

AVTOBUS YO‘NALISHLARIDA YO‘LOVCHI TASHISH JARAYONINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH VA OPTIMAL TRANSPORT VOSITALARI SONINI ANIQLASH

Andijon davlat texnika instituti
“Transport logistikasi” kafedrası katta o‘qituvchisi

Isroilov Sherzod

Andijon davlat texnika instituti 4-bosqich talabasi

G‘oyibberdiyev Jumanazar

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada avtobus yo‘nalishlarida yo‘lovchi tashish jarayonining matematik modeli ishlab chiqilib, optimal transport vositalari sonini aniqlash metodikasi taklif qilingan. Yo‘lovchilarning bekatga kelish oqimi Puasson taqsimotiga, avtobuslarning harakat oralig‘i esa eksponensial qonuniyatga bo‘ysunadi degan gipoteza asosida navbat nazariyasi elementlari qo‘llanilgan [1, 2]. Optimal avtobuslar sonini aniqlash uchun yo‘lovchilar kutish vaqti xarajatlari va transport korxonasi ekspluatatsion xarajatlari yig‘indisini minimallashtiruvchi maqsad funksiyasi tuzilgan [3, 4]. Taklif etilgan model real marshrut ma’lumotlarida sinovdan o‘tkazilgan bo‘lib, optimal avtobuslar sonini qo‘llash natijasida umumiy xarajatlarni 23,7% ga kamaytirish imkoniyati aniqlangan [5].

Kalit so‘zlar: matematik modellashtirish, yo‘lovchi tashish, optimal avtobuslar soni, navbat nazariyasi, Puasson taqsimoti, yuklanish koeffitsiyenti, kutish vaqti.

KIRISH

Shahar va shaharlararo yo‘lovchi tashish tizimida avtobus transporti muhim o‘rin egallaydi. Aholi sonining o‘sishi va shaharlar hududining kengayishi natijasida yo‘lovchi tashishga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Bu esa transport korxonalari oldida yo‘lovchilarga sifatli va tezkor xizmat ko‘rsatish, shuningdek, o‘z resurslaridan samarali foydalanish vazifalarini qo‘ymoqda.

Avtobus yo‘nalishlarida yo‘lovchilar oqimining vaqt va makon bo‘yicha notekis taqsimlanishi transport jarayonini rejalashtirishda jiddiy muammolarni keltirib chiqaradi. Yo‘lovchilar ko‘p bo‘lgan pik soatlarda avtobuslarning yetishmasligi, kam yuklangan vaqtlarda esa avtobuslarning bo‘sh yurishi kuzatiladi. Birinchi holatda yo‘lovchilar uzoq kutishga majbur bo‘lib, avtobuslar ichida gavdalanadi, ikkinchi holatda esa transport korxonasi yoqilg‘i, amortizatsiya va haydovchi ish haqi kabi xarajatlarni o‘z zimmasiga oladi, lekin daromad kam bo‘ladi.

Shu sababli, yo‘lovchi tashish jarayonini ilmiy asoslangan usullar bilan modellashtirish va optimal transport vositalari sonini aniqlash dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi. Matematik modellashtirish yordamida real jarayonlarning asosiy qonuniyatlarini aks ettiruvchi soddalashtirilgan model yaratiladi va turli xil variantlar ichidan eng maquli tanlanadi.

Navbat nazariyasi bu sohada keng qo‘llaniladigan matematik apparat hisoblanadi. Avtobus bekatini navbat tizimi sifatida qarash mumkin: yo‘lovchilar – talablar, avtobuslar esa – xizmat ko‘rsatuvchi qurilmalar rolini bajaradi. Ushbu yondashuv yo‘lovchilarning kutish vaqtini, navbat uzunligini va tizimning yuklanish darajasini hisoblash imkonini beradi.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi – avtobus yo‘nalishida yo‘lovchi tashish jarayonining matematik modelini ishlab chiqish, yo‘lovchilar kutish vaqti va transport korxonasi xarajatlari o‘rtasidagi optimal muvozanatni ta‘minlovchi avtobuslar sonini aniqlash metodikasini taklif qilishdir.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Yo‘lovchi tashish jarayonini matematik modellashtirish va optimal transport vositalari sonini aniqlash masalalari ko‘plab mahalliy va xorijiy olimlarning ilmiy ishlarida o‘rganilgan. Ushbu bo‘limda mavzu bo‘yicha mavjud adabiyotlarning tahlili keltirilgan.

1. Xorijiy adabiyotlar tahlili

Yo‘lovchi oqimlarini modellashtirish sohasidagi fundamental ishlardan biri Gross, Shortle, Thompson va Harrisning “Fundamentals of Queueing Theory” kitobidir [2].

Ushbu asarda navbat nazariyasining asosiy tushunchalari, M/M/1, M/M/c va boshqa navbat tizimlari batafsil yoritilgan. Mualliflar navbat tizimlarining barqarorlik shartlari, kutish vaqti va navbat uzunligini hisoblash formulalarini keltirgan. Ushbu nazariy asoslar avtobus bekatlarini navbat tizimi sifatida modellashtirishda asos bo‘lib xizmat qiladi.

Rossning “Introduction to Probability Models” kitobida ehtimollik modellari va ularning amaliyotda qo‘llanilishi batafsil yoritilgan [7]. Muallif Puasson jarayonlari, eksponensial taqsimot va ularning transport tizimlarida qo‘llanilishiga alohida e‘tibor qaratgan. Ushbu asar yo‘lovchilar oqimining statistik xususiyatlarini o‘rganishda muhim manba hisoblanadi.

Tahaning “Operations Research: An Introduction” kitobida operatsiyalarni tadqiq qilish usullari, jumladan, navbat nazariyasi, optimallashtirish va simulyatsion modellashtirish keng yoritilgan [9]. Muallif real tizimlarni modellashtirishda maqsad funksiyasini to‘g‘ri tanlash va cheklovlarni aniqlash masalalariga alohida e‘tibor qaratgan. Ushbu asar optimal avtobuslar sonini aniqlash masalasini qo‘yish va yechishda muhim ahamiyatga ega.

Litvinovning “Optimizatsiya passazhirskikh potokov na avtovokzalakh: teoriya i praktika” monografiyasi avtovokzallarda yo‘lovchi oqimlarini optimallashtirishga bag‘ishlangan [4]. Muallif yo‘lovchi oqimlarini o‘rganish usullari, ularni matematik modellashtirish va optimallashtirish masalalarini batafsil yoritgan. Ayniqsa, muallifning yo‘lovchilar kutish vaqti va transport korxonasi xarajatlari o‘rtasidagi muvozanatni topish bo‘yicha takliflari ushbu maqola uchun muhim manba bo‘ldi.

2. Mahalliy adabiyotlar tahlili

Axmedovning “Shahar yo‘lovchi transporti tizimlarini modellashtirish” kitobida O‘zbekiston shaharlari sharoitida yo‘lovchi transporti tizimlarini modellashtirish masalalari yoritilgan [1]. Muallif Toshkent, Samarqand va Buxoro shaharlaridagi avtobus yo‘nalishlarida olib borgan tadqiqotlar natijalarini keltirgan. Ushbu ishda yo‘lovchilar oqimining soatlik va kunlik notekislik koeffitsiyentlari, shuningdek, yo‘nalishlarning yuklanish darajasi tahlil qilingan.

Yakubovning “Logistika va transport infratuzilmasi” kitobida transport tizimlarini boshqarishning nazariy asoslari va amaliy masalalari yoritilgan [10]. Muallif transport korxonalarining ish samaradorligini baholash ko‘rsatkichlari, jumladan, yuklanish koeffitsiyenti, harakat tezligi va interval barqarorligi kabi parametrlarni tahlil qilgan.

Rahmonovning “Intellectual transport tizimlari asoslari” kitobida zamonaviy transport tizimlarida axborot texnologiyalarining qo‘llanilishi yoritilgan [6]. Muallif yo‘lovchi oqimlarini real vaqt rejimida kuzatish va boshqarishning zamonaviy usullari haqida ma’lumot bergan. Ushbu ish tadqiqotning amaliy jihatlarini ishlab chiqishda foydali bo‘ldi.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari asosida transport korxonalarini, mahalliy hokimiyat organlari va avtobus yo‘nalishlarini rejalashtirish bilan shug‘ullanuvchi mutaxassislar uchun quyidagi umumiy takliflar ishlab chiqildi:

1. Yo‘lovchilar oqimini muntazam o‘rganib borish. Har bir avtobus marshrutida kamida har 3-6 oyda bir marta yo‘lovchilar oqimini o‘lchash va tahlil qilish tavsiya etiladi. O‘lchash ishlari ish kunlari va dam olish kunlarida, ertalabgi va kechki pik soatlarda alohida o‘tkazilishi kerak. Bu ma’lumotlar asosida marshrutlar yuklanishining real rasmini olish mumkin.

2. Optimal avtobuslar sonini hisoblashda taklif etilgan matematik modeldan foydalanish. Transport korxonalarini avtobuslar sonini rejalashtirishda ushbu maqolada keltirilgan $Z(n) = C_y \cdot W_q(n) + C_t \cdot n$ maqsad funksiyasiga asoslangan metodikani qo‘llashlari mumkin. Bu usul yo‘lovchilar manfaatlari va korxonalar xarajatlari o‘rtasidagi muvozanatni topish imkonini beradi.

3. Pik soatlarda avtobuslar sonini oshirish. Ertalab soat 7:00-9:00 va kechki soat 17:00-19:00 oralig‘ida yo‘lovchilar oqimi keskin ortadi. Shu sababli, ushbu soatlarda avtobuslar sonini optimal qiymatga yetkazish yoki hatto undan 1-2 birlik ko‘paytirish tavsiya etiladi. Pik bo‘lmagan vaqtlarda esa avtobuslar sonini kamaytirish mumkin.

4. Har xil sig‘imdagi avtobuslardan foydalanish. Bir marshrutda turli sig‘imdagi avtobuslarni (kichik, o‘rta va katta sig‘imli) ishlatish maqsadga muvofiq. Pik soatlarda

katta sig‘imli (90-120 yo‘lovchi), pik bo‘lmagan vaqtlarda esa o‘rta yoki kichik sig‘imli avtobuslardan foydalanish yoqilg‘i sarfini kamaytiradi va iqtisodiy samara beradi.

5. Avtomatik yo‘lovchi hisoblagich tizimlarini joriy qilish. Avtobuslarga yo‘lovchilarni avtomatik hisoblaydigan sensorlar yoki kameralar o‘rnatish tavsiya etiladi. Bu tizimlar real vaqt rejimida yo‘lovchilar soni to‘g‘risida ma‘lumot beradi va avtobuslar sonini dinamik boshqarish imkonini yaratadi.

6. Mobil ilovalar va axborot taxtalaridan foydalanish. Yo‘lovchilarga real vaqt rejimida avtobuslarning kelish vaqti, bandlik darajasi va bo‘sh joylar haqida ma‘lumot beruvchi mobil ilovalar va bekatlarda axborot taxtalarini o‘rnatish tavsiya etiladi. Bu yo‘lovchilar vaqtini tejaydi va navbatlarni kamaytiradi.

7. Haydovchilar va dispetcherlarni matematik modellashtirish asoslariga o‘rgatish. Transport korxonalarini haydovchilari va dispetcherlarini yo‘lovchi oqimlarini tahlil qilish va optimal boshqarish usullari bo‘yicha qisqa muddatli o‘quv kurslaridan o‘tkazish maqsadga muvofiq.

8. Har bir marshrut uchun moslashuvchan jadval ishlab chiqish. Qat‘iy jadvaldan voz kechib, yo‘lovchilar oqimining o‘zgarishiga qarab avtobuslar soni va harakat intervali o‘zgarib turadigan moslashuvchan jadvallarni joriy qilish tavsiya etiladi. Bunda ertalab, kunduz, kechki va tungi vaqtlar uchun alohida jadvallar tuziladi.

9. Davlat-xususiy sheriklik asosida transport tizimini rivojlantirish. Avtobus yo‘nalishlarida xususiy operatorlarni jalb qilishda ularga qo‘yiladigan talablar tizimini ishlab chiqish va ularning faoliyatini ushbu maqoladagi matematik model asosida baholash tavsiya etiladi.

10. Tadqiqotni kengaytirish va takomillashtirish. Kelgusida bir nechta marshrutlar o‘zaro bog‘liq holda (tarmoqli modellashtirish), shuningdek, ob-havo sharoiti, mavsumiy o‘zgarishlar va maxsus tadbirlar (bayramlar, mashg‘ulotlar) ta‘sirini hisobga oluvchi murakkab modellarni ishlab chiqish tavsiya etiladi.

XULOSA

Ushbu maqolada avtobus yo‘nalishlarida yo‘lovchi tashish jarayonini matematik modellashtirish va optimal transport vositalari sonini aniqlash masalalari o‘rganildi.

Tadqiqot natijasida yo‘lovchilarning bekatga kelish jarayoni Puasson taqsimotiga bo‘ysunishi, bu esa navbat nazariyasini avtobus bekatlariga qo‘llash imkonini berishi aniqlandi. Avtobuslarning harakat oralig‘i va xizmat ko‘rsatish intensivligi asosida qurilgan matematik model yo‘lovchilarning o‘rtacha kutish vaqti, navbat uzunligi va tizimning yuklanish koeffitsiyentini hisoblash imkonini beradi. Optimal avtobuslar sonini aniqlash uchun yo‘lovchilar kutish vaqti xarajatlari va transport korxonasi ekspluatatsion xarajatlari yig‘indisini minimallashtiruvchi maqsad funksiyasi ishlab chiqildi. Taklif etilgan model Toshkent shahridagi real avtobus marshruti ma’lumotlarida sinovdan o‘tkazilgan bo‘lib, optimal avtobuslar sonini qo‘llash natijasida umumiy xarajatlarni 23,7% ga kamaytirish imkoniyati aniqlandi. Tadqiqot natijalari transport korxonalariga yo‘lovchilar oqimiga mos ravishda avtobuslar sonini ilmiy asoslangan holda rejalashtirish, yo‘lovchilarning kutish vaqtini qisqartirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi. Yo‘lovchilar oqimini muntazam o‘rganish, pik soatlarda avtobuslar sonini oshirish, har xil sig‘imdagi avtobuslardan foydalanish va avtomatik hisoblagich tizimlarini joriy qilish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] Axmedov, B. Q. (2021). *Shahar yo‘lovchi transporti tizimlarini modellashtirish*. Toshkent: “Transport” nashriyoti, 204 b.
- [2] Gross, D., Shortle, J. F., Thompson, J. M., & Harris, C. M. (2018). *Fundamentals of Queueing Theory (5th Edition)*. Wiley, 640 p.
- [3] Juraev, R. H., & Aliyeva, N. M. (2022). Avtobus yo‘nalishlarida transport vositalari sonini optimallashtirish usullari. *O‘zbekiston avtomobil yo‘llari ilmiy-texnik jurnali*, 2(64), 33-40.
- [4] Litvinov, V. V. (2019). *Optimizatsiya passazhirskikh potokov na avtovokzalakh: teoriya i praktika*. Moskva: MADI (GTU), 212 s.
- [5] Qodirov, B. A., & Xamidov, O. S. (2024). Yo‘lovchilar oqimini modellashtirish asosida avtobuslar sonini aniqlash metodikasi. *“Zamonaviy transport tizimlari” ilmiy-to‘plami*, 11, 92-99.

- [6] Rahmonov, I. A. (2020). *Intellektual transport tizimlari asoslari*. Toshkent: “Tafakkur” nashriyoti, 256 b.
- [7] Ross, S. M. (2019). *Introduction to Probability Models (12th Edition)*. Academic Press, 826 p.
- [8] Toshpo‘latov, A. N., & Jo‘rayev, D. B. (2023). Shahar avtobus yo‘nalishlarida harakat intervalini optimallashtirish. *Transport va logistika jurnali*, 4(2), 45-52.
- [9] Taha, H. A. (2017). *Operations Research: An Introduction (10th Edition)*. Pearson, 848 p.
- [10] Yakubov, R. M. (2022). *Logistika va transport infratuzilmasi*. Toshkent: “Iqtisod-Moliya” nashriyoti, 310 b.