AVTOMOBILLARNING REAL EKSPLUATATSIYA SHAROITIDA YONILG'I SARFIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLARNI ANIQLASH VA UNI KAMAYTIRISH USULINI ISHLAB CHIQISH

Abdurahimov Alibek Ibrat o'g'li
Qarshi davlat texnika universiteti, magistrant
E-mail: abdurahimovalibek12@gmail.com
DOI:https://doi.org/10.5281/zenodo.23172743

Annotatsiya. Ushbu maqolada avtomobillarning real ekspluatatsiya sharoitida yonilg'i sarfiga ta'sir etuvchi asosiy omillar aniqlangan va ularni kamaytirish usullari tadqiq etilgan. Tadqiqotda avtomobilning harakat tezligi, tezlanishi, tormozlanishi, tezlikning o'zgaruvchanligi hamda haydovchilik uslubining yonilg'i sarfiga ta'siri baholangan. Real harakat sharoitlaridagi parametrlar asosida statistik va regressiya tahlillari amalga oshirilgan. Yonilg'i sarfini bashoratlash uchun chiziqli regressiya hamda Random Forest modellaridan foydalanilgan. Natijalar tezlik va harakat dinamikasining o'zgaruvchanligi yonilg'i sarfiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi. Random Forest modeli yuqori aniqlikni namoyon qilib, R^2=0,956 va MSE=0,003 qiymatlarini berdi. Tadqiqot natijalari avtomobillarni optimal boshqarish, keskin tezlanish va tormozlanishlarni kamaytirish hamda yonilg'i tejamkorligini oshirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: avtomobil, yonilg'i sarfi, real ekspluatatsiya, harakat tezligi, haydovchilik uslubi, Random Forest.

KIRISH

Bugungi kunda avtomobil transportining jadal rivojlanishi yonilg'i resurslaridan samarali foydalanish, transport vositalarining ekspluatatsion xarajatlarini kamaytirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni pasaytirish masalalarini dolzarb ilmiy-amaliy muammolardan biriga aylantirmoqda. Avtomobillarning yonilg'i sarfi nafaqat dvigatel va transport vositasining konstruktiv-texnik xususiyatlariga, balki real ekspluatatsiya sharoitidagi harakatlanish rejimi, yo'l sharoiti, transport oqimining zichligi, harakat tezligi, tezlanish va tormozlanish jarayonlari hamda haydovchining boshqaruv uslubiga ham bog'liq. Shu sababli avtomobillarning real ekspluatatsiya sharoitida yonilg'i sarfini aniqlash va unga ta'sir qiluvchi omillarni kompleks baholash yonilg'i tejamkorligini oshirishning muhim yo'nalishlaridan hisoblanadi.

Real harakat sharoitida avtomobilning yonilg'i sarfi ko'plab o'zgaruvchan omillarning birgalikdagi ta'siri natijasida shakllanadi. Harakat tezligi, tezlanish va tormozlanishning o'zgaruvchanligi, yo'lning nishabligi, transport oqimining harakatlanish xususiyatlari hamda haydovchining boshqaruv uslubi ushbu jarayonning asosiy omillari sifatida namoyon bo'ladi. Ayniqsa, shahar sharoitida transport vositalarining tez-tez to'xtashi va qayta harakatlanishi, keskin tezlanish va tormozlanish jarayonlarining takrorlanishi yonilg'i sarfining ortishiga olib keladi. Bunday sharoitlarda avtomobilning harakat rejimi barqaror bo'lmaydi va dvigatelning energiya sarfi sezilarli darajada o'zgaradi.

Haydovchining boshqaruv uslubi ham avtomobilning yonilg'i samaradorligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Keskin tezlanish, yuqori tezlikda harakatlanish, tez-tez tormozlanish va tezlikning keskin o'zgarishi yonilg'i sarfining ortishiga sabab bo'lishi mumkin. Aksincha, tezlikni bir maromda saqlash,

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

silliq tezlanish va tormozlanish hamda yo‘l sharoitiga mos ravishda optimal harakat rejimini tanlash yonilg‘i sarfini kamaytirishga xizmat qiladi. Real ekspluatatsiya ma’lumotlarini tahlil qilish asosida haydovchilarning harakatlanish uslublarini normal, konservativ va agressiv guruhlarga ajratish orqali ularning yonilg‘i sarfiga ta’sirini baholash mumkin. Bunday yondashuv yonilg‘i sarfini faqat avtomobilning texnik holati bilan emas, balki inson omili bilan ham bog‘liq holda o‘rganish imkonini beradi.

Yonilg‘i sarfiga ta’sir etuvchi omillarni aniqlashda avtomobilning harakat parametrlari to‘g‘risidagi ma’lumotlardan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Jumladan, o‘rtacha va oniy tezlik, tezlanish, tormozlanish, tezlikning o‘zgaruvchanligi, yo‘l nishabligi va harakat davomiyligi kabi ko‘rsatkichlar yonilg‘i sarfining shakllanishini tavsiflovchi asosiy parametrlar sifatida qaralishi mumkin. Ushbu parametrlarning o‘zgarish darajasini statistik jihatdan baholash orqali yonilg‘i sarfiga eng kuchli ta’sir ko‘rsatuvchi omillarni aniqlash va ularning o‘zaro bog‘liqligini matematik jihatdan ifodalash imkoniyati paydo bo‘ladi.

Hozirgi vaqtda yonilg‘i sarfini baholash va bashorat qilishda matematik-statistik modellar bilan bir qatorda mashinali o‘qitish usullaridan foydalanish imkoniyatlari ham kengayib bormoqda. Chiziqli regressiya modellari turli omillarning yonilg‘i sarfiga ta’sir yo‘nalishi va darajasini aniqlash imkonini bersa, mashinali o‘qitish algoritmlari omillar o‘rtasidagi murakkab va nochiziqli bog‘lanishlarni aniqlashda samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi. Ayniqsa, real ekspluatatsiya sharoitida yig‘ilgan katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash va ulardan amaliy xulosalar olishda bunday usullardan foydalanish yonilg‘i sarfini aniqroq baholash imkonini beradi.

Shu nuqtai nazardan, avtomobillarning real ekspluatatsiya sharoitida yonilg‘i sarfiga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash, ularning ta’sir darajasini baholash va aniqlangan qonuniyatlar asosida yonilg‘i sarfini kamaytirish usulini ishlab chiqish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi real ekspluatatsiya sharoitida avtomobillarning yonilg‘i sarfiga ta’sir qiluvchi asosiy omillarni aniqlash, ularning o‘zaro bog‘liqligini baholash hamda optimal harakat rejimlarini shakllantirish orqali yonilg‘i sarfini kamaytirish usulini ishlab chiqishdan iborat. Bunda real ekspluatatsiya ma’lumotlarini yig‘ish, asosiy omillarni statistik tahlil qilish, ularning yonilg‘i sarfiga ta’sir darajasini aniqlash va yonilg‘i tejamkor harakatlanish rejimini ishlab chiqish tadqiqotning asosiy vazifalarini tashkil etadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda avtomobillarning real ekspluatatsiya sharoitida yonilg‘i sarfiga ta’sir etuvchi asosiy omillarni aniqlash va ularning ta’sir darajasini baholash uchun statistik tahlil usullaridan foydalanildi. Bunda avtomobilning harakat tezligi, tezlanishi, tormozlanishi, tezlik o‘zgaruvchanligi va yo‘l sharoiti asosiy omillar sifatida qabul qilindi. Real harakat ma’lumotlari asosida tezlik va tezlanishning o‘rtacha qiymati, standart og‘ishi hamda o‘zgaruvchanlik ko‘rsatkichlari aniqlandi.

Yonilg‘i sarfi bilan ta’sir etuvchi omillar o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash uchun ko‘p omilli regressiya tahlilidan foydalanildi. Haydovchining boshqaruv uslubi ham baholanib, harakat rejimining yonilg‘i sarfiga ta’siri o‘rganildi. Aniqlangan natijalar asosida keskin tezlanish va tormozlanishni kamaytirish, tezlikni barqaror saqlash hamda optimal harakat rejimini tanlash orqali yonilg‘i sarfini kamaytirish usuli ishlab chiqildi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

1-jadval. Avtomobil yonilg'i sarfiga ta'sir etuvchi omillarning aniqlangan qiymatlari

№	Omil	Belgilan-ishi	Qiymati
1	Tezlikning standart og'ishi	VM1	−0,136
2	Bo'ylama tezlanish/tormozlanish standart og'ishi	VM2	−0,355
3	Tezlik variatsiya koeffitsienti	VM3	2,034
4	Bo'ylama tezlanish variatsiya koeffitsienti	VM4	0,763
5	Bo'ylama tormozlanish variatsiya koeffitsienti	VM5	−1,242
6	Tezlikning o'rtacha mutlaq og'ishi	VM6	1,101
7	Bo'ylama tezlanishning o'rtacha mutlaq og'ishi	VM7	0,542
8	Normallashtirilgan tezlik variatsiyasi	VM8	2,284
9	Bo'ylama tezlanish kvantil variatsiyasi	VM9	−0,423
10	Bo'ylama tormozlanish kvantil variatsiyasi	VM10	0,272

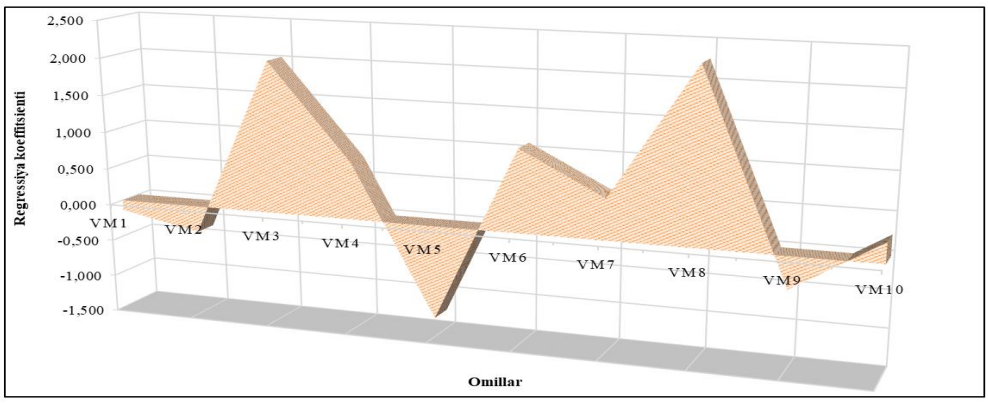
*__Izoh:__ qiymatlar ko'p omilli regressiya modelida aniqlangan koeffitsientlarni ifodalaydi.

Ushbu metodologiya asosida aniqlangan omillarning o'zaro bog'liqligi va ta'sir darajasi keyingi bosqichda matematik-statistik tahlil qilinib, yonilg'i sarfini kamaytirishga yo'naltirilgan optimal ekspluatatsiya rejimi ishlab chiqiladi.

NATIJALAR

Tadqiqot natijalari avtomobillarning real ekspluatatsiya sharoitida yonilg'i sarfi harakat tezligi, tezlanish va tormozlanish jarayonlarining o'zgaruvchanligi hamda haydovchilik uslubi bilan bevosita bog'liqligini ko'rsatdi. Regressiya tahlilida tezlik va harakat dinamikasini ifodalovchi o'nta asosiy parametr baholandi. Olingan natijalarda VM3 - tezlik variatsiya koeffitsienti 2,034, VM8 - normallashtirilgan tezlik variatsiyasi 2,284 va VM6 - tezlikning o'rtacha mutlaq og'ishi 1,101 qiymatlarni tashkil etdi. Mazkur parametrlarning yuqori qiymatlari avtomobil harakatining o'zgaruvchanligi ortishi bilan yonilg'i sarfining ham oshish tendensiyasini ko'rsatadi.

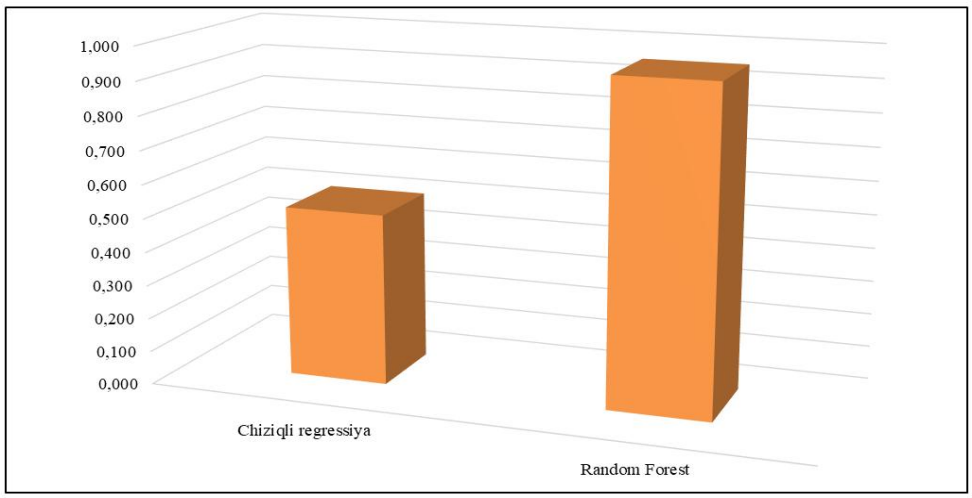
Tezlanish va tormozlanish jarayonlarini tavsiflovchi parametrlar ham sezilarli natijalarni berdi. Bo'ylama tezlanish variatsiya koeffitsienti VM4 0,763, bo'ylama tezlanishning o'rtacha mutlaq og'ishi VM7 0,542 qiymatni tashkil etdi. Bo'ylama tormozlanish variatsiya koeffitsienti VM5 esa −1,242 qiymatga ega bo'ldi. Bu natijalar avtomobilning tez-tez tezlanishi va tormozlanishi natijasida harakat rejimining barqarorligi buzilishini hamda yonilg'i sarfining o'zgarishiga sabab bo'lishini ko'rsatadi.



© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

1-rasm. Avtomobil yonilg'i sarfiga ta'sir etuvchi omillarning regressiya koeffitsientlari

Modellashtirish natijalarini taqqoslashda chiziqli regressiya modelining determinatsiya koeffitsienti R^2=0,511, o'rtacha kvadratik xatoligi esa MSE=0,031 ni tashkil etdi. Random Forest modelida esa R^2=0,956 va MSE=0,003 qiymatlar olindi. Shunday qilib, Random Forest modeli chiziqli regressiyaga nisbatan yonilg'i sarfini bashorat qilishda yuqori aniqlikni ta'minladi. R^2 qiymatining 0,956 ga yetishi model avtomobilning real harakat parametrlaridagi murakkab va nochiziqli bog'lanishlarni samarali aks ettirishini ko'rsatadi.



2-rasm. Yonilg'i sarfini bashoratlash modellarining determinatsiya koeffitsientlari (R^2) bo'yicha taqqoslanishi

Olingan natijalarga asoslanib, yonilg'i sarfini kamaytirish uchun avtomobilni imkon qadar barqaror tezlikda boshqarish, keskin tezlanish va tormozlanishlarni kamaytirish hamda optimal haydovchilik uslubini shakllantirish maqsadga muvofiq deb baholandi. Natijalar real ekspluatatsiya sharoitida yonilg'i sarfini kamaytirish usulini ishlab chiqishda harakat parametrlarini birgalikda baholash zarurligini ko'rsatadi.

XULOSA

Tadqiqot natijalari avtomobillarning real ekspluatatsiya sharoitida yonilg'i sarfi harakat tezligi, tezlanish va tormozlanish jarayonlari, tezlikning o'zgaruvchanligi hamda haydovchilik uslubiga sezilarli darajada bog'liqligini ko'rsatdi. Regressiya tahlili natijasida tezlik variatsiya koeffitsienti (VM3) 2,034, normallashtirilgan tezlik variatsiyasi (VM8) 2,284 va tezlikning o'rtacha mutlaq og'ishi (VM6) 1,101 qiymatlari bilan ajralib turdi. Bu ko'rsatkichlar avtomobil harakatining notekisligi va tezlikning keskin o'zgarishi yonilg'i sarfining ortishiga olib keluvchi muhim omillar ekanligini ko'rsatadi.

Olingan natijalar asosida yonilg'i sarfini kamaytirishning asosiy yo'nalishlari sifatida avtomobilni imkon qadar barqaror tezlikda boshqarish, keskin tezlanish va tormozlanishlarni kamaytirish hamda optimal haydovchilik uslubini qo'llash tavsiya etildi. Modellashtirish natijalarida Random Forest modeli R^2=0,956 va MSE=0,003 qiymatlarni ko'rsatib, chiziqli regressiya modeliga (R^2=0,511; MSE=0,031) nisbatan yuqori aniqlikka ega ekanligi aniqlandi. Shu sababli Random Forest algoritmidan real ekspluatatsiya sharoitida yonilg'i sarfini bashorat qilish va uni kamaytirishga qaratilgan optimal harakat rejimlarini aniqlashda samarali foydalanish mumkin. Tadqiqot natijalari ishlab chiqilgan yondashuv

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

avtomobillarning yonilg'i tejamkorligini oshirish, ortiqcha yonilg'i sarfini kamaytirish va ekspluatatsiya samaradorligini yaxshilash uchun amaliy asos bo'lib xizmat qilishini ko'rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ashqar H.I., et al. Incorporating driving behavior into vehicle fuel consumption prediction: methodology development and testing // Discover Sustainability. – 2024. – Vol. 5. – Article 344. – DOI: 10.1007/s43621-024-00511-z. Springer Nature
2. Fontaras G., Zacharof N.G., Ciuffo B. Fuel consumption and CO_2 emissions from passenger cars in Europe – Laboratory versus real-world emissions // Progress in Energy and Combustion Science. – 2017. – Vol. 60. – P. 97–131. – DOI: 10.1016/j.pecs.2016.12.004. ScienceDirect
3. Tietge U., Mock P., Franco V., Zacharof N. From laboratory to road: Modeling the divergence between official and real-world fuel consumption and CO_2 emission values in the German passenger car market for the years 2001–2014 // Energy Policy. – 2017. – Vol. 103. – P. 212–222. – DOI: 10.1016/j.enpol.2017.01.021. ScienceDirect
4. Pavlovic J., Fontaras G., Ktistakis M., et al. Understanding the origins and variability of the fuel consumption gap: lessons learned from laboratory tests and a real-driving campaign // Environmental Sciences Europe. – 2020. – Vol. 32. – Article 53. Springer Nature
5. Yuan W., Frey H.C., Wei T. Fuel use and emission rates reduction potential for light-duty gasoline vehicle eco-driving // Transportation Research Part D: Transport and Environment. – 2022. – Vol. 109. – Article 103394. – DOI: 10.1016/j.trd.2022.103394. ScienceDirect
6. Huang Y., Ng E.C.Y., Zhou J.L., et al. Impact of drivers on real-driving fuel consumption and emissions performance // Science of the Total Environment. – 2021. – Vol. 798. – Article 149297. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.149297. ScienceDirect
7. Savković T., Miličić M., Tanackov I., Pitka P., Koleška D. Short-term and long-term impacts of eco-driving on dynamics of driving behaviour and operating parameters // Transport. – 2020. – Vol. 35, No. 2. – P. 143–155. – DOI: 10.3846/transport.2020.12365. DOI
8. McGordon A., Poxon J.E.W., Cheng C., Jones R.P., Jennings P.A. Development of a driver model to study the effects of real-world driver behaviour on the fuel consumption // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering. – 2011. – Vol. 225, No. 11. – DOI: 10.1177/0954407011409116. Sage Journals
9. Barlow T.J., Latham S., McCrae I.S., Boulter P.G. A reference book of driving cycles for use in the measurement of road vehicle emissions. – TRL Published Project Report, 2009.
10. Chen Y., Li Y., et al. Driver's Eco-Driving Behavior Evaluation Modeling Based on Driving Events // Journal of Advanced Transportation. – 2018. – Article 9530470.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.