NAMANGAN SHAHRI TRANSPORT BOSH REJASIDA JAMOAT TRANSPORTI YO‘NALISHLARI TARMOG‘INI TAKOMILLASHTIRISHNING MUHANDISLIK YECHIMLARI

Mamirov Ulug‘bek Xabibullayevich
Namangan davlat texnika universiteti dotsenti
ulugbekmamirov3555@gmail.com
Ahmadjonov Boburjon To‘lamboy o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti stajyor-o‘qituvchisi
boburjonahmadjonov5797@gmail.com

Аннотация. В статье по данным 37 маршрутов, GPS-мониторинга и модели PTV Visum обоснована новая сеть из 27 маршрутов г. Наманган: доля населения в 500-метровой зоне доступности возрастает до 82,0 %, выделено 13,4 км автобусных полос.

Ключевые слова: генеральный план, общественный транспорт, маршрутная сеть, PTV Visum, GPS-мониторинг, коэффициент маршрутности, зона доступности, картограмма, выделенная полоса.

Abstract. Based on data from 37 routes, GPS monitoring and a PTV Visum model, the paper substantiates a new 27-route network for Namangan: the share of residents within 500 m of a route rises to 82.0 % and 13.4 km of bus lanes are justified.

Keywords: master plan, public transport, route network, PTV Visum, GPS monitoring, route overlap coefficient, catchment area, cartogram, bus lane.

Kirish. O‘rta va yirik shaharlarda shaxsiy avtomobillar sonining tez o‘sishi ko‘cha-yo‘l tarmog‘ining yuklanishini oshirib, jamoat transportining harakat tezligi va ishonchliligini pasaytirmoqda. Xalqaro tajribada bu muammo transport tizimini kompleks rejalashtirish – barqaror shahar mobilligi rejalari (SUMP) va transport bosh rejalari orqali hal etiladi [13]. Bunda jamoat transporti yo‘nalishlari tarmog‘ini loyihalash va qatnov chastotasini belgilash transport rejalashtirishning markaziy masalasi hisoblanadi [2, 4, 14, 15].

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi PQ-59-son qarori bilan shaharlarda yo‘l-transport infratuzilmasini rivojlantirish bosh rejalarini ishlab chiqish, yo‘lovchi tashishni brutto-shartnoma asosida tashkil etish, avtomatlashtirilgan to‘lov va dispetcherlik tizimlarini joriy etish vazifalari belgilangan [10]. Vazirlar Mahkamasining 2026-yil 3-iyundagi 276-son qarori bilan shahar avtobus yo‘nalishlarini bosh rejaga muvofiq aglomeratsiya hududiga (12 km gacha) uzaytirish imkoniyati yaratildi [11].

Ishning maqsadi – Namangan shahri transport bosh rejasi doirasida mavjud yo‘nalishlar tarmog‘ining kamchiliklarini miqdoriy baholash hamda yangi tashkil

etilgan 27 ta yo‘nalishdan iborat tarmoqning samaradorligini geoaxborot va transport modellashtirish usullari bilan ilmiy asoslashdan iborat.

Tadqiqot materiallari va usullari

Tadqiqot Namangan shahri transport bosh rejasini ishlab chiqish loyihasi doirasida bajarildi [7]. Dastlabki ma’lumotlar: 37 ta amaldagi yo‘nalish pasportlari; 3000 dan ortiq respondent ishtirokidagi transport harakatchanligi so‘rovi; 22 ta bekatdagi yo‘lovchi oqimi videoqaydi; 2-yo‘nalish avtobusining dispetcherlik GPS-treki (538 ta yozuv); 118 ta mahalla (MFY) bo‘yicha aholi soni va chegaralari (jami 699 393 kishi); PTV Visum transport modelidagi yangi 27 ta yo‘nalish geometriyasi, bekatlari va harakat oraliqlari.

Ko‘cha-yo‘l tarmog‘i 31 351 ta yo‘l bo‘g‘ini ko‘rinishida raqamlashtirilib, shahar 118 ta transport rayoniga bo‘lindi va PTV Visum dasturida to‘rt bosqichli transport modeli qurildi [6, 9, 12, 16]. Yo‘nalishlar tarmog‘i quyidagi ko‘rsatkichlar bilan baholandi.

Ekspluatatsion tezlik va talab etiladigan avtobuslar soni [1]:

$$V_e = L_m / (t_h + n_b \cdot t_b), \quad A = \lceil (2t_q + 2t_{ox}) / I \rceil, \qquad (1)$$

bu yerda L_m – yo‘nalish uzunligi, km; t_h – modeldagi harakat vaqti; n_b – bekatlar soni; $t_b = 22{,}5$ s – GPS bo‘yicha bekatda o‘rtacha turish vaqti; t_q – qatnov vaqti; $t_{ox} = 5$ min – oxirgi bekatda turish; I – harakat oralig‘i, min.

Yo‘nalishlilik (ustma-ust tushish) koeffitsienti:

$$K_m = \Sigma L_m / L_t, \qquad (2)$$

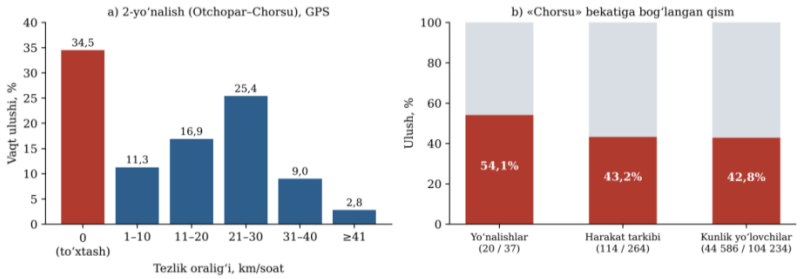
bu yerda L_t – kamida bitta yo‘nalish o‘tadigan ko‘chalarning takrorlanmas uzunligi, km.

Aholini qamrab olish darajasi (aholi har bir MFY ichida tekis taqsimlangan deb qabul qilinadi):

$$Q_r = \Sigma P_i \cdot s_i(r) / \Sigma P_i, \qquad (3)$$

bu yerda P_i – i-MFY aholisi; $s_i(r)$ – MFY hududining yo‘nalish chizig‘idan r (300 yoki 500 m) masofa ichidagi ulushi. Hisob-kitoblar 50 m qadamli nuqtalar to‘ri va 20 m qadamli yo‘nalish chiziqlari asosida Python muhitida bajarildi.

Natijalar va ularning muhokamasi. Mavjud tarmoq. Amaldagi 37 ta yo‘nalishda 264 ta avtobus kuniga 104 234 nafar yo‘lovchini tashiydi [8, 15]. Tarmoq radial-markazlashgan: 20 ta yo‘nalish (54,1 %) «Chorsu» bekatida boshlanadi yoki tugaydi va ularga kunlik yo‘lovchilarning 42,8 % i to‘g‘ri keladi (1-rasm, b); 17 ta yo‘nalishda (45,9 %) 4 tadan ortiq avtobus ishlamaydi. 2-yo‘nalishning GPS-treki qatnov vaqtining 34,5 % i harakatsiz o‘tishini, ekspluatatsion tezlik 15,1 km/soat ekanini va «Chorsu» oldida 8,6 min kutish yuzaga kelishini ko‘rsatdi (1-rasm, a).



1-rasm. a) 2-yo‘nalish avtobusining tezlik oraliqlari bo‘yicha vaqt taqsimoti (GPS); b) mavjud tarmoqda «Chorsu» bekatiga bog‘langan qism

ISSN: 3060-4648 | www.eyib.uz

Yangi 27 ta yo‘nalishli tarmoq. Bosh reja doirasida ishlab chiqilgan tarmoqning sxemasi 2-rasmda, har bir yo‘nalishning ko‘rsatkichlari 2-jadvalda keltirilgan. Tarmoq diametral tamoyil asosida qurilgan: yo‘nalishlarning faqat 7 tasi (25,9 %) «Chorsu»da tugaydi, qolganlari markazni kesib o‘tib, shaharning qarama-qarshi hududlarini bevosita bog‘laydi; 5 ta yo‘nalish aglomeratsiya aholi punktlariga (Jiydakapa, Hamza, Shamsiko‘l, Chortoq, Toshbuloq) chiqadi, 3 tasi halqa shaklida.

1-jadval

Mavjud va yangi yo‘nalishlar tarmoqlarining taqqoslama ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Mavjud tarmoq	Yangi tarmoq
Yo‘nalishlar soni, ta	37	27
Yo‘nalishlarning umumiy uzunligi ΣL_m, km	478,0	495,2
Yo‘nalishning o‘rtacha uzunligi, km	12,9	18,3
«Chorsu»da tugaydigan yo‘nalishlar, ta (%)	20 (54,1)	7 (25,9)
Aglomeratsiya / halqa yo‘nalishlari, ta	–	5 / 3
Takrorlanmas tarmoq uzunligi L_t, km	–	312,9
Yo‘nalishlilik koeffitsienti K_m	–	1,58
Bekatlar orasidagi o‘rtacha masofa, m	–	741
O‘rtacha ekspluatatsion tezlik V_e, km/soat	15,1*	22,2**
Talab etiladigan avtobuslar soni, ta	264 (mavjud)	256**
Aholini qamrab olish Q_{500}, %	–	82,0

2-yo‘nalish GPS ma’lumoti; * model + bekatlarda turish vaqti, modeldagi harakat oraliqlarida.

Yangi tarmoqda yo‘nalishlar soni 27 % ga kamaygan holda umumiy uzunlik deyarli saqlangan (495,2 km), o‘rtacha yo‘nalish uzunligi esa 12,9 dan 18,3 km ga oshgan. Bu qisqa, takroriy yo‘nalishlar birlashtirilib, uzun diametral yo‘nalishlarga aylantirilganini ko‘rsatadi. K_m = 1,58 qiymati tarmoqning 57,3 % i bitta yo‘nalish bilan, qolgan qismi esa bir necha yo‘nalish bilan xizmat ko‘rsatilishini bildiradi. Takrorlanish asosan markaziy uchastkalarda to‘plangan, chekka hududlarda esa yo‘nalishlar bir-birini takrorlamaydi.

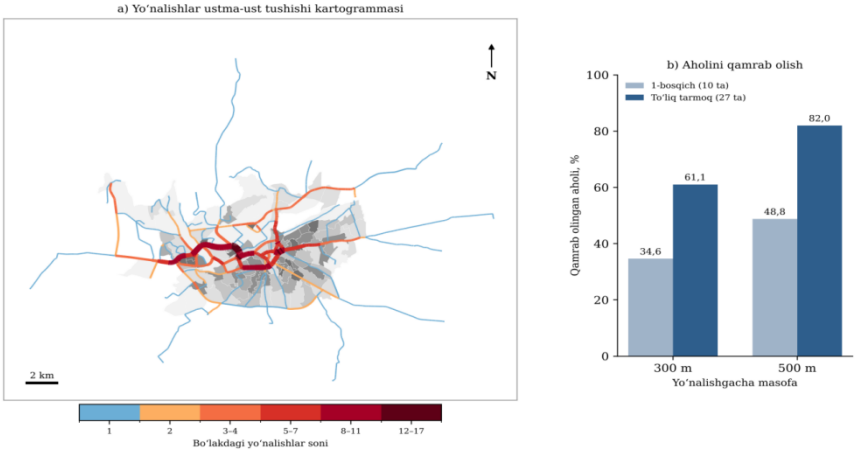


2-rasm. Namangan shahrining yangi 27 ta avtobus yo‘nalishi tarmog‘i (fon – MFYlar bo‘yicha aholi zichligi kartogrammasi)

Yo‘nalishlarning ustma-ust tushish kartogrammasi (3-rasm, a) markaziy o‘q – I.Karimov, A.Navoiy va Uychi ko‘chalarida bitta bo‘lakdan 8–17 tagacha yo‘nalish o‘tishini ko‘rsatdi. Bunday bo‘laklarning uzunligi 16,3 km ni, 5 va undan ortiq yo‘nalish o‘tadigan bo‘laklar esa 36,0 km ni (11,5 %) tashkil etadi. Aynan shu uchastkalar avtobuslar uchun alohida yo‘l bo‘lagi (jami 13,4 km) va chorrahalarda

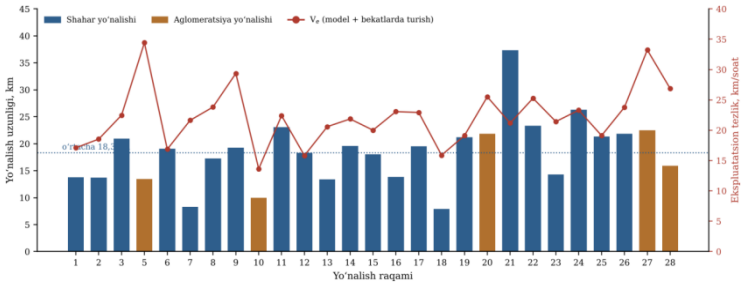
ISSN: 3060-4648 | www.eyib.uz

ustuvorlik choralarining joylashuvini asoslaydi [5], chunki bu yerda kechikish bir vaqtda ko‘p yo‘nalishga ta’sir qiladi.



3-rasm. a) Yangi tarmoqda ko‘cha bo‘laklari bo‘yicha yo‘nalishlar soni kartogrammasi; b) aholini yo‘nalishlar bilan qamrab olish darajasi

Aholini qamrab olish tahlili (3-rasm, b) shuni ko‘rsatdiki, modelda «Brutto» deb belgilangan 10 ta yo‘nalish (1-bosqich) aholining 48,8 % iga 500 m va 34,6 % iga 300 m piyoda masofada xizmat ko‘rsatadi. To‘liq 27 ta yo‘nalish joriy etilganda bu ko‘rsatkichlar mos ravishda 82,0 % va 61,1 % gacha oshadi, ya’ni qo‘shimcha 232 mingdan ortiq aholi 500 m lik qamrov zonasiga kiradi.



4-rasm. Yangi tarmoq yo‘nalishlarining uzunligi va ekspluatatsion tezligi

Yo‘nalishlar bo‘yicha ko‘rsatkichlar (4-rasm, 2-jadval) ekspluatatsion tezlik 13,6 km/soatdan (10-yo‘nalish, zich bekatlar) 34,4 km/soatgacha (5-yo‘nalish, aglomeratsiya) o‘zgarishini ko‘rsatdi. Model natijalari GPS bilan tekshirildi: 2-yo‘nalishning Otchopar – Chorsu qatnovi uchun model vaqti (31,4 min) va bekatlarda turish (25 × 22,5 s) yig‘indisi 40,8 min ni, GPS bo‘yicha «Chorsu» oldidagi kutishsiz qatnov vaqti esa 42,1 min ni tashkil etdi (farq 3,1 %). Demak, model tarmoq darajasidagi baholash uchun yetarli aniqlikka ega, ammo tugunlardagi kechikishlar alohida hisobga olinishi zarur.

2-jadval

Yangi tarmoq yo‘nalishlarining asosiy ko‘rsatkichlari

№	Yo‘nalish	L_m, km	n_b	Bekatlar oralig‘i, m	t_q, min	V_e, km/soat	I, min	A, ta
1	Otchopar – Taxtako‘prik	13,8	32	438	48,4	17,1	13	9
2	Otchopar – Chorsu	13,7	26	559	44,3	18,5	11	9
3	Yuksalish – Chorsu	20,9	36	606	55,8	22,5	11	11

ISSN: 3060-4648 | www.eyib.uz

№	Yo‘nalish	L_m, km	n_b	Bekatlar oralig‘i, m	t_q, min	V_e, km/soat	I, min	A, ta
4	Chorsu – Jiydakapa[A]	13,5	14	1077	23,5	34,4	11	6
5	Mashad – Chorsu – Sohil MFY[H]	19,0	28	719	67,8	16,9	11	14
6	Oromgoh – Chorsu	8,3	18	489	23,1	21,6	13	5
7	Yuksalish – Go‘zal	17,3	21	864	43,5	23,8	11	9
8	Sardoba – Bunyodkor MFY	19,3	22	941	39,4	29,4	19	5
9	Go‘zal – Hamza[A]	10,0	22	464	43,9	13,6	11	9
10	Yuksalish – Jahon bozori	23,1	38	615	61,7	22,4	15	9
11	Sherbuloq – Xonobod	18,3	23	831	69,3	15,8	11	14
12	G‘alcha – G‘uncha	13,4	19	744	39,0	20,6	25	4
13	Aeroport – Sohil MFY	19,6	22	910	53,7	21,9	11	11
14	Axsikent – Barkamol avlod	18,1	33	564	54,1	20,0	11	11
15	Otchopar – Chorsu (Hamroh ko‘chasi)	13,8	26	565	36,0	23,1	11	8
16	To‘raqo‘rg‘on – Sardoba	19,5	27	752	51,1	22,9	11	11
17	Irvadon – Chorsu	7,9	16	526	29,8	15,9	19	4
18	Orzu – Ergashgan	21,2	35	623	66,5	19,1	25	6
19	2-Axsikent – Shamsiko‘l[A]	21,9	28	795	51,4	25,5	11	11
20	Aeroport – Lola – Chorsu – Axsikent[H]	37,3	43	888	105,8	21,2	11	20
21	Uychi – Dinamo	23,3	30	818	55,3	25,3	11	11
22	Nurobod – Chorsu	14,3	20	731	39,9	21,4	11	9
23	Nurobod – Fayziobod	26,3	36	751	67,7	23,3	11	14
24	3-Axsikent – Yoshlik	21,3	26	837	67,0	19,1	11	13
25	Rouston – Xalqa yo‘li[H]	21,8	22	1040	55,1	23,8	11	6
26	Chortoq – Afsona[A]	22,5	22	1070	40,6	33,2	11	9
27	Toshbuloq – Afsona[A]	15,9	22	778	35,6	26,9	11	8
	Jami / o‘rtacha	**495,2**	**26**	**741**	**50,7**	**22,2**	**–**	**256**

[A] – aglomeratsiya yo‘nalishi; [H] – halqa yo‘nalish; L_m, n_b, t_q – ikki yo‘nalish bo‘yicha o‘rtacha qiymatlar.

Muhandislik yechimlari. Tahlil natijalariga ko‘ra quyidagilar asoslandi: brutto-shartnoma asosidagi 27 ta yo‘nalishni bosqichma-bosqich (1-bosqichda 10 ta) joriy etish; 8 va undan ortiq yo‘nalish o‘tadigan uchastkalarda I.Karimov (6,0 km), A.Navoiy (3,9 km), Uychi (1,9 km), A.Temur (1,1 km) va N.Namongoniy (0,47 km) ko‘chalarida jami 13,4 km avtobus yo‘l bo‘lagi; 6 ta chorrahada piyodalar fazasini hisobga olgan svetofor rejimlari (PTV Vissim) hamda «Chorsu» va

ISSN: 3060-4648 | www.eyib.uz

«Sardoba» tugunlarida avtobus ustuvorligi; Zirabuloq bosh bekatini rekonstruksiya qilish va B.Mashrab kinoteatri oldida kengaytirilgan bosh bekat tashkil etish. Yangi tarmoq model oraliqlarida 256 ta avtobusni talab qiladi (shahar bo‘yicha jami talab – 480 birlik).

Tugunlardagi kechikish bartaraf etilganda 2-yo‘nalishda qatnov vaqti 50,7 dan 42,1 min ga qisqaradi, ekspluatatsion tezlik 15,1 dan 18,2 km/soatga (20,4 %) oshadi va 10 min oraliqda talab etiladigan avtobuslar soni (1) formula bo‘yicha 12 tadan 10 taga kamayadi.

Xulosa

1. Mavjud tarmoq yuqori darajada markazlashgan: yo‘nalishlarning 54,1 % i va yo‘lovchilarning 42,8 % i «Chorsu» tuguniga bog‘langan; GPS bo‘yicha avtobus qatnov vaqtining 34,5 % ida harakatsiz turadi.

2. Yangi 27 ta yo‘nalishli tarmoqda «Chorsu»da tugaydigan yo‘nalishlar ulushi 25,9 % gacha kamayadi, o‘rtacha yo‘nalish uzunligi 18,3 km, yo‘nalishlilik koeffitsienti 1,58 ni tashkil etadi; 500 m lik qamrov zonasidagi aholi ulushi 1-bosqichdagi 48,8 % dan 82,0 % gacha oshadi.

3. Ustma-ust tushish kartogrammasi 8 va undan ortiq yo‘nalish o‘tadigan 16,3 km uchastkani aniqladi; bu natija 13,4 km avtobus yo‘l bo‘laklari va tugunlarda ustuvorlik choralarini ilmiy asoslaydi.

4. Model (bekatlarda turish vaqti bilan) va GPS natijalari orasidagi farq 3,1 % ni tashkil etdi. Kelgusida harakat oraliqlari GPS va elektron to‘lov ma’lumotlari asosida aniqlashtiriladi [3, 4].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ceder A. Public Transit Planning and Operation: Modeling, Practice and Behavior. 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2016. – 742 p.

2. Durán-Micco J., Vansteenwegen P. A survey on the transit network design and frequency setting problem // Public Transport. – Berlin: Springer, 2022. – Vol. 14. – P. 155–190.

3. Gkiotsalitis K. Public Transport Optimization. – Cham: Springer, 2022. – 363 p.

4. Ibarra-Rojas O.J., Delgado F., Giesen R., Muñoz J.C. Planning, operation, and control of bus transport systems: A literature review // Transportation Research Part B: Methodological. – Amsterdam: Elsevier, 2015. – Vol. 77. – P. 38–75.

5. ITDP. The BRT Standard. 2016 ed. – New York: Institute for Transportation and Development Policy, 2016. – 48 p.

6. Mamirov U., Yoqubov Sh. Transport va yo‘lovchilar harakati uchun transport talabini hisoblash metodologiyasini ishlab chiqish va modelini yaratish // Academic Research in Modern Science. – Toshkent, 2025. – № 4(59). – B. 38–42. – DOI: 10.5281/zenodo.17403456.

7. Namangan shahrining transport va yo‘l-transport infratuzilmasini rivojlantirish Bosh rejasini ishlab chiqish bo‘yicha bajarilgan ishlar to‘g‘risida hisobot. – Namangan: NamDTU, 2024. – 186 b.

8. Normirzayev A.R., Tuxtabayev M.A., Mamirov U.X. Implementation of innovative ideas in digitization of the transport sector in Namangan region //

NamMTI ilmiy-texnika jurnali. – Namangan: NamMTI, 2021. – № 6(3). – B. 236–240.

9. Ortúzar J. de D., Willumsen L.G. Modelling Transport. 4th ed. – Chichester: Wiley, 2011. – 586 p.

10. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi «Jamoat transporti tizimini isloh qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi PQ-59-son qarori. – Toshkent: Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi, 2023. – URL: https://lex.uz.

11. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2026-yil 3-iyundagi «Shahar jamoat transporti tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida»gi 276-son qarori. – Toshkent: Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi, 2026. – URL: https://lex.uz.

12. PTV Group. PTV Visum 2023: User Manual. – Karlsruhe: PTV AG, 2023. – 1548 p.

13. Rupprecht Consult (Ed.). Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan. 2nd ed. – Cologne: Rupprecht Consult, 2019. – 168 p.

14. To‘xtaboyev M.A., Mamirov U.X. Shaharda avtomobilda tashishda harakat muntazamligini oshirish (Namangan shahri misolida) // Mexanika va texnologiya. – Namangan, 2022. – Maxsus son 1. – B. 101–108.

15. Тухтабаев М.А., Мамиров У.Х., Тургунов З.Х. Жамоат транспортида йўловчи ташиш самарадорлиги // Механика и технология. – Наманган, 2022. – Спецвыпуск 2. – С. 62–67.

16. Якимов М.Р., Попов Ю.А. Транспортное планирование: практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе PTV Vision® VISUM. – М.: Логос, 2014. – 200 с.