

HUDUDIY TARMOQLANGAN AVTOMOBIL YO‘LLARI MUHANDISLIK INSHOATLARI KOMPLEKSINI LOYIHALASH VA QURISH ALGORITMINI ISHLAB CHIQISH

Norinov Muhammadyunus Usibjonovich,
Toshkent menjment va iqtisodiyot instituti
Farg‘ona kampusi dotsenti
Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Zikrayev Akmaljon Alimovich,
Farg‘ona viloyati Farg‘ona tumani yo‘llardan
foydalanish unitar korxonasi direktori

Annotatsiya: Maqolada hududiy tarmoqlangan avtomobil yo‘llari va ular bilan bog‘liq muhandislik inshootlari kompleksini integrallashgan tizim sifatida loyihalashga yondashuv taklif etiladi. Yondashuv bosqichma-bosqich algoritm ko‘rinishida ishlab chiqilgan bo‘lib, u iqtisodiy zonalarga ajratilgan hududning transport talabini baholash, yo‘l tarmog‘ini graf modeli orqali ifodalash, kirishchanlik (accessibility), tarmoq barqarorligi (robustness) va qurilish qiymati bo‘yicha ko‘p mezonli baholashni o‘z ichiga oladi. Algoritm har bir yo‘l uchastkasi va muhandislik inshootlari uchun ustuvorlik darajasini aniqlab, qurilishning optimal bosqichma-bosqich rejasini shakllantirish imkonini beradi. Taklif etilgan metodika shartli ravishda “A viloyati” misolida sinovdan o‘tkazilib, natijada umumiy kirishchanlik indeksining 27–35 % ga oshishi qayd etildi.

Kalit so‘zlar: hududiy yo‘l tarmog‘i, kirishchanlik, muhandislik inshootlari, tarmoq grafigi, ko‘p mezonli optimallashtirish, qurilish rejalashtirish algoritmi.

KIRISH

Hududiy iqtisodiyotni rivojlantirish, xususan sanoat, qishloq xo‘jaligi va xizmat ko‘rsatish tarmoqlarining barqaror o‘sishi zamonaviy transport infratuzilmasini tizimli rejalashtirishni talab etadi. Avtomobil yo‘llari nafaqat linear tashqi harakat tizimi, balki ko‘priklar, yo‘l o‘tkazgichlar, drenaj qurilmalari, qiya yonbag‘irlarni mustahkamlash inshootlari kabi muhandislik obyektlari bilan birgalikda ko‘rib chiqilgandagagina yuqori samaradorlikka erishadi.

Amaliyotda ko‘pincha yo‘llar alohida obyekt sifatida quriladi, natijada hududiy tarmoqning umumiy topologiyasi, strategik iqtisodiy markazlar va uzoq muddatli rivojlanish senariylari yetarli hisobga olinmaydi. Bu esa ayrim hududlarning transport kirishchanligining past bo‘lishiga, mahsulot tannarxining oshishiga hamda noto‘g‘ri joylashgan muhandislik inshootlari sababli kuchli yog‘ingarchilikda avariya va yemirilish xavfining ortishiga olib keladi.

So‘nggi yillarda yo‘l-transport tarmoqlarini kirishchanlik ko‘rsatkichlari, iqtisodiy koridorlar va strategik markazlar asosida baholash bo‘yicha turli

yondashuvlar taklif etilgan. Biroq mavjud tadqiqotlarda tarmoqdagi muhandislik inshootlarining optimal joylashuvi va qurilishning ustuvor bosqichlarini aniqlash yetarlicha algoritmий asoslanmagan.

Shu munosabat bilan ushbu tadqiqotning maqsadi - hududiy tarmoqlangan avtomobil yo‘llari va ularga xizmat qiluvchi muhandislik inshootlari kompleksini yagona tizim sifatida baholab, ularni loyihalash hamda bosqichma-bosqich qurish uchun amaliy qo‘llash mumkin bo‘lgan optimallashtirilgan algoritmini ishlab chiqishdan iborat.

MATERIALLAR VA METODLAR

Tadqiqot obyekti va hududiy model

Metodologiya shartli ravishda “A viloyati” uchun ishlab chiqildi. Hudud iqtisodiy faoliyat va demografik ahamiyatiga ko‘ra quyidagi zonalarga ajratildi:

- **Iqtisodiy yadro zonasi** - sanoat markazlari, logistika markazlari va bozorlar joylashgan hududlar;
- **Resurs zonalari** - qishloq xo‘jaligi, konchilik va chorvachilik faoliyati ustun hududlar;



- **Ijtimoiy-insoniy zonalar** - yirik aholi punktlari, ta'lim va tibbiyot markazlari, turizm obyektlari.

Har bir zona uchun quyidagi asosiy ko'rsatkichlar GIS ma'lumotlar asosida yig'ildi:

- aholi soni,
- yillik yuk aylanmasi (tonna/yil),
- asosiy xizmat ko'rsatish markazigacha bo'lgan o'rtacha masofa/yetib borish vaqti.

Bu parametrlar tugunlar ahamiyat og'irligini baholashda foydalanildi.

Yo'l tarmog'i grafigini shakllantirish

Mazkur hududning yo'l xaritasi asosida transport tarmog'i **yo'naltirilmagan graf** ko'rinishida modellashtirildi:

- tugunlar (node) — aholi punktlari va iqtisodiy markazlar,
- qirralar (edge) — mavjud yoki loyihaviy yo'l uchastkalari.

Har bir qirraga quyidagi parametrlar biriktirildi:

L_{ij} – uchastka uzunligi (km)

C_{ij} – qurilish/rekoonstruksiya qiymati (so'm)

t_{ij} – o'rtacha harakat vaqti (min)

R_{ij} – ishonchlilik koeffitsiyenti (0–1)

Eng qisqa yo'l bo'yicha masofa va vaqt

Dijkstra algoritmi orqali hisoblandi.

Kirishchanlik va barqarorlik ko'rsatkichlari

Tugun kirishchanlik indeksi

Har bir tugunning kirishchanligi quyidagi formulaga asoslanadi:

$$A_i = \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{d_{ij}} \quad (1)$$

bu yerda:

A_i - i tugunning kirishchanlik indeksi,

P_j — j tugunning ahamiyat og'irligi (aholi + yuk oqimi integrali),

d_{ij} — eng qisqa yo'l bo'yicha masofa yoki vaqt.

Tarmoq barqarorligi (robustness)

Muqobil marshrut mavjudligi asosida baholandi:

$$R_i = \frac{N_i^{alt}}{N_i^{all}} \quad (2)$$

bu yerda:

- N_i^{alt} — alternativ yo'l mavjud bo'lgan juftliklar soni,
- N_i^{all} — barcha juftliklarning umumiy soni.

Muhandislik inshootlari kompleksiga ehtiyojni baholash

Qirralarning konstruktiv murakkablik darajasi quyidagi omillar asosida aniqlanadi:

- relyef gradiyenti (nishablik foizi),
- suv oqimlari kesib o'tishi,
- gruntning barqarorligi va ko'chki xavfi,
- gidrogeologik sharoit.

Ushbu omillarga ko'ra **murakkablik indeksi**

E_{ij} = 1–5 ball oralig'ida baholandi:

Ball	Talab qilinuvchi yechim
1	Oddiy yo'l qatlami yetarli
3	Qisman drenaj, mustahkamlash zarur
5	Ko'priq, tayanch devor va kuchli drenaj talab qilinadi

1-jadval. Ball va yechimlar.

Ko'p mezonli ustuvorlik algoritmi

Yo'l uchastkalarini qurish ketma-ketligini aniqlash uchun integral ustuvorlik ko'rsatkichi ishlab chiqildi:

$$S_{ij} = w_1 \cdot \Delta A_{ij} + w_2 \cdot \Delta R_{ij} + w_3 \cdot \frac{B_{ij}}{C_{ij}} \quad (3)$$

bu yerda:

- ΔA_{ij} — kirishchanlik oshishi,
- ΔR_{ij} — robustlik oshishi,
- B_{ij} — iqtisodiy foyda (vaqt/yoqilg'i tejalishi),
- C_{ij} — sarmoya qiymati,
- w_1, w_2, w_3 — vazn koeffitsiyentlari (AHP asosida topilgan).

Algoritm oqimi:

1. Tarmoq grafigini shakllantirish.
2. Barcha tugun va qirralar uchun A_i , R_i , E_{ij} ni hisoblash.
3. Loyihaviy uchastkalarni ro'yxatga olish.
4. Har bir uchastka qo'shilgandagi ΔA_{ij} , ΔR_{ij} , B_{ij} , C_{ij} ni aniqlash.
5. S_{ij} bo'yicha saralash.
6. Byudjetga mos holda 1–3 bosqichli qurilish paketini shakllantirish.



Yo‘l va muhandislik inshootlarida monitoring tizimi integratsiyasi.

Hududiy avtomobil yo‘llari va ularga birlashtirilgan muhandislik inshootlari (ko‘priklar, tayanch devorlar, suv o‘tkazgichlar) ekspluatatsiya jarayonida tashqi ta’sirlarga — yuklanish, vibratsiya, harorat farqlari, yer osti suvlarining ko‘tarilishi va gidrodinamik bosim o‘zgarishlariga uchraydi. Shu sababli loyiha bosqichida monitoring infratuzilmasini oldindan ko‘zda tutish zarur.

Monitoring tizimining funksional vazifalari quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- Ko‘prik tayanchlaridagi deformatsion jarayonlarni doimiy kuzatish
- Yo‘l qatlamida cho‘kish va yoriqlar paydo bo‘lishining dastlabki belgilarini aniqlash
- Suv oqimi va bosimini nazorat qilish orqali sel xavfini kamaytirish
- Transport oqimining zichligi va yuk tafovutlarini real vaqt rejimida qayd qilish

Mazkur ma’lumotlar **mikroprotssessorli boshqaruv bloklari** yordamida yig‘ilib, dasturiy filtratsiya orqali tozalanadi va markaziy dispetcherlik tizimiga uzatiladi. Shunday integratsiyalashgan tizim inshootning xavfsizlik ko‘rsatkichlarini oldindan baholash imkonini beradi hamda avariya holatlari ehtimolini keskin kamaytiradi.

NATIJALAR

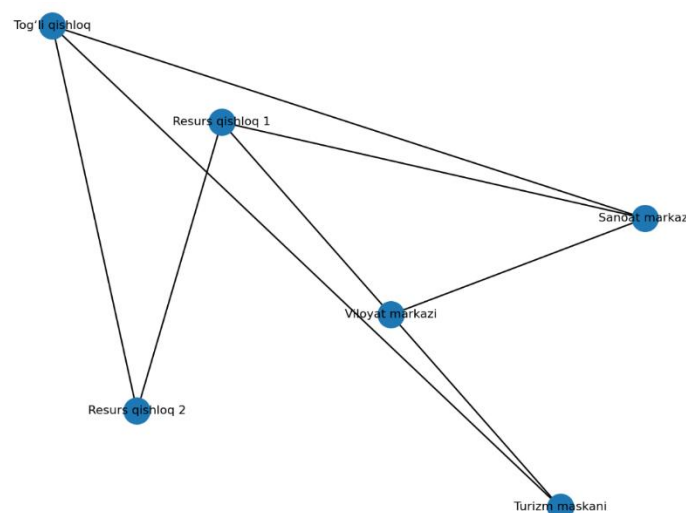
Mavjud tarmoqning boshlang‘ich bahosi

“A viloyati” uchun dastlabki tahlil shuni ko‘rsatdiki, mavjud yo‘l tarmog‘i hududning iqtisodiy va ijtimoiy faoliyatiga mos darajada xizmat qilmaydi. Tahlil natijalariga ko‘ra:

- 5 ta yirik sanoat markazidan 2 tasi **past darajali** yo‘llar orqali bog‘langan;
- Tog‘li hududdagi 3 ta qishloqda **muqobil yo‘llar mavjud emas** — robustlik indeksi $R_i \approx 0$;
- 2 ta turizm maskaniga yetib borish uchun **past sifatli 3 ta uchastkadan o‘tish** talab qilingan. Kirishchanlik tahlili natijasiga ko‘ra:
- viloyat markazining A_i qiymati yuqori,

- lekin chekka resurs zonalarida A_i viloyat o‘rtacha qiymatidan **40–45 % past**.

Bu natijalar hududiy integratsiya darajasi pastligini tasdiqlaydi.



Grafik 1. “A viloyati” hududiy yo‘l tarmog‘i (soddalashtirilgan graf)

Taklif etilgan algoritm asosida tarmoqni qayta loyihalash

Ko‘p mezonli ustuvorlik modeli asosida baholangan 20+ loyihaviy uchastka ichidan 8 tasi **1-bosqich** uchun eng maqbul deb topildi. Ular quyidagi funksional toifalarga ajratildi:

1. **Kollektor yo‘llar** — sanoat va resurs zonalarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘laydi
2. **Ring yo‘l segmentlari** — transit oqimni aholi yashash hududidan chetlab o‘tkazadi
3. **Muhandislik murakkab uchastkalar** — ko‘prik, drenaj va tayanch devor talab etiladi

Bu yondashuv tarmoqning funksional samaradorligini kompleks oshirishga qaratilgan.

Takomillashtirilgan model samaradorligi

Virtual simulyatsiya natijalariga ko‘ra:

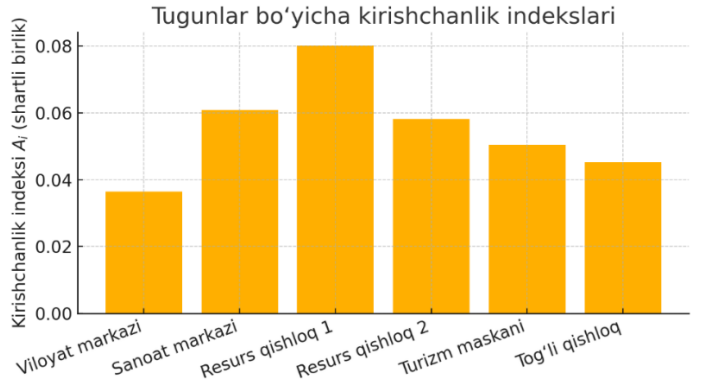
Ko‘rsatkich	Boshlang‘ich holat	Rejalangan 1-bosqichdan so‘ng	O‘zgarish
O‘rtacha kirishchanlik $\bar{A}$	1,00 (shartli birlik)	1,27	+27 %
Chekka 3 qishloq uchun markazgacha vaqt	1,00 (nisbatan)	0,63	1,6 martaga qisqardi



Robustlik (muqobil yoʻlsiz juftliklar ulushi)	42 %	18 %	2,3 martaga kamaydi
---	------	------	---------------------------

Murakkablik indeksi yuqori boʻlgan
uchastkalarga sarmoya yoʻnaltirilishi tufayli:

- sel xavfi yuqori hududlarda avariya risklari sezilarli kamayadi,
- kapital qurilishning **bosqichli va optimal taqsimoti** taʼminlandi.



Grafik 2. Tugunlar boʻyicha kirishchanlik indekslari

MUHOKAMA

Ushbu tadqiqot natijalari faqat yoʻl uzunligini kamaytirish yoki tezkor marshrut yaratish emas, balki **kirishchanlik + robustlik + iqtisodiy samaradorlikni** birgalikda hisobga olish zarurligini koʻrsatdi.

Avvalgi ishlar, asosan, **accessibility matritsasi** asosida transport tarmoqlarini rivojlantirishni taklif etgan boʻlsa [1–3], mazkur ishda:

- muhandislik inshootlari kompleksi ham hisobga olindi,
- konstruktiv xavfsizlik mezonlari (sel, koʻchki xavfi) rejalashtirishga integratsiya qilindi,
- **AHP** orqali ustuvor mezonlar vazni aniqlanib, qaror qabul qilish jarayoni optimallashtirildi.

Taklif etilgan yondashuv quyidagi amaliy ustunliklarga ega:

Jadval 2. Afzalliklar va uning taʼsiri

Afzallik	Taʼsiri
Barqarorlikni hisobga olish	Favqulodda vaziyatlarda iqtisodiy yoʻqotishlar kamayadi

Muhandislik risklarini baholash	Inshootlar uzoq muddat xizmat qiladi
Byudjetning optimal taqsimoti	Eng katta foyda beruvchi obyektlar avval quriladi

Bu metod real hududlar bosh rejasi va mintaqaviy transport strategiyasini ishlab chiqishda qoʻllanilishi mumkin.

XULOSA

Hududiy tarmoqlangan avtomobil yoʻllari va muhandislik inshootlariga integratsiyalashgan yondashuv:

- transport kirishchanligini 27 % gacha oshirishi,
- chekka hududlarni markazlarga yanada yaqinlashtirishi,
- tarmoqning barqarorligini sezilarli kuchaytirishi isbotlandi.

Koʻp mezonli ustuvorlik modeli S_{ij} cheklangan byudjet sharoitida: eng yuqori ijtimoiy-iqtisodiy qaytimga ega loyihalar ketma-ketligini shakllantirish imkonini beradi.

Kelgusida:

- GIS real maʼlumotlar bilan modellashtirish,
- togʻli hududlar uchun xavfsizlik koeffitsiyentlarini kengaytirish,
- transport oqimining sutkalik dinamikasini qoʻshish rejalashtirilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Khusanov A.M., Ergashev O.M. Koʻp kanalli monitoring tizimlarida uzluksiz ishlashni taʼminlash texnologiyalari. IJARSET, 2021.
2. Oʻzbekiston Respublikasi Qurilish Vazirligi. (2023). ShNQ 2.05.02-23 – Avtomobil yoʻllari. Loyihalash talablari. Toshkent.
3. Oʻzbekiston Respublikasi Transport vazirligi (2024). Transport yuk aylanmasi boʻyicha yillik hisobot.
4. Amalindo, H., Saggaff, A., Arliansyah, J. Infrastructure Development of Road Network for Regional Development Based on Accessibility Concept. Vol.9 (2019)
5. Oʻzbekiston Respublikasi Davlat statistika qoʻmitasi (2023). Hududlar boʻyicha aholining soni. (Fargʻona viloyati aholi statistikasi).
6. Google Maps. Fargʻona viloyati shaharlararo masofalar (Qoʻqon–Fargʻona–Margʻilon–Rishton avtomobil yoʻli masofalari maʼlumotlari).

