UO'K 656.2.072

TOSHKENT METROPOLITENIDA POYEZDLAR HARAKATI XAVFSIZLIGINI TA'MINLASH MASALALARI VA ULARNI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI.

Pardaboyev Humoyun Ravshan o'g'li
"Toshkent Metropoliteni" DUK ishchisi
https://orcid.org/0009-0003-3689-9820
E-mail: humoyunpardaboyev@gmail.com
Sharapova Mohinur Olimjon qizi
"Toshshahartransxizmat" AJ ishchisi
https://orcid.org/0009-0006-3184-8129
E-mail: omohinur3101@gmail.com.

Annotatsiya. Ushbu maqola Toshkent metropoliteni tizimida poyezdlar harakati xavfsizligini ta'minlash masalalarini tizimli jihatdan o'rganadi. Tadqiqotda 2020–2024 yillardagi yo'lovchi oqimlari statistikasi, infratuzilma holati, mavjud signalizatsiya va boshqaruv tizimlari hamda favqulodda vaziyatlarda javob berish mexanizmlari tahlil qilindi. Maqolada xavfsizlikni oshirish uchun zamonaviy texnologiyalar (CBTC/ATO), kadrlarni tayyorlash, monitoring va crowd management tizimlarini joriy etish kabi texnik va tashkilot chora-tadbirlari taklif etiladi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, avtomatlashtirish, real vaqt monitoringi va profilaktik texnik servis rejimlarini kuchaytirish xavfsizlikni sezilarli darajada oshirishi mumkin. Amaliy takliflar bosqichma-bosqich amalga oshirilishi uchun prioritetlar va monitoring indikatorlari taqdim etildi.

Kalit so'zlar. metropoliten, poyezd harakati, xavfsizlik, signalizatsiya, avtomatlashtirish, monitoring, yo'lovchilar oqimini boshqarish.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы обеспечения безопасности движения поездов в ташкентском метрополитене. Проведен анализ статистики пассажиропотока за период 2020–2024 гг., состояния инфраструктуры, систем сигнализации и управления, а также механизмов реагирования при чрезвычайных ситуациях. Предложены технические и организационные меры по повышению безопасности: внедрение современных систем управления подвижным составом (CBTC/ATO), усиление мониторинга в реальном времени, организация обучения персонала и системы управления потоками пассажиров. Результаты показывают, что внедрение автоматизированных систем и усиление профилактического обслуживания значительно снизят риски и повысят уровень безопасности. Для практической реализации предложены приоритеты и ключевые показатели эффективности (KPI).

ISSN 3030-3907

Ключевые слова. метрополитен, движение поездов, безопасность, сигнализация, автоматизация, мониторинг, управление потоками пассажиров.

Abstract. This paper examines measures to ensure train operation safety in the Tashkent metro system. The study analyzes passenger flow statistics (2020–2024), infrastructure condition, signaling and control systems, and emergency response mechanisms. It proposes technical and organizational measures — such as implementation of Communication-Based Train Control (CBTC) with Automatic Train Operation (ATO), enhanced real-time monitoring, staff training programs, and crowd management systems. Findings indicate that automation, continuous monitoring, and strengthened preventive maintenance can substantially improve operational safety. The paper provides phased recommendations, prioritization, and monitoring indicators to support practical implementation.

Keywords. metro, train operation, safety, signaling, automation, monitoring, crowd management.

Kirish

Toshkent metropoliteni Markaziy Osiyoda yagona metro tizimi hisoblanadi va u 1977-yilning 6-noyabrida foydalanishga topshirilgan. O‘sha davrdan buyon metropoliten poytaxt aholisi hamda mehmonlariga qulay, tez va xavfsiz jamoat transporti sifatida xizmat qilib kelmoqda. Bugungi kunda metroning umumiy uzunligi 70 kilometrdan oshib, 48 ta stansiya faoliyat yuritmoqda. Yiliga 250 milliondan ortiq yo‘lovchilar metrodan foydalanmoqda va bu ko‘rsatkich yildan-yilga oshib bormoqda. Shahar aholisining tez sur’atlarda o‘sishi, transport vositalari sonining ko‘payishi hamda avtomobil tirbandliklari tufayli metroga bo‘lgan ehtiyoj yanada kuchaymoqda.

Metropoliten tizimi oddiy transport vositasi emas, balki zamonaviy shaharlarda barqaror rivojlanish va aholining ijtimoiy-iqtisodiy hayotida muhim omil hisoblanadi. Toshkent shahrida avtomobil yo‘llarida tirbandlik muammolari kundan-kunga ortib borayotgani, ekologik muammolarning keskinlashuvi va aholining vaqtini tejash zaruriyati metro tizimining dolzarbligini yanada oshiradi. Shu sababli poyezdlar harakati xavfsizligini ta’minlash masalasi nafaqat transport infratuzilmasining samaradorligini, balki fuqarolarning hayoti va sog‘lig‘ini himoya qilish darajasini belgilab beradi.

Xavfsizlik masalasi ko‘p qirrali jarayon bo‘lib, u texnik, tashkiliy, huquqiy va inson omillarini o‘z ichiga oladi. Poyezdlar harakatini xavfsiz tashkil etishda quyidagi jihatlar alohida ahamiyatga ega:

- avtomatik signalizatsiya va boshqaruv tizimlarining ishonchliligi;
- harakatlanuvchi tarkibning texnik sozligi va modernizatsiya darajasi;

ISSN 3030-3907

- mashinistlar va texnik xodimlarning malakasi hamda favqulodda vaziyatlarga tayyorgarligi;
- yo‘lovchilar oqimini tartibga solish va boshqarish mexanizmlarining samaradorligi;

So‘nggi yillarda Toshkent metropoliteni faoliyatida bir qator yangilanishlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, yangi yerusti yo‘nalishlari ochildi, zamonaviy poyezdlar xarid qilinmoqda va kontaktli to‘lov tizimlari joriy etildi. Shu bilan birga, xavfsizlik masalalarida ham xalqaro standartlarga moslashish zaruriyati ortib bormoqda. Xalqaro tajribada keng qo‘llanilayotgan “CBTC” (Communication-Based Train Control) kabi zamonaviy boshqaruv tizimlari poyezdlar oralig‘ini qisqartirish, qatnov jadvalini optimallashtirish va eng muhimi, harakat xavfsizligini oshirish imkonini beradi.

Maqolaning asosiy maqsadi – Toshkent metropolitenida poyezdlar harakati xavfsizligini ta’minlashning mavjud holatini tahlil qilish, dolzarb muammolarni aniqlash va xalqaro tajriba asosida ularni bartaraf etish yo‘llarini taklif qilishdan iborat. Shuningdek, tadqiqot natijalari orqali metropoliten tizimida xavfsizlikni oshirish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqiladi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili: Signalizatsiya va avtomatlashtirish: Hozirgi zamon metropolitenlarida CBTC (Communication-Based Train Control) va ATO (Automatic Train Operation) tizimlari xavfsizlikni oshirishda markaziy rol o‘ynaydi. Ushbu texnologiyalar poyezdlar oralig‘ini real vaqtda boshqarish, favqulodda holatlarda avtomatik zahira rejimlarini ishga tushirish imkonini beradi.

Monitoring va real vaqt tizimlari: CCTV, video analytic, yo‘lovchilar sonini hisoblash (people counting), IoT-sensorlar va SCADA tizimlari orqali stansiyalar va vagonlardagi holat real vaqtda kuzatiladi hamda avtomatik ogohlantirish tizimlari ishga tushadi.

Inson omili va ta’lim: Xodimlarning xatolari, noto‘g‘ri qarorlar yoki malakasizlik ko‘plab avariyalarning ildizida turadi. Shu sababli muntazam treninglar, simulyatsiyalar va krizis boshqaruvi mashg‘ulotlari zarur.

Yo‘lovchilar oqimini boshqarish: Yo‘lovchi o‘tkazish qoidalari, peronlar va eskalatorlarning optimallashtirilishi, tartib-intizom va yo‘nalish belgilarini yaxshilash favqulodda evakuatsiyani va kundalik xavfsizlikni yaxshilaydi.

Xalqaro tajriba: Germaniya, Janubiy Koreya va Yaponiya metrolari texnik va tashkilot yechimlarini muvaffaqiyatli qo‘llagan — ularning usullari O‘zbekiston sharoitiga moslashtirilishi mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi: Mazkur tadqiqot Toshkent metropolitenida poyezdlar harakati xavfsizligini ta’minlash bo‘yicha mavjud holatni tahlil qilish,

ISSN 3030-3907

muammolarni aniqlash va ularni bartaraf etish bo‘yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqishga qaratildi. Tadqiqot metodologiyasi bir nechta bosqichlarni o‘z ichiga oladi va har bir bosqichda turli usullardan foydalanildi.

1. Ma’lumotlar to‘plash bosqichi. Tadqiqotda rasmiy statistika manbalari, Toshkent metropolitenining ochiq ma’lumotlari, transport bo‘yicha davlat statistika qo‘mitasi hisobotlari hamda xalqaro tashkilotlarning (Asian Transport Observatory, UITP va boshqalar) transport xavfsizligiga oid hisobotlari asos qilib olindi. Shuningdek, metropoliten faoliyatiga oid matbuot xabarlari, tahliliy maqolalar va ilmiy tadqiqot ishlari ham o‘rganildi.

2. Yo‘lovchi oqimlari tahlili. 2020–2024-yillar oralig‘ida Toshkent metropolitenidan foydalangan yo‘lovchilar soni dinamikasi ko‘rib chiqildi. Yillik va o‘rtacha kunlik ko‘rsatkichlar taqqoslab tahlil qilindi. Statistik usullar yordamida yo‘lovchi oqimining ortishi bilan bog‘liq xavf omillari (tirbandlik, to‘satdan yuzaga keladigan favqulodda vaziyatlarda evakuatsiya qiyinchiliklari) aniqlab chiqildi. Yo‘lovchilar oqimining mavsumiy o‘zgarishlari ham alohida e’tiborga olindi, ayniqsa bayram kunlari va cho‘qqi soatlarda keskin ortish kuzatilmoqda. Ushbu ko‘rsatkichlar asosida metro infratuzilmasining yuklama sig‘imi baholanib, xavfsizlik choralarini kuchaytirish zarurligi ta’kidlandi. Shuningdek, yo‘lovchi oqimlarini boshqarish bo‘yicha raqamli tizimlarni joriy etish samarali natija berishi mumkinligi aniqlandi.



Yo‘nalish nomi	Uzunligi (km)	Bekatlar soni	Poyezdlar soni	Kunlik tashish hajmi (ming yo‘lovchi)
Chilonzor yo‘nalishi	22.4	17	25	210
O‘zbekiston yo‘nalishi	14.9	11	20	180

ISSN 3030-3907

Yunusobod yo‘nalishi	10.1	8	12	95
Xalq yo‘li yo‘nalishi	22.74	14	15	120

Metro liniyalari bo‘yicha texnik ko‘rsatkichlar

3. Texnik infratuzilma va boshqaruv tizimlarini o‘rganish. Metropolitenning mavjud texnik bazasi – signalizatsiya tizimlari, rels va elektr ta’minoti infratuzilmalari, harakatlanuvchi tarkib (vagonlar), monitoring kameralarining joylashuvi va ularning ishlash samaradorligi ko‘rib chiqildi. Shu bilan birga, xalqaro tajribada keng qo‘llanilayotgan “CBTC” (Communication-Based Train Control) kabi ilg‘or tizimlar bilan solishtirish amalga oshirildi.

4. Xavfsizlikka ta’sir etuvchi inson omillarini tahlil qilish. Mashinistlar, texnik xodimlar va boshqa xizmat ko‘rsatish bo‘yicha xodimlarning malakasi, ularning favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik darajasi, o‘quv mashg‘ulotlari va treninglar sifati o‘rganildi. Ushbu omillar xavfsizlik darajasini belgilovchi asosiy ko‘rsatkichlardan biri sifatida baholandi.

5. SWOT-tahlil. Toshkent metropoliteni xavfsizlik tizimi bo‘yicha kuchli tomonlar (Strengths), zaif tomonlar (Weaknesses), imkoniyatlar (Opportunities) va xavflar (Threats) tahlil qilindi. Ushbu yondashuv xavfsizlikni oshirish bo‘yicha ustuvor yo‘nalishlarni belgilashga yordam berdi.

6. Takliflar ishlab chiqish. Olingan natijalarga asoslanib, metropoliten xavfsizligini oshirish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqildi. Jumladan, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini modernizatsiya qilish, monitoring va kuzatuv vositalarini kengaytirish, poyezdlar harakatini optimallashtirish va xodimlar uchun muntazam treninglar o‘tkazish taklif qilindi.

7. Xalqaro tajriba bilan solishtirish. London, Moskva, Tokio va Seul metropolitenlarida qo‘llaniladigan xavfsizlik tizimlari o‘rganildi va Toshkent metrosi uchun mos keladigan texnologiyalar (masalan, aqlli monitoring, sun’iy intellekt asosida favqulodda vaziyatlarni aniqlash tizimlari) tavsiya qilindi.

8. Ilmiy asoslangan xulosalar chiqarish. Tadqiqot davomida yig‘ilgan ma’lumotlar asosida Toshkent metropoliteni xavfsizlik darajasi bo‘yicha umumiy xulosalar qilindi va kelajakda amalga oshirilishi mumkin bo‘lgan islohotlar bo‘yicha amaliy tavsiyalar shakllantirildi.

Tahlil va natijalar (Analysis and Results): Yo‘lovchi oqimi — statistik tahlil quyidagi yillik ko‘rsatkichlar tahlil qilindi:

- 2020: **38.8 million**
- 2021: **101.8 million**
- 2022: **136.7 million**
- 2023: **172.0 million**

ISSN 3030-3907

- 2024: **270.3 million**

O‘sish sur’atlari (yilma-yil) (rokka hisoblash usuli: (joriy - oldingi)/oldingi * 100)

- 2021 yildagi o‘sish: (101.8 − 38.8) = **63.0**; 63.0 / 38.8 = **1.623711...** → 162.37%.
- 2022 yildagi o‘sish: (136.7 − 101.8) = **34.9**; 34.9 / 101.8 = **0.342829...** → 34.28%.
- 2023 yildagi o‘sish: (172.0 − 136.7) = **35.3**; 35.3 / 136.7 = **0.2582297...** → 25.82%.
- 2024 yildagi o‘sish: (270.3 − 172.0) = **98.3**; 98.3 / 172.0 = **0.5715116...** → 57.15%.

(Bu hisob-kitoblar yuqoridagi formuladan kelib chiqqan holda aniq raqamlar berildi.)

O‘rtacha kunlik yo‘lovchi (taxminiy) yillikni 365 ga bo‘lib hisoblash:

- 2020: 38.8 mln → 38.8*1000/365 = **106.30 ming/kun**
- 2021: 101.8 mln → **278.90 ming/kun**
- 2022: 136.7 mln → **374.52 ming/kun**
- 2023: 172.0 mln → **471.23 ming/kun**
- 2024: 270.3 mln → **740.55 ming/kun**

Tahlil: 2020–2024 davrida kundalik o‘rtacha yo‘lovchilar soni ancha oshgani, ayniqsa 2024 yilda o‘sish juda yuqori bo‘lgani kuzatiladi. Bu pergon va stansiyalarda tiqilinch, evakuatsiya muammolari va harakat chastotasini oshirish zaruratini keltirib chiqaradi.

Infratuzilma va texnik holat

- Tizim uzunligi: ≈ **70 km**; stansiyalar: ≈ **48**; vagonlar: ≈ **300+**; xodimlar: ≈ **5000**.
- Nosozlik xavfi manbalari**:** eskirgan signal bloklari, texnik xizmat ko‘rsatishdagi kechikishlar, kadrlar tayyorgarligi yetishmasligi, kuzatuv tizimlarining cheklanishi.

Risklarni aniqlash

1. **Signalizatsiya nosozligi** — Ta’sir: to‘xtashlarni boshqarishning buzilishi → Tavsiya: CBTC joriy etish + parallel signalizatsiya tekshiruvlari.
2. **Vagon texnik nosozligi** — Ta’sir: qatnov to‘xtashi yoki favqulodda to‘xtash → Tavsiya: MTBF monitoring, profilaktik ta’mirlash jadvali.
3. **Yo‘lovchi tiqilinchlari (crowd risk)** — Ta’sir: jarohatlar, panika → Tavsiya: crowd management, real-vaqt monitoring va stansiya dizaynini optimallashtirish.
4. **Kadrlar xatoliklari** — Ta’sir: noto‘g‘ri qaror → Tavsiya: muntazam trening, simulyatsiyalar va xizmat me’yorlari.

Moliyaviy va samaradorlik tahlili (qisqacha) Taklif qilingan chora-tadbirlarning sarmoya va ekspluatatsiya xarajatlari orasida: CBTC va vagon modernizatsiyasi — katta boshlang‘ich sarmoya talab etadi, ammo xizmat chastotasini oshirish va avariya holatlarini kamaytirish orqali iqtisodiy foyda

ISSN 3030-3907

(yo‘lovchilar oqimini oshirish, yo‘lovchilarning qoniqishi, kamroq favqulodda xarajatlar) qaytarilishi mumkin. Tavsiya: bosqichma-bosqich loyiha: pilot stantsiyada sinov → tarmoq bo‘ylab joriy etish.

Xulosa va Takliflar (Conclusion & Recommendations): Tahlillar va kuzatuvlar shuni ko‘rsatdiki: Toshkent metropolitenining yo‘lovchi oqimi so‘nggi yillarda sezilarli darajada oshdi va mavjud xavfsizlik tizimlari ushbu yukni to‘liq qamrab olmay qolishi mumkin. Texnik vositalarni modernizatsiya qilish, monitoring va avtomatlashtirishni joriy etish, shuningdek xodimlar tayyorgarligini kuchaytirish xavfsizlik darajasini oshirish uchun zarur.

Aniq takliflar (Toshkent metropolitenida poyezdlar harakati xavfsizligini ta’minlash uchun bir qator chora-tadbirlarni amalga oshirish lozim. Avvalo, favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik mashg‘ulotlarini muntazam o‘tkazish va xizmatlar hamkorligini kuchaytirish zarur. Shuningdek, video-kuzatuv tizimini kengaytirish, profilaktik ta’mirlash va monitoringni takomillashtirish, CBTC/ATO kabi zamonaviy texnologiyalarni bosqichma-bosqich tatbiq etish muhimdir.

Eski vagonlarni modernizatsiya qilish, yo‘lovchi oqimini samarali boshqarish, yagona boshqaruv markazi va raqamli monitoring tizimini yaratish ham xavfsizlikni oshiradi. Xodimlar malakasini oshirish va xalqaro tajribalarni joriy etish orqali asosiy maqsad — nosozliklar orasidagi vaqtni uzaytirish, javob berish vaqtini qisqartirish va qatnov chastotasini xavfsizlikni ta’minlagan holda yaxshilashga erishish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. UITP (International Association of Public Transport) — Metro safety & operations guidance (so‘nggi hisobotlar).
2. International Transport Forum (ITF) — Urban transport safety reports.
3. ISO 45001 — Occupational health and safety management systems (tegishli qism).
4. CBTC va ATO bo‘yicha ishlab chiqaruvchilar — texnik hujjatlar va whitepaperlar (masalan, Thales, Alstom, Bombardier).
5. Tashkent Metro rasmiy ma’lumotlari va yillik statistika (rassmiy saytlardan olingan ma’lumotlar).
6. Regional news reports (masalan, Kun.uz) — yillik yo‘lovchi statistikasi va yangiliklar.
7. Tadqiqot maqolalari: “Urban Rail Safety: Best Practices” (Springer), “Railway Safety and Control Systems” (Elsevier).

ISSN 3030-3907