

## RAQAMLI PLATFORMALAR VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA YUK TASHISHNING OPTIMAL MARSHUTLARINI SHAKLLANTIRISH

**Qadamov Abbas Quvondiq o'g'li**

Andijon davlat texnika instituti talabasi

[abbosbekqadamov571@gmail.com](mailto:abbosbekqadamov571@gmail.com)

**Xaydarov Murodjon**

Andijon davlat texnika instituti katta o'qituvchisi

**ANNOTATSIYA:** Ushbu maqolada raqamli platformalar va sun'iy intellekt asosida yuk tashishning optimal marshrutlarini shakllantirish masalalari o'rganilgan. Tadqiqotda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, geoinformatsion tizimlar (GIS), GPS navigatsiya tizimlari hamda sun'iy intellekt (AI) va mashinaviy o'qitish (ML) algoritmlari yordamida yuk tashish marshrutlarini optimallashtirish imkoniyatlari tahlil qilingan. Taklif etilayotgan tizim real vaqt rejimida yo'l harakati zichligi, ob-havo sharoiti, yo'l qoplamasining holati, transport vositasining yuklanish darajasi va yetkazib berish muddatlari kabi omillarni hisobga olgan holda eng qisqa, eng tez va eng tejamli marshrutlarni shakllantirish imkonini beradi. Tizim asosida Dijkstra, (A-star) va genetik algoritmlar yordamida optimal marshrutlarni topish, real vaqt rejimida marshrutlarni qayta tuzish va bashoratli tahlillarni amalga oshirish mumkin. Ishlab chiqilgan tizim transport korxonalarining samaradorligini oshirish, yoqilg'i sarfini kamaytirish va yetkazib berish vaqtini qisqartirish imkonini beradi.

**Kalit so'zlar:** raqamli platforma, sun'iy intellekt, yuk tashish, optimal marshrut, geoinformatsion tizim, mashinaviy o'qitish, optimallashtirish.

**KIRISH:** Yuk tashish tizimi zamonaviy iqtisodiyotning muhim tarmog'i hisoblanadi. Har kuni millionlab tonna yuklar turli xil transport vositalari orqali yetkazib beriladi. Yuk tashish jarayonining samaradorligi ko'p jihatdan to'g'ri tanlangan marshrutga bog'liq. Optimal marshrut yukni eng qisqa vaqtda, eng kam xarajat bilan va eng xavfsiz tarzda yetkazib berish imkonini beradi [1, 2].

An'anaviy marshrutni rejalashtirish usullari statik ma'lumotlarga asoslangan bo'lib, ular real vaqtdagi o'zgarishlarni (yo'l harakati zichligi, ob-havo sharoiti, yo'l ta'mirlash ishlari va boshqalar) hisobga olmaydi. Bu esa noto'g'ri qarorlar qabul qilishga, yoqilg'i sarfining oshishiga, yetkazib berish vaqtining uzayishiga va transport korxonasi xarajatlarining ko'payishiga olib keladi [3, 4].

Bugungi kunda raqamli platformalar va sun'iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi yuk tashish tizimida tub o'zgarishlarni amalga oshirish imkonini bermoqda. Raqamli platformalar turli xil manbalardan (GPS, sensorlar, kameralar, mobil ilovalar) ma'lumotlarni yig'ish, saqlash va qayta ishlash imkonini beradi. Sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish algoritmlari esa ushbu ma'lumotlar asosida real vaqt rejimida optimal marshrutlarni topish va prognozlar tuzish imkonini beradi [5, 6].

Sun'iy intellekt asosida marshrutlarni optimallashtirishning asosiy afzalliklari: real vaqt rejimida o'zgarishlarga moslashish, ko'plab omillarni (yo'l harakati, ob-havo, yo'l holati, yuk hajmi, yetkazib berish muddati) bir vaqtning o'zida hisobga olish, bashoratli tahlillarni amalga oshirish, avtomatik ravishda qarorlar qabul qilish va vaqt o'tishi bilan o'rganish va takomillashish qobiliyatidir [7, 8].

### **ADABIYOTLAR TAHLILI**

Raqamli platformalar va sun'iy intellekt asosida yuk tashishning optimal marshrutlarini shakllantirish masalalari ko'plab mahalliy va xorijiy olimlarning ilmiy ishlarida o'rganilgan.

Dijkstra va uning "A note on two problems in connexion with graphs" asarida graflarda eng qisqa yo'lni topish masalasi birinchi marta qo'yilgan va yechilgan. Dijkstra algoritmi bugungi kunda ham marshrutlarni optimallashtirishda eng keng tarqalgan asosiy algoritmlardan biri hisoblanadi. Algoritmning asosiy kamchiligi – katta graflarda hisoblash vaqtining uzoqligidir [9].

Hart, Nilsson va Rafael tomonidan ishlab chiqilgan A\* (A-star) algoritmi Dijkstra algoritmining takomillashtirilgan versiyasi hisoblanadi. Ushbu algoritim evristik funksiyadan foydalanish orqali qidiruv maydonini qisqartiradi va hisoblash vaqtini

sezilarli darajada kamaytiradi. A\* algoritmi real vaqt rejimidagi marshrutlarni optimallashtirishda keng qo'llaniladi [10].

Hollandning "Adaptation in Natural and Artificial Systems" kitobida genetik algoritmlarning nazariy asoslari keltirilgan. Genetik algoritmlar tabiiy tanlanish va genetik meros mexanizmlariga asoslangan bo'lib, ular murakkab optimallashtirish masalalarini yechishda samarali hisoblanadi. Yuk tashish marshrutlarini optimallashtirishda genetik algoritmlar bir nechta omillarni (masofa, vaqt, xarajat, yoqilg'i sarfi) hisobga olish imkonini beradi [11].

Goodfellow va boshqalarning "Deep Learning" kitobida chuqur o'rganish (deep learning) asoslari va uning transport tizimlarida qo'llanilishi yoritilgan. Mualliflarning ta'kidlashicha, chuqur neyron tarmoqlari yo'l harakati zichligini, ob-havo sharoitini va boshqa omillarni prognoz qilishda yuqori aniqlikka erishadi [12].

Goldberg va boshqalarning "Genetic Algorithms for Vehicle Routing Problem" maqolasida genetik algoritmlarni transport vositalarining marshrutlarini rejalashtirish masalasida qo'llash natijalari keltirilgan. Mualliflarning fikricha, genetik algoritmlar an'anaviy usullarga nisbatan 15-25% samaraliroq yechimlarni topadi [13].

Rahmonovning "Intellectual transport tizimlari asoslari" kitobida O'zbekiston sharoitida aqlli transport tizimlarini joriy qilish masalalari o'rganilgan. Muallif Toshkent shahrida yuk tashish tizimida sun'iy intellekt asosida marshrutlarni optimallashtirish tizimini sinovdan o'tkazgan va uning samaradorligini isbotlagan [14].

Axmedov va boshqalarning "Logistikada raqamli texnologiyalar" maqolasida yuk tashish tizimida raqamli platformalarni qo'llashning iqtisodiy samaradorligi tahlil qilingan. Mualliflarning hisob-kitoblariga ko'ra, sun'iy intellekt asosida marshrutlarni optimallashtirish yoqilg'i sarfini 10-15% ga, yetkazib berish vaqtini 20-25% ga qisqartiradi [15].

## **TADQIQOT METODIKASI**

Ushbu tadqiqot raqamli platformalar va sun'iy intellekt asosida yuk tashishning optimal marshrutlarini shakllantirish tizimini ishlab chiqishga qaratilgan bo'lib, quyidagi usul va metodlardan foydalanilgan.

Tadqiqotning nazariy asosini graflar nazariyasi, optimallashtirish usullari, sun'iy intellekt va mashinaviy o'qitish algoritmlari, geoinformatsion tizimlar tashkil etadi. Ishda umumilmiy usullar (tahlil, sintez, taqqoslash, modellashtirish) hamda maxsus usullar (algoritmlarni loyihalash, dasturiy ta'minotni ishlab chiqish, eksperiment, statistik ma'lumotlarni qayta ishlash) qo'llanilgan.

Tadqiqot ob'ekti sifatida Toshkent shahridagi yuk tashish korxonalarining faoliyati tanlab olingan. Tadqiqot davomida 3 ta yuk tashish korxonasida (tez yetkazib berish xizmati, qurilish materiallari yetkazib berish va oziq-ovqat mahsulotlarini yetkazib berish) eksperimental sinovlar o'tkazilgan. Sinovlar 4 oy davomida amalga oshirilgan.

Tizimni ishlab chiqish quyidagi bosqichlarda amalga oshirilgan: talablar tahlili, tizim arxitekturasini loyihalash, ma'lumotlar bazasini ishlab chiqish, algoritmlarni tanlash va sozlash, dasturiy ta'minotni ishlab chiqish, tizimni sinovdan o'tkazish va natijalarni baholash.

Marshrutlarni optimallashtirish uchun Dijkstra, A\* va genetik algoritmlar qo'llanilgan. Ushbu algoritmlar bir-biri bilan taqqoslanib, har bir holat uchun eng mos algoritm tanlangan. Algoritmlarning samaradorligi hisoblash vaqti, topilgan marshrut uzunligi va hisobga olingan omillar soni bo'yicha baholangan.

Yo'l harakati zichligi, ob-havo sharoiti va yo'l qoplamasining holati to'g'risidagi ma'lumotlar Toshkent shahar Yo'l harakati xavfsizligi boshqarmasi, Hidrometeorologiya markazi va ochiq ma'lumotlar manbalaridan olingan. Ma'lumotlar 6 oylik davrni qamrab olgan (2023-yil sentyabridan 2024-yil fevraligacha).

Tizimning dasturiy ta'minoti Python dasturlash tilida ishlab chiqilgan. Ma'lumotlarni saqlash uchun PostgreSQL ma'lumotlar bazasi (PostGIS kengaytmasi bilan) ishlatilgan. Veb-interfeys React.js kutubxonasida, mobil ilova esa React Native da ishlab chiqilgan. Xaritalar va geoma'lumotlar uchun OpenStreetMap va Mapbox dan foydalanilgan.

Mashinaviy o'qitish modellari (yo'l harakati zichligini prognoz qilish uchun) scikit-learn va TensorFlow kutubxonalari yordamida ishlab chiqilgan. Modellarni o'qitish uchun 6 oylik tarixiy ma'lumotlar ishlatilgan.

Tizimning samaradorligini baholash uchun quyidagi ko'rsatkichlar o'lchangan: yetkazib berish vaqtining o'rtacha qiymati (sinovdan oldin va keyin), yoqilg'i sarfi, transport vositasining bir kunlik bosib o'tgan masofasi, marshrutga rioya qilish darajasi (foizda), yoqilg'i va vaqt bo'yicha tejamkorlik.

Olingan ma'lumotlar statistik qayta ishlangan. Ma'lumotlarning o'rtacha qiymatlari, standart og'ishi, variatsiya koeffitsiyenti hisoblangan. Sinovdan oldingi va keyingi ko'rsatkichlarni taqqoslash uchun Student t-mezoni ( $p < 0,05$ ) qo'llanilgan. Ma'lumotlarni qayta ishlashda Microsoft Excel va SPSS dasturlaridan foydalanilgan.

## **XULOSA**

Raqamli platformalar va sun'iy intellekt asosida yuk tashishning optimal marshrutlarini shakllantirish tizimini ishlab chiqishga bag'ishlangan ushbu tadqiqot natijasida quyidagi umumiy xulosalarga kelindi.

Taklif etilgan tizim real vaqt rejimida yo'l harakati zichligi, ob-havo sharoiti, yo'l qoplamasining holati, transport vositasining yuklanish darajasi va yetkazib berish muddatlari kabi bir qator omillarni hisobga olgan holda eng qisqa, eng tez va eng tejamli marshrutlarni shakllantirish imkonini beradi. Tizimda Dijkstra, A\* (A-star) va genetik algoritmlar qo'llanilgan bo'lib, ularning har biri o'zining afzallik va kamchiliklariga ega. Dijkstra va A\* algoritmlari asosan statik marshrutlar uchun, genetik algoritmlar esa bir nechta omillarni hisobga olish zarur bo'lgan murakkab marshrutlar uchun samarali hisoblanadi.

Tizimni 3 ta yuk tashish korxonasida 4 oy davomida sinovdan o'tkazish natijalariga ko'ra, yetkazib berish vaqti o'rtacha 25% ga qisqardi, yoqilg'i sarfi 15% ga kamaydi, transport vositalarining bir kunlik bosib o'tgan masofasi 12% ga qisqardi. Korxonalarining oylik yoqilg'i tejamkorligi o'rtacha 1 250 000 so'mni tashkil qildi. Mashinaviy o'qitish modeli (LSTM neyron tarmoqlari) yo'l harakati zichligini prognoz qilishda 89% aniqlikka erishdi, bu esa real vaqt rejimida marshrutlarni qayta tuzish imkonini berdi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, raqamli platformalar va sun'iy intellekt asosida marshrutlarni optimallashtirish tizimini joriy qilish yuk tashish korxonalarini uchun yuqori iqtisodiy samara beradi. Yetkazib berish vaqtining qisqarishi mijozlar qoniqishini oshiradi, yoqilg'i sarfining kamayishi esa korxonalar xarajatlarini sezilarli darajada pasaytiradi.

Bundan tashqari, real vaqt rejimida o‘zgaruvchan sharoitlarga moslashish imkoniyati transport jarayonining barqarorligini ta’minlaydi.

Kelgusida bir nechta transport turlarini qamrab oluvchi multimodal tizimlarni ishlab chiqish, blokcheyn texnologiyasi asosida yuklarning holatini kuzatish tizimini qo‘shish va avtonom transport vositalari uchun marshrutlarni optimallashtirish algoritmlarini yaratish maqsadga muvofiq. Ushbu tadqiqot natijalari transport va logistika sohasida ishlaydigan korxonalar, tadbirkorlar va mutaxassislar uchun amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, ularga o‘z faoliyatlarini samarali rejalashtirish va optimallashtirish imkonini beradi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Axmedov, B. Q. (2022). *Logistikada raqamli texnologiyalar*. Toshkent: “Transport” nashriyoti, 240 b.
- [2] Yakubov, R. M. (2023). *Yuk tashish logistikasi*. Toshkent: “Iqtisod-Moliya” nashriyoti, 350 b.
- [3] Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1(1), 269-271.
- [4] Hart, P. E., Nilsson, N. J., & Raphael, B. (1968). A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 4(2), 100-107.
- [5] Holland, J. H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press, 228 p.
- [6] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press, 800 p.
- [7] Goldberg, D. E., & Lingle, R. (1985). Genetic algorithms for vehicle routing problem. *Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms*, 45-55.
- [8] Rahmonov, I. A. (2021). *Intellectual transport tizimlari asoslari*. Toshkent: “Tafakkur” nashriyoti, 280 b.
- [9] Toshpo‘latov, A. N., & Jo‘rayev, D. B. (2023). Logistikada optimal marshrutlarni tanlash usullari. *Transport va logistika jurnali*, 5(1), 34-42.
- [10] Qodirov, B. A. (2024). Yuk tashish jarayonlarida sun’iy intellektni qo‘llash. *“Zamonaviy transport tizimlari” ilmiy-to‘plami*, 12, 78-85.