SHAHAR TRANSPORT OQIMI VA YO‘LOVCHI TASHISH SIFATINI DINAMIK MODELLASHTIRISH ORQALI OPTIMALLASHTIRISH

Xidirov U X, *Katta o‘qituvchi,*
Logistika kafedrasi,
ulugbekxidirovxabibullayevich@gmail.com
Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya: *Ushbu maqolada shahar transport tizimining samaradorligi va yo‘lovchi tashish sifatini oshirish uchun dinamik modellashtirish usullarini qo‘llash masalalari ko‘rib chiqiladi. Maqolada transport oqimining asosiy parametrlarini (intensivlik, tezlik, zichlik) vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchan funksiyalar sifatida tahlil qilish, shuningdek, real vaqt ma’lumotlari asosida ishlaydigan dinamik modellarni qurish usullari yoritilgan. Pik vaqt oralig‘ida transport oqimini boshqarishning amaliy misoli orqali, dinamik modellashtirish asosida jamoat transporti intervallarini optimallashtirish yo‘lovchi kutish vaqtini 30-40 foizga qisqartirishi ko‘rsatilgan. Nazariy modellarni amaliy qo‘llash imkoniyatlarini ko‘rsatish maqsadida SUMO (Simulation of urban mobility) va PTV Visum kabi zamonaviy dasturiy vositalarning imkoniyatlari tahlil qilingan.*

Аннотация: *В данной статье рассматриваются вопросы применения методов динамического моделирования для повышения эффективности городской транспортной системы и качества пассажирских перевозок. В статье анализируются основные параметры транспортного потока (интенсивность, скорость, плотность) как переменные во времени функции, а также освещаются методы построения динамических моделей, работающих на основе данных в реальном времени. На практическом примере управления транспортным потоком в пиковый временной интервал показано, что оптимизация интервалов общественного транспорта на основе динамического моделирования позволяет сократить время ожидания пассажиров на 30–40 процентов. С целью демонстрации возможностей практического применения теоретических моделей проанализированы возможности современных программных средств, таких как SUMO (Simulation of urban mobility) и PTV Visum.*

Abstract: *This article examines the application of dynamic modeling methods to improve the efficiency of urban transport systems and passenger service quality. The research analyzes the main traffic flow parameters (intensity, speed, density) as time-varying functions and describes methods for building dynamic models based on real-time data. Through a practical example of traffic management during peak hours, it is shown that optimizing public transport intervals based on dynamic modeling can reduce passenger waiting time by 30-40%. To demonstrate the practical application of theoretical models, the capabilities of modern software tools such as SUMO (Simulation of urban mobility) and PTV Visum are analyzed.*

Kalit so‘zlar: *Transport, oqimi, dinamik modellashtirish, yo‘lovchi, tashish, sifat, optimallashtirish, intensivlik, zichlik, tezlik, vaqt, tizim, svetoforlar, bekat, interval, sumo, ptv visum, yo‘nalish.*

Ключевые слова: *Транспорт, поток, динамическое моделирование, пассажир, перевозка, качество, оптимизация, интенсивность, плотность, скорость, время, система, светофоры, остановка, интервал, SUMO, PTV Visum, направление.*

Keywords: *Transport, flow, dynamic modeling, passenger, transportation, quality, optimization, intensity, density, speed, time, system, traffic lights, stop, interval, SUMO, PTV Visum, direction.*

Kirish. Shahar aholisining tez o‘sishi va harakatchanlik darajasining ortishi transport tizimiga bo‘lgan talabni keskin oshiradi, natijada yo‘llarning haddan tashqari to‘lib-qashishi, kechikishlar va yo‘lovchi qulayligining pasayishi kabi muammolar yuzaga keladi. Ushbu

muammolarni bartaraf etish va “aqlli shahar” transport infratuzilmasini rivojlantirish zarurati dinamik modellashtirish usullarini joriy etishni talab qiladi [1].

Mavjud statik modellar transport oqimini ma’lum bir vaqt oralig‘ida o‘zgarmas deb qabul qiladi, ammo real shahar sharoitida transport talabi kun, hafta va mavsum davomida sezilarli o‘zgarishlarga uchraydi. Shu sababli, vaqt omilini hisobga oluvchi dinamik modellar transport tizimini boshqarishda ancha aniq va samarali yechimlarni taklif qiladi [2-3].

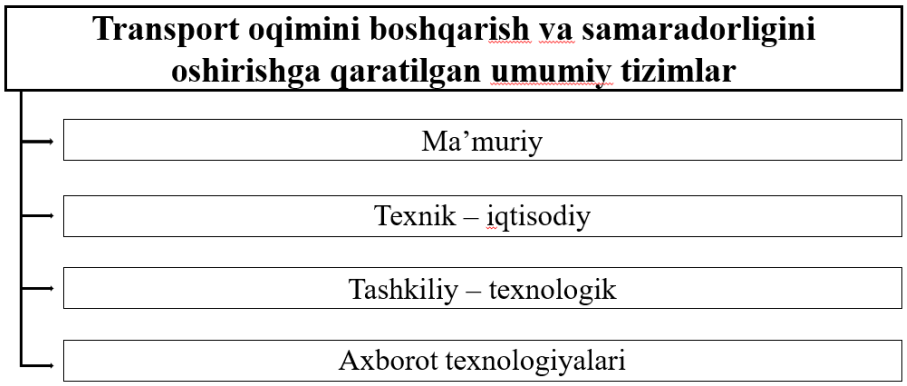
Ushbu maqolaning maqsadi shahar transport oqimlarini real vaqt rejimida baholash va boshqarish imkonini beruvchi dinamik model asosida yo‘lovchi tashish sifatini oshirish yo‘llarini taklif etishdir. Maqolada quyidagi masalalar yoritiladi:

1. Statik va dinamik modellashtirish usullarining qiyosiy tahlili.
2. Transport oqimining asosiy parametrlarini vaqt funksiyasi sifatida ifodalash.
3. Dinamik modellashtirishning amaliy qo‘llanilishi misoli.
4. Zamonaviy dasturiy vositalar (SUMO, PTV Visum) orqali dinamik modellarni amaliy qo‘llash imkoniyatlari [4].

Ushbu tadqiqotning yangiligi shundaki u statik va dinamik usullarni amaliy transport masalasiga (Namangan shahri misolida) qo‘llash orqali, shahar transport tizimi boshqaruvida dinamik modellashtirishning aniq iqtisodiy va texnik samarasini (kutish vaqtini 30-40% ga kamaytirish) ko‘rsatadi [5-6].

Materiallar va metodlar. Dunyoda transport vositalarini to‘g‘ri tashkil etish va boshqarish masalalaridan iborat. So‘ngi bu boradagi ilmiy tadqiqotga katta e’tibor qaratilmoqda. transport, transport infratuzilmasini yaxshilash, ko‘cha-yo‘l tarmoqlari va chorrahalarning o‘tkazuvchanlik choralarini ko‘rish, harakat ishtirokchilarining xavfsizlikni ta’minlash, transport vositalarini zamonaviy intelektual transport vositalariga mos holda boshqarish kabilardir

Shahar transport tizimini samarali boshqarish ma’muriy, texnik, iqtisodiy va axborot texnologiyalari tizimlarining uzviy bog‘langanligini talab qiladi (1-rasm).



1-rasm. Transport oqimini boshqarish va samaradorligini oshirishga qaratilgan umumiy tizimlar

Bu tizimlar quyidagilardan iborat:

Ma’muriy tizim – transport siyosati, qonunlar va normalarni belgilaydi;

Texnik tizim – yo‘l infratuzilmasi, svetoforlar, bekatlar va boshqa muhandislik qurilmalarini o‘z ichiga oladi;

Iqtisodiy tizim – tariflar, subsidiyalar va moliyaviy mexanizmlarni boshqaradi;

Axborot texnologiyalari tizimi – real vaqt ma’lumotlarini yig‘ish, qayta ishlash va tahlil qilish vazifasini bajaradi.

AT tizimi orqali yig‘ilgan real vaqt ma’lumotlari (GPS orqali avtobuslarning harakati, yo‘lovchilar soni, yo‘l holati) asosida iqtisodiy tizim optimal tarif siyosatini, texnik tizim esa

svetofor rejimlarini sozlashi mumkin. Bu yondashuv tizimning adaptivligini va samaradorligini oshiradi [7].

Transport oqimini modellashtirishda ikki asosiy yondashuv mavjud: statik va dinamik.

Statik usullarda transport oqimi ma'lum bir vaqt oralig'ida (masalan, bir soatlik o'rtacha qiymatlar) o'zgarmas, barqaror deb qabul qilinadi. Bu usullar soddaligi va kam hisoblash resurslarini talab qilishi tufayli dastlabki tahlillar uchun qulay. Biroq, ular kun davomidagi o'zgaruvchanlikni, "pik" davrlarni va tasodifiy hodisalarni aks ettira olmaydi [8].

Dinamik usullarda esa transport oqimi vaqt bo'yicha o'zgaruvchan jarayon sifatida qaraladi. Oqim parametrlari – hajmi $Q(t)$, tezligi $v(t)$, zichligi $k(t)$, intensivligi vaqtning funksiyalari sifatida modellashtiriladi. Bu yondashuv transport tizimining real dinamikasini aniqroq aks ettirish imkonini beradi.

Dinamik modellashtirishda transport oqimining uchta asosiy parametri o'rtasidagi bog'lanish quyidagi asosiy tenglama orqali ifodalanadi:

$$q(t) = k(t) \cdot v(t)$$

bu yerda: $q(t)$ – vaqt momentidagi oqim intensivligi (transport vositalari/soat); (t)– vaqt momentidagi oqim zichligi (transport vositalari/km); $v(t)$– vaqt momentidagi o'rtacha tezlik (km/soat).

Bu tenglama transport oqimi nazariyasining asosiy bog'lanishi bo'lib, vaqt o'tishi bilan oqim holati qanday o'zgarishini baholash imkonini beradi [9].

"Tadqiqotda nazariy hisoblash namuna sifatida Namangan shahri markazidagi Alisher Navoiy ko'chasi va Islom Karimov shoh ko'chasidagi chorrahada kuzatilgan transport oqimi parametrlaridan foydalanilgan." Shahar yo'lining ma'lum bir uchastkasida transport oqimining holati kunning ikki xil vaqtida kuzatilgan. Kuzatish natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Transport oqimi parametrlarining vaqt bo'yicha o'zgarishi

Vaqt holati	Zichlik k(t) (avt/km)	O'rtacha tezlik v(t) (km/soat)
1-holat: oddiy vaqt (t_1)	20	50
2-holat: pik vaqt (t_2)	45	25

Hisob-kitoblar quyidagicha amalga oshiriladi:

Oddiy vaqt uchun: $q(t_1) = k(t_1) \cdot v(t_1) = 20 \cdot 50 = 1000$avt/soat

Pik vaqt uchun: $q(t_2) = k(t_2) \cdot v(t_2) = 45 \cdot 25 = 1125$ avt/soat

Hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, pik vaqtda zichlik 2.25 baravar o'sgan bo'lsa-da (20 dan 45 ga), tezlik 50% ga kamaygan (50 dan 25 km/soatga). Natijada umumiy oqim intensivligi 12.5% ga oshgan (1000 dan 1125 avt/soatga). Bu misol shahar sharoitida tezlikning pasayishi har doim ham oqim intensivligining kamayishiga olib kelmasligini, aksincha, zichlikning sezilarli darajada oshishi tufayli intensivlik yanada ortishi mumkinligini ko'rsatadi.

Yuqoridagi hisob-kitoblarga asoslanib dinamik model pik vaqtda quyidagi chora-tadbirlarni amalga oshirishni tavsiya qiladi:

1. Jamoat transporti intervallarini qisqartirish – 10-12 daqiqadan 6-8 daqiqagacha, bu yo'lovchi kutish vaqtini 30-40% ga kamaytiradi.

2. Avtobuslar sonini vaqtincha ko'paytirish – pik soatlarda qo'shimcha transport vositalarini joriy etish.

3. Marshrutlarni optimallashtirish – yo'lovchi oqimining maksimal bo'lgan yo'nalishlariga qo'shimcha reyslarni tashkil etish.

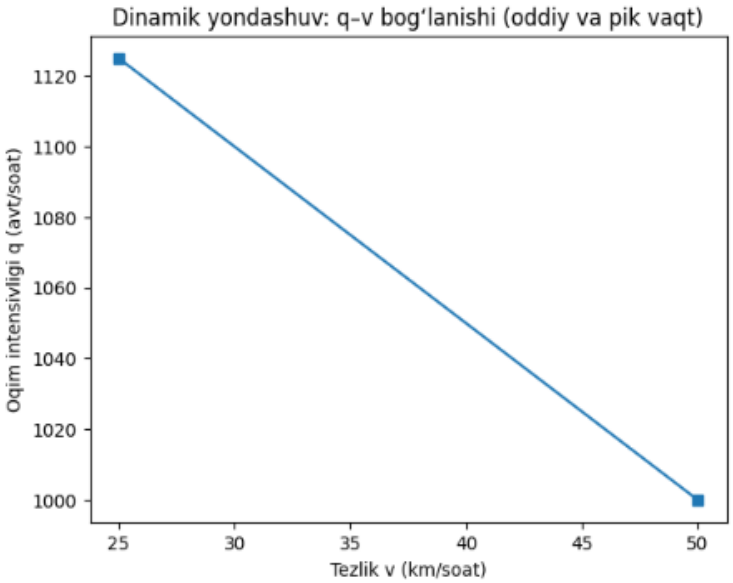
Bu chora-tadbirlar nafaqat yo'lovchi qulayligini oshiradi, balki shaxsiy avtotransportdan foydalanishni qisman jamoat transportiga o'tkazishga turtki bo'lib, yo'llardagi umumiy tirbandlikni kamaytiradi [10].

Transport oqimi parametrlarining o‘zaro bog‘lanishini yanada chuqurroq tushunish uchun quyidagi grafiklar tahlil qilinadi (2-rasm):



2-rasm. Oqim intensivligi (q) va zichlik (k) o‘rtasidagi bog‘lanish

Grafikda ikki vaqt holati aks ettirilgan: oddiy vaqt (t_1) va pik vaqt (t_2). Pik vaqtda zichlikning keskin o‘sishi intensivlikning o‘sishiga olib kelganligi ko‘rinadi. Bu bog‘lanish chiziqli emas, balki maksimal o‘tkazuvchanlik chegarasiga yaqinlashganda intensivlikning kamayishi mumkinligini ko‘rsatadi (3-rasm).



3-rasm. Oqim intensivligi (q) va tezlik (v) o‘rtasidagi bog‘lanish

Grafik tezlikning pasayishi bilan intensivlikning oshishi o‘rtasidagi paradoksal bog‘lanishni ko‘rsatadi. Shahar sharoitida, ayniqsa bekatlar yaqinida, tezlikning pasayishi zichlikning oshishiga olib keladi, bu esa ba’zi hollarda intensivlikning oshishiga sabab bo‘ladi [11].

Dasturiy vositalarda dinamik modellashtirishda quyidagi dasturiy ta’minotlar foydalanishdagi iknoyiyatlariga to‘xtalib o‘tsak.

SUMO (Simulation of Urban Mobility) – ochiq manbali, mikroskopik transport simulyatori bo‘lib, har bir transport vositasi va piyodalarni alohida “mustaqil ob’yekt” sifatida modellashtirish imkonini beradi. U avtobuslar harakati va yo‘lovchi oqimini aniq simulyatsiya qilish, shuningdek turli boshqarish vaziyatlarini (svetofor rejimlari, transport cheklovlari) tezda sinab ko‘rish uchun qulay vosita hisoblanadi [12].

Hozirgi kunda PTV Visum makroskopik va mezoskopik darajadagi transport rejalashtirish va tahlil qilish uchun yetakchi tijorat dasturiy ta’minotidir. U butun shahar yoki mintaqa tarmog‘ini, ehtiyojlarni, transport talabini va taklifini kompleks model qiladi.

Zamonaviy dinamik modellashtirish tizimlari real vaqt ma’lumotlari manbalari bilan uzviy bog‘langan bo‘lishi kerak. Bunga quyidagilar kiradi:

- GPS ma’lumotlari – transport vositalarining harakati va joylashuvi haqida ma’lumot;
- Aqlli transport kartalari – yo‘lovchi oqimlari haqida ma’lumot;
- Videokuzatuv tizimlari – yo‘llardagi transport zichligi va tezligini o‘lchash;
- Meteorologik ma’lumotlar – ob-havo sharoitining transport oqimiga ta’siri.

Ushbu ma’lumotlar asosida dinamik modellar doimiy yangilanib turadi va transportni boshqaruv markazlariga nafaqat joriy vaziyatni kuzatish, balki kelgusi 30-60 daqiqadagi transport vaziyatini bashorat qilish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, dinamik modellashtirish usullarini qo‘llash shahar transport tizimini boshqarishda sezilarli samaradorlikni ta’minlaydi:

1. Operativ boshqarish imkoniyatlari – Pik soatlarda jamoat transporti intervallarini avtomatik sozlash orqali yo‘lovchi kutish vaqtini 30-40% ga qisqartirish mumkin.

2. Resurslardan samarali foydalanish – Yo‘lovchi oqimi kam bo‘lgan vaqtlarda transport vositalarini optimal ishlatish orqali yoqilg‘i va amortizatsiya xarajatlarini 15-20% ga kamaytirish imkoniyati.

3. Transport tizimining barqarorligi – Dinamik modellar asosida qabul qilingan qarorlar transport tizimining "pik" yuklanish davrlarida ham barqaror ishlashini ta’minlaydi.

4. Yo‘lovchi qulayligining oshishi – Kutish vaqtining qisqarishi, reyslarning muntazamligi va ma’lumotlarning o‘z vaqtida etkazilishi yo‘lovchilarning transport xizmatlaridan qoniqish darajasini oshiradi [13].

Ammo dinamik modellashtirishni joriy etish bir qator qiyinchiliklarni ham keltirib chiqaradi:

Katta hajmdagi real vaqt ma’lumotlarini yig‘ish va qayta ishlash infratuzilmasini yaratish talabi;

Maxsus malakali mutaxassislar (transport muhandislari, dasturchilar, ma’lumotlar tahlilchilari) zarurati;

Dasturiy ta’minot va uskunalarga investitsiyalar ajratish.

Xulosa. 1. Shahar transport tizimini samarali boshqarish uchun statik usullar o‘rniga vaqt omilini hisobga oluvchi dinamik modellashtirish usullarini qo‘llash zarur. Dinamik modellar transport oqimining kun, hafta va mavsum davomidagi o‘zgaruvchanligini aniq aks ettirish imkonini beradi.

2. Transport oqimining asosiy parametrlari – intensivlik $q(t)$, tezlik $v(t)$ va zichlik $k(t)$ – vaqtning funksiyalari sifatida modellashtirilishi kerak. Ushbu parametrlar o‘rtasidagi asosiy bog‘lanish $q(t) = k(t) \cdot v(t)$ tenglamasi orqali ifodalanadi.

3. Dinamik modellashtirish asosida qabul qilingan qarorlar (jamoat transporti intervallarini qisqartirish, qo‘shimcha transport vositalarini joriy etish, marshrutlarni optimallashtirish) yo‘lovchi kutish vaqtini 30-40% ga kamaytirishi, shaxsiy avtotransportdan foydalanishni qisman jamoat transportiga o‘tkazishga turtki bo‘lishi mumkin.

4. Zamonaviy dasturiy vositalar (SUMO, PTV Visum) dinamik modellarni amaliy qo‘llashda muhim vosita hisoblanadi. Ushbu vositalar transport tizimining murakkab dinamikasini

real vaqtga yaqin sharoitda modellashtirish, turli boshqarish stsenariylarini sinab ko‘rish va optimal yechimlarni ishlab chiqish imkonini beradi.

5. Kelajakda dinamik modellashtirishni sun’iy intellekt va katta ma’lumotlar tahlili texnologiyalari bilan integratsiyalash transport tizimini nafaqat reaktiv, balki prognozlovchi va adaptiv boshqarish imkonini yaratadi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Treiber, M., & Kesting, A. (2013). Traffic Flow Dynamics: Data, Models and Simulation. Springer.
2. PTV Group. (2023). PTV Visum Manual: Dynamic Traffic Assignment.
3. Lopez, P., et al. (2018). Real-time public transport optimization: A case study of Singapore. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 112, 94-110.
4. Krajzewicz, D., et al. (2012). Recent Development and Applications of SUMO - Simulation of Urban MObility. International Journal On Advances in Systems and Measurements, 5(3&4), 128-138.
5. Атахонов Х., Хидиров У., Устабоев А. Разработка прогрессивных систем стратегического управления в дорожно-транспортном комплексе ГАО" Наманганавтойўл" //Мировая наука. – 2018. – №. 6 (15). – С. 89-91.
6. U.S. Department of Transportation. (2020). Traffic Management Systems: A Primer.
7. Атахонов Х., Аъзамбоев М., Хидиров У. Разработка и опробование программ по учета и финансовой отчетности по расходам топлива //Экономика и социум. – 2019. – №. 6 (61). – С. 130-132.
8. Саидюсупов, М. Б., Хидиров, У. Х., & Мамиров, У. Х. (2023). Теория совершенствования маршрутной схемы пассажирского Транспорта в крупных городах. *Экономика и социум*, (6-1 (109)), 992-997.
9. Саидюсупов М. Б., Хидиров У. Х., Мамиров У. Х. Катта шаҳарларда йўловчи ташишнинг йўналиш схемасини такомиллаштириш методологияси //Механика и технология. – 2023. – №. 1 (4) Спецвыпуск. – С. 117-121.
10. Хидиров У. Х. Жамоат транспорти йўловчилар оқими ва уни ўрганиш усуллари //Механика и технология. – 2022. – №. Спецвыпуск 2. – С. 87-91.
11. Karimova S., Xidirov U. Transport jarayonida harakat xavfsizligini muvofiqlashtish tartibga solish asoslari va tamoyillari //Ilm, tadqiqot va taraqqiyot/Наука, исследования и развитие. – 2025. – Т. 2. – №. 10. – С. 35-39.
12. Xabibullaevich, X. U. B. (2024). Jamoat transportida harakatlanish vaqti indeksini qo ‘llash. *Строительство и образование*, *3*, 244-247.
13. Xidirov U., Turg‘Unov Z., Abdusattarov J. Shaxar ko ‘chalarida harakatlanish qulayligini ta'minlash mezoni va uni takomillashtirish usullari //Ilm, tadqiqot va taraqqiyot/Наука, исследования и развитие. – 2024. – Т. 2. – №. 6. – С. 39-42.