UDK 614.841.3

TRANSPORT VOSITALARI EKSPLUATATSIYASI JARAYONIDA YONG‘IN KELIB CHIQISHINING OLDINI OLISH MUAMMOLARINI TADQIQ ETISH

Baxodirov A.A.

Toshkent shahridagi Belarus-O‘zbekiston qo‘shma tarmoqlararo amaliy texnik kvalifikatsiyalar institute, Toshkent, O‘zbekiston.

Azizov Z.A.

Toshkent shahridagi Belarus-O‘zbekiston qo‘shma tarmoqlararo amaliy texnik kvalifikatsiyalar institute, Toshkent, O‘zbekiston.

E-mail. azizovzamon@gmail.com,

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada avtotransport vositalari ekspluatatsiyasi jarayonida yong‘in kelib chiqishining asosiy sabablari, ularni keltirib chiqaruvchi texnik, tashqi va inson omillari tizimli tarzda tahlil qilingan. Avtotransport vositalaridagi yong‘inlarning katta qismi elektr tizimi nosozliklari, yonilg‘i tizimi buzilishlari, dvigatelning qizishi, ekspluatatsiya kompetensiyalarining pastligi hamda noto‘g‘ri texnik xizmat ko‘rsatish bilan bog‘liqligi ilmiy manbalar asosida asoslab berilgan. Tadqiqotda FTA, ETA va Bow-Tie kabi zamonaviy tahliliy metodlar orqali yong‘inlarning kelib chiqish ildiz sabablari hamda oqibatlar ssenariylari o‘rganilgan. Shuningdek, zamonaviy raqamlashtirish orqali IoT texnologiyalari va sun’iy intellekt asosidagi monitoring tizimlarining yong‘inni erta aniqlash va xavfni kamaytirishdagi imkoniyatlari ko‘rsatib berilgan. Maqolada mahalliy va xorijiy tajribalar tahlili asosida yong‘in xavfsizligini oshirishga qaratilgan ilmiy-amaliy takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar. Avtotransport vositalari, yong‘in xavfsizligi, elektr tizimi nosozliklari, yonilg‘i tizimi, dvigatel qizishi, FTA, ETA, Bow-Tie, yong‘in analiz metodi, IoT monitoring, sun’iy intellekt, ekspluatatsiya madaniyati, texnik xizmat, yong‘in profilaktikasi.

Аннотация. В данной научной статье систематически проанализированы основные причины возникновения пожаров в процессе эксплуатации автотранспортных средств, технические, внешние и человеческие факторы, вызывающие их. На основе научных источников обосновано, что большая часть пожаров в автотранспортных средствах связана с неисправностями электрической системы, нарушениями топливной системы, перегревом двигателя, низкими эксплуатационными компетенциями и неправильным техническим обслуживанием. В исследовании с помощью современных аналитических методов, таких как FTA, ETA и Bow-Tie, изучены сценарии коренных причин возникновения и последствий пожаров. Также показаны возможности технологий IoT и систем мониторинга на основе

ISSN 3030-3907

искусственного интеллекта в раннем выявлении пожаров и снижении риска за счет современной цифровизации. В статье на основе анализа отечественного и зарубежного опыта разработаны научно-практические предложения, направленные на повышение пожарной безопасности.

Ключевые слова. Автотранспортные средства, пожарная безопасность, неисправности электросистемы, топливная система, нагрев двигателя, FTA, ETA, Bow-Tie, метод пожарного анализа, мониторинг IoT, искусственный интеллект, культура эксплуатации, техническое обслуживание, пожарная профилактика.

Abstract. This scientific article systematically analyzes the main causes of fires during the operation of motor vehicles, technical, external, and human factors that cause them. Based on scientific sources, it has been substantiated that most fires in motor vehicles are caused by malfunctions in the electrical system, fuel system failures, engine overheating, low operational competencies, and improper maintenance. The study examined the scenarios of the root causes and consequences of fires using modern analytical methods such as FTA, ETA, and Bow-Tie. The possibilities of IoT technologies and artificial intelligence-based monitoring systems in early fire detection and risk reduction through modern digitalization are also shown. The article, based on the analysis of domestic and foreign experience, develops scientific and practical proposals aimed at improving fire safety.

Key words. Vehicles, fire safety, electrical system malfunctions, fuel system, engine overheating, FTA, ETA, Bow-Tie, fire analysis method, IoT monitoring, artificial intelligence, operational culture, maintenance, fire prevention.

Kirish.

Hozirgi innovatsion davrga kelib transport vositalariga bo‘lgan talabning oshishi shu bilan birgalikda transport vositalardagi qurilmalarning raqamlashtirilishi ham ortib bormoqda. Lekin, transport vositalarida yuzaga keladigan yong‘inlar oxirgi yillarda ulovlarning oqimi ko‘payishi, avtomobillarning texnik jihatdan murakkablashuvi va yonilg‘i turlari alternativ xilma-xilligi sababli dolzarb muammoga aylandib kelmoqda. Statistika ma’lumotlar ko‘rsatishicha, avtotransport vositalarida yuzaga keladigan yong‘inlarining aksariyati ekspluatatsiya jarayonidagi texnik nosozliklar, texnik xarakteristikasida ko‘zda tutilmagan qo‘shimcha qurulmalar o‘rnatish, haydovchining xatolari yoki noto‘g‘ri texnik xizmat ko‘rsatish oqibatida yuzaga keladi. Yong‘inlar nafaqat moliyaviy zarar keltirish bilan bir qatorda, inson hayoti uchun ham jiddiy tahdid tug‘diradi.

Mazkur ilmiy maqolada transport vositalarida yong‘in kelib chiqish omillari tahlil qilinib, ularni oldini olish bo‘yicha ilmiy-amaliy takliflar ishlab chiqiladi.

ISSN 3030-3907

So‘ngi yillarda transport vositalari ekspluatatsiyasi jarayonida yuzaga keladigan yong‘inlarning sabablari, ularning oqibatlari hamda oldini olish choralari bo‘yicha ilmiy izlanishlar jadal rivojlanmoqda. Avtomobillar konstruksiyasining zamonaviy murakkablashuvi, boshqsaruvning elektron tizimlar ulushi oshishi shuningdek yonilg‘i turlarining xilma-xilligi yong‘in xavfi omillarini ko‘paytirmoqda. O‘zbekiston respublikasi hamda xorijiy olimlar tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqotlar, normativ-huquqiy hujjatlar va amaliy qo‘llanmalarga tayangan holda mavzu yuzasidan adabiyotlar tahlili bayon qilinadi.

Mahalliy olimlar B.A. Mavlyankariev, A.D. Xudoyev, S.M. Juraev, N. Shadmonxo‘jayev kabi tadqiqotchilar yong‘in avtomatikasi, yong‘in xavfsizligi, yong‘inni aniqlash va o‘chirish tizimlari borasida qator ilmiy ishlarda avtotransport vositalaridagi yong‘in xavfini baholashga oid nazariy va amaliy yondashuvlarni taklif qilganlar. Mavlyankariev B.A. o‘zining ilmiy tadqiqotlarida yong‘in avtomatikasi, habar berish va monitoring tizimlarining avtotransport vositalarida qo‘llanilishiga va texnik jihatdan takomillashtirishga e’tibor qaratadi. U yuzaga keladigan yong‘inni dastlabki bosqichda aniqlash va avtomatik o‘chirish texnologiyalarining samaradorligini baholaydi. Xudoyev A.D. yong‘in xavfsizligida qo‘llaniladigan texnik vositalar — gazli va ko‘pikli o‘t o‘chirish tizimlari, issiqlik va tutun datchiklari, shuningdek avtomatlashtirilgan boshqaruv uskunalarining ishlash tamoyillarini chuqur tahlil qilganlar. O‘zbek tadqiqotchilari tomonidan transport vositalarida yuzaga kelgan yong‘in sabablarini aniqlashda Bow-Tie, ETA (Event Tree Analysis) va FTA (Fault Tree Analysis) kabi tizimli tahlil metodlari qo‘llash bo‘yicha ilmiy tavsiyalar ishlab chiqilgan. Yuqoridagi manbalar transport vositalarida yong‘in xavfini aniqlash va baholashda mahalliy sharoitni hisobga olgan holda eng maqbul yondashuvlarni taklif qilishi bilan ahamiyatlidir.

Xalqaro adabiyotlarda transport vositalarda yong‘in kelib chiqishi texnologiyasi, xavflarni aniqlash metodikasi, muhandislik analizi va profilaktika mexanizmlari keng yoritilgan. Xorijiy tadqiqotchilar J. Krane, D. Smith, A. Taylorlar tomonidan avtomobil yong‘inlarining real statistikasi asosida elektr va electron boshqaruv tizimi , yonilg‘i tizimi, moylash hamda sovutish tizimi, tashqi muhit harorati va inson omili kabi asosiy xavf sabablarini chuqur tahlil qilganlar. Manbalarda transport vositalaridagi yong‘inlar quyidagi yo‘nalishlarda o‘rganiladi:

- elektr simlarining eskirishi natijasida qisqa tutashuv xavfi;
- gaz-ballonga (metan, propan, propan-butan) o‘rnatilgan uskunalardagi bosim yoki sizish xavflari;
- dvigatel va zamonaviy turbokompressorlarning yuqori darajada qizishi oqibatida alangalanish jarayoni;

ISSN 3030-3907

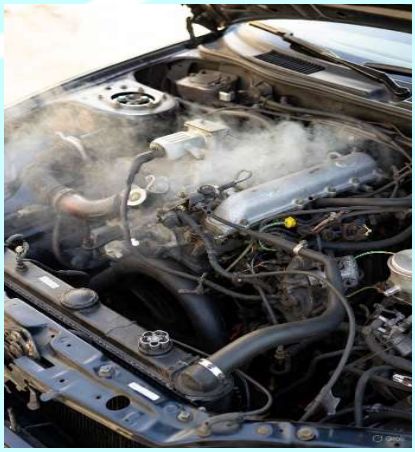
• xavfsizlik standartlari: NFPA (National Fire Protection Association), ISO 6469 va h.k

Transport vositalarida yong‘in xavfining asosiy sabablari elektr tizimi nosozliklari yani avtomobil yong‘inlarining 30–45% qismini elektr simlarining qisqa tutashuvi natijasida yuzaga keladi. Elektr simlarining yeyilishi, bir-biriga noto‘g‘ri ulanmani amalga oshirilganligi, ko‘rsatib o‘tilgan texnik xarakteristikasidan tashqari qo‘shimcha qurulmalar noto‘g‘ri o‘rnatilish orqali uchqunlanish yuzaga keladi. Zamonaviy avtomobillarda raqamlashtirish orqali elektron boshqaruv tizimlari sonining ko‘pligi yong‘in xavfini oshiradi.

Yonilg‘i tizimi muammolari asosan yonilg‘i bakdan sizib chiqishi, shlanglarning eskirishi yoki yuqori bosimga dosh bera olmasligi natijasida yorilishi, yonilg‘i nasosi ishlashi jarayonida yuzaga keladigan muammolar benzinning yuqori uchuvchanligi sababli oson yonishiga olib keladi. Dizel va Gaz-ballonga o‘rnatilgan uskunalar ham texnik xizmat ko‘rsatishda xatolar tufayli xavf tug‘diradi.

Dvigatel qizishi va moylash tizimi nuqsonlari, dvigatelning normal ishlash harorati odatda **85–95°C** oralig‘ida bo‘ladi. Dvigatel bo‘limida haroratning oshishi transport vositasi ekspluatatsiyasining eng xavfli nuqsonlaridan biridir, sababi bu dvigatelning mexanik qismlarida deformatsiya, ishqalanishning keskin ortishi yong‘in xavfining yuqorilashiga olib keladi. **Asosiy sabablari sifatida:**

Sovitish tizimi nosozligi (1-rasm).

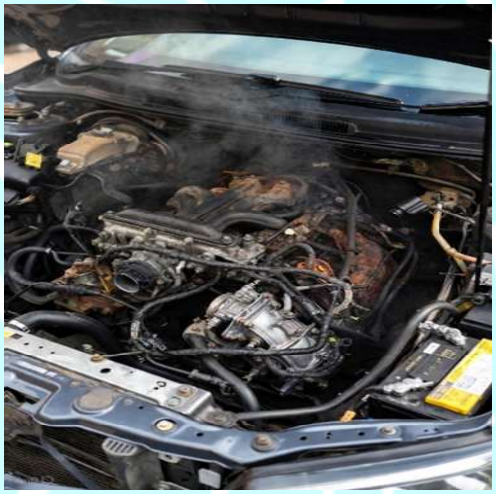


1-rasm. Sovutish tizimidagi nosozlik jarayoni.

- Radiatorning suyuqlik yo‘li tiqilib qolishi.
- Antifrizz yoki tossol o‘rtacha o‘lcham darajasining pasayishi.
- Suv nasosining ish faoliyatining yomonlashishi.
- Termostatning ish jarayonida yopiq holatda qotib qolishi.
- Sovutish ventilyatori datchigi ishlamay qolishi.

Yoqilg‘ining noto‘g‘ri yonishi (2-rasm).

ISSN 3030-3907



2-rasm. Yoqilg‘ining noto‘g‘ri yonishi.

- Yoqilg‘i aralashmasi haddan tashqari “quruq” ishlashi.
- Inyektorlar yomon purkashi.
- Yonish kameralarida cho‘g‘ va nagar yig‘ilishi.

Zaryadlash yoki tormoz tizimiga haddan tashqari yuk tushishi (3-rasm)



3-rasm. Tormoz tizimi qizib ketish.

- Uzluksiz baland aylanishda ishlatish.
- Tormozlarning qotib qolishi natijasida haddan tashqari yuklama.

Dvigatel moyining sifatsizligi yoki yetishmasligi

- Ishqalanish ortishi orqali harorat ko‘tarilishi.
- Moyning qotib qolishi yoki viskozitesining noto‘g‘ri tanlanishi.

Transport vositalarining samarali, xavfsiz va iqtisodiy jihatdan maqbul ishlashi nafaqat texnik holatga, balki **ekspluatatsiya madaniyatiga** ham bevosita bog‘liq. Ekspluatatsiya madaniyati pastligi transport vositalarining erta ishdan chiqishi, avariya va yong‘inlar kelib chiqishi va ko‘payishi, ekologik ifloslanish hamda ekspluatatsiya xarajatlarining oshishiga olib keladi. Ko‘pgina yong‘inlar haydovchi tomonidan texnik xizmat ko‘rsatish qoidalariga amal qilinmaslik, o‘zboshimchalik bilan jihozlarni o‘zgartirish (qayta jihoz va tyuning), nooriginal ehtiyot qismlar o‘rnatish natijasida kelib chiqadi.

ISSN 3030-3907

Transport yong‘inlarini tahlil qilishning ilmiy metodlaridan biri “Buzilishlar daraxti” (FTA- Fault Tree Analysis – FTA) metodi (4-rasm).

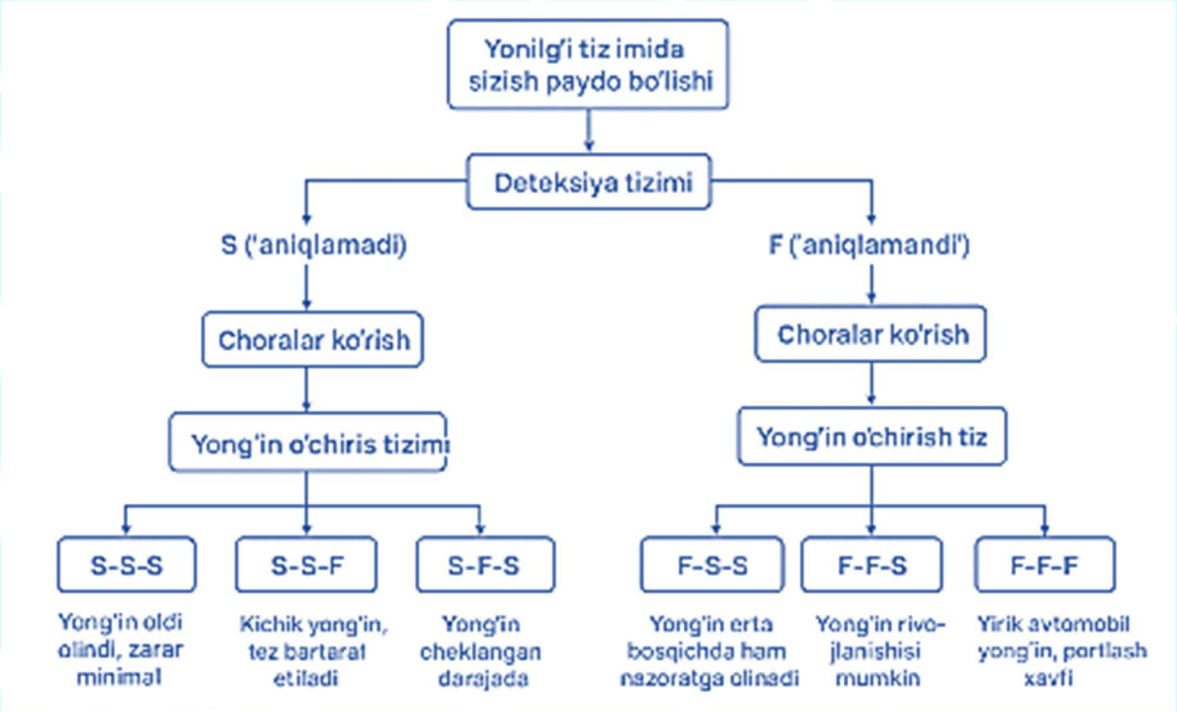


4-rasm. Buzilishlar daraxti (FTA) metodi.

FTA – yong‘inga yuzaga kelishining asosiy sababni topish uchun “ildizdan yuqoriga tomon” tarkibiy-analitik usuli bo‘lib, avtotransport vositalarida elektr, yonilg‘i va mexanik tizim nosozliklarini tizimli ravishda ildiz sabablarini aniqlashda juda samarali hisoblanadi. Tahlilning asosiy vazifasi: transport vositasida yong‘in kelib chiqishining asosiy sabablarini aniqlash; sabablar o‘rtasidagi mantiqiy bog‘lanishlarni ko‘rsatish; yong‘in xavfini kamaytirish uchun profilaktik choralar ishlab chiqish.

Hodisalar zanjiri tahlili (ETA – Event Tree Analysis). FTA sabablarni tahlil qilsa, **ETA oqibatlarni** tahlil qiladi. ETA yong‘indan oldin sodir bo‘lgan ketma-ket jarayonlarni aniqlashga yordam beradi. Bu metod yong‘inning rivojlanish ssenariylarini matematik model asosida baholashni ta’minlaydi (5-rasm).

ISSN 3030-3907



5-rasm. Hodisalar zanjiri tahlili (ETA – Event Tree Analysis).

Bow-Tie (kapalak modeli). Bow-Tie modeli xavfning muayyan sabab va oqibatlarini birgalikda ko‘rsatadi. Bu yondashuv yong‘inga olib keluvchi omillar va oqibatlarni kamaytirish bo‘yicha profilaktik choralarni rejalashtirishda samarali hisoblanadi. Bow-Tie modeli xavf-xatarlarni boshqarish va oldini olishning eng samarali vizual vositalaridan biri bo‘lib, ayniqsa avtomobil, avtobus va elektr transport vositalarida yong‘in kelib chiqishi xavfini tahlil qilishda keng qo‘llaniladi. Bow-Tie modeli ikki asosiy metodni birlashtiradi:

- FTA – Fault Tree Analysis (Yong‘inga olib keluvchi sabablar daraxti)
- ETA – Event Tree Analysis (Yong‘indan keyingi oqibatlar ssenariysi)

Ularning birlashgan ko‘rinishi kapalak shaklida bo‘ladi – chap taraf FTA, o‘ng taraf ETA.

Transport vositalarida yong‘inning oldini olish bo‘yicha texnik chora-tadbirlar: avtotransport vositalari elektr tizimini takomillashtirish, yani issiqlikka chidamli izolyatsiyalangan simlar qo‘llash, qisqa tutashuvni erta aniqlovchi “intellektual tizimlar”lardan foydalanish, kontaktlarning avtomatik diagnostikasi rivojlantirish; yonilg‘i tizimini modernizatsiya qilish bu yonilg‘i sizishini aniqlaydigan datchiklar, gaz ballonlarini sertifikatlangan hamda yuqori kompetentlikga ega mutaxassis tomonidan o‘rnatish, shlanglar uchun yuqori elastik modulli materiallardan foydalanish; dvigatel va moylash tizimi xavfsizligi bo’yicha harorat sensorlarini uch bosqichli monitoring qilish, turbokompressorlar uchun yong‘inga qarshi issiqlik ekranlarini qo‘llash hamda moylash tizimi bosimini real vaqt monitoring qilgan holda axborot berib boorish. Ayrim yirik yuk avtomobillarida ichki yong‘inga qarshi tizimlar yani avtomatik yong‘inni o‘chirish

ISSN 3030-3907

moslamalari (AFFF ko‘piklari, inert gazlar) joriy qilinmoqda. Bu tizimlar yong‘inning dastlabki bosqichida o‘chirish imkoniyatini beradi.

Transport vositalarini ekspluatatsiyada inson omilining roli asosan yong‘inlarning 65% dan ortig‘i bevosita haydovchi yoki texnik xizmat ko‘rsatish shaxobchalarida mutaxassislar xatolari bilan bog‘liqdir. Ko‘plab haydovchilar rejalashtirilgan texnik xizmat muddatlarini buzadi. Bu esa yong‘inga sabab bo‘luvchi nuqsonlarning yig‘ilishiga olib keladi. Avtotransport vositalarini qayta jihozlash yani noto‘g‘ri o‘zgartirishlar va tuning orqali elektr tizimiga qo‘shimcha uskunalar (chiroq, signal,magnitola) noto‘g‘ri ulanayotgani katta xavf tug‘diradi. Shuning bilan birgalikda ko‘pchilik haydovchilar yong‘in sodir bo‘lganda qanday tartibda harakat qilishni yani o‘t o‘chirgichdan foydalanishni hamda transportni o‘z vaqtida to‘xtatish zarurligi haqida yetarli amaliy ko‘nikmaga ega emaslar.

Yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan yong‘inlarning oldini olishda innovatsion texnologiyalar: IoT (Internet of Things- obyektlar (qurilmalar, sensorlar, mashinalar, maishiy texnika va boshqalar)ning internetga ulanib, o‘zaro ma’lumot almashishi va masofadan boshqarilishini ta’minlaydigan texnologiyalar majmuasidir.) asosidagi yong‘in xavfsizligini monitoring qilish orqali avtomobilning barcha xavfli nuqtalariga o‘rnatiladigan dtchiglar real vaqt rejimida ma’lumot uzatadi va yuzaga kelgan nosozlik aniqlanganda haydovchi xabar yuboriladi. Sun’iy intellekt yordamida prognozlash orqali SI algoritmlari dvigatel ishlashi, harorat, elektr iste’moli, yo‘l sharoitlari kabi ma’lumotlarga asoslanib yong‘in xavfini oldindan aniqlashga yordam beradi.

Xulosa. Avtotransport vositalari ekspluatatsiyasi jarayonida yong‘in kelib chiqishining oldini olish dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biridir. Yong‘inlarning asosiy sabablari elektr tizimi, yonilg‘i tizimi va dvigatelning qizishi bilan bog‘liq bo‘lib, ularga texnik xizmat ko‘rsatishda malakasiz mutaxassislar xizmatidan foydalanish alohida o‘rin egallaydi. ETA, FTA va Bow-Tie kabi tahlil metodlari yong‘inlarni kelib chiqish sababini aniqlashda samarali hisoblanadi. Zamonaviy monitoring texnologiyalaridan foydalanish, IoT, sun’iy intellekt tizimlari va avtomatik o‘t o‘chirish texnologiyalarini joriy etish yong‘in xavfsizligini ta’minlashda yuqori natijalarga olib keladi. Avtotransport vositalari haydovchilarni muntazam kasbiy o‘qitish va profilaktika tizimini kuchaytirish avtotransport vositalarida yong‘inlar sonini kamaytirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi qarori — *Avtotransport vositalarida texnik reglament va xavfsizlik talablari*, 2023.

2. Mavlyankariev B.A. *Yong‘in avtomatikasi va yong‘inni aniqlash tizimlari.* Toshkent: O‘quv qo‘llanma, 2019.

ISSN 3030-3907

3. Xudoyev A.D. *Yong‘in xavfsizligi texnik vositalari va ularning qo‘llanilishi.* Toshkent: Fan, 2020.
4. Juraev S.M., Shadmonxo‘jayev N. *Transport vositalarida xavfsizlik va texnik ekspluatatsiya madaniyati.* Toshkent, 2021.
5. O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi. *Avtotransport vositalarida yong‘in xavfsizligi bo‘yicha uslubiy qo‘llanma.* Toshkent, 2022.
6. Karimov U.M. *Avtotransport vositalari tizimlarida nosozliklarni aniqlash va diagnostika.* Toshkent, 2020.
7. Raxmatullaev I.B. *Avtomobillarda elektr tizimi nosozliklari va ularning yong‘in xavfini baholash.* Ilmiy maqola, 2021.
8. Toshkent davlat transport universiteti. *Transport vositalari dvigatellari: ekspluatatsiya va xavfsizlik.* O‘quv qo‘llanma, 2018.
9. Krane J. *Automotive Fire Analysis and Prevention Methods.* SAE International, 2017.
10. Smith D., Taylor A. *Vehicle Fire Investigation and Engineering Analysis.* Elsevier, 2018.
11. NFPA 921. *Guide for Fire and Explosion Investigation.* National Fire Protection Association, 2021.
12. NFPA 1901. *Standard for Automotive Fire Apparatus.* NFPA, 2020.
13. ISO 6469-1:2019. *Electric road vehicles — Safety specifications.*
14. Rajput R.K. *Automobile Engineering.* Laxmi Publications, 2016.
15. SAE J1298. *Vehicle Fire Potential Assessment Standards.* SAE International, 2020.
16. Taylor J., Morgan P. *Fuel System Safety and Fire Hazard Analysis in Vehicles.* Springer, 2019.
17. Lönnermark A., Ingason H. *Vehicle Fires in Tunnels — Fire Dynamics and Safety Analysis.* SP Technical Research Institute of Sweden, 2015.
18. Wang Y., Chen L. *IoT-Based Vehicle Fire Detection and Early Warning Systems.* IEEE Sensors Journal, 2021.
19. Kapoor S., Patel A. *Predictive Maintenance for Vehicle Fire Prevention Using AI and IoT.* IEEE Access, 2020.
20. Drysdale D. *An Introduction to Fire Dynamics.* Wiley, 2011.

ISSN 3030-3907