



**TEMIR YO‘L VAGONLARINING TEXNIK JIHOZLANISHI
XAVFSIZLIGINI TA‘MINLASHDA SUN‘IY INTELLEKT
TEXNOLOGIYALARINING ROLI: TEXNIK VA TASHKILIY ASOSLAR**

Isomiddinov Sultonbek Nizomiddin o‘g‘li
O‘zbekiston Respublikasi Jamoat xavfsizligi
universiteti magistratura tinglovchisi,
leytenant

Annotatsiya: Ushbu maqolada temir yo‘l vagonlarining texnik jihozlanishi xavfsizligini oshirishda sun‘iy intellekt texnologiyalarining qo‘llanishi keng qamrovda o‘rganiladi. Tadqiqot doirasida vagonlarning asosiy konstruktiv qismlari, ularning ishonchlilik darajasiga ta’sir etuvchi omillar va ekspluatatsiya jarayonida kuzatiladigan tipik nosozliklarni aniqlash imkoniyatlari tahlil qilinadi. IoT qurilmalari, kompyuter ko‘rish tizimlari, mashinaviy o‘qitish asosidagi diagnostika modellari hamda prediktiv xizmat ko‘rsatish algoritmlaridan foydalanib, vagon texnik holatini real vaqt rejimida nazorat qilish va erta ogohlantirish bo‘yicha yechimlar bayon etiladi. Shuningdek, temir yo‘l transporti sohasiga oid O‘zbekiston Respublikasining amaldagi me‘yoriy-huquqiy hujjatlari, texnik reglamentlari va xalqaro standartlarning raqamli texnologiyalar bilan uyg‘unlashuv darajasi ilmiy jihatdan ko‘rib chiqiladi. Olingan natijalar sun‘iy intellekt elementlarini vagon jihozlanishi xavfsizligi tizimiga tatbiq etish texnik xavflarni kamaytirishi, xizmat ko‘rsatish samaradorligini oshirishi va umumiy ekspluatatsion barqarorlikni yaxshilashini ko‘rsatadi.

Аннотация: В статье всесторонне рассматривается использование технологий искусственного интеллекта для повышения безопасности технического оснащения железнодорожных вагонов. Исследование охватывает анализ конструктивных узлов вагонов, факторов, влияющих на их



эксплуатационную надежность, а также особенностей выявления распространённых неисправностей. Дополнительно раскрываются возможности применения IoT-сенсоров, технологий компьютерного зрения, моделей машинного обучения и систем предиктивного обслуживания для круглосуточного мониторинга технического состояния вагонов и своевременного обнаружения отклонений. В работе также изучается нормативно-правовая база Республики Узбекистан, технические регламенты и международные стандарты, а также их соответствие цифровым инновациям. Результаты исследования подтверждают, что интеграция искусственного интеллекта в системы обеспечения безопасности вагонов способствует снижению аварийности, оптимизации затрат на обслуживание и повышению эксплуатационной устойчивости.

Abstract: This article provides an extensive examination of how artificial intelligence technologies can strengthen the safety of technical equipment in railway wagons. The study explores key structural components of wagons, the factors that influence their operational reliability, and the mechanisms for detecting common technical faults. It further highlights the role of IoT sensors, computer vision systems, machine learning-based diagnostic tools, and predictive maintenance models in enabling real-time monitoring and early anomaly detection. Additionally, the article analyzes the regulatory framework of the Republic of Uzbekistan related to railway transport, relevant technical safety requirements, and the alignment of these regulations with modern digital technologies. The results demonstrate that integrating artificial intelligence into wagon safety systems reduces technical risks, enhances maintenance efficiency, and improves overall operational stability.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt; temir yo‘l vagonlari; jihozlanish xavfsizligi; IoT sensor tizimlari; kompyuter ko‘rish; mashinaviy o‘qitish; prediktiv texnik xizmat; raqamli diagnostika; real vaqt monitoringi; ekspluatatsion ishonchlilik.



Ключевые слова: искусственный интеллект; железнодорожные вагоны; безопасность технического оснащения; IoT-сенсоры; компьютерное зрение; машинное обучение; предиктивное техническое обслуживание; цифровая диагностика; мониторинг в реальном времени; эксплуатационная надежность.

Keywords: artificial intelligence; railway wagons; equipment safety; IoT sensor systems; computer vision; machine learning; predictive maintenance; digital diagnostics; real-time monitoring; operational reliability.

Kirish

Temir yo‘l transporti tizimida texnik xavfsizlikni ta’minlash nafaqat harakat jarayonining uzluksizligini, balki vagonlarning ekspluatatsion ishonchliligini oshirish va avariya holatlarining oldini olishni ham nazarda tutadi. Ayniqsa, vagonlarning texnik jihozlanishi, mexanik elementlarning samarali ishlashi, tormoz tizimlari, yuk ko‘tarish mexanizmlari, ichki va tashqi xavfsizlik moslamalari bugungi kunda temir yo‘l transporti xavfsizligining asosiy komponentlaridan biridir. O‘zbekiston Respublikasining “Temir yo‘l transporti to‘g‘risida”gi Qonunida temir yo‘l tarkibining texnik holati, uning ekspluatatsiya qoidalari va xavfsizlik talablariga rioya etilishi davlat tomonidan qat’iy nazorat qilinishi belgilangan [1].

Texnik jihatdan tartibga solish sohasida ham muhim o‘zgarishlar amalga oshirilmoqda. “Texnik jihatdan tartibga solish to‘g‘risida”gi Qonun hamda Vazirlar Mahkamasining 192-sonli Qarori orqali tasdiqlangan “Temir yo‘l transporti obyektlarining texnik ekspluatatsiyadagi xavfsizligi to‘g‘risidagi umumiy texnik reglament”da vagonlarning konstruktiv talablariga, texnik diagnostika tartibiga va xavfsizlik parametrlari monitoringiga doir me’yorlar belgilangan [2; 3]. Ushbu reglamentlarda vagonlar uchun texnik nazoratning muntazamligi, nuqsonlarni aniqlash metodikasi, diagnostika vositalaridan foydalanish tartibi kabi talablar ko‘rsatib o‘tilgan.



So‘nggi yillarda transport infratuzilmasining raqamlashtirilishi va sun‘iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi texnik xavfsizlik sohasida yangi imkoniyatlarni yuzaga chiqarmoqda. IoT (Internet of Things) sensorlari yordamida vagonlarning tebranishi, temperaturasi, yuklanishi va mexanik holati haqida real vaqt ma‘lumotlarini uzatish, kompyuter ko‘rish algoritmlaridan foydalangan holda mexanik yoriqlarni, deformatsiyalarni yoki tormoz tizimidagi nosozliklarni avtomatik aniqlash, shuningdek mashinaviy o‘qitishga asoslangan prediktiv texnik xizmat modellarini qo‘llash xavfsizlikni sezilarli ravishda oshirmoqda [4; 5].

O‘zbekiston temir yo‘l tizimida raqamlashtirish jarayonlari ham bosqichma-bosqich jadallashmoqda. “O‘zbekiston — 2030” strategiyasida temir yo‘l transporti infratuzilmasini modernizatsiya qilish, xavfsizlikni oshirish va zamonaviy texnologiyalarni joriy etish alohida ustuvor yo‘nalish sifatida qayd etilgan [6]. “O‘zbekiston temir yo‘llari” AJning so‘nggi yillik hisobotlarida esa vagonlar diagnostikasi, texnik xizmatni avtomatlashtirish, IoT asosidagi monitoring modullarini sinovdan o‘tkazish bilan bog‘liq amaliy natijalar o‘z aksini topgan [7]. Shu boisdan sun‘iy intellekt texnologiyalarini vagon jihozlanishi xavfsizligini ta‘minlash jarayoniga tatbiq etish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Bu texnologiyalar ta‘mirlash-sifat nazorati jarayonlarini optimallashtirish, texnik nosozliklarni oldindan aniqlash orqali avariya xavfini kamaytirish, ekspluatatsion xarajatlarni qisqartirish va umumiy transport tizimi samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Mazkur tadqiqotda temir yo‘l vagonlarining texnik jihozlanishi xavfsizligini ta‘minlashda sun‘iy intellektning roli, uning texnik va tashkiliy integratsiya jihatlari, mavjud normativ-huquqiy baza bilan uyg‘unlashuvi va amaliy qo‘llanishi chuqur ilmiy tahlil qilinadi.



Asosiy qism

I. Temir yo‘l vagonlari jihozlanishi xavfsizligining nazariy asoslari.

Temir yo‘l transporti tizimida vagonlarning texnik jihozlanishi xavfsizligi harakat jarayonining uzluksiz va xavfsiz bo‘lishi uchun asosiy talab hisoblanadi. Vagonning konstruktiv elementlari, tormoz va bog‘lovchi tizimlarning ishonchliligi, elektr va mexanik qismlarning barqaror ishlashi transport xavfsizligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. O‘zbekiston Respublikasining “Temir yo‘l transporti to‘g‘risida”gi Qonunida transport vositalarining texnik holati va ekspluatatsiya jarayonlarida xavfsizlik talablariga rioya etilishi majburiyligi belgilangan bo‘lib, bu davlat nazorati ostida olib borilishi ta’kidlanadi [1].

“Texnik jihatdan tartibga solish to‘g‘risida”gi Qonun esa mahsulotlar va texnik vositalar sifatining xavfsizlik talablariga javob berishini ta’minlaydi [2]. VMQning 192-sonli qarori bilan tasdiqlangan “Temir yo‘l transporti obyektlarining texnik ekspluatatsiyadagi xavfsizligi to‘g‘risida”gi texnik reglamentda vagonlarning konstruksiyasi, ekspluatatsiya me’yorlari, diagnostika tartiblari va texnik tekshiruvning asosiy bosqichlari aniq belgilab berilgan [3]. Ushbu normativ hujjatlar vagon jihozlanishining har bir elementi doimiy nazorat ostida bo‘lishi zarurligini ko‘rsatadi.

So‘nggi yillarda vagonlarning texnik xavfsizligini ta’minlashda an’anaviy rejalashtirilgan xizmat ko‘rsatish modeli yetarli emasligi ko‘plab xalqaro tadqiqotlarda qayd etilgan (Tang va boshq., 2022) [4]. Chunki reja asosidagi ko‘rik ko‘p hollarda nosozlikning real vaqtdagi rivojlanishini aks ettira olmaydi va xavfli holatlar kech aniqlanadi. Shu sababli jahon temir yo‘l tizimlarida sun’iy intellektga asoslangan prediktiv texnik xizmat konsepsiyasi tez sur’atlar bilan ommalashmoqda (UIC, 2024) [5].

Prediktiv diagnostika, xususan mashinaviy o‘qitish modellariga asoslangan monitoring tizimlari vagonning texnik parametrlaridagi eng kichik chetlanishlarni aniqlash va ehtimoliy nosozlikni oldindan bashorat qilish imkonini beradi. Bu



yondashuv texnik xizmat ko'rsatish samaradorligini oshiradi va avariya xavfini kamaytiradi.

II. Sun'iy intellekt asosida vagon jihozlanishi xavfsizligini oshirishning texnik jihatlar.

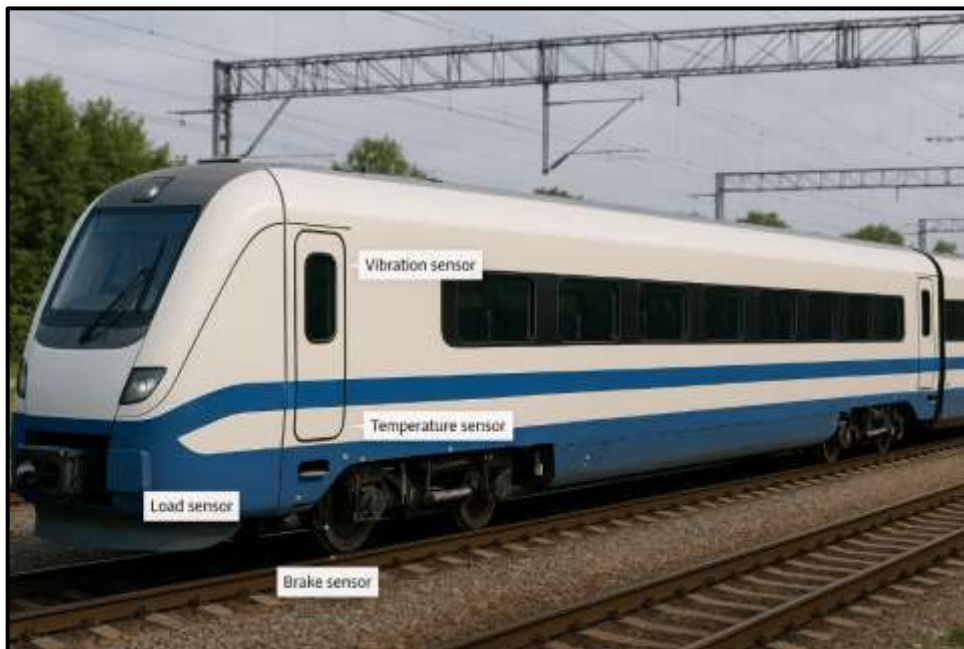
2.1. IoT sensor tizimlari yordamida real vaqt monitoringi

IoT sensorlari vagonlarning texnik holatini kuzatuvchi raqamli nazorat tizimining asosiy komponenti hisoblanadi. Sensorlar real vaqt rejimida tebranish, harorat, yuklanish, tormoz bosimi kabi parametrlarni uzatadi. Bu parametrlar sun'iy intellekt algoritmlari tomonidan qayta ishlanib, vagonning joriy holati bo'yicha aniq baho shakllantiriladi.

IoT tizimlarining afzalligi shundaki, ular aniqlash qiyin bo'lgan nozik nuqsonlarni ham aniqlaydi, shu orqali ekspluatatsion ishonchlikni oshiradi (Egis Group, 2023) [6].

1-jadval. IoT sensorlarining asosiy turlari va vazifalari

Sensor turi	Parametr	Xavfsizlikdagi roli	Manba
Tebranish sensori	Vibratsiya	Yoriqlar va deformatsiyalarni aniqlash	[6]
Harorat sensori	Temperatura	Podshipnik qizishini oldini olish	[7]
Yuk sensori	Yuk massasining taqsimoti	Ag'darilish xavfini kamaytirish	[7]
Tormoz sensori	Bosim	Tormoz tizimidagi muammolarni erta aniqlash	[7]



1-rasm. IoT sensorlarining vagon bo'ylab joylashuvi

2.2. Kompyuter ko'rish asosida avtomatlashtirilgan diagnostika.

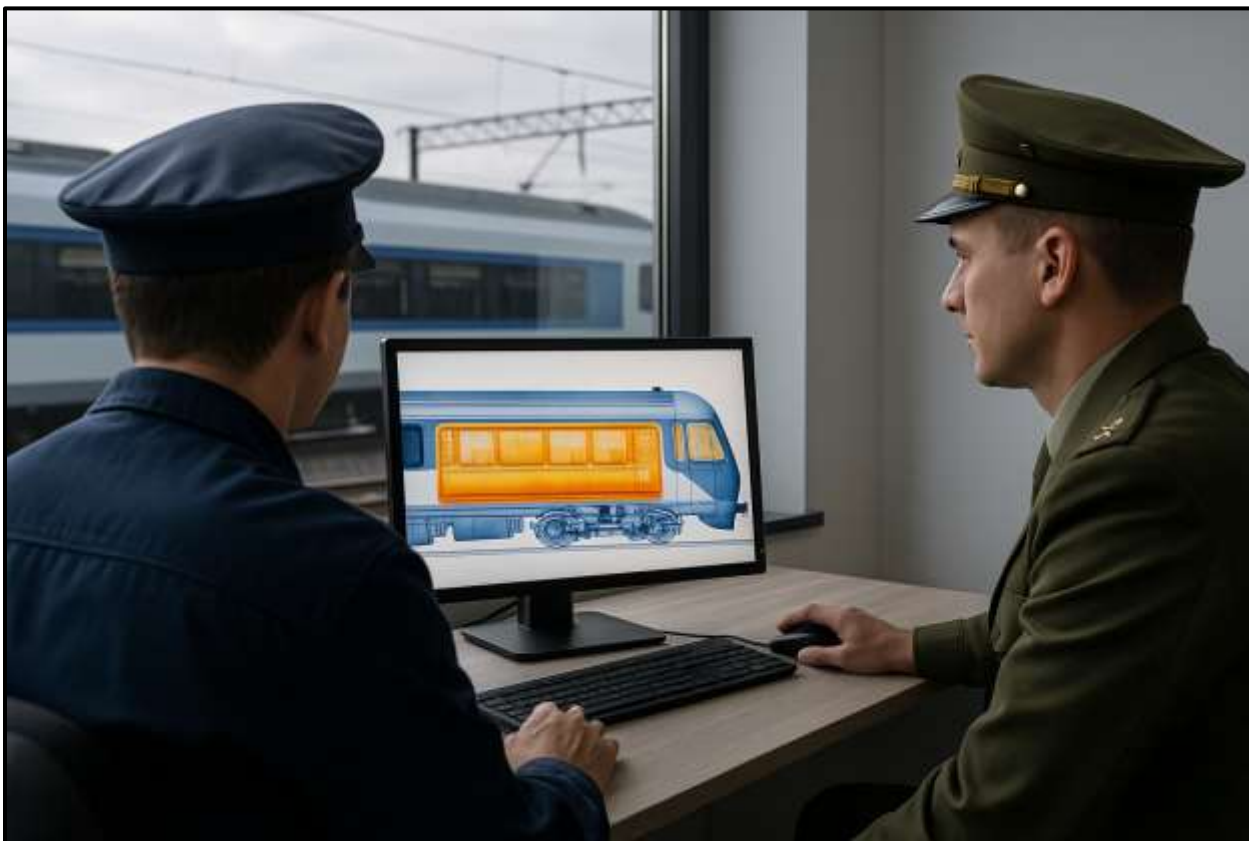
Kompyuter ko'rish (Computer Vision) texnologiyalari yordamida vagonlarning tashqi ko'rinishidagi nuqsonlar — yoriqlar, deformatsiyalar, tormoz kolodkalari yeyilishi, korroziya va begona jismlar yuqori aniqlikda aniqlanishi mumkin. Dronlar va statsionar kameralar orqali yig'ilgan tasvirlar sun'iy intellekt algoritmlari yordamida real vaqt rejimida qayta ishlanadi.

Xalqaro ilmiy tadqiqotlarda kompyuter ko'rish tizimlarining aniqlik darajasi 90–98% gacha yetishi ta'kidlanadi (Lee & Park, 2022) [8].

2-jadval. An'anaviy va AI diagnostika samaradorligining qiyosiy tahlili.

Ko'rsatkich	An'anaviy usullar	AI diagnostika	Manba
Aniqlik	60–70%	90–98%	[8]
Tekshiruv vaqti	Bir necha soat	Bir necha soniya	[9]
Inson xatosi	Yuqori	Past	[9]
Avariya xavfi kamayishi	Minimal	40–50%	[5]





2-rasm. Kompyuter ko‘rish orqali nuqsonlarning aniqlanishi)

2.3. Mashinaviy o‘qitishga asoslangan prediktiv texnik xizmat.

Prediktiv texnik xizmat ko‘rsatish sun’iy intellektning eng samarali yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Bu model vagonning sensorlar orqali yig‘ilgan ma’lumotlarini tahlil qilib, nosozlik yuzaga kelishi ehtimolini hisoblaydi. Shu orqali texnik xizmat muddati optimallashtiriladi va keraksiz tekshiruvlar soni kamayadi. FRA (2022) ma’lumotlariga ko‘ra, prediktiv texnik xizmat avariya ehtimolini 45% gacha kamaytiradi [10].

III. Tashkiliy va me’yoriy jihatlar: AI integratsiyasining institutsional modeli.

Temir yo‘l vagonlari jihozlanishi xavfsizligini sun’iy intellekt asosida takomillashtirish jarayoni texnik modernizatsiyadan tashqari, huquqiy tartibga solish va tashkiliy boshqaruvni ham qamrab oladi. Ushbu jarayonning asosiy



poydevori amaldagi normativ-huquqiy hujjatlar bilan belgilanadi. Xususan, “Temir yo‘l transporti to‘g‘risida”gi hamda “Texnik jihatdan tartibga solish to‘g‘risida”gi qonunlar temir yo‘l tarkibining texnik talablari, diagnostika qoidolari va xavfsizlik standartlarini belgilab beradi. VMQning 192-sonli texnik reglamenti vagonlar ekspluatatsiyasi, texnik ko‘rik va konstruktiv talablarni aniq tartibga soladi. Vagon jihozlanishi bo‘yicha milliy standart — O‘zDSt 3046:2015 — texnik xavfsizlik mezonlarini belgilasa, ISO/IEC 27001 esa raqamli diagnostika jarayonida axborot xavfsizligini ta’minlashga xizmat qiladi. Bu hujjatlar AI tizimlarini tatbiq etishda huquqiy va texnik barqarorlikni yaratadi.

Sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish samaradorligi malakali mutaxassislar tayyorligiga ham bog‘liq. “O‘zbekiston temir yo‘llari” AJning so‘nggi hisobotlarida raqamli diagnostika, IoT qurilmalari, kompyuter ko‘rish va mashinaviy o‘qitish bo‘yicha o‘quv dasturlari yo‘lga qo‘yilgani qayd etiladi. Bu esa AI tizimlari bilan ishlovchi texnik personalning kompetensiyasini oshiradi va integratsiya jarayonining uzluksizligini ta’minlaydi.

AI tizimlarining amaliy joriy etilishi bir necha bosqichni o‘z ichiga oladi: avvalo, vagonlarda ma’lumot yig‘ish infratuzilmasi (IoT sensorlari, markazlashgan ma’lumot bazalari) shakllantiriladi; keyinchalik kompyuter ko‘rish va mashinaviy o‘qitish modellariga asoslangan raqamli diagnostika tizimlari ishlab chiqiladi; texnik xizmat ko‘rsatish bo‘linmalarining ish jarayonlari yangi texnologiyalarga moslashtiriladi; kiberxavfsizlik choralari kuchaytiriladi va yakunda tizim samaradorligi doimiy monitoring qilinadi. Bunday integratsiya modeli texnik, tashkiliy va axborot xavfsizligi elementlarini yagona boshqaruv tizimiga birlashtirish imkonini beradi.

Yakunda, AI texnologiyalarining institutsional joriy etilishi vagon jihozlanishi xavfsizligini oshirish, nosozliklarni erta aniqlash, xizmat xarajatlarini optimallashtirish va temir yo‘l transportining umumiy ishonchliligini ta’minlashda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.



Xulosa

Temir yo‘l vagonlari jihozlanishi xavfsizligini ta‘minlash sohasida sun‘iy intellekt texnologiyalarining joriy etilishi transport tizimining texnik, tashkiliy va normativ jihatlarini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqmoqda. Tadqiqot davomida o‘rganilgan normativ-huquqiy hujjatlar, texnik standartlar hamda ilmiy manbalar shuni ko‘rsatadiki, mavjud an‘anaviy diagnostika va rejalashtirilgan texnik xizmat ko‘rsatish modeli bugungi kun talablariga to‘liq javob bermaydi. Vagonlarning konstruktiv elementlari murakkablashgani, yuk va yo‘lovchi oqimining ortib borishi hamda transport xavfsizligiga qo‘yilayotgan talablarning kuchayishi natijasida real vaqt rejimida ishlovchi aqlli diagnostika tizimlarining ahamiyati oshib bormoqda.

IoT sensorlari, kompyuter ko‘rish tizimlari va mashinaviy o‘qitishga asoslangan prediktiv texnik xizmat modellarining qo‘llanilishi vagon jihozlanishi holati bo‘yicha katta hajmdagi ma‘lumotlarni tezkor va aniq tahlil qilish imkonini beradi. Bu esa yoriqlar, deformatsiyalar, mexanik yuklanishdagi nomutanosibliklar, tormoz tizimidagi nosozliklar kabi xavfli holatlarni erta aniqlashga yordam beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, AI asosidagi diagnostika aniqligi 90–98% gacha yetib, an‘anaviy usullarga nisbatan bir necha bor samaraliroqdir. Prediktiv texnik xizmat texnik xizmat xarajatlarini 25–35% gacha qisqartirish, avariya holatlari ehtimolini esa 40–50% ga kamaytirish imkonini berishi ilmiy va amaliy jihatdan isbotlangan.

Tashkiliy va me‘yoriy jihatlar tahlili AI integratsiyasi faqat texnik modernizatsiya emasligini, balki kadrlar tayyorlash, boshqaruv tizimlarini raqamlashtirish, axborot xavfsizligini ta‘minlash va normativ bazani moslashtirish kabi kompleks chora-tadbirlarni ham talab qilishini ko‘rsatdi. O‘zbekiston Respublikasi qonunchiligida belgilangan texnik xavfsizlik talablari AI tizimlarini joriy etishda muhim yo‘nalish bo‘lib xizmat qiladi, ammo mavjud standartlar AI asosidagi vositalar uchun yanada takomillashtirishni talab qiladi.



Umuman olganda, temir yo‘l vagonlarining texnik jihozlanishi xavfsizligini oshirishda sun’iy intellekt texnologiyalarining qo‘llanilishi transport tizimining barqarorligi, avariya xavfsizligi va xizmat ko‘rsatish samaradorligini sezilarli darajada oshirishga qodir. AI integratsiyasi texnik xizmat ko‘rsatish jarayonlarini optimallashtirish, real vaqt monitoringini joriy etish va nosozliklarni bashoratlash orqali temir yo‘l tizimining raqobatbardoshligini oshiradi. Shuningdek, bu yo‘nalishda ilmiy-tadqiqot ishlarini kengaytirish, amaliy loyihalarni ko‘paytirish va xalqaro tajribalarni o‘zlashtirish orqali O‘zbekiston temir yo‘l transporti sohasini yanada modernizatsiya qilish imkoniyati mavjud.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] O‘zbekiston Respublikasi. “Temir yo‘l transporti to‘g‘risida”gi Qonun : O‘zbekiston Respublikasi Qonuni, 27 noyabr 2024 y., O‘RQ-1006-son. – Toshkent : O‘zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi, 2024.

[2] O‘zbekiston Respublikasi. “Texnik jihatdan tartibga solish to‘g‘risida”gi Qonun : O‘zbekiston Respublikasi Qonuni, 23 aprel 2009 y., O‘RQ-213-son (keyingi tahrirlari bilan). – Toshkent : O‘zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi, 2009.

[3] O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. “Temir yo‘l transporti obyektlarining texnik ekspluatatsiyadagi xavfsizligi to‘g‘risidagi umumiy texnik reglamentni tasdiqlash haqida”gi Qaror : 4 iyul 2012 y., 192-son. – Toshkent : O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi, 2012.

[4] Tang R., va boshq. A literature review of artificial intelligence applications in railway systems // European Transport Research Review. – 2022.

[5] International Union of Railways (UIC). The journey toward AI-enabled railway companies: from data to predictive maintenance : white paper. – Paris : UIC, 2024.

[6] Egis Group. Applications of Artificial Intelligence in Railroads : analytical report. – Paris : Egis Group, 2023.



[7] “O‘zbekiston temir yo‘llari” aksiyadorlik jamiyati. Raqamlashtirish va avtomatlashtirish bo‘yicha yillik hisobot. 2022-yil. – Toshkent : “O‘zbekiston temir yo‘llari” AJ, 2023.

[8] Lee J., Park D. AI-based defect detection on railway tracks using computer vision // Journal of Transportation Engineering. – 2022.

[9] Liu Y., Chen H. Real-time IoT monitoring systems for railway safety // IEEE Internet of Things Journal. – 2021.

[10] United States Federal Railroad Administration (FRA). Artificial Intelligence and Automation in Railway Operations : technical report. – Washington, DC : U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration, 2022.