SHAHAR CHORRAHALARIDA TRANSPORT YUKLAMASINI PROGNOZLASH VA O‘TKAZUVCHANLIKNI BAHOLASH USULLARINING QIYOSIY TAHLILI (FARG‘ONA SHAHRI MISOLIDA)

Xametov Zamirbek Muxtorovich
Qosimov Abbos Sharofidin o‘g‘li
Ummatqulov Ozodbek Inomjon o‘g‘li
Farg‘ona davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Farg‘ona shahridagi ikkita chorrahada 2034-yilgacha bo‘lgan transport yuklamasini prognozlash usullari qiyosiy tahlil qilindi. Pik soat ulushining tanlanishi hamda yashil ishoraning ulushi hisobga olinishi asosiy yo‘nalish yuklamasi darajasining baholanishini 0,92 dan 3,21 gacha o‘zgartiradi.

Kalit so‘zlar: transport oqimi, intensivlik prognozi, o‘tkazuvchanlik qobiliyati, yuklanish darajasi, pik soat ulushi, svetoforli boshqaruv, turbo – aylanma halqa.

Аннотация. Сопоставлены методы прогноза нагрузки двух перекрёстков г. Фергана до 2034 г. Выбор доли пикового часа и учёт доли зелёного сигнала меняют оценку загрузки главного подхода от 0,92 до 3,21.

Ключевые слова: транспортный поток, прогноз интенсивности, пропускная способность, степень загрузки, коэффициент пикового часа, светофорное регулирование, турбокольцо, Фергана.

Annotation. Load forecasting methods for two Fergana intersections up to 2034 are compared. The peak-hour factor share green-time ratio change the estimated 2034 saturation of the main approach from 0.92 to 3.21.

Key words: traffic flow, volume forecasting, capacity, degree of saturation, peak-hour factor, signal control, turbo roundabout, Fergana.

KIRISH

O‘zbekiston shaharlarida motorlashuv darajasi tez o‘smoqda. Farg‘ona viloyatida ro‘yxatga olingan avtomobillar soni 2024-yilda 454 284 tani tashkil etgan bo‘lib, 2034-yilga borib 788 844 taga yetishi prognoz qilinmoqda [1]. Bu yiliga o‘rtacha 5,7 % o‘sishni anglatadi. Bunday sharoitda shahar chorrahalarining kelajakdagi yuklamasini ishonchli prognozlash yo‘l infratuzilmasini rivojlantirish bo‘yicha qarorlarning asosi hisoblanadi.

Chorraha o‘tkazuvchanligini baholashning nazariy asoslari F.V. Webster ishlarida yaratilgan [9] va hozirda Highway Capacity Manual (HCM) metodikasida standartlashtirilgan [8]. Rus tilidagi adabiyotda transport oqimlari nazariyasi va harakatni tashkil etish masalalari V.V. Silyanov hamda G.I. Klinkovshteyn ishlarida batafsil yoritilgan [4, 7]. Transport talabini prognozlash usullari J. de D. Ortúzar va L.G. Willumsen monografiyasida tizimlashtirilgan [5]. Svetoforli chorrahaga

muqobil sifatida turbo-aylanma halqalar taklif etilgan bo‘lib, ularning loyihalash tamoyillari L.G.H. Fortuijn tomonidan ishlab chiqilgan [2].

Amaliy rejalashtirish hujjatlarida esa prognoz ko‘pincha soddalashtirilgan usulda bajariladi: kunlik oqim pik soat ulushi orqali soatlik oqimga o‘tkaziladi va polosaning to‘yinish oqimi bilan solishtiriladi. Bunda qabul qilingan farazlar natijaga qanchalik ta’sir qilishi odatda baholanmaydi. Farg‘ona shahar transport bosh rejasi ma’lumotlari asosida chorraha yuklamasini prognozlashning turli usullarini taqqoslash va asosiy parametrlarning natijaga ta’sirini aniqlash maqsad qilindi[1].

MATERIALLAR VA METODLAR

Tadqiqot obyekti sifatida bosh rejada 2034-yilgacha prognoz qilingan ikki chorraha tanlandi: Marg‘ilon – Quruvchilar va Qirlola - Yangi zamon ko‘chalari kesishmalari [1]. Ularning boshlang‘ich ma’lumotlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Tadqiqot obyektlarining boshlang‘ich ma’lumotlari (2024-yil, [1] bo‘yicha)

Ko‘rsatkich	Marg‘ilon – Quruvchilar	Qirlola – Yangi zamon
Kunlik kiruvchi oqim N_0, avt./kun	40 500	31 000
Yo‘nalishlar ulushi (1/2/3/4), %	50 / 5 / 20 / 25	65 / 1 / 22 / 12
Polosalar soni (1/2/3/4)	2 / 1 / 2 / 2	2 / 1 / 2 / 1
1-yo‘nalishning yashil vaqti / sikl, s	ma’lumot yo‘q (g/C = 0,50 qabul qilindi)	25 / 45 (g/C = 0,56)

Kunlik oqimning o‘sishi murakkab foizlar modeli bilan prognozlandi:

$$N_t = N_0\,(1 + r)^t \qquad (1)$$

bu yerda N_0 - boshlang‘ich yildagi kunlik oqim, avt./kun; r - yillik o‘sish sur’ati; t - prognoz davri, yil. Bosh rejada $r = 5\,\%$ qabul qilingan [1]. Taqqoslash uchun $r = 3\,\%$ (past ssenariy) va viloyat avtoparkining 2024–2034-yillardagi o‘rtacha o‘sish sur’ati ham ko‘rib chiqildi:

$$r_{av} = \left(\frac{788\,844}{454\,284}\right)^{1/10} - 1 = 0{,}0567 \qquad (2)$$

bu yerda r_{av} - Farg‘ona viloyatida 2024–2034-yillarda avtotransport vositalari parki sonining o‘rtacha yillik geometrik o‘sish sur’ati (ulushda), 788844 - 2034-yil oxiriga borib Farg‘ona viloyatida ro‘yxatga olinishi kutilayotgan avtomobillarning prognoz soni, birlik, 454284 - 2024-yil holatiga viloyatda rasman ro‘yxatga olingan jami avtomobillar soni, birlik, 10 - retrospektiv va istiqbolli statistik davr oralig‘i, yil (2034 - 2024 = 10).

Yo‘nalishning hisobiy soatlik oqimi pik soat ulushi K orqali aniqlandi:

$$q_i = K \cdot N_t \cdot p_i \qquad (3)$$

bu yerda p_i - yo‘nalishning kiruvchi oqimdagi ulushi. Bosh rejada kunlik oqimning 35 % i ikki pik soatga to‘g‘ri keladi deb qabul qilingan [1], ya’ni $K = 0{,}175$. Shahar ko‘chalari uchun hisobiy soat ulushi adabiyotda odatda 0,08 - 0,12 oralig‘ida olinadi [3, 6, 8], shuning uchun taqqoslash uchun $K = 0{,}10$ ham ko‘rib chiqildi.

Svetoforli yo‘nalishning o‘tkazuvchanligi to‘yinish oqimi va yashil vaqt ulushi orqali aniqlanadi [8, 9]:

$$c_i = s \cdot n_i \cdot \frac{g_i}{C} \quad (4)$$

bu yerda $s = 1800\ avt./(soat \cdot polosa)$ - to‘yinish oqimi [1]; n_i - polosalar soni;g_i - samarali yashil vaqt, s; C - svetofor sikli, s. Bosh rejada esa o‘tkazuvchanlik $c_i = s \cdot n_i$ ko‘rinishida, ya’ni yashil vaqt ulushini hisobga olmasdan aniqlangan [1]. Yuklanish darajasi $X_i = q_i/c_i$ nisbati bilan baholandi; $X > 1$ bo‘lsa, yo‘nalish o‘ta yuklangan hisoblanadi.

Shunday qilib, to‘rtta hisob usuli taqqoslandi: $A - K = 0{,}175, c = s \cdot n$ (bosh reja usuli); $B - K = 0{,}175, c = s \cdot n \cdot g/C$; $C - K = 0{,}10, c = s \cdot n \cdot g/C$; $D - K = 0{,}10, c = s \cdot n$. Yuklanish darajasi 1 ga yetadigan kritik yil (1)–(4) ifodalardan aniqlandi:

$$t^* = \frac{\ln(c_i/q_{i,0})}{\ln(1+r)} \quad (5)$$

NATIJALAR

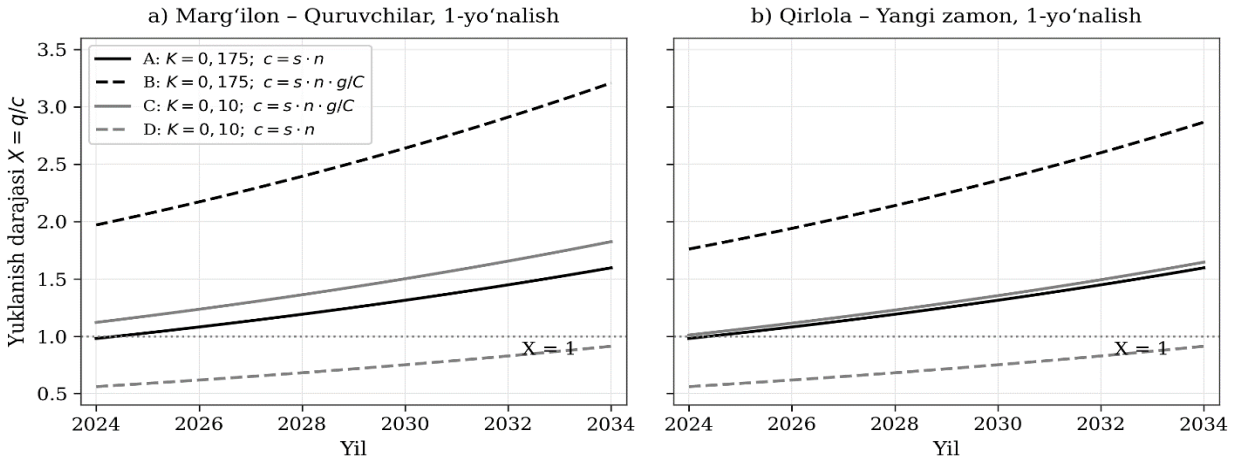
Ikkala chorrahada ham eng yuklangan yo‘nalish 1-yo‘nalish hisoblanadi, shuning uchun natijalar shu yo‘nalish uchun keltiriladi. 2-jadvalda $r = 5\ \%$ bo‘lgandagi yuklanish darajalari berilgan.

2-jadval. 1-yo‘nalishning yuklanish darajasi X (r = 5 %)

Usul	K	c	M-Q 2024	M-Q 2030	M-Q 2034	Q-Y 2024	Q-Y 2030	Q-Y 2034
A (bosh reja)	0,175	s·n	0,98	1,32	1,60	0,98	1,31	1,60
B	0,175	s·n·g/C	1,97	2,64	3,21	1,76	2,36	2,87
C	0,10	s·n·g/C	1,12	1,51	1,83	1,01	1,35	1,64
D	0,10	s·n	0,56	0,75	0,92	0,56	0,75	0,91

Izoh: M - Q - Marg‘ilon - Quruvchilar, Q – Y – Qirlola - Yangi zamon chorrahasi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, usul tanlovi 2034-yildagi yuklanish bahosini Marg‘ilon – Quruvchilar chorrahasida 0,92 dan 3,21 gacha, ya’ni 3,5 marta o‘zgartiradi. Bosh reja usuli (A) bo‘yicha 1-yo‘nalish 2024-yilda o‘tkazuvchanlik chegarasida (X = 0,98), yashil vaqt ulushi hisobga olinganda esa (B, C) u allaqachon o‘ta yuklangan (X = 1,01–1,97). Faqat eng optimistik farazlar (D) bilan 2034-yilgacha X < 1 saqlanadi; bu holda kritik yil (5) ifoda bo‘yicha ikkala chorrahada ham 2035–2036-yillarga to‘g‘ri keladi (1-rasm).



1-rasm. 1-yo‘nalish yuklanish darajasining 2024–2040-yillardagi o‘zgarishi (r = 5 %)

ISSN: 3060-4648 | www.eyib.uz

O‘sish sur’atining ta’siri pik soat ulushi va yashil vaqt ulushiga nisbatan kichik. Marg‘ilon – Quruvchilar chorrahasi uchun A usulida 2034-yildagi yuklanish r = 3 % da 1,32, r = 5 % da 1,60, r = 5,67 % da 1,71 ni tashkil etadi. Demak, 2034-yilgi prognozda r ning 3 % dan 5,67 % gacha o‘zgarishi X ni taxminan 1,3 marta, K va g/C tanlovi esa 3,5 martagacha o‘zgartiradi (3-jadval).

3-jadval. Parametrlarning 2034-yilgi yuklanish bahosiga ta’siri (Marg‘ilon – Quruvchilar, 1-yo‘nalish)

O‘zgaruvchi parametr	Qiymatlar oralig‘i	X_{2034} oralig‘i	Ta’sir, marta
Yillik o‘sish sur’ati r (A usuli)	3 % … 5,67 %	1,32 … 1,71	1,3
Pik soat ulushi K (c = s·n·g/C, r = 5 %)	0,10 … 0,175	1,83 … 3,21	1,75
Yashil vaqt ulushi g/C (K = 0,175, r = 5 %)	0,5 … 1,0	1,60 … 3,21	2,0

MUHOKAMA

Olingan natijalarning asosiy xulosasi shundaki, chorraha yuklamasi prognozining aniqligi kunlik oqimning o‘sish sur’atidan ko‘ra ikki boshqa parametrga - pik soat ulushi va o‘tkazuvchanlik modeliga ko‘proq bog‘liq. Bu xulosa uslubiy jihatdan muhim: rejalashtirish hujjatlarida asosiy e’tibor odatda o‘sish sur’atiga qaratiladi, K va g/C esa standart qiymat sifatida qabul qilinadi.

Svetoforli chorrahada har bir yo‘nalish sikl davomida faqat yashil signal vaqtida harakatlanadi, shuning uchun uning o‘tkazuvchanligi to‘yinish oqimining g/C ulushiga teng [8, 9]. To‘yinish oqimini bevosita o‘tkazuvchanlik sifatida qabul qilish (A va D usullari) uni ikki fazali chorrahada taxminan ikki marta oshirib yuboradi va xizmat darajasini haqiqatdagidan yaxshiroq ko‘rsatadi. Bosh rejaning o‘zida ko‘plab chorrahalarning hozirgi xizmat darajasi D - F deb baholangani [1] ham B va C usullari natijalariga yaqinroq.

Pik soat ulushi K = 0,175 kunlik oqimning qariyb beshdan bir qismi bir soatda o‘tishini bildiradi. Bunday notekislik chorraha mavjud kuzatuvlarida tasdiqlangan bo‘lishi mumkin, biroq u odatdagi qiymatlardan [3, 6, 8] ancha yuqori. Shuning uchun K ni har bir chorrahada soatlik sanash orqali aniqlash zarur; bu prognoz noaniqligini eng ko‘p kamaytiradigan qadam hisoblanadi.

Bosh rejada Marg‘ilon – Quruvchilar chorrahasi uchun turbo-aylanma halqa taklif etilgan va uning o‘tkazuvchanligi barcha kirish polosalari to‘yinish oqimlarining yig‘indisi sifatida 14 400 avt./soat deb baholangan [1]. Ammo aylanma halqaga kirish o‘tkazuvchanligi halqadagi aylanma oqimga bog‘liq bo‘lib, kirish oqimi aylanma oqimdagi bo‘shliqlar orqali o‘tadi [2, 8]. Masalan, HCM bo‘yicha bir polosali kirish uchun o‘tkazuvchanlik $c = 1380 \cdot exp(-1{,}02 \cdot 10^{-3} \cdot v_c)$ ifoda bilan aniqlanadi, bu yerda v_c — aylanma oqim, yengil avt./soat [8]. Shuning uchun turbo-aylanmaning samaradorligini yo‘nalishlar bo‘yicha oqimlar matritsasi asosida alohida baholash lozim.

Tadqiqotning cheklovlari ham mavjud. Marg‘ilon – Quruvchilar chorrahasi uchun svetofor fazalari ma’lumoti yo‘qligi sababli $g/C = 0{,}50$ qabul qilindi. Hisoblarda chap burilishlar, og‘ir transport ulushi va piyodalar ta’siri hisobga olinmadi; ular o‘tkazuvchanlikni yanada kamaytiradi.

XULOSA

1. Chorraha yuklamasini prognozlashda yillik o‘sish sur’atining 3 % dan 5,67 % gacha o‘zgarishi 2034-yilgi yuklanish bahosini 1,3 marta, pik soat ulushi va yashil vaqt ulushining tanlovi esa 3,5 martagacha o‘zgartiradi.
2. Yashil vaqt ulushini hisobga olmasdan o‘tkazuvchanlikni to‘yinish oqimiga tenglashtirish uni taxminan ikki marta oshirib yuboradi va chorraha holatini optimistik baholashga olib keladi.
3. Yashil vaqt ulushi hisobga olinganda Marg‘ilon – Quruvchilar va Qirlola – Yangi zamon chorrahalarining asosiy yo‘nalishlari 2024-yildayoq o‘ta yuklangan (X = 1,01–1,97), shuning uchun choralar 2034-yilga qoldirilmasligi kerak.
4. Prognoz ishonchliligini oshirish uchun pik soat ulushi soatlik sanash orqali aniqlash, svetofor fazalarini hujjatlashtirish va aylanma halqalar o‘tkazuvchanligini HCM modeli bo‘yicha hisoblash tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Farg‘ona shahar hokimligi, Farg‘ona davlat texnika universiteti. (2025). *Farg‘ona shahar transport va yo‘l-transport infratuzilmasini rivojlantirish bosh rejasi (2023–2034-yillar)*. Farg‘ona: Farg‘ona shahar hokimligi.

2. Fortuijn, L. G. H. (2009). Turbo roundabouts: Design principles and safety performance. *Transportation Research Record, 2096*(1), 16–24. https://doi.org/10.3141/2096-03

3. Garber, N. J., Hoel, L. A. (2009). *Traffic and highway engineering* (4th ed.). Toronto: Cengage Learning.

4. Klinkovshtein, G. I., Afanas’ev, M. B. (2001). *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Traffic management] (5th ed.). Moscow: Transport. (In Russian)

5. Ortúzar, J. de D., Willumsen, L. G. (2011). *Modelling transport* (4th ed.). Chichester: John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781119993308

6. Roess, R. P., Prassas, E. S., McShane, W. R. (2011). *Traffic engineering* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.

7. Sil’yanov, V. V. (1977). *Teoriya transportnykh potokov v proektirovanii dorog i organizatsii dvizheniya* [Traffic flow theory in road design and traffic management]. Moscow: Transport. (In Russian)

8. Transportation Research Board. (2016). *Highway capacity manual: A guide for multimodal mobility analysis* (6th ed.). Washington, DC: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine.

9. Webster, F. V. (1958). *Traffic signal settings* (Road Research Technical Paper No. 39). London: Her Majesty’s Stationery Office.