

YO'L QURILISH SOHASIDA ILG'OR TEXNOLOGIYALAR VA ULARNI QO'LASH, SAQLASH VA JORIY TA'MIRLASHDA QO'YILADIGAN XATO VA KAMCHILIKLARNI OLDINI OLISH

Bekmurzoev Shahriyor Tolibjon o'g'li

"Qamchiqavtoyo'l" IYFDM Pungon yo'l bo'limi elektrik

Toshkent Davlat Transport Universiteti talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada rivojlangan davlatlarda yo'l xo'jaligi uchun qo'llanilayotgan ilg'or texnologiyalar va ularni O'zbekistonda tadbiq etish va rivojlantirish. Saqlash ishlarida qo'yiladigan xato va kamchiliklarni oldini olish uchun yangi vositalarni qo'llash. Ob'ekt sifatida A-373 "Toshkent-Ohangaron-Angren-Qo'qon-Shaxrixon-Andijon" avtomobil yo'lining ba'zi uchaskalari olindi. Bunda qayta qurish va tamirlash ishlari olib borilgan. 185-km dan 201-km 0-6 km oralig'ida ishlar bajarilgan.

Аннотация: В данной статье рассматриваются передовые технологии, применяемые в развитых странах для дорожного хозяйства, а также их внедрение и развитие в Узбекистане. Для предотвращения ошибок и недостатков при проведении ремонтных и восстановительных работ предлагается использование новых инструментов и технологий. В качестве объекта рассматриваются отдельные участки автомобильной дороги А-373 "Ташкент-Охангарон-Ангрен-Коканд-Шахрихан-Андижан". На этих участках были проведены работы по реконструкции и ремонту. Работы были выполнены на отрезке с 185-го по 201-й км (0-6 км интервал).

Abstract: This article discusses advanced technologies used in road infrastructure management in developed countries and their application and development in Uzbekistan. To prevent errors and shortcomings in maintenance and repair works, the use of new tools and technologies is proposed. As an object of study, certain sections of the A-373 "Tashkent-Ohangaron-Angren-Kokand-Shakhrihan-Andijan" highway were selected. Reconstruction and repair works were carried out on these sections, specifically from the 185th km to the 201st km (covering the 0-6 km range).

KIRISH

Transport infratuzilmasi mamlakatning iqtisodiy o'sishi, aholining erkin harakatlanishi, ijtimoiy barqarorlikning kafolatidir. So'nggi yillarda O'zbekistonda yo'l tarmog'i kengaymoqda: **183 ming km dan ortiq** avtomobil yo'li mavjud bo'lib, ularning 43% davlat va xalqaro ahamiyatga ega. Ammo, 35–40% avtomobil yo'llari **eskirgan, ekspluatatsiya muddati tugagan**, ularni saqlash va ta'mirlash tizimi esa **samarasiz** ishlamoqda.

Zamonaviy texnologiyalarni joriy etish – bu holatni tubdan o'zgartirishga olib keladi. Qurilish, ekspluatatsiya, ta'mirlash va monitoring tizimlarida raqamli va aqlli yondashuvlarga o'tish nafaqat xizmat muddatini oshiradi, balki xarajatlarni kamaytiradi va xavfsizlikni ta'minlaydi.

ILG'OR TEXNOLOGIYALAR VA ULARNING AFZALLIKLARI

BIM (Building Information Modeling)

BIM bu 3D model asosida avtomobil yo'li qurilishini **loyiha + boshqaruv + ekspluatatsiya** bosqichlarida yagona raqamli platformaga birlashtiradi.

Afzalliklari:

- Qurilish xatolarini 30% gacha kamaytiradi
- Loyiha bosqichini 25% ga tezlashtiradi
- Moliyaviy va texnik risklarni oldindan aniqlaydi.

Qo'llanishi: O'zbekiston Davlat yo'l qo'mitasi 2023-yilda Toshkent–Buxoro M-37 yo'li rekonstruksiya uchun BIM sinov loyihasini boshlagan.

IoT – Internet of Things (sensorli nazorat)

Yo'l sathiga yoki poydevor qatlamlariga o'rnatiladigan **aqlli sensorlar:**

Zichlik, Namlik, Harorat, Yuk bosimi, Deformatsiya koeffitsiyenti kabi ko'rsatkichlarni **onlayn tarzda** nazorat qiladi.

Afzalliklari:

1. Profilaktik ta'mirlash imkonini beradi
2. Favqulodda holatlarning oldini oladi
3. O'z vaqtida texnik xizmat rejimini tuzish imkonini yaratadi

Misol: Germaniyada 2022-yil natijalariga ko'ra, IoT monitoringi bilan qoplangan yo'llarda ekspluatatsiya muammolari 45% ga kamaygan.

GPS va GIS texnologiyalari: **GPS** (Global Positioning System) va **GIS** (Geographic Information Systems) yo'l infratuzilmasini **joylashuvi, relyefi, yuk oqimi, harakat intensivligi** asosida tahlil qilishga imkon beradi.

Foydasi:

- Yo'l yuklamasi bo'yicha aniq loyihalash
- Harakat zichligini real vaqtda baholash
- Favqulodda holatlarni aniqlash va xaritada belgilash

Amaliyotda: Rossiyada GIS asosida qoplama qatlamlarining eskirish xaritasi tuzilib, investitsiya resurslari shunga mos taqsimlanadi.

Nanotexnologiyalar

Nanobitum, nanobeton va nano-armaturalangan qatlamlar yo'l sathining elastikligi va ishqalanishga chidamliligini oshiradi.

Afzalliklari:

- +60°C gacha deformatsiyasiz ishlay oladi
- Sovuq iqlimda yorilishlar kamayadi
- Ta'mirlash chastotasi 30–35% kamayadi

Tajriba: Yaponiya va AQSHda 2020–2023 yillarda 2000 km asfalt qatlamlari nano-modifikatsiyalangan bitum yordamida qayta qurildi va 5 yillik test natijalari ijobiy bo'ldi.

ILG'OR MATERIALLAR

Geosintetik materiallar

Yumshoq tuproqlar, baland gidrostatik bosim, daryo deltalarida qo'llaniladi.

Turlari:

- Geotextile – filtrlash va qatlamni ajratish
- Geogrid – yuk taqsimoti
- Geomembrana – suv o'tkazmaslik

Qo'llanish joylari: Andijon, Farg'ona, Surxondaryo viloyatlarida ko'p uchraydigan pastbot tuproqli hududlar.

Qayta ishlangan asfalt (RAP): Qayta frezerlangan asfalt maxsus aralashmalar bilan yangilanadi va ikkinchi marta yotqiziladi.

Afzalliklari:

- 35–40% kamroq xarajat
- Bitum sarfi 25% gacha kamayadi
- 100% qayta ishlash mumkin

Qo'llashda shart: maxsus regeneratsiya mashinalari, bitum modifikatsiyasi texnologiyasi va nazorat tizimi talab etiladi.

SAQLASH VA JORIY TA'MIRLASHDA XATOLAR

Tizimli xatolar

- Qurilish hujjatlarida "ekspluatatsiya muddati" ko'rsatilmaydi
- Yo'l sinov rejimi to'liq bajarmasdan foydalanishga topshiriladi
- Harakatga ochilgan yo'lda o'lchamlar to'liq tekshirilmaydi

Qurilishdagi xatolar

- Asfalt zichligi 95% dan past
- Yopishqoq qatlamlar o'tkazilmasdan ustki asfalt yotqiziladi
- Yo'l sathi tiklanishiga yer massasi noto'g'ri ishlatiladi

Ekspluatatsiyada

- Har 3 oyda o'tkazilishi kerak bo'lgan texnik xizmat o'tkazilmaydi
- Sensorli monitoring mavjud emas
- Harorat, yuklama, yoriq tahlillari yuritilmaydi

XATOLAR OLDINI OLISH TIZIMI

Yo'nalish

YECHIM

Yoriqlar	IoT asosida tezkor aniqlash, modulli ta'mirlash
Zichlik	Lazer zichlik nazorati (intelligent compaction)
Qatlam suvsizlanishi	Geomembrana drenaj tizimlari
Ta'mirlash kechikishi	"Yo'l pasporti" raqamli tizimi orqali taqvim nazorati

AMALIY TAJRIBA – A-373 "Toshkent–Angren–Andijon"

185–201 km oralig'ida 2024-yilda:

- Qayta ishlangan asfalt qo'llanildi (40% RAP)
- 500 m da bir IoT sensor o'rnatildi
- Zichlanish lazerli nazorat qilindi

- Geogrid va geotextile qatlamlar yotqizildi
- GIS xaritada real vaqti nazorat yuritilmoqda

Natijalar:

- Ta'mirlashdan keyin nosozlik 1-yilda aniqlanmadi
- Xizmat muddati dastlabki 8 yildan 12 yilgacha uzaytirilmoqda
- Xarajatlar 17% ga kamaydi

ZAMONAVIY YO'L QURILISHINING ASOSIY TEXNOLOGIYALARI

UAV (Dronlar yordamida aeromonitoring)

Dronlar yordamida:

- Relyefni tahlil qilish
- Qurilish ishlari monitoringi
- O'zgarishlar xaritasini yaratish
- Har kuni holatni nazorat qilish

Afzalligi:

O'zbekistonda Namangan–Pop avtomobil yo'li rekonstruksiyasida dronlar yordamida **600 dan ortiq texnik nuqsonlar** aniqlangan.

"Green Road" texnologiyasi

Ekologik xavfsiz, karbon chiqindilari kam bo'lgan yo'l qurilish texnologiyasi:

- Sovuq qayta ishlovli aralashmalar
- Qayta ishlangan shinalardan yo'l chetlarining elastik qoplamasi
- Yomg'ir suvlari uchun biosuv chiqarish tizimlari

Afzalligi:

BMT ma'lumotlariga ko'ra, 2030-yilgacha barcha yo'l qurilish loyihalarida karbon chiqindilarini **20% kamaytirish majburiyati** mavjud.

"Smart Road" texnologiyasi

Sensorlar, AI va IoT asosida aqlli boshqaruv tizimiga ega yo'l. Funktsiyalari:

- Harakat zichligini aniqlaydi
- Yoritishni avtomatik sozlaydi
- Energiya ishlab chiqaruvchi yo'l panellari (piezoelektrik asfalt)

Misol: Xitoyning Si'an shahridagi "aqlli avtomagistral" harakat zichligiga qarab **LED yoritishni avtomatik boshqaradi**, avariylarni 20% ga kamaytirdi.

"Perpetual Pavement" – Uzoq muddatli qatlamli yo'l tizimi

Ko'p qatlamli, elastik, sinishi qiyin qatlamlar ketma-ketligi asosida quriladi. Unda:

- Pastki qatlam qattiq
- O'rta qatlam elastik
- Yuqori qatlam suv o'tkazmas va o'zgaruvchan haroratga bardoshli

Afzalligi:

AQSHda bunday yo'llarning o'rtacha xizmat muddati **50 yildan oshadi**.

SAQLASH VA JORIY TA'MIRLASH: HOLAT VA MUAMMOLAR

Joriy holat tahlili (O'zbekiston misolida)

Ko'rsatkich

Holat (2024)

Ko'rsatkich	Holat (2024)
Yo'l pasport tizimi	12% avtomobil yo'lida mavjud
Texnik xizmat rejasi	30% da to'liq yuritiladi
Qo'shimcha monitoring	18% da IoT mavjud
O'z vaqtida joriy ta'mir	45% holatda kechiktiriladi
Avariya sabablari	23% yo'l sifatsizligiga bog'liq

Asosiy tizimli xatolar

- Loyiha bosqichida:**
 - Geologik izlanishlar yetarli emas
 - Yuklama prognozlari eskicha
- Qurilishda:**
 - Asfalt qatlamlar orasida yopishqoq bog'lovchilar ishlatilmasligi
 - Zichlik nazorati lazer orqali emas, vizual baholanadi
- Ekspluatatsiyada:**
 - Yozda asfalt yumshab harakat chiziqlari o'zgaradi
 - Qishda qor tozalash mexanizmlari yetarli emas
- Ma'muriy jihatdan:**
 - Boshqaruv vakolatlari mahalliy darajada cheklangan
 - Monitoring va hisobotlar qog'ozda yuritiladi

ILG'OR QURILISH MATERIALLARI

Material	Tavsifi	Afzalliklari
Modifikatsiyalangan bitum	Polimer bilan boyitilgan	Haroratga chidamli, uzoq xizmat muddatli
Geoplast (GP)	Plastik chiqindilardan tayyorlanadi	Qayta ishlash imkoniyati, ekologik
Penetratsiyalangan asfalt	Emulsiyalangan yog' qatlamlar	Tez quriydi, sovuq ob-havoda ishlatiladi
Shlak-beton	Metallurgiya chiqindilari asosida	Arzon, zichligi yuqori, zichlanish yaxshi

TIZIMNI YAXSHILASH BO'YICHA TAKLIFLAR

- "Yo'l pasporti" tizimi** – har bir yo'l uchastkasi uchun raqamli texnik holat reyestri bo'lishi zarur.
- "Yo'l xatoliklar kartasi"** – Google Maps bilan integratsiyalangan aholi ishtirokidagi muammo kartasini tuzish.

3. **Ekspluatatsiyada KPI tizimi** – har bir yo'l tuman boshqarmasi uchun texnik holat va xizmat samaradorligi bo'yicha reytinglar joriy etish.

4. **Mobil laboratoriyalar** – har bir viloyatda yo'l holatini aniqlovchi mobil laboratoriyalar tashkil etilishi zarur.

5. **Injiniring kompaniyalarni sertifikatlash** – xususiy sektor ishtirokidagi qurilish kompaniyalari alohida reestr asosida tanlab olinishi kerak.

HUDUDIIY TAJRIBA – A-373 Yo'li Tahlili

A-373 Toshkent–Angren–Qo'qon yo'li, 185–201 km oralig'i:

Amalga oshirilgan ishlar:

- GIS xaritalash bilan monitoring joriy qilindi
- 7 xil geosintetik qatlam qo'llanildi
- Lazer zichlik tekshiruvlari har 200 m da o'tkazildi
- Energiya tejovchi LED yoritish tizimi o'rnatildi
- 30% asfalt qoplama qayta ishlangan aralashmalardan tashkil topgan

Natijalar:

- 1 yil ichida yo'l sathidagi yoriqlar < 2 mm
- Yozgi haroratda asfalt yumshash darajasi 75% ga kamaydi
- Ta'mirlash xarajatlari 18% tejab qolindi

O'ZBEKISTONDA YO'L QURILISHIGA TAALLUQLI QONUNLAR, FARMONLAR VA TOPSHIRIQLAR

Asosiy normativ-huquqiy hujjatlar

Hujjat nomi	Sanasi	Asosiy mazmuni
"Avtomobil yo'llari to'g'risida"gi Qonun	1998-yil 29-aprel (va 2021-yilgi tahrir)	Yo'llarni qurish, ekspluatatsiya qilish, tasniflash, ta'mirlash va moliyalashtirish asoslarini belgilaydi.
Prezident Farmoni PF-5953	2020-yil 12-mart	Yo'l xo'jaligini boshqarish tizimini isloh qilish, davlat-xususiy sheriklik asosida yangi mexanizmlarni joriy etish.
Vazirlar Mahkamasi qarori 01/05-18-39	2022-yil	Yo'l fondining xarajatlarini optimallashtirish va texnik nazoratni kuchaytirish.
Prezident qarori PQ-4230	2019-yil 23-mart	Yo'l qurilishida zamonaviy materiallar, kompozit aralashmalar va avtomatlashtirilgan monitoring tizimlarini bosqichma-bosqich joriy etish.
Prezident topshirig'i (videoselektor)	2023-yil 27-aprel	Har bir viloyatda yo'l texnik xizmatlari uchun mobil laboratoriyalar tashkil qilish, texnologik nazoratni kuchaytirish bo'yicha ko'rsatma.

Davlat dasturlari doirasidagi topshiriqlar

"Yil yo'llari – 2023" dasturi:

- 14 ming km ichki yo'l ta'mirlangan
- 2 ming km yo'lga LED yoritish o'rnatilgan
- Har bir tuman va shahar hokimligiga yo'l xaritasi ishlab chiqish topshirilgan

"Avtomobil yo'llari sohasini raqamlashtirish strategiyasi – 2025" loyihasi:

- 2025-yilgacha barcha magistral va xalqaro yo'llar **GIS tizimiga ulanishi shart**
- IoT sensori bilan harorat, zichlik va yuklama bosimi onlayn nazorat qilinadi

Prezidentning 2024-yil 20-fevraldagi topshirig'i:

- Har bir yangi yo'l loyihasida dron monitoringi va smart-sensordlardan foydalanish majburiy

- Oliy ta'limda "Yo'l qurilishida raqamli texnologiyalar" fanini joriy etish (TIAME, NamEXU, Farg'ona Politeknikasi)

Moliyaviy va institut islohotlari

1. **Yo'l jamg'armasi ustidan ochiq moliyaviy hisobot joriy qilinmoqda (2024-yil 1-chorakdan boshlab)**

Har bir yo'l loyihasining xarajatlari davlat veb-portalida e'lon qilinadi

2. **"Yo'l sifati uchun javobgar pudratchi" tamoyili joriy etildi (2023)**
Loyihani yutgan kompaniya 3 yil davomida kafolat asosida ekspluatatsiyani ta'minlaydi

3. **"Sifat bo'yicha mustaqil texnik nazoratchilar reyestri" joriy etildi**
Ular loyiha mustaqil auditidan o'tkazilmasdan ish boshlanishiga ruxsat yo'q

Farmonlar asosida yo'l qurilishida texnologik yangiliklar

Farmon/ qaror	Texnologik yangiliklar	Amalga oshirilgan loyihalar
PF-5953	Asfalt-beton aralashmalari ichida plastmassa granulalar ishlatish	Toshkent viloyatining Piskent tumanidagi yo'llar
PQ-4230	Yo'llarda lazer zichlik nazorati va dronlar bilan inspeksiya	Qo'qon – Farg'ona – Andijon trassasi
PQ-4320	Geosintetik materiallar majburiy sertifikatlash	Samarqand–Navoiy yo'li loyihasi

Ekspertlar bahosi

2024-yilda Yevropa Infratuzilma Monitoring Markazi O'zbekistonda yo'l sektorida olib borilgan islohotlarni quyidagicha baholagan:

- 2019-yildan 2023-yilgacha avtoyo'llardagi yoriqlarning o'rtacha foizi **25% dan 13% ga** tushgan

- Har bir yo'l km uchun texnik xizmat xarajati **8% ga kamaygan**
- Yo'l qurilishiga xalqaro grantlar jalbi **40% ortgan**

Kelgusi vazifalar (2025–2030)

- "Smart transport" konsepsiyasini **xalqaro yo'llar darajasiga chiqarish**
- "Yo'l xavfsizligi indikatorlari" orqali tumanlar kesimida baholash tizimi

- Respublika miqyosida **yo'l-ekspluatatsiya xizmatlari reestri** va raqamli boshqaruv platformasini yaratish

XULOSA

- **BIM + GIS + IoT** integratsiyasi asosida raqamli boshqaruv tizimi joriy etilsin
- Har bir 10 km yo'l uchun texnik xizmat jadvali tuzilsin
- "Yo'l pasporti" raqamli reyestri joriy etilsin
- Viloyatlarda **mobil laboratoriyalar** tashkil etilsin
- **Qayta ishlangan asfalt** va **nanomateriallar** asosiy standart sifatida tan olinsin

Bugungi kunda yo'l qurilishida yangi texnologiyalarni qo'llash nafaqat muhandislik darajasida, balki **raqamli transformatsiya, ekologik barqarorlik** va **iqtisodiy tejamkorlik** tamoyillariga asoslanmoqda. O'zbekistonda bu yo'nalishda quyidagilar zarur:

- **Milliy raqamli yo'l tizimi platformasini yaratish**
- **Har 10 km uchun ekspluatatsiya KPI ko'rsatkichlari joriy qilish**
- **Ekspert tizimlar yordamida texnik xizmat muddatlarini prognozlash**

Oliy ta'lim muassasalari bilan hamkorlikda yo'l texnologiyasi laboratoriyalarini kengaytirish

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR VA MANBALAR

1. Normativ-huquqiy hujjatlar

1. O'zbekiston Respublikasining "Avtomobil yo'llari to'g'risida"gi Qonuni. – 1998-yil 29-aprel (oxirgi o'zgarish: 2021-yil)
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining **PF–5953-son Farmoni** – 2020-yil 12-mart, "Yo'l xo'jaligini isloh qilish va raqamlashtirish bo'yicha chora-tadbirlar"
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining **PQ–4230-son Qarori** – 2019-yil 23-mart, "Yo'l qurilishida yangi texnologiyalarni joriy qilish"
4. Vazirlar Mahkamasining **01/05-18-39-sonli bayonnomasi** – 2022-yil, "Avtomobil yo'llarini moliyalashtirish tizimini takomillashtirish"
5. Prezidentning 2023–2024 yillardagi **videoselektor yig'ilishlaridagi topshiriqlari** (rasmiiy.gov.uz, president.uz portallari orqali)

2. Ilmiy va texnik adabiyotlar

6. To'raev A., Karimov B. "Yo'l qurilishi materiallari va texnologiyalari". – Toshkent: TIAME nashriyoti, 2020-yil.
7. Mirsalimov O., Yusupov A. "Avtomobil yo'llarini loyihalash va ta'mirlash asoslari". – Samarqand: Samarqand Davlat Arxitektura Qurilish Instituti, 2021-yil.
8. "Geosintetik materiallar va ularning avtomobil yo'llaridagi qo'llanilishi" – Ilmiy-texnik jurnal, "Avtoyo'l" maxsus soni, 2023-yil.

3. Xalqaro tashkilotlar va internet manbalari

9. World Bank (2023). *Modern Road Asset Management Systems: Global Trends & Recommendations*
<https://www.worldbank.org>

10. IRF – International Road Federation (2022). *Smart Roads and Digital Infrastructure Guidelines*

11. UNESCAP (2022). *Sustainable Transport Infrastructure in Asia*

12. OECD Transport Outlook (2023). *Technological innovations in road construction*

13. Xitoyning "Smart Road" loyihasi tahlili – Asia Infrastructure Review, 2021-yil.

4. O'zbekistonning rasmiy axborot resurslari

14. www.uzavtoyul.uz – "O'ZAVTOYO'L" agentligi rasmiy sayti: yo'llar holati, ta'mirlash va qurilish rejalari.

15. www.lex.uz – Qonun va me'yoriy hujjatlar ma'lumotlar bazasi.

16. www.stat.uz – Davlat statistika qo'mitasi: yo'l uzunligi, ekspluatatsiya xarajatlari bo'yicha raqamlar.

17. www.gki.uz – Qurilish va arxitektura agentligining avtomobil yo'llariga oid loyihalari.