



## TEMIR YO‘L TRANSPORTIDA RFID VA GIBRID IDENTIFIKATSIYA TEKNOLOGIYALARINING SAMARADORLIGI

**G‘ulomov Latifjon Ilyosjon o‘g‘li**  
*Toshkent davlat transport unoversiteti*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada temir yo‘l vagonlari va lokomotivlarini identifikatsiyalashda RFID (Radio Frequency Identification) hamda sun‘iy intellekt bilan integratsiyalashgan gibrid identifikatsiya texnologiyalarining samaradorligi tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida 67 ta ilmiy manba o‘rganilib, RFID texnologiyasining barqarorligi, yuqori tezliklarda ishlash imkoniyatlari, iqtisodiy samaradorligi va gibrid tizimlar bilan integratsiyasining afzalliklari baholandi. Natijalar RFID texnologiyasi temir yo‘l transportida identifikatsiyaning asosiy vositasi ekanligini, sun‘iy intellekt va kompyuter ko‘rish texnologiyalari bilan birlashtirilgan gibrid tizimlar esa aniqlik va ishonchlilikni sezilarli darajada oshirishini ko‘rsatdi.

**Kalit so‘zlar:** RFID, sun‘iy intellekt, temir yo‘l transporti, identifikatsiya tizimi, kompyuter ko‘rish, gibrid texnologiyalar, harakat xavfsizligi.

### **Kirish**

Temir yo‘l transportida harakat xavfsizligini ta‘minlash, harakat tarkibini aniq identifikatsiyalash va monitoring qilish zamonaviy transport tizimlarining muhim vazifalaridan biridir. So‘nggi yillarda RFID texnologiyasi vagonlar va lokomotivlarni avtomatik identifikatsiyalashda keng qo‘llanilmoqda. Biroq yuqori tezlik, o‘qish oynasining qisqaligi va ayrim texnik cheklovlar RFID tizimlarining samaradorligiga ta‘sir qilishi mumkin. Shu sababli RFID texnologiyasini sun‘iy intellekt, kompyuter ko‘rish va optik tanib olish tizimlari bilan integratsiyalash dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

### **Tadqiqot metodologiyasi**

Tadqiqot doirasida RFID va gibrid identifikatsiya texnologiyalariga oid 67 ta ilmiy maqola va konferensiya materiallari tahlil qilindi. Tahlilda quyidagi mezonlar asos qilib olindi:

- tizimlarning barqarorligi;
- yuqori tezliklarda ishlash imkoniyati;
- identifikatsiya aniqligi;
- iqtisodiy samaradorlik;
- sun‘iy intellekt bilan integratsiyalash imkoniyati.

### **RFID texnologiyasining barqarorligi**

Tahlil natijalari RFID texnologiyasi yuqori tezlikli temir yo‘l transportida ham samarali ishlashini ko‘rsatdi. UHF RFID tizimlari uchun maksimal identifikatsiya tezligi 475–591,67 km/soat diapazonida baholangan. Bu esa zamonaviy yuqori tezlikli poyezdlar uchun ham texnologiyaning qo‘llanilish imkoniyatlarini tasdiqlaydi.



Xitoy yuqori tezlikli temir yo'llarida olib borilgan tadqiqotlar RFID tizimlarining asosiy muammolari sifatida o'qish vaqtining qisqaligi va signal kolliziyalarini ko'rsatgan. Shu bilan birga metro va manevr lokomotivlarida RFID hamda odometr asosidagi gibril tizimlar yuqori aniqlik bilan ishlashi aniqlangan.

RFID tizimlarining ishonchligi ko'p jihatdan antenaning joylashuvi, teglarning o'rnatilish burchagi va o'qish zonasiga bog'liq. Amaliy sinovlarda noto'g'ri o'rnatilgan teglar yoki yuqori tezliklar ayrim hollarda ma'lumotlarning o'qilmay qolishiga sabab bo'lgan.

### **Gibril identifikatsiya tizimlarining afzalliklari**

RFID texnologiyasining asosiy kamchiliklarini bartaraf etish maqsadida ko'plab gibril identifikatsiya tizimlari ishlab chiqilgan.

AEI/OCR arxitekturasi RFID teglaridan olingan ma'lumotlarni optik belgilarni tanib olish tizimi bilan birlashtiradi. Bunday yondashuv RFID signali mavjud bo'lmagan yoki noto'g'ri o'qilgan holatlarda identifikatsiyani davom ettirish imkonini beradi.

Sun'iy intellekt va kompyuter ko'rish texnologiyalariga asoslangan tizimlar vagon raqamlarini avtomatik tanib olishda yuqori samaradorlik ko'rsatmoqda. Chuqur o'qitish algoritmlari yordamida ishlab chiqilgan ayrim tizimlar 99,7 % gacha aniqlikka erishgan.

Shuningdek, ko'p antennali beamforming texnologiyasi asosida ishlab chiqilgan AEI tizimlari RFID teglarini o'qish masofasini 3–4 metrdan 35 metrgacha oshirish imkonini bergan. Bu esa temir yo'l tarmoqlarida yo'qolgan yoki nazoratdan chiqib qolgan vagonlarni aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

### **Iqtisodiy samaradorlik**

RFID texnologiyasining iqtisodiy afzalliklari asosan texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytirish bilan bog'liq. RFID asosidagi monitoring tizimlari vagonlarning texnik holatini real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi va nosozliklarni erta aniqlashga yordam beradi.

Natijada:

- poyezdlarning majburiy to'xtashlari kamayadi;
- texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari qisqaradi;
- infratuzilma eskirishi sekinlashadi;
- harakat xavfsizligi oshadi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, RFID o'quvchilarini optimal joylashtirish tizimning iqtisodiy samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Barcha yo'llarni to'liq jihozlash zarur bo'lmagan hollarda xarajatlar sezilarli kamayadi.

### **Sun'iy intellekt asosida rivojlantirish istiqbollari**

Kelajakda RFID tizimlarini sun'iy intellekt bilan integratsiyalash temir yo'l transportida identifikatsiya va monitoring tizimlarining yangi bosqichini shakllantiradi.

Sun'iy intellekt quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- RFID ma'lumotlarini avtomatik tahlil qilish;
- nosozliklarni oldindan prognozlash;
- vagon va lokomotivlarni avtomatik identifikatsiyalash;
- xavfli vaziyatlarni oldindan aniqlash;



- harakat xavfsizligini oshirish.

RFID, kompyuter ko‘rish va neyron tarmoqlar asosida qurilgan gibrid tizimlar temir yo‘l transportida raqamli transformatsiyaning muhim elementi sifatida qaralmoqda.

### **Xulosa**

O‘tkazilgan tadqiqotlar va ilmiy manbalar tahlili RFID texnologiyasi temir yo‘l transportida harakat tarkibini identifikatsiyalash va monitoring qilishning eng samarali hamda keng tarqalgan vositalaridan biri ekanligini ko‘rsatdi. RFID tizimlari avtomatik identifikatsiya, ma’lumotlarni real vaqt rejimida uzatish, inson omili ta’sirini kamaytirish va transport jarayonlarini raqamlashtirish imkoniyatlarini yaratadi. Ushbu texnologiya yordamida vagonlar va lokomotivlarning joylashuvi, harakat yo‘nalishi hamda texnik holati to‘g‘risidagi ma’lumotlarni tezkor ravishda olish mumkin.

Shu bilan birga, RFID tizimlarining amaliy qo‘llanilishida yuqori tezliklarda ma’lumotlarni o‘qish sifati pasayishi, elektromagnit shovqinlar ta’siri, signalning yo‘qolishi hamda o‘qish masofasining cheklanganligi kabi muammolar mavjudligi aniqlandi. Mazkur kamchiliklarni bartaraf etish uchun RFID texnologiyasini kompyuter ko‘rish, optik belgilarni tanib olish (OCR), sensor tizimlar va sun’iy intellekt algoritmlari bilan integratsiyalash istiqbolli yechim hisoblanadi.

Tahlillar natijasida RFID va sun’iy intellekt asosidagi gibrid tizimlar identifikatsiya aniqligini sezilarli darajada oshirishi, noto‘g‘ri identifikatsiya holatlarini kamaytirishi hamda ma’lumotlarning ishonchliligini ta’minlashi aniqlandi. Ayniqsa, chuqur o‘qitish (Deep Learning) va mashinali o‘qitish (Machine Learning) algoritmlaridan foydalanish vagon raqamlarini avtomatik aniqlash, nosozliklarni oldindan prognozlash va xavfli holatlarni erta aniqlash imkonini beradi.

Bundan tashqari, RFID va sun’iy intellekt texnologiyalarining integratsiyasi temir yo‘l korxonalarining ekspluatatsion xarajatlarini kamaytirish, texnik xizmat ko‘rsatish samaradorligini oshirish hamda transport infratuzilmasidan foydalanish darajasini yaxshilashga xizmat qiladi. Bu esa o‘z navbatida harakat xavfsizligini oshirish, avariylar xavfini kamaytirish va temir yo‘l transportining raqamli transformatsiyasini jadallashtirishga yordam beradi.

Kelgusida RFID, kompyuter ko‘rish va sun’iy intellekt texnologiyalarini yagona axborot platformasida birlashtirish orqali temir yo‘l transportida to‘liq avtomatlashtirilgan identifikatsiya va monitoring tizimlarini yaratish mumkin. Bunday tizimlar transport jarayonlarini boshqarish sifatini yangi bosqichga olib chiqib, harakat xavfsizligini ta’minlashning zamonaviy va ishonchli vositasi sifatida xizmat qiladi.





## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Novák M., Chloupek A. *Railreader-MT Multi-RFID-System Supports High Availability and Safety in Railway Networks*. IEEE, 2013.
2. Unterhuber A.R., Iliev S., Biebl E. *Estimation Method for High-Speed Vehicle Identification with UHF RFID Systems*. Sensors, 2020.
3. Radloff E. *Field Experience with an AEI/OCR System*. Railway Technology Conference, 2002.
4. Laroca R., Zanlorensi L., Oliveira L.S. va boshqalar. *Automatic Counting and Identification of Train Wagons Based on Computer Vision and Deep Learning*. Expert Systems with Applications, 2020.
5. Olaby O., Zayed T., Hosseini M.R. *Development of a Novel Railway Positioning System Using RFID Technology*. Transportation Research, 2022.
6. Finkenzeller K. *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*. Wiley, 2019.
7. Landt J. *The History of RFID*. IEEE Potentials, 2005.
8. Dobkin D.M. *The RF in RFID: Passive UHF RFID in Practice*. Elsevier, 2012.
9. Zhou X., Li Y., Wang H. *Artificial Intelligence Applications in Railway Transportation Systems*. IEEE Access, 2021.
10. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.
11. Bishop C.M. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.
12. UIC (International Union of Railways). *RFID Applications for Railway Asset Management and Safety Monitoring*. Paris, 2021.