eksperimentida avtobus haydovchilari eko-driving mashg'ulotidan so'ng o'rtacha 15.7% yoqilg'i iqtisodiy qayd etgan [8]. Undan tashqari [14] maqolada esa 3-xil haydash uslubini simulyatsiya qilingan eko-haydash, normal haydash va agressiv haydash. Har bir haydash uslubini bir xil yo'nalishda va bir xil atrof-muhit sharoitida amalga oshirilgan. O'lovlar har bir haydash

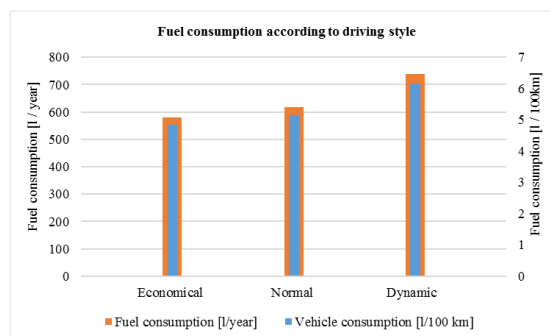
uslubini uchun 3 marta takrorlangan — bu usul natijalarni iloji boricha aniqlashtirish va ularni real haydov holatiga moslashtirish imkonini bergan. Tadqiqotda, eng past yoqilg'i sarfi eko-haydash uslubida qayd etilgan bo'lib, bu ko'rsatkich 100 km ga 4,83 litrni tashkil etgan. Aksincha, eng yuqori yoqilg'i sarfi — 6,15 l/100 km — agressiv haydash uslubida kuzatilgan (1-jadval va 9-rasm)

1-jadval

Haydash uslubiga qarab avtomobilning yonilg'i sarfi - iqtisodiy ta'siri [14]

	Vehicle consumption [l/100km]	Increase [l/100km / %]	Annual raid [km]	Fuel consumption [l/year]	Increase [l]	Increase [€]
Economical driving	4.83	0 / 0	12,000	579.6	0	0
Normal driving	5.15	0.32 / +6.6	12,000	618	+38.4	38.784
Dynamic driving	6.15	+1.32 / +27.33	12,000	738	+158.4	159.984

Jadvalda ko'rinib turibdiki tadqiqot natijasiga ko'ra dinamik haydash uslubida qolgan haydash uslublariga qaraganda yonilg'i eko-haydash uslubiga nisbatan 158.4 l/yil, normal haydashga nisbatan esa 120 l/yil ga ko'proq sarflagan. Masofa bir xil, avtomobil soz holatda, yo'l sharoiti inobatga olingan, ammo haydovchining haydash texnikasi yuqoridagi natijaga olib kelgan va tadqiqotda ham "Avtomobilning yonilg'i sarfi, oxir-oqibat, haydash uslubini va harakatlanayotgan relief (yer yuzasi) sharoitlariga bog'liq bo'ladi.", deb aytib o'tilgan va yaxshi ko'rsatgichni ekologik-haydash uslubida haydagan inson ko'rsatgan [14]. Quyida esa shu natijalarning grafik ko'rinishi keltirib o'tilgan. (9-rasm).



9-rasm. Haydash uslubiga qarab yonilg'i sarfining oshishi [14]

Ekologik haydash bilan oddiy haydash o'rtasida 0.32 l/100 km farq kelib chiqqan va bu 6.6% ni tashkil etgan. Aksincha, agressiv haydash uslubida yonilg'i sarfi keskin ortishi xulosa qilingan [14].

Boshqa bir maqolada [21] esa haydovchining boshqaruv uslubiga mos ravishda yonilg'i sarfini kamaytirish, ekologik haydashni odatga aylantirish va energiya samaradorligini oshirish uchun tavsiya va ogohlantirishlar beruvchi sun'iy intellekt asosidagi yordamchi tizimni ishlab chiqilgan. Natijalar shuni ko'rsatganki yonilg'i sarfida 4.8% dan 25% gacha tejamkorlikka erishilgan.

Shunday qilib, yoqilg'i sarfi va iqtisodiy tejamkorlik masalalari bilan bir qatorda, haydovchining boshqaruv uslubini yo'l harakati xavfsizligi uchun ham muhim rol o'ynaydi. Bu esa keyingi bo'limda ko'rib chiqiladi.

Ekologik haydash uslubining xavfsizlikga ta'siri

Yo'l-transport hodisalari (YTH) global miqyosda inson hayoti va sog'lig'iga tahdid solayotgan dolzarb muammodir. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) ma'lumotlariga



ko'ra, yillik 1.19 millionga yaqin odam yo'l hodisalari oqibatida halok bo'ladi, bu esa o'lim sabablari orasida yuqori o'rinlardan birini egallaydi [24]. O'zbekiston sharoitida ham vaziyat murakkab: milliy hisobotga ko'ra, 2024-yilda 9,364 ta YTH qayd etilgan, natijada 2,203 kishi hayotdan ko'z yumgan, 8,901 kishi jarohat olgan [25]. Buning ustiga YTHlarning taxminan 30% tezlikni oshirish bilan bog'liq bo'lgan [25,26].

Bunday o'gir vaziyatlardan biri O'zbekistonda mavjud. UNECE va UNICEF hamkorligi bilan tayyorlangan Road Safety Performance Review hisobotida aytilishicha: O'zbekistonning YTH dan kelib chiqadigan iqtisodiy zarar GDPning 2.8% ni tashkil etadi; Yo'l transporti hodisalarning 50%ga yaqini piyodalarga to'g'ri keladi, va tezlik me'yorini buzish holatlari 30% ni tashkil etadi [26].

Eco-driving orqali xavfsizlikni oshirish faqat texnologik choralar emas, balki haydovchini ongli va ehtiyotkor boshqarishga yo'naltirishni ham o'z ichiga oladi — bu esa YTHlarni sezilarli darajada kamaytiradi.

Eko-haydash uslubining transportdagi komfortlilikka ta'siri

Transport vositalarida harakatlanish jarayonida haydovchi va yo'lovchilarning fizik va psixologik komfort darajasi nafaqat qulaylik, balki xavfsizlik va samaradorlik uchun ham muhim mezon hisoblanadi. Eco-driving yondashuvi, ya'ni tejamkor, barqaror va oldindan rejalashtirilgan haydash uslubi, bu jihatdan bir qator ijobiy ta'sirlarga ega.

Haydovchining psixologik holati

Keskin tormozlash, tezlikni doimiy o'zgartirish yoki signalga shoshilish kabi harakatlar haydovchini ruhiy jihatdan charchatadi. Eco-drivingda esa harakat silliq, oldindan rejalashtirilgan bo'lgani sababli stress holatlari kamroq kuzatiladi. Seecharan (2024) tadqiqotlariga ko'ra, bunday boshqaruv usuli haydovchi tanasidagi stress indikatorlarini (EDA) 15–20% ga kamaytiradi [30]. Demak barqaror boshqaruv orqali haydovchining diqqatini uzoq vaqt ushlab turish va o'zini qulay his qilishiga yordam berishini ta'minlaydi.

Yo'lovchilar uchun komfortlilik

Avval boshidan aytganimizdek Eco-drivingda avtomobil to'satdan tormozlamaydi, tezlikka asta chiqadi, keskin burilishlar kam bo'ladi. Bu yo'lovchilar uchun bosh aylanishi, salonda harakat vaqtida bezovtaliklar yoki yo'l holatidagi zarbalardan kelib chiqadigan noqulayliklarni kamaytiradi. Mata-Carballeira (2022) tadqiqoti buni tajribada isbotlab, eco-driving uslubidagi harakat 20% kam tebranish, 18% sekin tormoz bilan kechishini ko'rsatgan [31].

Avtomobilning salon qismidagi termal komfortlilik

Agressiv haydashda avtomobil harorati tez o'zgaradi, natijada salon ichida konditsioner doimiy ishlaydi yoki samarasiz ishlaydi. Eco-drivingda esa avtomobil harakati barqaror bo'lgani sababli havoni taqsimlash tizimi muvozanatda ishlaydi. Amini (2021) tomonidan gibrid avtomobillarda o'tkazilgan tadqiqotda shuni ko'rsatadiki, eco-driving + eco-heating uslubi yordamida yonilg'i sarfi 14.5% ga kamayib, salonda doimiy 23–24 °C harorat ushlab turilgan [32]. Demak, avtomobil salonining harorati barqaror bo'lishi yo'lovchilarga yo'l davomida komfortlilikni ta'minlaydi.

Ekologik haydash uslubini avtomatlashtirish zarurati, xalqaro tajribalar va olib borilgan tadqiqotlar

Eko-haydash uslubining avtomatlashtirish zarurati

Ekologik haydash g'oya jihatdan samarali, ammo uning amaliyotda barqaror natija berishi uchun insoniy omillardan mustaqil, obyektiv va real vaqtda kuzatuv zarur. Haydovchilarning haydash odatlari, kayfiyati, va tajribasi eko-haydashni qo'llashda asosiy to'siq bo'lib qolmoqda. Shu sababli avtomatlashtirish orqali:

- 1) Real vaqtda kuzatuv orqali obyektiv monitoring o'rnatiladi [32],
- 2) Inson tomonidan qilinadigan xatolar va emotsional reaksiyalar kamayadi [2],
- 3) Haydovchi haydash xatti-harakatlari bo'yicha baholanadi [3].

Xalqaro tajribalar va olib borilgan tadqiqotlar

[33] tadqiqotda LSTM-tizimi orqali 30 haydovchi bilan sinov o'tkazilib, datchik signallari yordamida haydovchining xulq-atvori tahlil qilinadi. Model 89.2% aniqlik bilan eko va agressiv haydovchini ajratadi. Agar haydovchi agressiv haydasa bu model orqali haydovchi darhol ogohlantiriladi natijada haydovchi eko-uslubni davom ettirishi uchun imkon yaratadi. Natijalar shuni ko'rsatganki, bu model orqali yo'lga harakat davrida yonilg'i sarfi o'rtacha 12–18 % kamayadi, CO₂ va NO_x chiqindilarida 10–15 % pasayish bemaolol kuzatiladi deb xulosa berilgan [33]. Ammo Tadqiqot simulator orqali tajriba qilingan bo'lsada natijalar real sharoitda o'tkazilgan sinovlardan farq qilishi mumkin. Chunki real sharoitdada ko'pgina omillar yonilg'i sarfi va chiqindi gazlar miqdoriga ta'sir qiladi. Jumladan ob-havo sharoiti o'ta issiq yoki o'ta sovuq sharoitlar, yo'lga oid faktorlar, tirbandliklar va hokazo. Bu tadqiqotda esa sharoit idial deb olingan. Shuning uchun real sharoitda natija farq qilishimi mumkin.

Boshqa bir manbda [34] ikki signalizatsiyalangan chorrahadan o'tayotgan va "vehicle to grid" (V2G) tizimi bilan jihatlangan elektr avtomobilning ekologik haydash strategiyasi ko'rib chiqilgan. Tadqiqotdan maqsad – signalizatsiyali chorrahalardan o'tishda avtomobil tezligini optimallashtirish orqali energiya samaradorligini oshirish va batareya umrini qanchalik uzaytirish mumkinligini aniqlash bo'lgan. Tadqiqotda birinchi navbatda algoritmlar ishlab chiqilgan tezlik trayektoriyasini optimallashtiruvchi algoritmlar harakatga, svetofor holatiga va batareya sarfiga asoslangan. Keyin esa bu algoritmlar real sharoitda testdan o'tkazish uchun mobil ilova yaratilgan (9-rasm). Tadqiqot davomida 16 ta svetaforli chorrahadan foydalanilgan. Ekologik algoritmlar yaqinlashishda avvalroq va sekin sekinlashish kerakligini audio orqali haydovchini svetafora 200–600 metr qolganda chorxadagi svetafor qaysi rangda yonayotgani haqida xabardor qiladi va haydovchiga tavsiya beradi (10-rasm). Bu ma'lumotlarni ilova GPS orqali oladi analiz qiladi. Shu sababli algoritmlar samaradorlikni oshirgan, natijalar shuni ko'rsatganki energiya sarfi kamaydi Eco-driving strategiyasi orqali 49% gacha umumiy xarajat tejallishi erishilgan (energiyani tejash + batareya eskirishining kamayishi hisobiga)[34].

Bu tadqiqot [34] o'zining hisob va eksperimental uslubda o'tkazilganligi bilan ajralib turadi. Bu ishda avtomobilga tegishli omillar texik sozligi, yo'lga aloqador faktorlar, haydovchiga aloqador omillar ya'ni tezlik, tezlanish, tormozlanish, neytral holatda haydash, va transport oqimiga tegishli svetafor va choraxalar faktorlari inobatga olingan. Ammo bu ishda turli ob-havo sharoitlarida yomg'ir, qor va o'ta issiq va sovuq holatlarda o'tkazilmagan.

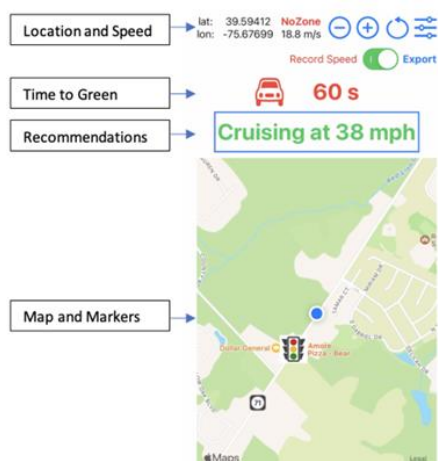


Shunga o'xshagan yana bir tadqiqotda [35] elektr avtomobil uchun Antonio Sciarretta va boshqalar (2018) ning ishlab chiqishgan oldindan tahmini (bashoratli) ED (ekologik haydash) strategiyasini real trafik sharoitidagi ishlashini baholashgan. Bu ishda 2 xil ko'rinishda olib borilgan 2 ta elektromobil birinchisi aytib o'tilgan VAS tizimi bilan jihozlangan ikkinchi avtomobil esa bu qurilmalar bilan jihozlanmagan bo'lib Sinovlar Fransiyadagi Rueil-Malmaison va Bougival orasidagi 2,3 km uzunlikdagi, 9 ta svetoforli yo'nalishda o'tkazilgan. Har ikki avtomobil bir joydan boshlab, bir xil yo'nalishda haydagan, shunday qilib harakat muhitidagi omillar (tirbandlik, svetofor holati) bir xil bo'lgan. Bu tadqiqot [34]ga o'xshash, bu ishda ham mobil ilova yartaratililib uni planshetga o'rnatishgan. Ammo bu tadqiqot bilan [34] farqi shundaki, bu tadqiqotda

GPS koordinatalari va avtomobil tezligini $v(t)$ aniqlash uchun ishlab chiqilgan (VAS) ilovaga ega smartfon lokalizatsiya funksiyasini bajaradi. Smartfon GPS orqali maksimal 1,15 Hz chastotada ishlaydi. Vizual tahlil uchun Visual Behavior kompaniyasining NVIDIA Jetson AGX Xavier kontrolleriga ulangan stereoskopik kamera tizimi ishlatilgan. Lekin ED (eco-driving) algoritmi piyodalar va boshqa to'siqlarni hisobga olishga moslashtirilishi mumkin bo'lsa-da, kamera tizimi faqat oldinda harakatlanayotgan avtomobilning mavjudligini aniqlay olgan va uning nisbiy holati ξ va nisbiy tezligini ξ' o'lchaydi. Shuningdek, svetoforning holati (qizil/yashil) aniqlanadi. Tizimning aniqlash diapazoni taxminan 50 metrni tashkil qiladi va maksimal 3 Hz tezlikda ishlaydi.

Natijalar shuni ko'rsatganki ED tizimiga ega avtomobil tizimga ega bo'magan avtomobilga nisbatan 4,6 % kamroq energiya sarflagan, bunda o'rtacha tezlikdagi maksimal farq 2 % bo'lgan.

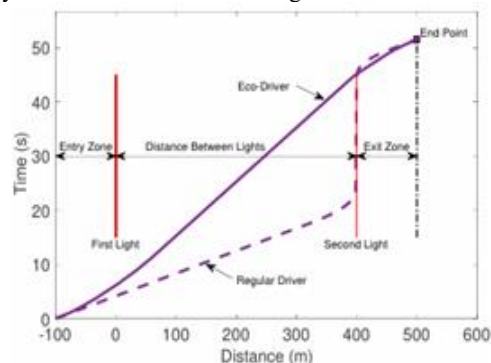
Bu tadqiqot O'zbekiston sharoitida eksperiment o'tkazish uchun juda mos. Chunki, birinchidan bizning iqlim sharoitimiz yozda issiq va qishda uncha sovuq bo'lgan sharoit kuzatiladi va natijalarga ta'sir o'kazadi. Ikkinchidan O'zbekistonda yoqilg'i sifati pastligi va narxning baland bo'lishini inobatga olgan holda bu VAS tizimini joriy qilish sarfni kamaytirishga va haydovchilarni mahoratini, madaniyatini oshirishga yordam berish mumkin. 3)XAVFSIZLIK. ko'pgina avtohalokatlarni tezlik oqibatida kelib chiqishini inobatga olsa bu ham bir yechim bo'la oladi.



10-rasm. Eko-haydash sinovdan o'tkazish uchun ishlab chiqilgan mobil ilovaning interfeysi [34]

[36] tadqiqotda esa haydovchining yoqilg'i tejamlorligi va energiya sarfini jonli kuzatib borish qobiliyatiga ega displeylar yordamida qanday ta'sir ko'rsatish mumkinligini o'rganishgan. Tadqiqot laboratoriya sharoitida Ecosimlab da o'tkazilgan. Bu ishda 2 ta ko'rsatkich dan foydalanib, amalda qaysi biri foydaliroq ekanini solishtirishgan.

Izoh: telefonning GPS ma'lumotlari asosida GPS koordinatalari va transport tezligi aniqlanadi. Ilovada svetoforlar vaqti, tavsiya etilgan harakatlar hamda xarita ko'rsatiladi. Bundan tashqari, haydovchiga tezlik bo'yicha tavsiyalarni eslatish uchun audio ogohlantirishlar beriladi.



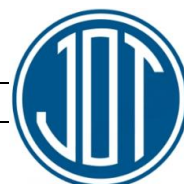
11-rasm. avtomobilning masofa va vaqt bo'yicha harakat trayektoriyasi [34]

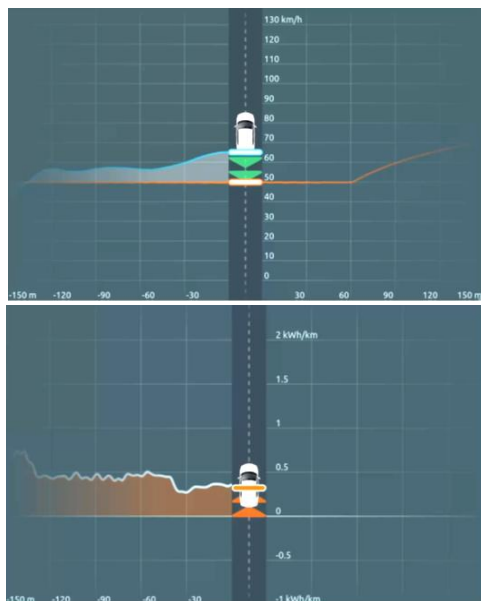
Izoh: Nazorat zonasi birinchi svetofordan 100 metr oldinda boshlanadi va ikkinchi svetofordan 100 metr orqada yakunlanadi. Ushbu misolda ikki svetofor orasidagi masofa 400 metrni tashkil qiladi va ularning svetofor sikl vaqtlari bir xil. Tadqiqot davomida masofa va svetofor aylanish vaqti o'zgartirib boriladi, bu orqali eco-driving foydasiga qanday ta'sir qilishi baholangan. Bular: ICD (Instantaneous Consumption Display — doimiy yonilg'i sarfi), OSD (Optimal Speed Display — tavsiya etilgan optimal tezlik).

OSD — bu haydovchiga yo'l sharoitlariga, tirbandlikka, relyefga yoki yaqin harakatlanuvchi transportga qarab eng tejamlor tezlikni tavsiya qiluvchi ko'rsatkich. Bu ikki eco-driving displeylari Samsung Galaxy tab 4 ga o'rnatilib rulning o'ng tomoniga monitoring pastga tarafiga o'rnatiladi (12-rasm) [36].

ICD bu — haydovchiga ayni daqiqadagi yoqilg'i sarfini (masalan, L/100 km yoki km/L) ko'rsatib beradigan displeydir. U doimiy yangilanib turadi va haydovchining hozirgi harakati (tezlashish, tormoz, uzluksiz harakat) yoqilg'i sarfiga qanday ta'sir qilayotganini aniq ko'rsatadi [36].

Tadqiqotga 105 ta haydovchilar jalb qilinadi va 3 guruhga bo'linadi: ICD, OSD va (displeylar yo'q) bo'lgan guruh. Eng bo'linan . umumiy haydovchilardan faqat 89 ta haydovchi ishtirok etadi. Tadqiqot Lyubek universitetida o'tkaziladi. Simulyator (EcoSimLab) orqali murakkab va oddiy haydash muhitlarida sinov o'tkazilgan. Haydovchilar har xil trafik va yo'l sharoitlarida haydashgan. Har bir guruhning yonilg'i sarfi samaradorligi va energiya oqimi haqidagi bilim darajasi baholangan [36].





12-rasm. Eko-driving uchun ishlab chiqilgan ilovaning ko'rinishi a) OSD va b) ICD [36]

Tajribalar shuni ko'rsatdiki, har ikkala ko'rsatkich ham haydovchilarga yordam bergan, lekin ularning samarasi turli sharoitlarga qarab farq qilgan. OSD tavsiya etilgan optimal tezlikni ko'rsatganligi uchun ayniqsa murakkab sharoitlarda (svetaforlarda, burilish, tirbandlikda) eng yaxshi natijalarni bergan. ICD esa hozirgi yonilg'i sarfini ko'rsatib, haydovchining zudlik bilan o'z harakatini tahlil qilish va tuzatishiga yordam bergan, bu esa oddiy yo'llarda foydali bo'lgan[36].

Tadqiqot to'liq simulyator yordamida o'tkazilgan. Bu laboratoriya sharoitida yonilg'i sarfi va haydovchi xulqi bo'yicha nazoratni kuchaytirishga imkon bergan, lekin real hayotdagi trafik, tirbandlik, hissiy reaksiyalar, havoning ta'siri kabi ko'plab omillar chetda qolgan. Bu shuni anglatadiki, erishilgan natijalar real sharoitdagi natijalardan farq qilishi mumkin.

Yuqoridagi tahlillar shuni ko'rsatadiki, avtomatlashtirilgan ekologik haydash tizimlari jahon miqyosida samarali natijalar bermoqda. Biroq, O'zbekiston sharoitiga mos model hali amaliy yoki ilmiy jihatdan taklif etilmagan. Shu maqolada xalqaro tadqiqotlar asosida asosiy yondashuvlar (LSTM, ICD/OSD displeylar, prognozli trayektoriya algoritmlari) chuqur tahlil qilindi, ammo mahalliy sharoit, texnik infratuzilma, yo'llar sifati va transport oqimi holati inobatga olingan moslashgan model hali ishlab chiqilmadi. Shu bois, keyingi bosqichda aynan O'zbekiston sharoitiga moslashtirilgan — soddalashtirilgan texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan — real avtomatlashtirilgan modeli taklif etilishi zarur. Unda haydovchi xatti-harakatini mobil ilova yoki OBD qurilma orqali tahlil qilish, mahalliy svetofor va tirbandlik sharoitiga mos algoritim tuzish hamda rag'batlantiruvchi mexanizmlar kiritilishi mumkin.

3. Xulosa

Maqolada transport sohasidagi ekologik, iqtisodiy va xavfsizlik muammolari tahlil qilinar ekan, ekologik haydashga o'tish zarurati aniq ilgari surildi. Bugungi

kundagi chiqindi miqdorlari, energiya sarfi va haydovchi xatti-harakati o'rtasidagi bog'liqlik chuqur o'rganildi.

Ekologik omillar bo'yicha CO₂ va NO_x chiqindilari hajmi, shuningdek, Yevropa emissiya standartlarining evolyutsiyasi tahlil qilindi. Ayniqsa, Euro 6 bosqichi asosida avtomobil chiqindilarini normativ boshqarish holati yoritildi.

Iqtisodiy jihatdan esa haydash uslubi va avtomobil tezligi yoqilg'i sarfiga qanday ta'sir qilishi grafik va jadval asosida ochib berildi. Eco-driving va agressiv haydash o'rtasidagi farqlar aniq natijalar bilan tahlil qilindi.

Xavfsizlik masalalarida yo'l-transport hodisalarining asosiy sabablari, WHO statistikasi, va haydovchi e'tiborsizligining oqibatlarini ko'rib chiqildi. Haydovchining haydash madaniyatining energiya samaradorligiga ta'siri ham alohida tahlil qilindi.

Komfort masalasida esa haydovchining holati, marshrut tanlovi, ob-havo, konditsioner kabi omillar eco-driving samaradorligiga qanday ta'sir ko'rsatishi ko'rib chiqildi. Haydash sifati nafaqat iqtisodiy, balki psixologik qulaylik bilan ham bog'liqligi e'tirof etildi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, eko-driving yondashuvi ko'plab sohalarda foyda beradi. Ammo ushbu yondashuvni real natijaga aylantirishda eng katta yordamchi bu — avtomatlashtirilgan nazorat va tahlil tizimlari. Chunki inson xatti-harakati doim ham barqaror emas. Haydovchi bugun e'tiborli bo'lishi mumkin, ammo ertaga stress yoki shoshilinch vaziyat sabab eco haydashdan chekinadi. Avtomatlashtirilgan tizim esa har doim kuzatuvda, baholovchi va tavsiya beruvchi vosita bo'lib, shunday noaniqliklarni aniqlab uni bartaraf etadi. Shu sababli maqolada bu yo'nalish alohida e'tibor bilan yoritildi va zarurligi asoslab berildi.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] A.A.Muxitdinov, O.K.Adilov, Sh.A.Suvanqulov, B.Ya.Begmatov., G'.G'.Egamnazarov., J.N.Abdunazarov Avtomobilning ekspulatsiyaviy xususiyatlar nazariyasi [Matn] (o'quv qo'llanma) – Jizzax - 2019. – 148 bet.
- [2] Carbon Brief. (2024). "Global CO₂ emissions will reach new high in 2024 despite slower growth." <https://www.carbonbrief.org/analysis-global-co2-emissions-will-reach-new-high-in-2024-despite-slower-growth>
- [3] Statista. (2024). "Global CO₂ emissions by year 1940–2024." <https://www.statista.com/statistics/276629/global-co2-emissions>
- [4] Energy Institute. (2024). "2024 Statistical Review of World Energy." https://dieselnat.com/news/2024/06energyreview.php?utm_source
- [5] Statista. (2024). "Global liquid fuels consumption outlook 2025." https://www.statista.com/statistics/859133/global-liquid-fuels-consumption-outlook/?utm_source
- [6] EDGAR. (2024). "GHG emissions of all world countries-2024Report." https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024?utm_source
- [7] Nature. (2025). "Global carbon emissions and decarbonization in 2024." <https://doi.org/10.56143/2181-2438-2025-4-62-70>

https://www.nature.com/articles/s43017-025-00658-x?utm_source

[8] Britt A Holmén, Karen M Sentoff “Hybrid-Electric Passenger Car Carbon Dioxide and Fuel Consumption Benefits Based on Real-World Driving” DOI: [10.1021/acs.est.5b01203](https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01203)

[9] Fanourios E. Zannikos va Evangelos. G. Tzirakis o'zlarining “Impact of driving style on fuel consumption and exhaust emissions: defensive and aggressive driving style”, Cest 2007, www.researchgate.net/publication/258149928_Impact_of_driving_style_on_fuel_consumption_and_exhaust_emissions_defensive_and_aggressive_driving_style

[10] Bagheri E, Tehrani MM, Azadi M, Moosavian A (2025) “Impact of driving characteristic parameters and vehicle type on fuel consumption and emissions performance over real driving cycles.” from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317098>

[11] Xue Chen, Linhui Jiang, Yan Xia, Lu Wang, Jianjie Ye, Tangyan Hou, Yibo Zhang, Mengying Li, Zhen Li, Zhe Song, Jiali Li, Yaping Jiang, Pengfei Li, Xiaoye Zhang, Yang Zhang^d, Daniel Rosenfeld, John H. Seinfeld, Shaocai Yu “Quantifying on-road vehicle emissions during traffic congestion using updated emission factors of light-duty gasoline vehicles and real-world traffic monitoring big data”, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157581>

[12] Zhuowu Zhang, Emrah Demir, Robert Mason, Carla Di Cairano-Gilfedder “Understanding freight drivers' behavior and the impact on vehicles' fuel consumption and CO2 emissions”, 2023, <https://doi.org/10.1007/s12351-023-00798-2>

[13] Tatsuaki Osafune et al. “Analysis of accident risks from driving behaviors”. In: *International journal of intelligent transportation systems research* (2017), pp. 192–202.

[14] Michal Loman, Branislav Šarkan, Tomas Skrucany “Comparison of fuel consumption of a passenger car depending on the driving style of the driver”, 2021, DOI: [10.1016/j.trpro.2021.07.009](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.009)

[15] Noriel Christopher Tiglao, Nestor Michael Tiglao, Erris Sanciango, Mark Angelo Tacderas, “Crowdsourcing and Bus Telematics for Promoting Fuel Efficiency and Eco-Driving Practices on the EDSA Busway”, 2025, DOI: [10.1016/j.trpro.2024.12.052](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.12.052)

[16] Jacek Caban, Jan Vrábel, Branislav Šarkanb, Piotr Ignaciuk, “About eco-driving, genesis, challenges and benefits, application possibilities”, 2019, DOI: [10.1016/j.trpro.2019.07.178](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.178)

[17] Vinith Kumar Lakshmanan, Olivier Lemaire, Antonio Sciarretta “Practical Implementation and Experimental Validation of an Optimal Control based Eco-Driving System”, 2024, DOI: [10.48550/arXiv.2412.20965](https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.20965)

[18] Tasneem Miqdady, Juan Benavente, Juan Francisco Coloma and Marta Garcia “Driving Sustainability: Analyzing Eco-Driving Efficiency Across Urban and Interurban Roads with Electric and Combustion Vehicles”, World Electric Vehicle Journal, 2025, DOI: [10.3390/wevj16030143](https://doi.org/10.3390/wevj16030143)

[19] Panagiotis Fafoutellis, Eleni G. Mantouka and Eleni I. Vlahogianni “Eco-Driving and Its Impacts on Fuel Efficiency: “An Overview of Technologies and Data-Driven Methods”, 2021, <https://doi.org/10.3390/su13010226>

[20] Xin Li, Kyung-Min Nam “Environmental regulations as industrial policy: Vehicle emission standards

and automotive industry performance”, 2022, DOI: [10.1016/j.envsci.2022.01.015](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.01.015)

[21] Víctor Corcoba Magaña, Mario Muñoz Organero, “Eco-driving: Energy Saving based on Driver Behavior”, <https://www.researchgate.net/publication/270575624>

[22] Gonder, J., & Earleywine, M. (2012). *On-Road Evaluation of Fuel Economy and Emissions*. NREL Report

[23] Bagheri E, Tehrani MM, Azadi M, Moosavian A (2025) Impact of driving characteristic parameters and vehicle type on fuel consumption and emissions performance over real driving cycles. PLoS ONE 20(1): e0317098. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317098>

[24] World Health Organization (WHO). (2021). *Global status report on road safety 2021*. Geneva: World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240038759>

[25] UzDaily. (2025). 2,203 fatalities and 8,901 injured in 2024 road accidents in Uzbekistan

[26] UNECE & UNICEF. (2024). *Road Safety Performance Review of Uzbekistan*

[27] Sekadakis, M.; Sousouni, M.I.; Garefalakis, T.; Oikonomou, M.G.; Ziakopoulos, A.; Yannis, G. Evaluating the Environmental and Safety Impacts of Eco-Driving in Urban and Highway Environments. Sustainability 2025, 17, 2762. <https://doi.org/10.3390/su17062762>

[28] Holcner, J., et al. (2021). *Assessment of the impact of eco-driving on emissions from Euro 6 vehicles*. MDPI Energies.2014, <https://www.researchgate.net/publication/270575624>

[29] Ericsson, E. (2001). *Driving behavior and safety correlations* Transport Research Part D.

[30] Seecharan, TS 2024, The Role of Eco-Driving and Wearable Sensors in Industry 4.0. in *Engineering Asset Management Review*. Engineering Asset Management Review, vol. 3, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, pp. 207–230. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52391-5_10

[31] Ó. Mata-Carballeira, I. del Campo, E. Asua. “An eco-driving approach for ride comfort improvement”, 2025, 20 p, DOI: [10.48550/arXiv.2501.17658](https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.17658)

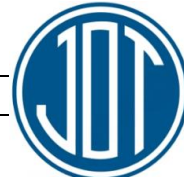
[32] Amini, M.R., Hu, Q., Wang, H., Feng, Y., Kolmanovsky, I., Sun, J., Experimental Validation of Eco-Driving and Eco-Heating Strategies for Connected and Automated HEVs, SAE Technical Paper 2021-01-0435, 2021. <https://saemobilus.sae.org/content/2021-01-0435>

[33] Yan, L., Jia, L., Lu, S., Peng, L., He, Y.: LSTM-based deep learning framework for adaptive identifying eco-driving on intelligent vehicle multivariate time-series data. IET Intell. Transp. Syst. 18, 186–202 (2024). <https://doi.org/10.1049/itr2.12443>

[34] Yongqiang Wang, Suresh G. Advani, Ajay K. Prasad, Effects of eco-driving on energy consumption and battery degradation for electric vehicles at signalized intersections, Department of Mechanical Engineering, University of Delaware, Newark, DE, 19716, USA, arXiv:2410.01685v1 [eess.SY] 2 Oct 2024, DOI: [10.48550/arXiv.2410.01685](https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.01685)

[35] Vinith Kumar Lakshmanan1, Olivier Lemaire2, Antonio Sciarretta, Practical Implementation and Experimental Validation of an Optimal Control based Eco-Driving System, 2024, from <https://dx.doi.org/10.48550/arXiv.2412.20965>

[36] Gödker; Steffen Schmees; Lukas Bernhardt; Daniel Görges; Thomas Franke,” Two Types of Eco-Driving Support – The Effects of an Instantaneous



Consumption Display (ICD) and an Optimal Speed Display (OSD) on Energy-Efficient Driving and Energy Dynamics Awareness”, 2025, DOI: [10.31219/osf.io/297wv_v1](https://doi.org/10.31219/osf.io/297wv_v1)

[37] [Elektromobillar haqiqatan ham havoni kamroq ifloslantiradimi? O'zbekiston misolida tahlil — Daryo Yangiliklari](https://daryo.uz/2022/06/08/elektromobillar-haqiqatan-ham-havoni-kamroq-ifloslantiradimi?O%27zbekiston-misolida-tahlil---Daryo-Yangiliklari), <https://daryo.uz/2022/06/08/elektromobillar-haqiqatan-ham-havoni-kamroq-ifloslantiradimi-ozbekiston-misolida-tahlil>

[38] <https://www.iea.org/countries/Uzbekistan/emissions>

[39] https://en.wikipedia.org/wiki/Variable_valve_timing

[40] <https://ru.ecu-company.com/removing-egr-dpf-and-scr-effective-solutions-for-your-engine>.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Muxitdinov Akmal Anvarovich/ Akmal Mukhitdinov	Toshkent davlat transport universiteti, t.f.d., professor E-mail: akmalmukhitdinov@gmail.com Tel.: +998909773823 https://orcid.org/0000-0001-5360-8624
Fattohjonov Bekzod Rasuljon o'g'li/ Bekzod Fattokhjonov	Toshkent davlat transport universiteti, magistrant. E-mail: bbekzod292@gmail.com Tel: +998971434062



Sh. Pirnaev, Sh. Khodjaeva, D. Kuchkorov <i>Scientific basis for increasing the efficiency of milling technologies in road repair processes</i>	44
N. Tursunov, A. Saidirakhimov <i>Analysis of production technology for 20gl steel grade in an induction crucible furnace</i>	47
M. Umarova <i>Assessment of the safety of foundry production</i>	51
A. Abduvaliev <i>Application of geoinformation systems (GIS) in the analysis of transport flows</i>	55
Sh. Murtazov, J. Tolipov <i>Assessment of the impact of resonance regimes in power supply systems on network voltage quality</i>	58
B. Fattokhjonov, A. Mukhitdinov <i>Analysis of the impact of eco-driving style on fuel consumption in passenger cars</i>	62
D. Yuldoshev, A. Kunnazarova <i>Econometric modelling of the relationship between the structural elements of the urban passenger transportation system (the case of Nukus city)</i>	71
K. Rustamov, G. Atabaev, Sh. Khodjaeva <i>Description of failure processes and technical causes in Liugong excavators</i>	79