AVTOMOBILLARDA DIAGNOSTIKALASH USULLARINI QO'LLASH

Akramova Zohida Sultonovna
Romitan tuman 1-son texnikumining
maxsus fan oqituvchisi
https://doi.org/10.5281/zenodo.24307481

Annotatsiya

Maqolada zamonaviy avtomobillarning texnik holatini baholashda qo'llaniladigan diagnostika usullari tizimlashtirilgan va ularni amaliyotda qo'llash imkoniyatlari tahlil qilingan. Diagnostikaning nazariy asoslari, bort diagnostika tizimlari (OBD-II, EOBD), UDS protokoli, dvigatel, uzatmalar qutisi, tormoz va yurish qismini tekshirish usullari hamda vibroakustik, termografik va intellektual (sun'iy intellektga asoslangan) usullar ko'rib chiqilgan. Diagnostika usullarini tanlash bo'yicha amaliy algoritm taklif etilgan va usullarning qo'llanish sohalari solishtirilgan. Tadqiqot natijalari avtomobillarga texnik xizmat ko'rsatish korxonalarida nosozliklarni erta aniqlash, ta'mirlash xarajatlarini kamaytirish va harakat xavfsizligini oshirishda foydalanilishi mumkin.

Kalit so'zlar: avtomobil, diagnostika, texnik holat, bort diagnostika tizimi, OBD-II, xato kodlari, vibrodiagnostika, nosozlik.

Аннотация. В статье систематизированы методы диагностирования автомобилей и рассмотрены возможности их практического применения. Проанализированы теоретические основы диагностики, бортовые диагностические системы (OBD-II, EOBD), протокол UDS, методы диагностирования двигателя, трансмиссии, тормозной системы и ходовой части, а также виброакустические, термографические и интеллектуальные методы. Предложен алгоритм выбора методов диагностирования и проведено сравнение областей их применения.

Ключевые слова: автомобиль, диагностика, техническое состояние, бортовая диагностика, OBD-II, коды неисправностей, вибродиагностика, неисправность.

Abstract. The article systematizes vehicle diagnostic methods and analyzes the possibilities of their practical application. It covers the theoretical foundations of diagnostics, on-board diagnostic systems (OBD-II, EOBD), the UDS protocol, diagnostic methods for the engine, transmission, brakes and running gear, as well as vibroacoustic, thermographic and artificial-intelligence-based approaches. A practical algorithm for selecting diagnostic methods is proposed, and the fields of application of the methods are compared.

Keywords: vehicle, diagnostics, technical condition, on-board diagnostics, OBD-II, diagnostic trouble codes, vibration diagnostics, fault.

Kirish

Avtomobil transporti zamonaviy iqtisodiyotning ajralmas qismi bo'lib, avtomobillarning texnik holati harakat xavfsizligiga, yoqilg'i sarfiga va atrof-muhitga ta'sir etuvchi zararli moddalar miqdoriga bevosita bog'liq. Avtomobil parkining ko'payishi hamda konstruksiyalarning murakkablashuvi texnik xizmat ko'rsatishda an'anaviy "quloq bilan eshitish va ko'z bilan ko'rish" usullaridan voz kechib, ob'ektiv o'lchashga asoslangan diagnostikaga o'tishni taqozo etmoqda [1, 2].

Zamonaviy avtomobilda o'nlab elektron boshqaruv bloklari (EBB) o'zaro CAN, LIN va boshqa shinalar orqali bog'langan. Dvigatelni, uzatmalar qutisini, tormoz tizimini va xavfsizlik

tizimlarini boshqaruvchi dasturiy ta'minot nosozliklarning bir qismini o'zi aniqlab, xato kodi sifatida xotirada saqlaydi [11, 12]. Shu bilan birga, xato kodining o'zi nosozlik sababini to'liq ko'rsatmaydi: mutaxassis kodni boshqa o'lchash natijalari va mexanik tekshiruvlar bilan solishtirib, to'g'ri xulosa chiqarishi lozim.

Diagnostika sohasida ikki yo'nalish mavjud: (a) texnik ekspluatatsiya nazariyasiga asoslangan klassik yondashuv, bunda diagnostik parametrlar va ularning chegaraviy qiymatlari asosida holat baholanadi [1, 3]; (b) boshqaruv va ishonchlilik nazariyasidan kelib chiqqan nosozliklarni aniqlash va ajratish (fault detection and diagnosis) usullari, bunda tizimning matematik modeli va o'lchangan signallar qiyoslanadi [4, 5]. Amaliyotda bu ikki yondashuv bir-birini to'ldiradi.

Tadqiqotning maqsadi – avtomobillarda qo'llaniladigan diagnostika usullarini tizimlashtirish va ularni amaliyotda tanlash hamda qo'llash tartibini asoslash.

Tadqiqotning vazifalari:

- diagnostikaning nazariy asoslari va usullar tasnifini ko'rib chiqish;
- bort diagnostika tizimlari va diagnostik protokollarning vazifasini tahlil qilish;
- asosiy agregat va tizimlar uchun diagnostika usullarini umumlashtirish;
- zamonaviy (vibroakustik, termografik, intellektual) usullarning imkoniyatlarini baholash;
- diagnostika usulini tanlash bo'yicha amaliy algoritm taklif etish.

Diagnostikaning nazariy asoslari va usullar tasnifi

Texnik diagnostika – ob'ektni qismlarga ajratmasdan, uning texnik holatini aniqlash, nosozlik joyi va sababini topish hamda qolgan resursni bashorat qilish haqidagi bilimlar sohasi [1, 3]. Diagnostika ob'ekti sifatida butun avtomobil, uning agregati (dvigatel, uzatmalar qutisi), tizimi (tormoz, rul boshqaruvi) yoki alohida detal (forsunka, datchik) olinishi mumkin.

Texnik holat **diagnostik parametrlar** orqali baholanadi. Ular ikki guruhga bo'linadi: to'g'ridan-to'g'ri (strukturaviy) parametrlar, masalan, tirqish, yeyilish, qalinlik; va bilvosita (funksional) parametrlar, masalan, bosim, harorat, tebranish amplitudasi, gaz tarkibi. Amaliyotda detalni ochmasdan faqat bilvosita parametrlarni o'lchash mumkin bo'lgani uchun diagnostika asosan ularga tayanadi [2, 3].

O'sib boruvchi parametr (masalan, yeyilish tirqishi) uchun ob'ekt sozlik sharti bajarilguncha soz hisoblanadi, shart buzilganda esa nosoz bo'ladi:

$$S(t) \le S_{\text{lim}}$$

bu yerda S(t) – diagnostik parametrning joriy qiymati, S_lim – uning chegaraviy qiymati. Model asosidagi usullarda esa o'lchangan signal y(t) bilan model hisoblagan qiymat ŷ(t) farqi, ya'ni qoldiq (residual) tahlil qilinadi [4, 5]:

$$r(t) = y(t) - \hat{y}(t), \quad |r(t)| > \varepsilon \;\Rightarrow\; \text{nosozlik}$$

bu yerda ε – sezgirlik bo'sag'asi: u juda kichik tanlansa yolg'on signallar ko'payadi, juda katta tanlansa nosozlik o'tkazib yuboriladi.

Diagnostika usullari quyidagi belgilar bo'yicha tasniflanadi:

- **o'tkazish joyi bo'yicha:** bort (avtomobilning o'zida o'rnatilgan) va stasionar (stend, post);
- **ob'ektga ta'sir turi bo'yicha:** passiv (ishlayotgan ob'ektdan signal olish) va aktiv (sinov ta'siri berish, masalan, forsunkani majburiy ishga tushirish);
- **o'lchanadigan fizik kattalik bo'yicha:** elektr, bosim-gidravlik, akustik va vibratsion, issiqlik, optik, kimyoviy (gaz va moy tahlili);
- **maqsad bo'yicha:** umumiy (xavfsizlik va ekologiya ko'rsatkichlari) va chuqurlashtirilgan, ya'ni nosozlik joyini aniqlovchi diagnostika [2, 3].

Texnik xizmat tizimida diagnostika rejali xizmat bilan birga o'tkaziladi: umumiy diagnostika harakat xavfsizligiga ta'sir etuvchi tizimlarni tekshiradi, chuqurlashtirilgan diagnostika esa nosozlik shubhasi paydo bo'lganda o'tkaziladi [2]. Bunday tizim keraksiz ta'mirlashni kamaytiradi va ishlarni asosli rejalashtirish imkonini beradi.

Bort diagnostika tizimlari: OBD-II, EOBD va UDS

Bort diagnostika tizimi (OBD, On-Board Diagnostics) – avtomobil boshqaruv bloklariga o'rnatilgan, ishlash vaqtida zararli chiqindilarga va boshqaruv tizimiga ta'sir etuvchi komponentlarni nazorat qiluvchi dasturiy-apparat majmuasi. Birinchi avlod tizimlari (OBD-I) ishlab chiqaruvchiga xos bo'lgan, o'z ulagich va kodlariga ega edi. AQShda 1996-yildan boshlab yengil avtomobillar uchun OBD-II talablari majburiy bo'ldi, Yevropada unga o'xshash EOBD talablari 2000-yillarning boshlaridan bosqichma-bosqich joriy etildi [7, 8, 11].

OBD-II standartlashtirilgan 16 kontaktli diagnostik ulagich (SAE J1962), yagona xato kodi formati va umumiy xizmat rejimlarini belgilaydi. Axborot almashinuvi uchun turli davrlarda SAE J1850, ISO 9141-2 va ISO 14230-4 (KWP2000) protokollari ishlatilgan; hozirgi avtomobillarda esa asosan CAN shinasi (ISO 15765-4) qo'llaniladi [9, 15]. Shu sababli skaner tanlashda uning avtomobil protokolini qo'llab-quvvatlashi muhim.

Xato kodi (DTC) besh belgidan iborat: birinchi harf tizimni (P – quvvat uzatmasi, B – kuzov, C – shassi, U – tarmoq aloqasi), birinchi raqam kod turini (0 – standart, 1 – ishlab chiqaruvchiga xos), ikkinchi raqam quyi tizimni, qolgan ikki belgi esa aniq nosozlikni bildiradi. Masalan, P0300 kodi silindrlarda tasodifiy yoki ko'p martalik o't olmaslikni ko'rsatadi [7, 8].

SAE J1979 standartidagi asosiy xizmat rejimlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. SAE J1979 bo'yicha asosiy diagnostik rejimlar

Rejim	Vazifasi	Amaliy ahamiyati
01	Joriy ma'lumotlar (aylanishlar, harorat, yonilg'i korreksiyasi va b.)	Dvigatelning real vaqtdagi ish rejimini baholash
02	Qotirilgan kadr (freeze frame)	Nosozlik paydo bo'lgan paytdagi sharoitni tahlil qilish
03	Saqlangan xato kodlari	Tasdiqlangan nosozliklarni aniqlash
04	Xato kodlari va xotirani tozalash	Ta'mirdan keyin tizimni qayta tekshirish
06	Komponentlarni o'z-o'zini tekshirish natijalari	Hali kod chiqmagan chegaraviy holatlarni ko'rish
07	Kutilayotgan (pending) kodlar	Nosozlikni erta aniqlash
09	Avtomobil haqida ma'lumot (VIN va b.)	Mos keladigan ehtiyot qismlarni aniqlash
0A	Doimiy (permanent) kodlar	Kodni faqat tizim o'zi tekshirib, tasdiqlaganda o'chiradi

OBD-II faqat chiqindilarga bog'liq tizimlarni qamrab oladi. ABS, havo yostiqlari, kuzov elektronikasi va ishlab chiqaruvchiga xos boshqa funksiyalar uchun ISO 14229 (UDS – Unified Diagnostic Services) protokoli qo'llaniladi. U diagnostik seans boshqaruvi, xato kodlarini o'qish (0x19), ma'lumotni identifikator bo'yicha o'qish (0x22), xavfsizlikka ruxsat (0x27), aktuatorlarni majburiy boshqarish va dasturiy ta'minotni yangilash imkoniyatlarini beradi [10, 15]. Bu xizmatlar tufayli mutaxassis nafaqat kodni o'qiydi, balki aktuatorni sinab ko'rishi va EBB sozlamalarini moslashtirishi mumkin.

Shunga qaramay, xato kodi nosoz detalni emas, balki signal chegaradan chiqqan zanjirni ko'rsatadi. Masalan, lambda-zondning past signali kodi zondning o'zi, uning o'tkazgichlari, havo so'rilishi yoki yonilg'i bosimi bilan bog'liq bo'lishi mumkin [4, 13]. Shuning uchun kod faqat diagnostik jarayonning boshlanishi hisoblanadi.

Asosiy agregat va tizimlarni diagnostika qilish usullari

Dvigatel. Silindr-porshen guruhining holati siqish bosimi, silindrlar orasidagi bosim farqi, karter gazlari sarfi va silindrdan havo sizib chiqishi bo'yicha baholanadi [3, 13]. Gaz taqsimlash va ta'minot tizimi uchun so'rish kollektoridagi siyraklanishni o'lchash, yonilg'i bosimi va forsunkalar ishini tekshirish qo'llaniladi. Ishlayotgan dvigatelda skaner orqali yonilg'ining qisqa

va uzoq muddatli korreksiyasi, lambda-zond signali, havo sarfi datchigi ko'rsatkichlari kuzatiladi: korreksiyaning me'yordan kuchli og'ishi aralashmaning boyib yoki kambag'allashganini, ya'ni havo so'rilishi, bosim yoki forsunka muammosini bildiradi [11, 13]. Chiqindi gazlar tahlili (CO, CH, CO_2, O_2 va lambda koeffitsienti) yonish sifati va katalizator holatini ob'ektiv ko'rsatadi [2, 11].

O't oldirish va elektr jihozlari. Ossilloskop yordamida o't oldirish g'altagi birlamchi va ikkilamchi zanjiridagi kuchlanish shakli ko'riladi; bu shamdagi uchqun hosil bo'lish sharoitini va g'altak holatini ko'rsatadi. Akkumulator batareyasi uchun salt kuchlanish, yuklama ostidagi kuchlanish va ichki qarshilik, generator uchun zaryad kuchlanishi va pulsatsiya tekshiriladi. Ma'lumot uchun: salt holatdagi 12 V li qo'rg'oshin-kislotali batareya kuchlanishi odatda 12,4–12,7 V atrofida, ishlayotgan generatorda esa taxminan 13,8–14,5 V bo'ladi; aniq qiymatlar uchun ishlab chiqaruvchi hujjatlariga murojaat qilish kerak [11, 13].

Uzatmalar qutisi. Mexanik qutilarda shovqin, tebranish va moy holati bo'yicha, avtomat qutilarda (AT, CVT, DCT) esa moy bosimi, tishlashish (sirpanish) darajasi, uzatma almashtirish vaqti va boshqaruv blokining adaptatsiya parametrlari bo'yicha diagnostika o'tkaziladi. Qutining xato kodlari ko'pincha magnitli klapanlar, tezlik datchiklari va gidrotransformator bloklanish muftasi bilan bog'liq bo'ladi [11, 12].

Tormoz tizimi. Tormoz stendida g'ildiraklardagi tormoz kuchlari, ularning chap va o'ng g'ildirak o'rtasidagi notekisligi hamda tormoz kuchining oshish tezligi o'lchanadi; bu ko'rsatkichlar harakat xavfsizligiga bevosita ta'sir qiladi va texnik ko'rikda majburiy nazorat qilinadi [2, 3]. Gidravlik yuritma uchun bosim va germetiklik, tormoz suyuqligi uchun suv miqdori tekshiriladi. ABS/ESP tizimlari uchun g'ildirak tezligi datchiklari signalini ossilloskopda ko'rish va EBB xato kodlarini o'qish qo'llaniladi [11, 12].

Yurish qismi va rul boshqaruvi. Tirgak, sharnir va ruldagi lyuftlar maxsus o'lchagichlar va tebranish stendlari orqali aniqlanadi. Amortizator holati stendda g'ildirak va yo'l o'rtasidagi aloqaning saqlanishi bo'yicha baholanadi. G'ildirak o'rnatish burchaklari (konvergensiya, kamber, kaster) 3D yoki kamerali stendlar bilan o'lchanadi: noto'g'ri sozlash shinaning notekis yeyilishiga va yonilg'i sarfining oshishiga olib keladi [3, 11].

Bu usullarning ko'pchiligi dvigatel yoki qutini ochmasdan, bilvosita parametrlar asosida nosozlik haqida xulosa chiqarishga imkon beradi. Biroq ularning ishonchliligi o'lchov vositalarining kalibrlanishiga va mutaxassis malakasiga bog'liq.

Zamonaviy diagnostika usullari

Vibroakustik diagnostika. Aylanuvchi va harakatlanuvchi detallar (podshipnik, tishli uzatma, krivoship-shatun mexanizmi) yeyilganda tebranish va shovqin spektri o'zgaradi. Akselerometr yoki mikrofon signalini chastota sohasiga o'tkazish (tez Furye almashtirishi) orqali xarakterli chastotalar ajratib olinadi va nosozlik turi aniqlanadi [4, 14]. Usulning afzalligi – agregatni ochmasdan, nosozlikni dastlabki bosqichda aniqlash imkoniyati; kamchiligi – signalni sharoitga (aylanishlar, yuklama, tashqi shovqin) bog'liq holda sinchiklab talqin qilish zarurati.

Termografiya. Infraqizil kamera yordamida katalizator, tormoz disklari, ulagich va elektr ulanishlari harorati taqsimoti ko'riladi. Noto'g'ri qizish ko'pincha ishqalanish yoki kontakt qarshiligi oshganini bildiradi. Usul kontaktsiz va xavfsiz, lekin faqat sirt haroratini ko'rsatadi.

Ossilloskop va shina diagnostikasi. Zamonaviy avtomobilda datchik signali shakli, ijro etuvchi mexanizm toki va CAN shinasidagi kadrlar ossilloskop yoki shina analizatori yordamida tahlil qilinadi. Bu skaner o'qimaydigan vaqtinchalik buzilishlarni, masalan, uzilib-uzilib ishlaydigan kontaktlarni, shinadagi shovqinni yoki noto'g'ri terminal qarshiligini aniqlashga imkon beradi [11, 15].

Moy va ishlatilgan suyuqliklar tahlili. Moy tarkibidagi metall zarralari, yonilg'i va sovitish suyuqligining borligi, yopishqoqlik o'zgarishi dvigatelning ichki yeyilishi va germetiklik buzilishi haqida axborot beradi. Bu usul vaqt bo'yicha kuzatilganda (tendensiya) eng samarali.

Elektromobillar va gibrid avtomobillar diagnostikasi. Yuqori kuchlanishli batareyada hujayralar kuchlanishining muvozanati, batareya sog'liq holati (SOH), haroratni boshqarish, izolyatsiya qarshiligi nazorat qilinadi. Bunday ishlar maxsus malaka va himoya vositalarini talab qiladi va faqat ishlab chiqaruvchi tavsiyalariga muvofiq o'tkazilishi kerak [12].

Masofaviy diagnostika va ma'lumotlar tahlili. Telematik modullar ish rejimlari va xato kodlarini bulutli serverga uzatadi, bu parkni masofadan kuzatish va texnik xizmatni oldindan rejalashtirishga imkon beradi. Dasturiy yangilanishlar ham masofadan o'rnatilishi mumkin. Shu bilan birga ma'lumotlar xavfsizligi va diagnostik kanalga ruxsatsiz kirishdan himoya masalasi muhim bo'lib qolmoqda [15].

Sun'iy intellekt va model asosidagi usullar. Nosozliklarni aniqlashda ikki asosiy yondashuv rivojlangan: tizim modeli bilan o'lchovlar farqi (qoldiq) tahliliga asoslangan usullar va tarixiy ma'lumotlardan o'rganuvchi usullar, ya'ni sun'iy neyron tarmoqlar, tayanch vektorlar usuli va chuqur o'qitish [4, 5, 6]. Ular tebranish, shovqin va elektr signallari asosida nosozlik turini avtomatik tasniflashga imkon beradi. Ammo bunday modellar yetarli miqdorda sifatli, nosozlik belgilari bilan belgilangan ma'lumotlarga muhtoj, shuning uchun amaliyotda ular odatda mutaxassis xulosasini almashtirmaydi, balki uni qo'llab-quvvatlaydi [6, 14].

Diagnostika usullarini amaliyotda qo'llash tartibi

Usulni tanlash nosozlikning belgisiga, tizim turiga va mavjud asbobga bog'liq. 2-jadvalda ko'rib chiqilgan asosiy usullar solishtirilgan.

2-**jadval. Diagnostika usullarining qo'llanish sohalari**

Usul	Aniqlanadigan nuqsonlar	Asosiy asbob	Afzalligi	Cheklovi
Bort diagnostika (OBD/UDS)	Elektron boshqaruv tizimlari nosozliklari	Skaner, diagnostik dastur	Tez, avtomobilni ochish shart emas	Kod sababni to'liq ko'rsatmaydi
Parametrik o'lchash (bosim, siyraklanish, gaz tarkibi)	Dvigatel va ta'minot tizimi nosozliklari	Manometr, vakuummetr, gaz analizator	Ob'ektiv son natijasi	Ma'lum sharoit va tajriba talab etiladi
Ossilloskop	Datchik, ijro etuvchi mexanizm va shina signali buzilishlari	Ossilloskop, shina analizatori	Vaqtinchalik buzilishlarni ham ko'rsatadi	Signalni talqin qilish malakasi kerak
Vibroakustik	Podshipnik, tishli uzatma, mexanik yeyilish	Akselerometr, spektr analizatori	Erta bosqichda aniqlaydi	Tashqi shovqin ta'sir qiladi
Termografiya	Ortiqcha qizish, kontakt qarshiligi	Infraqizil kamera	Kontaktsiz	Faqat sirt harorati
Stend sinovlari (tormoz, amortizator, burchaklar)	Xavfsizlikka ta'sir etuvchi nosozliklar	Tormoz, amortizator va burchak stendlari	Me'yoriy ko'rsatkichlar bilan solishtiriladi	Stend va joy talab etiladi
Moy tahlili	Ichki yeyilish, germetiklik buzilishi	Laboratoriya asbobi	Tendensiyani ko'rsatadi	Natija kechikadi

Sinov o'tkazishda quyidagi ketma-ketlik tavsiya etiladi:

1. **Shikoyat va sharoitni aniqlash.** Haydovchidan nosozlik belgilari, paydo bo'lish sharoiti (sovuq yoki issiq dvigatel, tezlik, yuklama) so'raladi.

2. **Vizual va oddiy tekshiruv.** Suyuqlik sathi, oqish, kontaktlar, batareya kuchlanishi, havo filtri tekshiriladi.
3. **Xato kodlarini o'qish.** DTC va qotirilgan kadr yoziladi, kodlar o'chirilmaydi.
4. **Joriy ma'lumotlarni tahlil qilish.** Parametrlar me'yoriy qiymatlar bilan solishtiriladi, shubhali tizim aniqlanadi.
5. **Chuqurlashtirilgan tekshiruv.** Shubhali zanjir ossilloskop, bosim, siyraklanish yoki vibratsiya o'lchovlari bilan tekshiriladi.
6. **Nosozlikni bartaraf etish va qayta tekshirish.** Ta'mirdan keyin kodlar tozalanadi, sinov yurishi o'tkaziladi va kod qayta paydo bo'lmasligi tekshiriladi.

Bu tartibning asosiy printsipi – kodni emas, sababni topish: bitta xato kodini ko'r-ko'rona qism almashtirish bilan bartaraf etishga urinish ortiqcha xarajat va takroriy murojaatga olib keladi [3, 13]. Diagnostika natijalarini hujjatlashtirish (kod, o'lchangan qiymatlar, bajarilgan ish) kelgusida nosozliklarni solishtirish va tendensiyani baholash imkonini beradi [2, 14].

Xulosa

Tadqiqot natijalari quyidagi xulosalarni chiqarishga imkon beradi:

1. Zamonaviy avtomobillarda diagnostika bort tizimlari (OBD-II, EOBD, UDS) va tashqi o'lchash usullarining uyg'unligiga asoslanadi; ularning hech biri yakka holda to'liq natija bermaydi.
2. Xato kodi nosozlik joyini emas, balki chegaradan chiqqan zanjirni ko'rsatadi, shu bois kodni parametrlar va o'lchovlar bilan tasdiqlash zarur.
3. Dvigatel, tormoz va yurish qismi uchun parametrik va stend usullari, elektron tizimlar uchun ossilloskop va shina tahlili, mexanik yeyilishni erta aniqlash uchun vibroakustik usullar samaraliroq.
4. Taklif etilgan olti bosqichli algoritm usullarni tartibli qo'llash, keraksiz qism almashtirishni kamaytirish va ta'mir sifatini nazorat qilish imkonini beradi.
5. Sun'iy intellekt va masofaviy diagnostika istiqbolli yo'nalishlar bo'lib, ularni joriy etish ma'lumotlar sifati va kiberxavfsizlik masalalarini hal etishni talab qiladi.

Kelgusi tadqiqotlarni mahalliy avtomobil parki sharoitida (iqlim, yonilg'i sifati, yo'l holati) diagnostik parametrlarning chegaraviy qiymatlarini aniqlashga yo'naltirish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Авдонькин Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей. – М.: Транспорт, 1985.
2. Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов В.М. и др. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. – 4-е изд. – М.: Наука, 2001.
3. Ананьин А.Д., Михлин В.М., Габитов И.И., Неговора А.В., Родионов Г.К. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник. – М.: Академия, 2008.
4. Isermann R. Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance. – Berlin: Springer, 2006.
5. Gertler J. Fault Detection and Diagnosis in Engineering Systems. – New York: Marcel Dekker, 1998.
6. Venkatasubramanian V., Rengaswamy R., Yin K., Kavuri S.N. A review of process fault detection and diagnosis. Part I: Quantitative model-based methods // Computers & Chemical Engineering. – 2003. – Vol. 27, No. 3. – P. 293–311.
7. SAE J1979. E/E Diagnostic Test Modes. – SAE International.
8. ISO 15031-5. Road vehicles — Communication between vehicle and external equipment for emissions-related diagnostics — Part 5: Emissions-related diagnostic services. – Geneva: ISO.

9. ISO 15765-4. Road vehicles — Diagnostic communication over Controller Area Network (DoCAN) — Part 4: Requirements for emissions-related systems. – Geneva: ISO.
10. ISO 14229-1. Road vehicles — Unified diagnostic services (UDS) — Part 1: Application layer. – Geneva: ISO.
11. Robert Bosch GmbH. Bosch Automotive Handbook. – 10th ed. – Hoboken: Wiley, 2018.
12. Reif K. (ed.) Automotive Mechatronics. – Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015.
13. Halderman J.D. Automotive Technology: Principles, Diagnosis, and Service. – Pearson Education.
14. Isermann R. Fault-Diagnosis Applications: Model-Based Condition Monitoring: Actuators, Drives, Machinery, Plants, Sensors, and Fault-Tolerant Systems. – Berlin: Springer, 2011.
15. Zimmermann W., Schmidgall R. Bussysteme in der Fahrzeugtechnik: Protokolle, Standards und Softwarearchitektur. – Wiesbaden: Springer Vieweg.