



AVTOMOBIL TO'XTASH JOYLARINI JOYLASHTIRISH
BURCHAKLARINING GEOMETRIK SAMARADORLIGI VA
EKSPLUATATSION VAQTGA TA'SIRINI EKSPERIMENTAL BAHOLASH

Axmedov Shaxobiddinxon Abbas o'g'li

Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, katta o'qituvchisi

Аннотация. *Мақоллада Toshkent shahri Yunusobod tumani Qiyot mavzesi va uni o'rab turgan to'rt asosiy ko'cha (Amir Temur, Abdulla Qodiriy, Sharof Rashidov, Hurshid) misolida o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlar asosida avtomobillarni turli burchaklar (0° – 90°) ostida joylashtirishning geometrik samaradorligi va ekspluatatsion vaqtga ta'siri tahlil qilingan. Muallif tomonidan hududdan foydalanish samaradorligi koeffitsienti (K_{sam}) ishlab chiqilgan bo'lib, hisoblashlar natijasida 60° burchak geometrik yo'qotish ($1,80 m^2$) va K_{sam} ($0,78$) ko'rsatkichlari o'rtasida eng maqbul muvozanatni ta'minlashi aniqlandi. Tadqiqot natijasida 30° – 75° burchaklarda hosil bo'ladigan uchburchaksimon maydonlarning 40–45% qismi avtomobilning burilish trayektoriyasi tomonidan dinamik egallanishi aniqlanib, ular mutlaq yo'qotish emas, balki “funktional-geometrik zaxira” sifatida ilmiy asoslandi. Xronometraj tahlili asosida manevr yo'lagi torayishining avtomobil joylashtirish vaqtiga ta'siri $T\Delta x = T_0 \times e^{k\Delta x}$ eksponensial modeli orqali ifodalandi: 90° burchakda yo'lakning atigi 30 sm ga torayishi joylashtirish vaqtini 30 soniyadan 56 soniyagacha, ya'ni 86,7% ga oshirishi tasdiqlandi. Olingan natijalar asosida ko'cha kengligiga mos joylashtirish burchaklarini tanlash bo'yicha ilmiy asoslangan amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.*

Аннотация. *В статье на основе экспериментальных исследований, проведённых на примере массива Киёт Юнусабадского района города Ташкента и четырёх прилегающих магистральных улиц (Амир Темур, Абдулла Кадыри, Шароф Рашидов и Хуриид), выполнен анализ геометрической эффективности и влияния на эксплуатационное время размещения автомобилей под различными углами (0° – 90°). Автором разработан коэффициент эффективности использования территории (K_{sam}), расчёты которого показали, что угол размещения 60° обеспечивает наиболее рациональное соотношение между геометрическими потерями ($1,80 m^2$) и значением коэффициента K_{sam} ($0,78$). В результате исследования установлено, что 40–45 % площади треугольных участков, образующихся при углах размещения 30° – 75° , динамически используется траекторией поворота автомобиля, вследствие чего данные участки научно обоснованы не как абсолютные потери площади, а как «функционально-геометрический резерв». На основе хронометражного анализа влияние сужения маневрового проезда на время размещения автомобиля описано экспоненциальной моделью $T\Delta x = T_0 \times e^{k\Delta x}$. Установлено, что при угле размещения 90° уменьшение ширины маневрового проезда всего на 30 см увеличивает время размещения автомобиля с 30 до 56 секунд, то есть на 86,7 %. На основании полученных результатов разработаны научно обоснованные практические*



рекомендации по выбору углов размещения автомобилей в зависимости от ширины городской улицы.

Abstract. *This paper presents an analysis of the geometric efficiency and the impact on vehicle parking time associated with different parking angles (0° – 90°), based on experimental studies conducted in the Qiyot residential area of the Yunusabad district of Tashkent and along its four adjacent major streets (Amir Temur, Abdulla Qodiriy, Sharof Rashidov, and Hurshid). The author developed a **land-use efficiency coefficient (K_{sam})**, and the calculation results demonstrated that a **60° parking angle** provides the optimal balance between geometric loss (**$1.80 m^2$**) and the K_{sam} value (**0.78**). The study further revealed that **40–45%** of the triangular areas formed at parking angles between **30° and 75°** are dynamically occupied by the vehicle turning trajectory. Therefore, these areas should not be regarded as absolute spatial losses but rather as a **"functional-geometric reserve."** Based on a time-motion (chronometric) analysis, the effect of reducing the maneuvering aisle width on vehicle parking time was described by the exponential model $T\Delta x = T_0 \times e^{k\Delta x}$. The results confirmed that, at a **90° parking angle**, reducing the maneuvering aisle width by only **30 cm** increases the parking time from **30 to 56 seconds**, representing an **86.7%** increase. Based on the obtained findings, scientifically substantiated practical recommendations were developed for selecting appropriate parking angles according to the width of urban streets.*

Kalit soʻzlar: avtomobil toʻxtash joylari; joylashtirish burchagi; geometrik yoʻqotish; hududdan foydalanish samaradorligi koeffitsienti (K_{sam}); funksional-geometrik zaxira; manevr yoʻlagi; eksponensial model; transport oqimi; Toshkent shahri.

Ключевые слова: места стоянки автомобилей; угол размещения автомобилей; геометрические потери; коэффициент эффективности использования территории (K_{sam}); функционально-геометрический резерв; маневровый проезд; экспоненциальная модель; транспортный поток; город Ташкент.

Keywords: vehicle parking facilities; parking angle; geometric loss; land-use efficiency coefficient (K_{sam}); functional-geometric reserve; maneuvering aisle; exponential model; traffic flow; Tashkent.

Kirish

Shaharlarning eski qurilgan turar-joy mavzellarida avtomobil toʻxtash joylarining oʻtkir taqchilligi shahar infratuzilmasi va aholi turmush sifatiga salbiy taʼsir koʻrsatayotgan eng dolzarb muammolardan biridir⁹⁸. Toshkent shahri Yunusobod tumani Qiyot mavzesi misolida oʻtkazilgan tahlil shuni koʻrsatdiki, 2456 xonadonga ega ushbu hududda 1919 ta avtomobilga atigi 876 ta (45,6%) toʻxtash joyi toʻgʻri kelmoqda; bundan tashqari, avtomobil parkining 32 foizini (614 ta) yoʻltanlamas va SUV toifasidagi katta oʻlchamli transport vositalari tashkil

⁹⁸ Axmedov Sh.A., Oltiyev Oʻ.A., Joʻrayev S.R. Tashkent City in Residential Areas Car Storage Places Analysis // Spanish Journal of Innovation and Integrity. – 2024. – Vol. 37. – P. 63–66. ISSN: 2792-8268.



etadi⁹⁹. Mavjud me'yoriy hujjatlarda¹⁰⁰ belgilangan geometrik parametrlar zamonaviy avtomobillashuv darajasi va transport vositalari gabaritlarining o'sishini to'liq aks ettirmasligi sababli, amaliyotda avtomobillarni qatnov qismi chetida tartibsiz joylashtirish holatlari kuzatilmoqda, bu esa yo'lining o'tkazuvchanlik qobiliyatini sezilarli darajada pasaytirmoqda¹⁰¹.

Mavjud ilmiy ishlarda asosan avtomobil to'xtash joylarining tashkiliy-huquqiy va iqtisodiy jihatlarini tahlil qilingan bo'lsa-da, joylashtirish burchaklarining geometrik samaradorligi va ekspluatatsion vaqt xarajatlariga ta'sirini real shahar sharoitida miqdoriy baholaydigan eksperimental tadqiqotlar yetarli emas. Mazkur bo'shliqni bartaraf etish ushbu tadqiqotning dolzarbligini belgilaydi.

Tadqiqotning maqsadi

Tadqiqotning maqsadi — Toshkent shahri turar-joy hududlari misolida avtomobillarni turli burchaklar (0° , 30° , 45° , 60° , 75° , 90°) ostida joylashtirishning geometrik samaradorligini, shu jumladan manevr yo'lagi parametrlarining ekspluatatsion vaqtga ta'sirini eksperimental yo'l bilan baholash hamda ko'cha kengligiga mos optimal joylashtirish burchaklarini tanlash bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot natijalari va muhokama

1. Tadqiqot metodikasi va obyektlari

Tadqiqot obyekti sifatida Toshkent shahri Yunusobod tumani Qiyot mavzesi hamda uni o'rab turgan to'rt magistral ko'cha — Amir Temur (sharqdan), Abdulla Qodiriy (janubdan), Sharof Rashidov (g'arbdan) va Hurshid (shimoldan) — tanlab olindi. 2025-yil oktabr oyida har bir ko'chada uch vaqt oralig'ida (ertalab 07:00–09:00, kunduzi 13:00–15:00, kechqurun 18:00–20:00) dala kuzatuvlari o'tkazildi. Ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlashda an'anaviy vizual kuzatuv usullari bilan bir qatorda OpenCV kutubxonasi¹⁰² va YOLOv8 kompyuter ko'rish algoritmidan¹⁰³ foydalanildi. Kuzatuvlar natijalarining qisqacha jamlanmasi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Tadqiqot obyekti bo'lgan ko'chalarning transport va to'xtash ko'rsatkichlari (o'rtacha, 2025-yil oktabr)

⁹⁹ Axmedov Sh.A., Oltiyev O'.A., Jo'rayev S.R. Toshkent shahar turar-joy massivlarida avtomobil saqlash joylarini tahlili (Chilonzor tumani 13-massiv misolida) // Zamonaviy taraqqiyotda ilm-fan va madaniyatning o'rni. – 2024. – Vol. 3. – No. 12. – B. 40–45.

¹⁰⁰ ShNQ 2.05.07-24. Avtoturargohlar. – Toshkent: O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligi, 2025.

¹⁰¹ Bo'ronov S.B., Jumabayev D.M., Axmedov Sh.A. Shahar ko'cha-yo'l tarmog'ida transport harakat miqdori oqimining jadalligi va tarkibining o'zgarishi // Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy texnik jurnali). – Samarqand: SamDAQU, 2023. – Mahsus son. – B. 422–426. ISSN: 2091-5004.

¹⁰² Bradski, G. The OpenCV Library // Dr. Dobb's Journal of Software Tools. – 2000. – Vol. 25. – No. 11. – P. 120–125.

¹⁰³ Jocher, G., Chaurasia, A., Qiu, J. Ultralytics YOLOv8. – Zenodo, 2023. DOI: 10.5281/zenodo.7347926.



TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



Ko'cha	Transport oqimi (avt/soat)	To'xtagan avtomobillar (ta)	Bandlik (%)	Tezlik (km/soat)
Amir Temur	2873	117	91,0	32,7
Abdulla Qodiriy	1217	304	90,7	36,0
Sharof Rashidov	1803	391	97,7	29,0
Hurshid	1500	70	140*	27,0

* Hurshid ko'chasida bandlik 50 ta rasmiy joyga nisbatan hisoblangan. Manba: muallif dala kuzatuvlari, 2025-yil oktabr.

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinadiki, barcha to'rt ko'chada ham mavjud to'xtash joylarining bandlik darajasi me'yoriy ehtiyojga nisbatan yuqori (90–140%) bo'lib, bu yo'l chetida tartibsiz to'xtash holatlarining keng tarqalganligini, harakat tezligining 27–37 km/soat darajasiga (shahar me'yoridan 25–40% past) tushib qolganligini tasdiqlaydi.

2. Geometrik yo'qotish va hududdan foydalanish samaradorligi koeffitsienti

Qiyot mavzesi ichki ko'chalari (kengligi 8,5–16,0 m) sharoitida har bir joylashtirish burchagi uchun geometrik yo'qotish maydoni, joylashuv chuqurligi va manevr yo'lagi kengligi aniqlandi. Hududdan foydalanish samaradorligini baholash uchun muallif tomonidan quyidagi koeffitsient taklif etildi: $K_{sam} = S_{foydali} / (S_{foydali} + S_{yo'qotish} + S_{manevr})$. Koeffitsient 1,0 ga qancha yaqin bo'lsa, hudud shuncha samarali ishlatilgan hisoblanadi. Hisoblash natijalari 2-jadval va 1-rasmda keltirilgan.

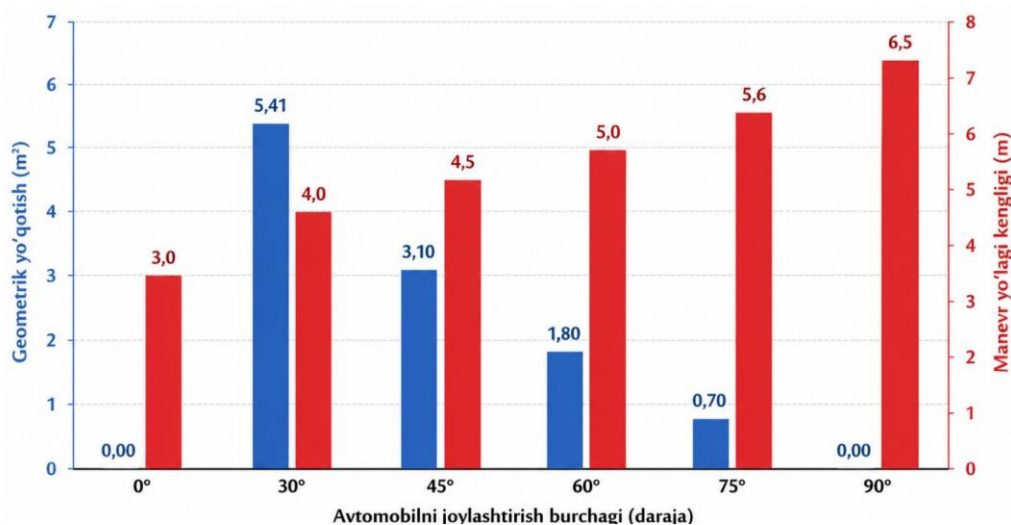
2-jadval

Avtomobillarni turli burchaklar ostida joylashtirishning geometrik parametrlari

Burchak	Geom. yo'qotish (m ²)	Chuqurlik (m)	Manevr yo'lagi (m)	K_{sam}
0°	0,00	2,50	3,0	0,87
30°	5,41	4,66	4,0	0,62
45°	3,10	5,30	4,5	0,71
60°	1,80	5,58	5,0	0,78
75°	0,70	5,47	5,6	0,74
90°	0,00	5,00	6,5	0,68

Yashil qator — K_{sam} bo'yicha maqbul variant. Manba: muallif hisoblashlari.





1-rasm. Avtomobillarni turli burchaklar ostida joylashtirishda geometrik yo'qotish va manevr yo'lagining o'zgarish dinamikasi (muallif tadqiqoti)

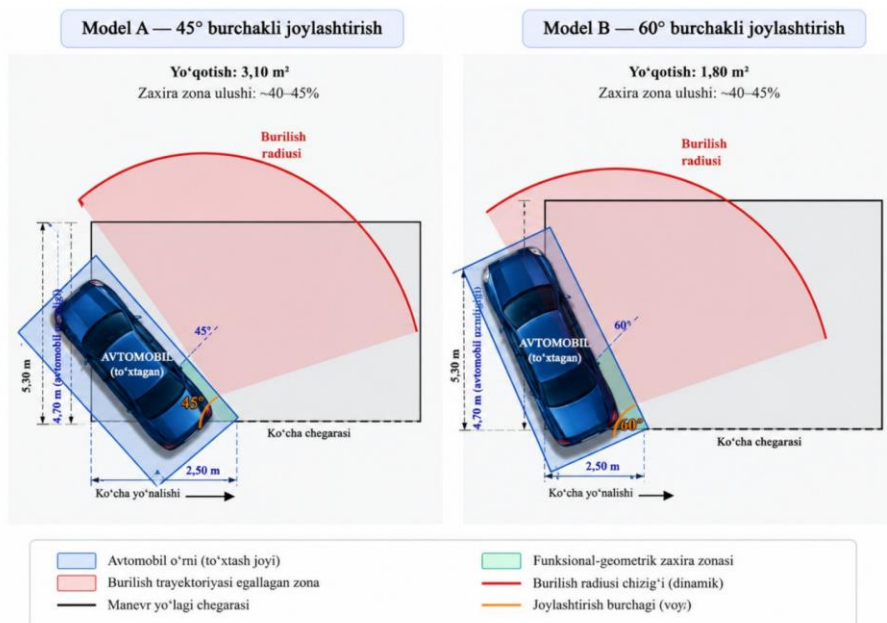
2-jadval va 1-rasmdan ko'rinadiki, 30° burchakda geometrik yo'qotish maksimal darajaga (5,41 m²) yetadi, bu esa ushbu usulning tor ko'chalarda qo'llanilishini cheklaydi. 60° burchakda esa geometrik yo'qotish (1,80 m²) va K_{sam} (0,78) ko'rsatkichlari o'rtasida eng maqbul muvozanat kuzatildi. E'tiborlisi, 0° va 90° variantlar formal jihatdan "yo'qotishsiz" (0,00 m²) ko'rinsa-da, ularning K_{sam} qiymati 60°dan past — bu shuni ko'rsatadiki, geometrik yo'qotishning yo'qligi yagona o'zi hududdan foydalanish samaradorligini kafolatlamaydi, balki manevr maydoni va joylashuv chuqurligi bilan birgalikda baholanishi lozim.

3. "Funksional-geometrik zaxira" zonasi kontseptsiyasi

Tadqiqotning muhim ilmiy natijalaridan biri shundaki, 30°–75° burchaklarda hosil bo'ladigan 0,70–5,41 m² oraliqdagi uchburchaksimon maydonlar mutlaq isrofgarchilik sifatida baholanmaydi. Avtomobilning burilish trayektoriyasini geometrik tahlil qilish natijasida ushbu maydonning taxminan 40–45% qismi avtomobil kuzovining gabarit qismi tomonidan dinamik ravishda egallanganligi aniqlandi (2-rasm, Model A — 45° va Model B — 60°). Shu asosda mazkur zonalarni statik yo'qotish emas, balki xavfsiz manevrni ta'minlovchi "funksional-geometrik zaxira" sifatida tasniflash ilmiy jihatdan asoslantirildi.



TANQIDIY NAZAR, TAHLILY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



2-rasm. 45° va 60° joylashuv modellarida “funktSIONAL-geometrik zaxira” zonasining avtomobil burilish radiusi bilan dinamik kesishish sxemasi (muallif loyihasi)

4. Manevr yo'lagi qisqarishining ekspluatatsion vaqtga eksponensial ta'siri

Avtomobil to'xtash joylarini loyihalashda faqat maydon sig'imi emas, balki har bir to'xtash tsikliga sarflanadigan vaqt ham muhim ahamiyat kasb etadi. Xronometraj usuli yordamida manevr yo'lagingining me'yoriy kengligi va uning 10–30 sm ga qisqarishi sharoitida avtomobilni joylashtirish vaqti o'lchandi. Vaqt o'zgarishini tahlil qilishda muallif tomonidan eksponensial o'sish modeli qo'llanildi: $T\Delta x = T_0 \times e^{k\Delta x}$, bu yerda $T\Delta x$ — natijaviy vaqt, T_0 — boshlang'ich (me'yoriy) vaqt, Δx — manevr yo'lagingining me'yordan kamayishi (sm), k — har bir burchak modeli uchun individual eksponensial koeffitsient. Tajriba natijalari 3-jadval va 3-rasmda jamlangan.

3-jadval

Manevr yo'lagi qisqarishining avtomobil joylashtirish vaqtiga eksponensial ta'siri (xronometraj tahlili)

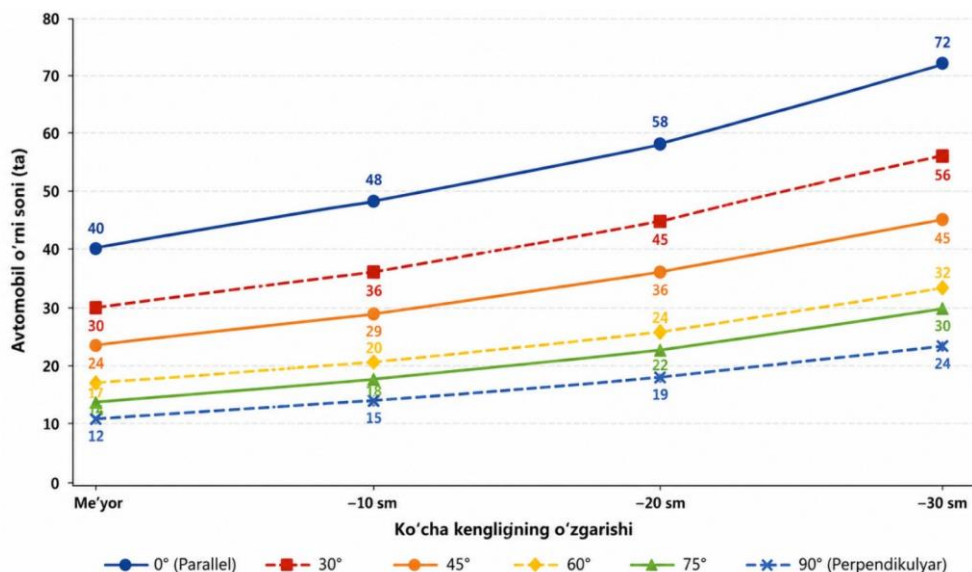
Burchak	Yo'lak (m)	T ₀ (son.)	-10sm T ₁	-20sm T ₂	-30sm T ₃	O'sish (T ₃ /T ₀)
0° (Parallel)	3,0	40	48	58	72	1,80
30°	4,0	12	15	19	24	2,00
45°	4,5	15	19	24	30	2,00
60°	5,0	18	22	27	34	1,89
75°	5,6	24	29	36	45	1,88
90° (Perp.)	6,5	30	36	45	56	1,87

Manba: muallif xronometraj tadqiqoti.





TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



3-rasm. Manevr yo‘lagi torayishining avtomobilni joylashtirish xronometrajiga eksponensial ta’siri grafigi (muallif tadqiqoti)

3-jadval va 3-rasmdan ko‘rinadiki, manevr yo‘lagining atigi 10–30 sm ga qisqarishi joylashtirish vaqtini chiziqli emas, eksponensial tarzda oshiradi: barcha burchak modellari uchun T_3/T_0 nisbati 1,80–2,00 oralig‘ida deyarli bir xil bo‘lib chiqdi. 90° modelda yo‘lakning 6,5 m dan 6,2 m ga (atigi 30 sm) qisqarishi manevr tsiklini 30 soniyadan 56 soniyagacha uzaytiradi — bu operatsion samaradorlikning 86,7% ga pasayishi demakdir. Qiyot mavzesidagi kabi yuqori zichlikka ega ichki ko‘chalarda bitta avtomobilning ortiqcha 20–40 soniya manevr qilishi ichki yo‘lakdagi harakatning bloklanishiga va kaskadli tirbandliklarga olib kelishi eksperimental jihatdan tasdiqlandi.

5. Optimal joylashtirish usulini tanlash bo‘yicha tavsiyalar

Olingan eksperimental natijalar, shu jumladan AASHTO siyosatlarida¹⁰⁴ qabul qilingan geometrik me’zonlar bilan solishtirish asosida, Qiyot mavzesi va shunga o‘xshash turar-joy hududlari uchun quyidagi tavsiyalar ishlab chiqildi: ko‘cha kengligi 10–12 m bo‘lgan ichki yo‘llar uchun 45° burchakli joylashtirish (geometrik yo‘qotish 3,10 m², eng qisqa manevr vaqti — 15 soniya); ko‘cha kengligi 12–16 m bo‘lgan yo‘llar uchun 60° burchakli joylashtirish ($K_{sam} = 0,78$); ko‘cha kengligi 8–10 m bo‘lgan tor yo‘llar uchun parallel (0°) yoki 30° burchakli joylashtirish, makon imkon bersa 45° ga o‘tish tavsiya etiladi. Barcha variantlarda manevr yo‘lagi kengligini me’yordan kamida 10% zaxira bilan loyihalash tavsiya etiladi — bu operatsion vaqt o‘shishining eksponensial xarakterini inobatga oladi¹⁰⁵.

Xulosa

¹⁰⁴ AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (“Green Book”). 7th ed. – Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018. – 1026 p.

¹⁰⁵ Xotamov A.T., Axmedov Sh.A., Bo‘ronov S.B. Turar joy hududida avtomobil to‘xtash joylarini tashkil etish masalalari // Me’morchilik va qurilish muammolari (ilmiy texnik jurnali). – Samarqand: SamDAQU, 2023. – Mahsus son. – B. 397–400. ISSN: 2091-5004.



Toshkent shahri Qiyot mavzesi va uni o‘rab turgan to‘rt ko‘cha misolida o‘tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijasida avtomobil to‘xtash joylarining mavjud ta‘minlanganlik darajasi haqiqiy ehtiyojdan 2–2,5 baravar past ekanligi aniqlandi. Muallif tomonidan ishlab chiqilgan hududdan foydalanish samaradorligi koeffitsienti (K_{sam}) yordamida 60° joylashtirish burchagi geometrik samaradorlik nuqtai nazaridan optimal ekanligi isbotlandi, shuningdek 30° – 75° burchaklardagi “geometrik yo‘qotish” zonalarining 40–45% qismi aslida xavfsiz manevrni ta‘minlovchi funksional zaxira ekanligi ilmiy asoslandi. Xronometraj tahlili asosida ishlab chiqilgan eksponensial model manevr yo‘lagini me‘yordan past loyihalashning operatsion samaradorlikka — va shu orqali butun ichki transport tizimiga — keskin salbiy ta‘sir ko‘rsatishini miqdoriy tasdiqladi. Olingan natijalar shahar ko‘cha-yo‘l tarmog‘ida qisqa muddatli avtomobil saqlash joylarini ilmiy asoslangan tarzda rejalashtirish¹⁰⁶ hamda muallif tomonidan ishlab chiqilgan differensial-geometrik rejalashtirish usuli va RSI modeli uchun eksperimental-empirik asos bo‘lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Axmedov Sh.A., Oltiyev O‘.A., Jo‘rayev S.R. Tashkent City in Residential Areas Car Storage Places Analysis // Spanish Journal of Innovation and Integrity. – 2024. – Vol. 37. – P. 63–66. ISSN: 2792-8268.
2. Axmedov Sh.A., Oltiyev O‘.A., Jo‘rayev S.R. Toshkent shahar turar-joy massivlarida avtomobil saqlash joylarini tahlili (Chilonzor tumani 13-massiv misolida) // Zamonaviy taraqqiyotda ilm-fan va madaniyatning o‘rni. – 2024. – Vol. 3. – No. 12. – B. 40–45.
3. ShNQ 2.05.07-24. Avtoturargohlar. – Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi vazirligi, 2025.
4. Bo‘ronov S.B., Jumabayev D.M., Axmedov Sh.A. Shahar ko‘cha-yo‘l tarmog‘ida transport harakat miqdori oqimining jadalligi va tarkibining o‘zgarishi // Me‘morchilik va qurilish muammolari (ilmiy texnik jurnali). – Samarqand: SamDAQU, 2023. – Mahsus son. – B. 422–426. ISSN: 2091-5004.
5. Bradski, G. The OpenCV Library // Dr. Dobb’s Journal of Software Tools. – 2000. – Vol. 25. – No. 11. – P. 120–125.
6. Jocher, G., Chaurasia, A., Qiu, J. Ultralytics YOLOv8. – Zenodo, 2023. DOI: 10.5281/zenodo.7347926.
7. AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (“Green Book”). 7th ed. – Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2018. – 1026 p.

¹⁰⁶ Axmedov Sh.A. Environmental and Urban Planning Aspects of the Introduction of Green Parking Lots in Tashkent // Journal of Innovation in Educational and Social Research. – 2024. – Vol. 2. – Issue 12. – P. 114–119. ISSN: 2992-894X.



TANQIDIY NAZAR, TAHLILIIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



8. Xotamov A.T., Axmedov Sh.A., Bo'ronov S.B. Turar joy hududida avtomobil to'xtash joylarini tashkil etish masalalari // Me'morchilik va qurilish muammolari (ilmiy texnik jurnali). – Samarqand: SamDAQU, 2023. – Mahsus son. – B. 397–400. ISSN: 2091-5004.

9. Axmedov Sh.A. Environmental and Urban Planning Aspects of the Introduction of Green Parking Lots in Tashkent // Journal of Innovation in Educational and Social Research. – 2024. – Vol. 2. – Issue 12. – P. 114–119. ISSN: 2992-894X.

