

**TEMIR YO‘LLARDA INSON OMILISIZ BOSHQARILADIGAN HARAKAT TARKIBLARINING FOYDALANISHDAGI QULAYLIGI VA AHAMIYATI**

*Nazirxonov To‘lagan Mansurxon o‘g‘li*

*texnika fanlari nomzodi,*

*Toshkent davlat transport universiteti*

*“Elektr harakat tarkib” kafedrası dotsenti.*

*E-mail: tolagan@mail.ru*

*Sobirov Bekpo‘lat Yo‘ldosh o‘g‘li*

*1-bosqich magistratura talabasi*

*Toshkent davlattransport universiteti.*

*E-mail: bekpoltasobirov1901@gmail.com*

**Annotatsiya:** Maqolada temir yo‘l transportida inson omilisiz (avtomatlashtirilgan va avtonom) boshqariladigan harakat tarkiblarining amaliy qulayliklari, qo‘llanish sohalari hamda iqtisodiy ahamiyati tahlil qilinadi. Avtonom boshqaruv texnologiyalari poyezdlar harakatini optimallashtirish, xavfsizlikni oshirish, energiya sarfini kamaytirish, harakat jadval barqarorligini ta‘minlash va ekspluatatsion xarajatlarni qisqartirish orqali temir yo‘l tizimining umumiy samaradorligini oshirishi ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, shahar metro tizimlarida avtomatik boshqarish asosida haydovchisiz boshqaruvning keng qo‘llanayotgani, og‘ir yuk tashish (konchilik va sanoat koridorlari) hamda manevr ishlari (sortirovka, depolar)da avtonom lokomotivlar istiqbollari yoritilgan. Maqola temir yo‘l infratuzilmasini yangi suniy ong ostida boshqarishga asoslangan texnologiyalar asosida modernizatsiya qilishga qaratilgan amaliy yechimlar uchun asos bo‘la oladi.

**Kalit so‘zlar:** Avtonom poyezd, inson omili, energiya tejamkorligi, ekspluatatsion xarajatlar, o‘tkazuvchanlik, temir yo‘l iqtisodiyoti.

### **Kirish**

Temir yo‘l transporti tizimi deyarli butun dunyoda yo‘lovchi va yuk tashish uchun asosiy vositalardan biri bo‘lib kelmoqda. Temir yo‘l transporti yuqori yuk sig‘imi, nisbatan past bir tonna-km tannarxi va ekologik afzalligi bilan ko‘plab mamlakatlar logistika tizimining tayanch bo‘g‘inidir. Biroq an‘anaviy boshqaruvda poyezd harakati ko‘p jihatdan inson omiliga (mashinist, dispetcher, stansiya navbatchisi, manevr brigadalari) bog‘liq bo‘lib qoladi. Inson omili bilan bog‘liq xatolar (charchash, e‘tibor susayishi, noto‘g‘ri qaror, kommunikatsiya uzilishi) xavfsizlik pasayishini oshiradi, harakat jadvali buzilishlariga olib keladi va xarajatlarni ko‘paytiradi.

So‘nggi o‘n yilliklarda avtomatika, telekommunikatsiya, sun‘iy intellekt, sensorlar, raqamli signalizatsiya hamda “raqamli dispetcherlik” yechimlari rivojlanishi

temir yo‘llarda inson omilisiz yoki minimal inson aralashuvi bilan boshqariladigan harakat tarkiblarini real amaliyotga olib kirdi. Ayniqsa metro va shahar relsli transportida haydovchisiz boshqaruv keng tarqalmoqda, og‘ir yuk tashish va manevr ishlari bo‘yicha esa avtonom lokomotivlar tez rivojlanayotgan yo‘nalishdir.

### **Inson omilisiz boshqaruv**

Temir yo‘l amaliyotida avtomatlashtirish darajasi ko‘pincha Grade of Automation bo‘yicha tasniflanadi:

- GoA1 – qo‘lda boshqaruv, faqat himoya avtomatikasi (masalan, tezlikni cheklash va stop).

- GoA2 – yarim avtomatik: harakatni avtomatik boshqarish tizimi bajaradi, lekin haydovchi kuzatadi, eshiklari va variya holatlari uchun mas’ul.

- GoA3 – haydovchisiz, poyezdda xodim bo‘lishi mumkin (operatsion xodim), lekin boshqaruv avtomatik.

- GoA4 – to‘liq avtonom, poyezdda doimiy haydovchi shart emas, masofadan nazorat qilinadi va avariya protokollari orqali boshqariladi.

Inson omilisiz boshqariladigan harakat tarkibi odatda quyidagi asosiy komponent tizimlar integratsiyasi hisobiga ishlaydi:

- Harakatni avtomatik boshqarish - tezlanish, tormozlash, jadvalga mos yurish, energiya tejamkor profil.

- Harakatni himoyalashn - ruxsat etilgan tezlik, blok-uchastka, to‘qnashuvdan himoya, “qizil signal”dan o‘tishni oldini olish.

- Dispetcherlik va harakatni boshqarish: jadval, yo‘nalish berish, favqulodda holatlarda qayta marshrut yaratish.

- Raqamli signalizatsiya;

- Aloqa tarmoqlari GSM-R/LTE-R/5G, optik tolali kanallar, Wi-Fi (depo va sanoat hududlarida).

- Kiberxavfsizlik, avtonom tizimlarda bu alohida iqtisodiy va xavfsizlik omilidir.

### **Foydalanishdagi qulayliklar tahlili**

Inson omilisiz boshqaruvning eng katta amaliy qiymati — xavfsizlikdir. Zamonaviy tizimlar tezlik oshishini, ruxsatsiz uchastkaga kirishni, signallarni e‘tiborsiz qoldirishni avtomatik cheklaydi. Statistik jihatdan temir yo‘l hodisalari sabablarida inson xatosi salmog‘i sezilarli bo‘lishi mumkin, avtomatlashtirish esa xavfni kamaytiradi. Shu bilan birga, “inson xatosini nolga tushirish” emas, balki xatoni tizimli ravishda boshqarish muhim.

Harakat jadvali barqarorligi va o‘tkazuvchanlikni oshishi. Avtomatik boshqaruv poyezdlar oralig‘ini aniqroq ushlab turadi, tormozlash-tezlanish profillarini bir xil qiladi, stansiyalarda to‘xtash vaqtini optimallashtiradi. Natijada ayniqsa metroda o‘tkazuvchanlik oshadi, harakat jadvali buzilishlari kamayadi va dispetcherlik qayta boshqaruvi tezlashadi [3].

Harakatni avtomatik boshqarish tizimi energiyani tejash uchun energiya tejamkor rejimlarni qo‘llaydi. Bu energiya tejamkor rejimlarga optimal tezlanish, inertiya bilan yurish va rekuperativ tormozni maksimal ishlatishlar kiradi. Energiya narxlari o‘shib borayotgan sharoitda bu bevosita iqtisodiy samara beradi. Ya’ni, elektr quvvati sarfi kamayadi, tortuv uskunalarining xizmat muddati uzayadi va ishqalanishlarni kamayishi evaziga qurilmalarda yeyilishlar kamayadi va tormoz kolodkalari yeyilishi kamayadi. Texnik xizmat ko‘rsatishni raqamlashtirish ham o‘z samarsini beradi. Avtonom harakat tarkiblari odatda ko‘proq datchiklar va telemetriyaga ega bo‘ladi. Bu nosozlikni oldindan aniqlashni yo‘lga qo‘yib, rejadan tashqari to‘xtab qolishlarni kamaytiradi. Natijada lokomotiv va poyezdlarning tayyorlik koeffitsienti oshadi, ehtiyot qismlar zaxirasi optimallasadi va depodagi ish jarayonlari samarali rejalashtiriladi [4].

Mehnat resurslaridan samarali foydalanishda esa haydovchisiz boshqaruv “ishchi kuchini qisqartirish” sifatida talqin qilinmasligi, bu mehnatni qayta taqsimlash sifatida ko‘rilishi yani mashinistlar soni ehtiyoji kamayishi, evaziga dispetcherlik, texnik nazorat, kibexavfsizlik, tizim muhandisligi bo‘yicha yangi o‘rinlar paydo bo‘ladi. Bu esa o‘qitish va qayta tayyorlash tizimini ham talab qiladi.

### **Amaliy qo‘llanish geografiyasi va sohalari**

Inson omilisiz boshqariladigan poyezdlar eng ko‘p metro tizimlarida uchraydi. Yopiq yoki yarim yopiq infratuzilma, qat’iy jadval, ko‘p poyezdli intensiv harakat, yo‘lovchi oqimini barqaror boshqarish talablari sababli. GoA3–GoA4 asosidagi tizimlari ko‘plab yirik shaharlarda joriy etilgan (Yevropa, Osiyo, Yaqin Sharq va Amerika shaharlarida) 1-rasim.



1-rasm. “Alstom Citadis 502” avtomatik elektropoyezdi.

Metroda iqtisodiy va ijtimoiy foyda poyezdlar oralig‘i qisqarishida, ko‘proq yo‘lovchi tashilishida, tirbandlik va shahar transport yuklamasi kamayishida va xizmat sifati oshishi orqali namoyon bo‘ladi.

Manevr ishlarida ayniqsa sortirovka stansiyalari, depolar, logistika terminallarida, ko‘pincha ko‘p sonli qisqa yurishlar, tez-tez ulash-ajratish, past tezlikda aniq boshqaruvni talab qiladi. Bu yerda avtonom lokomotivlar xodimlar xavfsizligini oshiradi, vagonlarni shakllantirish tezligini oshadi va terminalning aylanish vaqtini qisqartiradi.

Ko‘plab mamlakatlarda masofadan boshqariladigan lokomotivlar va yarim avtonom manevr tizimlari avtonomlashtirishga “ko‘prik” bosqich sifatida qo‘llanadi.

Magistral temir yo‘llarni bosqichma-bosqich avtonomlashtirish yani to‘liq GoA4 darajasiga o‘tish murakkabroq. Shuning uchun ko‘pincha himoya va nazorat tizimlari, masofadan monitoring, avtomatik tezlik nazorati va energetik optimal yurish bosqichma-bosqich joriy etish samarali hisoblanadi 2-rasim.

Magistral yo‘llarda inson boshqaruvidan to‘liq voz kechishdan ko‘ra, “inson + avtomatika” gibrid modeli poyezdlarga o‘tish uzoqroq davom etishi mumkin, biroq iqtisodiy foyda shundoq ham sezilarli darajada bo‘ladi.



2-rasm. To‘liq GoA4 darajasidagi “Mitsubishi heavy industries crystal mover C810/C810A” elektr poyezdi.

### **Iqtisodiy ahamiyati**

Avtonom temir yo‘l texnologiyalari iqtisodiy baholashda ikki katta blok ko‘riladi. 1-Kapital xarajatlar. Avtonom temir yo‘llarda kapital xarajatlarga signalizatsiya

qurilmalari, aloqa tarmog‘i, poyezd bort uskunalari, markaziy boshqaruv va serverlar modernizatsiyasi kiradi.

2-Operatsion xarajatlar. Avtonom temir yo‘llarda operatsion xarajatlarga energiya va yoqilg‘i, mehnat haqi, texnik xizmat ko‘rsatish, ehtiyot qismlari, nosozlik sababli yo‘qotishlar va xavfsizlik xarajatlari kiradi.

Ko‘p loyihalarda kapital xarajatlar yuqori bo‘lsa-da, operatsion xarajatlar dagi tejaliş va daromad oshishi hisobiga umumiy iqtisodiy samaradorlik o‘rtacha muddatda ijobiy bo‘lishi mumkin. Iqtisodiy foyda ko‘pincha ishchi kuchini optimallashtirish va tizimni barqaror ishlatishdan keladi. Energiya tejamkor boshqaruv elektr energiyasi va yoqilg‘i xarajatini pasaytiradi, tormoz tizimi va g‘ildiraklar yeyilishini kamaytirib, ehtiyot qismlar xarajatini qisqartiradi va harakatning silliqlashuvi yo‘lovchi komfortini oshiradi.

Harakat jadvali buzilishi — temir yo‘lining “ko‘rinmas” xarajatidir. Harakat jadvali buzilishi yo‘lovchi tashishda talab pasayishiga, yuk tashishda kechikishlarga, stansiya va uchastkalarda tirbandlik sababli qo‘shimcha lokomotiv va brigada ehtiyojiga olib keladi. Avtomatlashtirish bu yo‘qotishlarni kamaytirishi mumkin, ayniqsa zich grafikli hududlarda. Ko‘pincha eng katta iqtisodiy samaradorlikga xarajatni kamaytirishdan emas, balki o‘tkazuvchanlikni oshirish orqaliy yani metroda poyezdlar sonini ko‘paytirish, ko‘proq yo‘lovchi tashishga, chipta tushumi ortishi orqaliy erishish mumkun.

Ayniqsa infratuzilmani kengaytirmasdan daromadni oshirish — katta kapital loyihalarga nisbatan arzonroq bo‘lishi mumkin.

### **O‘zbekiston sharoitida dolzarbligi va amaliy yo‘nalishlar**

O‘zbekiston temir yo‘l tizimi modernizatsiya jarayonida raqamli boshqaruvni bosqichma-bosqich kuchaytirish imkoniyatiga ega. Amaliy yondashuv sifatida quyidagilarni joriy etish mumkin:

- 1) Depo va manevr hududlarida masofadan boshqaruv va yarim avtonom manevr tizimini joriy etish.
- 2) Yuk koridorlarida energiya-optimal harakat rejimlarini joriy etish.
- 3) Nosozliklarni oldindan aniqlash va suniy intellekt orqaliy taftish etishni joriy qilish.

Bu yo‘nalishlar katta kapital loyihalardan ko‘ra tezroq natija beradigan “bosqichli transformatsiya” strategiyasini shakllantiradi.

### **Xulosa**

Inson omilisiz boshqariladigan harakat tarkiblari temir yo‘l transportining keyingi rivojlanish bosqichini belgilaydi. Ularning foydalanishdagi qulayligi — xavfsizlikni oshirish, jadval barqarorligi, o‘tkazuvchanlikning ortishi, energiya tejaliş va texnik xizmat jarayonlarining raqamlashtirilishi bilan ifodalanadi. Eng keng qo‘llanayotgan soha — metro va shahar relsli transporti bo‘lib, sanoat temir yo‘llari va manevr ishlari

ham avtonomlashtirish uchun yuqori salohiyatga ega. Iqtisodiy ahamiyat esa faqat mehnat xarajatlarining kamayishi bilangina cheklanmay, balki xizmat sifati oshishi orqali daromadni ko‘paytirish, kechikishlar va nosozliklardan keladigan yo‘qotishlarni pasaytirish hamda energiya samaradorligini yaxshilash kabi omillar bilan aniqlanadi.

Kelgusida temir yo‘l tizimlarida avtonomlashtirish strategiyasi infratuzilma, raqamli signalizatsiya va aloqa normativ baza hamda kadrlar tayyorlashni birgalikda rivojlantirish orqali eng katta ijtimoiy-iqtisodiy samarani beradi.

### **Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. <https://www.alstom.com/solutions/rolling-stock/citadis-light-rail-designed-reflect-your-citys-unique-identity>.

2. [https://www.eke-electronics.com/train-control-and-management-system-tcms/?gclid=CjwKCAiAu67KBhAkEiwAY0jAlRX0mkKYj0Sdqunl8y\\_8sGpMZgZXswg8yHEkGxLs3v3ekbnkM7cPORoCIMUQAvD\\_BwE](https://www.eke-electronics.com/train-control-and-management-system-tcms/?gclid=CjwKCAiAu67KBhAkEiwAY0jAlRX0mkKYj0Sdqunl8y_8sGpMZgZXswg8yHEkGxLs3v3ekbnkM7cPORoCIMUQAvD_BwE).

3. Nazirxonov T.M., Xudoynazarov S.E., Kozimbekov K.K. Temir yo‘l stansiyalarida energiya tejash va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishning ahamiyati // Journal of new century innovations. – 2025. – т. 76. – №. 1. – с. 20–25.

4. Nazirkhonov T. M. Maintenance of traction converters in the electric transport of Uzbekistan //X Intern. scientific-practical. conference" TRANS-MECH-ARTCHEM".–M.: МИИТ. – 2014. – С. 80-81.

5. Лесов А. и др. OPTIMIZATION OF THE TRAIN CURVE TO MINIMIZE ENERGY CONSUMPTION: OPTIMIZATION OF THE TRAIN CURVE TO MINIMIZE ENERGY CONSUMPTION //Железнодорожный транспорт: актуальные вопросы и инновации. – 2024. – №. 1. – С. 51-60.

6. Tsaplin A. E., Kuvondikov Z. O., Nazirkhonov T. M. Method of analysis and evaluation of the readiness function of the high-speed train" Afrosiyob"(Talga 250) based on operational data. – 2019.

7. Nazirxonov T.M., Xudoynazarov S.E., Kozimbekov K.K. Temir yo‘l stansiyalarida energiya tejash va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishning ahamiyati // Journal of new century innovations. – 2025. – т. 76. – №. 1. – с. 20–25.

8. [www.alstom.com](http://www.alstom.com)