

**YO‘LLARNI ELEKTRON MODERNIZATSIYALASH: AQLLI TRANSPORT
TIZIMLARI VA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA**

Bozorboyev Shuhrat Ziynat o‘g‘li

Orolbo‘yi tibbiyot va transport texnikumi Temir yo‘l transporti kafedrasining

"Yuk va tijorat ishlari asoslari" fani o‘qituvchisi

bazarbaevshz@gmail.com 998936145433

Annotatsiya Ushbu ilmiy maqolada yo‘l infratuzilmasini elektron modernizatsiyalashning nazariy va amaliy jihatlarini o‘rganilgan. Aqlli yo‘llar konsepsiyasi, ularning evolyutsion bosqichlari, asosiy texnologik tarkibiy qismlar – narsalar interneti (IoT), sun‘iy intellekt (AI), katta ma‘lumotlar, bulutli va chekka hisoblash tizimlari, raqamli egizaklar tahlil qilingan. Tadqiqotda aqlli transport tizimlarining yo‘l harakati xavfsizligi va samaradorligiga ta‘siri, shuningdek O‘zbekistonda ushbu sohada amalga oshirilayotgan loyihalar va raqamlashtirish strategiyasi yoritilgan. Maqolada keltirilgan tahlillar raqamli transformatsiyaning transport tarmog‘ini modernizatsiyalashdagi muhim roli va uni yanada kengaytirish bo‘yicha amaliy tavsiyalarni o‘z ichiga oladi.

Kalit so‘zlar: aqlli yo‘llar, elektron modernizatsiya, aqlli transport tizimlari (ITS), narsalar interneti (IoT), sun‘iy intellekt (AI), raqamli transformatsiya, yo‘l harakati xavfsizligi, bulutli va chekka hisoblash, raqamli egizak.

Kirish. Hozirgi urbanizatsiya va avtomobillashuv jarayonlari transport infratuzilmasiga bo‘lgan talabni tubdan oshirmoqda. Dunyo shaharlarida transport vositalari sonining keskin o‘sishi, tirbandliklar, avariylar va ekologik muammolarning kuchayishiga olib kelmoqda. An‘anaviy yo‘l boshqaruv tizimlari murakkab va dinamik transport oqimlariga moslasha olmay qolmoqda. Shu sababli, yo‘llarni elektron modernizatsiyalash, ularni aqlli, raqamli va intellektual tizimlarga aylantirish dolzarb ilmiy-amaliy muammoga aylangan. Aqlli yo‘l tushunchasi avtomobil yo‘llarini yangi avlod axborot va intellektual texnologiyalar asosida raqamli, tarmoqli va intellektual modernizatsiyalashni anglatadi. Aqlli transport tizimlari (ATS) esa IoT, AI va prognozli tahlil kabi ilg‘or texnologiyalarni integratsiyalash orqali real vaqt rejimida qaror qabul qilish imkoniyatini yaratadi. Ushbu maqolaning maqsadi – yo‘l infratuzilmasini elektron modernizatsiyalashning texnologik asoslarini, xalqaro tajriba va O‘zbekiston amaliyotini o‘rganib, sohaning istiqbolli yo‘nalishlarini belgilashdan iborat.



Aqlli yo‘llar konsepsiyasi: evolyutsiya va asosiy tavsif Aqlli yo‘llarning evolyutsiyasi bir necha bosqichlarni o‘z ichiga oladi: paydo bo‘lish va dastlabki tajribalar davri; intellektual transport tizimlarining yuksalishi; transport vositasi – yo‘l hamkorlik tizimlari hamda raqamli-intellektual rivojlanish bosqichlari. Rivojlangan mamlakatlar (AQSH, Yaponiya, Yevropa va Xitoy) tajribasi shuni ko‘rsatadiki, aqlli yo‘llar evolyutsiyasi quyidagi texnologik arxitektura asosida shakllanmoqda:

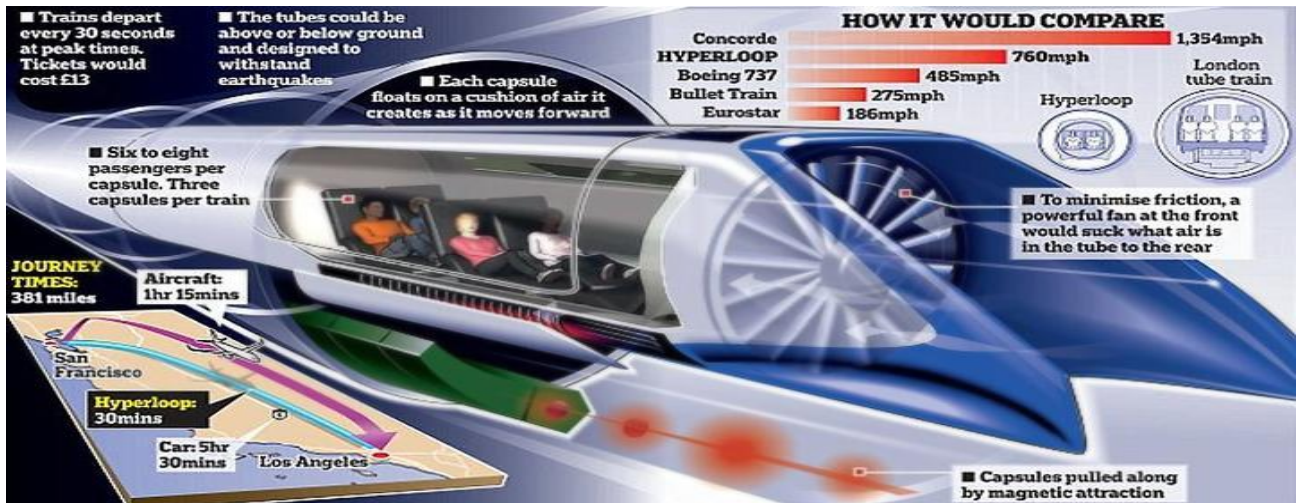
- jismoniy ierarxiyada – bulut-cheikka-voqea (cloud-edge-end) paradigmasiga;
- mantiqiy ierarxiyada – sezish-aloqa-hisoblash-qo‘llash prinsipiga tayanadi.

Hozirgi kunda Xitoy va Yevropada “axborotli boshqaruv”dan “hamkorlikni optimallashtirish” va undan “avtonom boshqaruv”ga o‘tish bosqichi amalga oshirilmoqda.

Narsalar interneti (IoT) va sensor texnologiyalari IoT asosidagi aqlli simsiz sensor tarmoqlari (WSN) yo‘l infratuzilmasiga integratsiyalanib, real vaqt monitoringi, ma’lumotlarga asoslangan qarorlar qabul qilish va prognozli tahlil qilish imkonini beradi. Ushbu tizimlar tez yordam chaqiruvlariga javobni tezlashtirish, xavfli holatlarni aniqlash va haydovchilar xatti-harakatlarini kuzatish hisobiga yo‘l xavfsizligini oshiradi.



Sun’iy intellekt va katta ma’lumotlar AI va ML modellari transport oqimlarini optimallashtirish, tirbandliklarni prognoz qilish va svetoforlarni avtomatik boshqarishda qo‘llanilmoqda. IoT infratuzilmasi (sensorlar, kameralar, ulangan transport vositalari) ma’lumotlarni to‘playdi, ML algoritmlari esa tirbandlik shaklini bashorat qiladi va svetoforlarni avtomatik sozlaydi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, AI + IoT kombinatsiyasi transportdagi o‘rtacha kechikishlarni 30% gacha kamaytirishi mumkin.



Bulutli va chekka hisoblash (Edge and Cloud computing) Edge computing muhim afzallik – ma’lumotlarni mahalliy qayta ishlash hisobiga kechikishni minimallashtirish va markazlashgan bulutga yuklanishni kamaytirishdir. Chekka hisoblash vositalari real vaqtda hodisalarni (avariyalar, tiqilinchlar, ob-havo o‘zgarishlari) aniqlab, avtomatik xabarlar va dinamik belgilar orqali haydovchilarni ogohlantiradi.

Raqamli egizak (Digital Twin) Raqamli egizak – bu jismoniy yo‘l infratuzilmasining real vaqtli virtual nusxasi bo‘lib, u keng qamrovli monitoring va optimallashtirishni ta’minlaydi. Raqamli egizak barqaror loyihalash, profilaktik ta’mirlash va samarali boshqaruvga imkon beradi. Yo‘lning raqamli egizagi butun hayotiy tsikl davomida qarorlar qabul qilishni takomillashtirib, kelajakdagi loyihalar uchun asos bo‘ladi.

Sensor tarmoqlari aqlli transport tizimining “asab tizimi” vazifasini bajaradi.

Eng muhim vazifalari:

- yo‘l qoplamasi holatini kuzatish;
- ob-havo va ko‘rish masofasini aniqlash;
- transport oqimining zichligi va tezligini o‘lchash;
- avariyalarni avtomatik aniqlash va lokalizatsiya qilish.



Raqamli modernizatsiyaning xavfsizlik va samaradorlikka ta'siri

Raqamli texnologiyalar – sun'iy intellekt (AI), IoT va katta ma'lumotlar asosida avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari yo'l harakati xavfsizligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Aqlli tizimlar favqulodda vaziyatlarda tez yordam mashinalari uchun “yashil yo'lak” (Green Corridor) yaratib, ularning kesishmadan tez va xavfsiz o'tishini ta'minlaydi.

Samaradorlik ML va IoTga asoslangan tizimlar simulyatsiya sinovlarida o'rtacha kutish vaqtini 35% gacha, kesishmalar o'tkazuvchanligini esa 25% gacha oshirish imkonini bergan. Real vaqtdagi sinovlarda AI + IoT kombinatsiyasi transport o'rtacha kechikishini 30% gacha qisqartirgan.

Ekologik barqarorlik Raqamli boshqaruv vositalari to'xtash va ishlamay turish vaqtini qisqartirish, yonilg'i sarfini kamaytirish va CO₂ chiqindilarini sezilarli darajada pasaytirish imkonini yaratadi.



O'zbekistonda amalga oshirilayotgan amaliy ishlar va milliy strategiya

O'zbekiston transport tizimini raqamlashtirish va modernizatsiyalashning muhim bosqichiga qadam qo'ygan. 2025–2026 yillarda qator muhim tashabbuslar amalga oshirilmoqda.

Aqlli yo‘l harakati boshqaruvi (Toshkent misolida) Toshkentda yo‘l harakatini boshqarishning aqlli tizimi ishga tushirilmoqda. Bu tizim real vaqt rejimida transport oqimlarini tahlil qilib, svetoforlar ishini avtomatik boshqaradi. Ushbu loyiha Yo‘l harakati tashkil etish markazi (YHTEM) tomonidan amalga oshirilmoqda.

Tizim shahar chorrahalarini yagona aqlli tarmoqqa birlashtirib, harakat intensivligini maxsus kameralar va sensorlar orqali aniqlaydi. 2026 yil boshiga qadar shaharning 125 ta asosiy chorrahasi tizimga ulangan, 2026 yil oxiriga borib bu raqam 545 ta chorrahaga kengaytirilishi rejalashtirilgan. Har bir “aqlli” chorraha kamida to‘rtta kamera va harakat zichligi sensorlari bilan jihozlanadi.

Raqamlashtirishning qonunchilik va institutsional asoslari O‘zbekiston hukumati yo‘l harakati xavfsizligini ta‘minlash sohasini raqamlashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlarni belgilab oldi. Vazirlar Mahkamasining 2026 yil 20 yanvardagi 11-son qarori bilan bir qator muhim qoidalar joriy etildi:

- Jamoat xavfsizligi departamenti Yo‘l harakati xavfsizligi xizmati axborot tizimi “Ma‘muriy amaliyot” moduli mas‘ul vazirlik va idoralarning axborot tizimlariga integratsiya qilinmoqda.

- 2026 yil 1 fevraldan umumiy vazni 44 tonnadan ortiq yuk avtomobillari va boshqa toifalar uchun alohida seriyali ro‘yxatdan o‘tkazish davlat raqami belgilari joriy etiladi.

- Ishlab chiqarilganiga 50 yil va undan ortiq bo‘lgan transportlardan foydalanish va ularni qayta ro‘yxatga olish taqiqlanadi.

- Avtomototransportni davlat ro‘yxatidan o‘tkazishda hujjatlarni idoralararo elektron hamkorlik orqali olish yo‘lga qo‘yiladi.

Transport-logistika tizimini raqamlashtirish O‘zbekiston Respublikasining 2030 yilgacha bo‘lgan transport-logistika tizimini rivojlantirish konsepsiyasida transport-logistika tizimini raqamlashtirish va chegaralararo elektron hujjat almashinuvini rivojlantirish ustuvor yo‘nalish sifatida belgilangan. Shu nuqtai nazardan, xalqaro transport yo‘laklarining milliy qismlariga oid raqamli pasportlar ishlab chiqilmoqda.

Muammolar va kelgusidagi vazifalar O‘zbekistonda qator muvaffaqiyatli qadamlar qo‘yilgan bo‘lsa-da, quyidagi muammolar mavjud:

- sensor tarmoqlari va 5G infratuzilmasini yanada kengaytirish zarur;
- turli idoraviy axborot tizimlarining integratsiyasi va interoperabilikni ta‘minlash;
- raqamli tizimlar uchun malakali IT va transport injenerlari yetishmasligi;
- katta ma‘lumotlarni (Big Data) samarali boshqarish va tahlil qilish mexanizmlarini takomillashtirish.

Xulosa va tavsiyalar

Yo‘llarni elektron modernizatsiyalash zamonaviy transport tizimlarining uzviy qismiga aylanmoqda. IoT, AI, Edge computing, raqamli egizak va boshqa texnologiyalar yo‘l harakati xavfsizligi va samaradorligini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqmoqda. O‘zbekiston ushbu yo‘nalishda tizimli ishlarni amalga oshirmoqda: Toshkentda aqlli svetofor tizimlari ishga tushirilmoqda, raqamlashtirishning qonunchilik asoslari yaratilmoqda, transport-logistika konsepsiyasi qabul qilingan.

Kelgusida quyidagi yo‘nalishlarga e‘tibor qaratish tavsiya etiladi:

1. Keng qamrovli IoT infratuzilmasini yaratish – barcha magistral yo‘llar va shahar ko‘chalarini sensor tarmoqlari bilan qoplash.
2. Sun‘iy intellekt asosida prognozli boshqaruv tizimlarini joriy etish – tirbandliklarni oldindan bashorat qilish va oldini olish.
3. Raqamli egizak texnologiyasini sinov tariqasida joriy etish – birinchi navbatda yirik shaharlar va xalqaro transport yo‘laklarida.
4. Idoralararo elektron hamkorlikni yanada takomillashtirish – yagona raqamli platforma yaratish.
5. Malakali kadrlar tayyorlash tizimini rivojlantirish – transport va IT sohalarining integratsiyalashgan ta‘lim dasturlarini ishlab chiqish.

ADABIYOTLAR:

1. Wang X. Comprehensive review on smart highway evolution and research 2025: Preface. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2025, 42(10): 2–3.
2. Comprehensive review on smart highway evolution and research 2025. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2025, 42(10).
3. Revolutionizing Urban Mobility: A Systematic Review of AI, IoT, and Predictive Analytics in Adaptive Traffic Control Systems for Road Networks. Electronics, 2025, 14(4): 719.
4. Kumari S., Tyagi A.K., Tiwari S. Smart Wireless Sensor Networks for Road Traffic Management System and Road Safety. In: Integrating AI and IoT in Smart Cities. Taylor & Francis, 2026.
5. Novel ML-Based Traffic Flow Optimization: Real-Time Vehicle Monitoring and Signal Management with IoT-Based Metropolitan Infrastructure. IEEE Xplore, 2026.
6. Design and Development of Intelligent Expressway using Edge Computing and Internet of Things. IEEE Xplore, 2025.
7. Ildirov I.T. Aqli shahar infratuzilmasida transport xavfsizligini ta‘minlashning raqamli yechimlari. Journal of International Scientific Research, 2025, 2(9): 379-382.
8. Haverkamp P., Ananteswar A., May M. et al. Digital Twin Road: value and implications involving data and application. Discover Applied Sciences, 2025, (6).
9. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 20.01.2026 yildagi 11-son qarori. “Yo‘l harakati xavfsizligini ta‘minlash sohasini raqamlashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”.
10. O‘zbekiston Respublikasining 2030 yilgacha bo‘lgan transport-logistika tizimini rivojlantirish konsepsiyasi.