



AVTOMOBIL YO'LLARINING HAYOTIY SIKLIDA INTELLEKTUAL TRANSPORT TIZIMLARINI QO'LLASH: LOYIHALASH, QURISH VA EKSPLOATATSIYA QILISHNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI

Quljanov Farhod Berdiyevich

Toshkent davlat transport universiteti mustaqil izlanuvchisi
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17119156>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 07- sentabr 2025 yil
Ma'qullandi: 11- sentabr 2025 yil
Nashr qilindi: 15- sentabr 2025 yil

KEYWORDS

Intellectual transport tizimlari,
avtomobil yo'llari, hayotiy sikl,
loyihalash, qurilish,
ekspluatatsiya, raqamli
texnologiyalar, yo'l harakati
xavfsizligi, avtomatlashtirish,
innovatsion yechimlar.

ABSTRACT

Ushbu maqolada avtomobil yo'llarining hayotiy sikli doirasida intellektual transport tizimlarini (ITT) joriy etishning dolzarbligi va samaradorligi tahlil qilinadi. Loyihalash bosqichida ITT vositalari orqali harakat oqimining prognoz qilinishi, qurilish jarayonida texnologik nazoratning avtomatlashtirilishi, shuningdek, ekspluatatsiya davrida real vaqt rejimida monitoring va boshqaruv tizimlarining qo'llanilishi ko'rib chiqiladi. Maqolada shuningdek, yo'l infratuzilmasini raqamlashtirish, xavfsizlikni oshirish va xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytirishdagi innovatsion yondashuvlar yoritilgan. Tadqiqot natijalari asosida avtomobil yo'llarini zamonaviylashtirishda ITT texnologiyalarining amaliy ahamiyati asoslab berilgan.

Intellectual transport tizimlari (ITT) zamonaviy avtomagistrallarni shunchaki asfalt va betondan iborat yo'laklardan real vaqt rejimida ma'lumotlar asosida ishlaydigan, o'zgaruvchan sharoitlarga moslashadigan va barcha foydalanuvchilar uchun xavfsizlik hamda samaradorlikni oshiradigan dinamik infratuzilmaga aylantirmoqda.¹ Ushbu texnologiyalarni muvaffaqiyatli joriy etish ularni faqatgina mavjud yo'llarga qo'shish bilan cheklanmaydi. Aksincha, ITT avtomobil yo'lining butun hayotiy sikli – dastlabki loyihalashdan tortib, qurilish jarayoni va kundalik ekspluatatsiyagacha bo'lgan barcha bosqichlarga chuqur integratsiya qilinishini talab etadi.

Ushbu maqolada ITTning avtomobil yo'llarini loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilish jarayonlariga qo'llanilishining o'ziga xos xususiyatlari har bir bosqich kesimida batafsil ko'rib chiqiladi.

I. Loyihalash bosqichi: "aqlli" yo'l uchun poydevor qo'yish

ITTning samaradorligi bevosita uning dastlabki loyihalash bosqichida qanchalik puxta rejalashtirilganiga bog'liq. Bu bosqichda texnologiya an'anaviy muhandislik yechimlari bilan birgalikda ko'rib chiqilishi kerak.

1.1. Tizim Muhandisligi (Systems Engineering):

Komplekslikni boshqarish ITT loyihalari ko'plab o'zaro bog'liq komponentlar – sensorlar, aloqa tarmoqlari, dasturiy ta'minot va boshqaruv markazlaridan iborat bo'lgani uchun ularni loyihalashda tizimli yondashuv talab etiladi. Tizim muhandisligi (SE) – bu

barcha elementlarning birgalikda muvaffaqiyatli ishlashini ta'minlaydigan fanlararo yondashuvdir. AQShda federal mablag'lar hisobidan amalga oshiriladigan barcha ITT loyihalari uchun SE jarayonidan foydalanish majburiy qilib belgilangan (940-Qoida), bu uning muhimligini ko'rsatadi. SE jarayoni loyihaning boshida barcha manfaatdor tomonlarning ehtiyojlarini aniqlash, tizimga qo'yiladigan talablarni hujjatlashtirish va barcha komponentlarning o'zaro muvofiqligini ta'minlashga yordam beradi.

1.2. Raqamli Loyihalash Asboblari: BIM, Raqamli Egizaklar va 3D Skanerlash

Zamonaviy raqamli texnologiyalar avtomagistral loyihasining aniq va dinamik virtual modellarini yaratishga imkon beradi:

➤ **Bino axborot modellashtirish (BIM):** BIM yo'lining barcha jismoniy va funksional xususiyatlarining raqamli tasvirini yaratish imkonini beradi. Bu loyihalashdagi ziddiyatlarni qurilish boshlanmasdan oldin aniqlash, resurslarni samarali rejalashtirish va loyihaning butun hayotiy sikli davomida ma'lumotlarni boshqarishga yordam beradi.

➤ **3D skanerlash va dronlar:** Lazerli skanerlar va dronlar yordamida hududning yuqori aniqlikdagi topografik ma'lumotlari va 3D modellari yaratiladi. Bu mavjud infratuzilmani hisobga olgan holda yo'lni aniqroq loyihalash imkonini beradi.

➤ **Raqamli egizaklar (Digital Twins):** Bu texnologiya jismoniy magistrallarning virtual nusxasini yaratadi va uni real vaqtdagi ma'lumotlar bilan doimiy yangilab turadi. Loyihalash bosqichida raqamli egizak transport oqimlarining turli ssenariyalarini simulyatsiya qilish, ITT strategiyalarining (masalan, adaptiv svetoforlar yoki o'zgaruvchan tezlik cheklovlari) potentsial ta'sirini baholash va infratuzilmani optimallashtirish uchun ishlatiladi.

1.3. ITT Infratuzilmasini fizik loyihaga integratsiyalash.

"Aqlli" yo'l qurilishi uchun zarur bo'lgan jismoniy infratuzilma an'anaviy yo'l elementlari (masalan, geometrik tekislash, qoplama dizayni) bilan birga loyihalashtirilishi kerak. Bunga quyidagilar kiradi:

➤ **Aloqa tarmoqlari:** Optik tolali kabellar yoki boshqa simli aloqa liniyalari uchun quvurlar va quduqlarni yotqizish.

➤ **Elektr ta'minoti:** Yo'l bo'yidagi qurilmalar (kameralar, o'zgaruvchan axborot belgilari, sensorlar) uchun uzluksiz elektr ta'minotini rejalashtirish.

➤ **Qurilmalar uchun poydevorlar:** Videokuzatuv kameralari (CCTV), o'zgaruvchan xabar belgilari (DMS) va ob-havo stansiyalari (RWIS) uchun ustunlar va poydevorlarni loyihalash.

➤ **Sensornlarni joylashtirish:** Yo'l qoplamasiga o'rnatiladigan induktiv halqali datchiklar yoki yo'l chetiga o'rnatiladigan radar va LiDAR sensorlari uchun joylarni oldindan belgilash.

II. Qurilish bosqichi: xavfsizlik va samaradorlikni ta'minlash

Qurilish jarayonida ITT texnologiyalari ish hududlarida xavfsizlikni oshirish, transport harakatini boshqarish va qurilish texnikasi parkini samarali nazorat qilish uchun muhim vositaga aylanadi.

2.1. "Aqlli" Ish Hududlari (Smart Work Zones - SWZ)

SWZ – bu qurilish hududlaridagi transport harakati ta'sirini dinamik boshqarish uchun ITT texnologiyalarini qo'llaydigan tizimdir. Uning asosiy maqsadi ishchilar va haydovchilar uchun xavfsizlikni oshirish hamda tirbandliklarni kamaytirishdir. Asosiy komponentlari:

➤ **Navbatlar haqida ogohlantirish:** Sensorlar yordamida ish hududiga

yaqinlashayotgan tirbandliklar aniqlanadi va portativ o'zgaruvchan xabar belgilari orqali haydovchilar oldindan ogohlantiriladi.

➤ **Dinamik qatorlarni birlashtirish:** Transport oqimining zichligiga qarab, haydovchilarga qachon va qayerda qatorni o'zgartirish kerakligi haqida ko'rsatmalar beriladi, bu esa silliq harakatlanishni ta'minlaydi.

➤ **O'zgaruvchan tezlik cheklovlari (VSL):** Real vaqtdagi transport sharoitlariga qarab tezlik cheklovlari dinamik ravishda o'zgartirib turiladi, bu esa keskin tormozlanishlar va avariya xavfini kamaytiradi.

2.2. Qurilish texnikasi parkini boshqarish (Fleet Management)

Telematika va ITT texnologiyalari qurilish kompaniyalariga o'zlarining texnika parkini samarali boshqarish imkonini beradi.

➤ **Real vaqtdagi kuzatuv:** GPS va boshqa sensorlar yordamida barcha texnika va jihozlarning joylashuvi, ish vaqti va holati real vaqt rejimida kuzatib boriladi.

➤ **Prognozli texnik xizmat ko'rsatish:** Dvigatel soatlari, yoqilg'i sarfi va boshqa ko'rsatkichlar tahlil qilinib, texnik xizmat ko'rsatish zarurati oldindan bashorat qilinadi. Bu kutilmagan buzilishlarning oldini oladi va texnikaning ishlamay turib qolish vaqtini kamaytiradi.

➤ **Samaradorlikni oshirish:** Yoqilg'i sarfi, bekor ishlash vaqti va uskunadan foydalanish darajasi kabi ma'lumotlarni tahlil qilish orqali operatsion xarajatlarni kamaytirish va ish unumdorligini oshirish mumkin.

2.3. Qurilish jarayonini raqamli nazorat qilish

Loyihalash bosqichida qo'llanilgan raqamli vositalar qurilishda ham o'z ahamiyatini saqlab qoladi. Dronlar qurilish maydonini muntazam ravishda suratga olib, ishning borishini kuzatish va loyihaga muvofiqligini tekshirish uchun ishlatiladi. Bundan tashqari, GPS va sun'iy intellekt bilan jihozlangan avtonom qurilish texnikalari (buldozerlar, greyderlar) yer tekislash va asfalt yotqizish kabi ishlarni yuqori aniqlikda bajarishi mumkin.

III. Eksploatatsiya bosqichi: yo'l tarmoqlarini faol boshqarish

Avtomagistral foydalanishga topshirilgandan so'ng, ITT uning kundalik faoliyatini boshqarish, transport oqimini optimallashtirish va xavfsizlikni ta'minlashda markaziy rol o'ynaydi.

3.1. Ilg'or transport boshqaruv tizimlari (ATMS)

ATMS – bu magistral yo'l tarmog'ining "asab markazi" hisoblanadi. U yo'l bo'yidagi sensorlar va kameralardan real vaqtdagi ma'lumotlarni yig'ib, Transport Boshqaruv Markazida (TMC) qayta ishlaydi va shunga asosan transport oqimini boshqaradi. ATMSning asosiy funksiyalari:

➤ **Real vaqtdagi monitoring:** Videokuzatuv kameralari va transport datchiklari yordamida yo'l harakati doimiy kuzatib boriladi.

➤ **Hodisalarni boshqarish:** Tizim avtomatik ravishda yo'l-transport hodisalari yoki boshqa favqulodda vaziyatlarni aniqlaydi va tezkor choralarni ko'rish uchun mas'ul xizmatlarni xabardor qiladi.

➤ **Haydovchilarni xabardor qilish:** O'zgaruvchan xabar belgilari (DMS) va mobil ilovalar orqali haydovchilarga tirbandliklar, avariya va ob-havo sharoitlari haqida ma'lumot beriladi.

3.2. Faol transport boshqaruvi (Active Traffic Management - ATM) Strategiyalari

ATM – bu tirbandlikning oldini olish va transport oqimini barqarorlashtirishga qaratilgan proaktiv boshqaruv usullari to'plamidir. Bularga quyidagilar kiradi:

➤ **O'zgaruvchan tezlik cheklovlari (VSL):** Tirbandlik yoki noqulay ob-havo sharoitida avariya xavfini kamaytirish uchun ruxsat etilgan maksimal tezlik vaqtincha pasaytiriladi.

➤ **Rampalarni o'lchash (Ramp Metering):** Magistralga qo'shiladigan yo'llardagi svetoforlar yordamida avtomobillarning asosiy oqimga kirish tezligi nazorat qilinadi, bu esa tirbandliklarning oldini oladi.

➤ **Dinamik qatorlardan foydalanish:** Yo'lning chetki qismini (yelkasini) tig'iz vaqtlarda vaqtincha harakatlanish uchun ochish orqali yo'lning o'tkazuvchanlik qobiliyati oshiriladi.

3.3. Yo'l infratuzilmasiga texnik xizmat ko'rsatish

ITT yo'l infratuzilmasiga texnik xizmat ko'rsatish va uni saqlash jarayonlarini ham optimallashtiradi.

➤ **Prognozli ta'mirlash:** Yo'l qoplamasi va ko'priklar kabi inshootlarga o'rnatilgan IoT sensorlari va raqamli egizaklar yordamida ularning holati doimiy kuzatib boriladi. Bu esa potensial nuqsonlarni ular jiddiy muammoga aylanishidan oldin aniqlash va ta'mirlash ishlarini proaktiv rejalashtirish imkonini beradi.

➤ **Yo'l ob-havo axborot tizimlari (RWIS):** Yo'l bo'yidagi meteorologik stansiyalar qoplama harorati, namlik va yog'ingarchilik haqida ma'lumot to'playdi. Bu ma'lumotlar asosida qishda muzlash xavfi haqida haydovchilar ogohlantiriladi va yo'llarga tuz sepish kabi choralar o'z vaqtida ko'riladi.

Xulosa

Intellectual transport tizimlari avtomobil yo'llari infratuzilmasining ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Ularni shunchaki qo'shimcha texnologiya sifatida emas, balki yo'lning butun hayotiy sikli – loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilishning har bir bosqichiga chuqur integratsiya qilingan fundamental element sifatida ko'rib chiqish lozim. Loyihalashdagi tizimli yondashuv va raqamli modellashtirishdan tortib, qurilishdagi "aqli" ish hududlari va ekspluatatsiyadagi faol transport boshqaruvigacha bo'lgan ITT yechimlari yo'l harakati xavfsizligini oshirish, o'tkazuvchanlik qobiliyatini maksimal darajada oshirish va mavjud infratuzilmadan yanada samaraliroq foydalanish uchun keng imkoniyatlar yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Key Components of Intelligent Transportation Systems (ITS) - RGBSI Blog, data poslednego obraçeniya: sentyabrya 10, 2025, <https://blog.rgbsi.com/components-of-intelligent-transportation-systems-its>
2. Intelligent Transportation Systems (ITS) Systems Engineering (SE) Process - Project Development - MnDOT, data poslednego obraçeniya: sentyabrya 10, 2025, <https://www.dot.state.mn.us/project-development/subject-guidance/intelligent-transportation-systems/process.html>
3. Relationship of Systems Engineering (SE) Process to Standard Transportation Project Development Process, data poslednego obraçeniya: sentyabrya 10, 2025, <https://www.dot.state.mn.us/its/docs/systemsengineeringprocess.pdf>
4. Applying Systems Engineering to Infrastructure Design - incose, data poslednego obraçeniya: sentyabrya 10, 2025, <https://www.incose.org/docs/default-source/default->

document-library/001-design-engineering-and-se-pamphlet.pdf?sfvrsn=f2c882c6_2

5. (PDF) ROLE OF DIGITAL TWINS AND BIM IN U.S. HIGHWAY INFRASTRUCTURE ENHANCING ECONOMIC EFFICIENCY AND SAFETY OUTCOMES THROUGH INTELLIGENT ASSET MANAGEMENT - ResearchGate, data poslednego obraçeniya: sentyabrya 10, 2025, https://www.researchgate.net/publication/395254172_ROLE_OF_DIGITAL_TWINS_AND_BIM_IN_US_HIGHWAY_INFRASTRUCTURE_ENHANCING_ECONOMIC_EFFICIENCY_AND_SAFETY_OUTCOMES_THROUGH_INTELLIGENT_ASSET_MANAGEMENT



INNOVATIVE
ACADEMY