

=====

**TEMIR YO‘L HARAKATLANUVCHI TARKIBI UZELLARINI  
TASHXISLASHDA ZAMONAVIY VA INTELLEKTUAL TIZIMLAR TAHLILI**

**Nizomiddinov U.A**

*Toshkent davlat transport universiteti talabasi, “Lokomotivlar va  
lokomotiv xo‘jaligi” yo‘nalish*

**Hamidov O.R.**

*Toshkent davlat transport universiteti texnika fanlari professor(t.f.d.), “Lokomotivlar va  
lokomotiv xo‘jaligi” kafedrası mudiri.*

**MAQOLA  
MALUMOTI**

**ANNOTATSIYA:**

**MAQOLA TARIXI:**

*Received: 11.06.2026*

*Revised: 12.06.2026*

*Accepted: 13.06.2026*

**KALIT SO‘ZLAR:**

*tortish  
harakatlanuvchi  
tarkibi, texnik  
diagnostika, g‘ildirak  
juftligi, g‘ildirak-motor  
bloki, buzmasdan  
nazorat qilish,  
defektoskopiya, sun‘iy  
neyron tarmoqlari,  
o‘qitish algoritmlari.*

*Bu maqolada «O‘zbekiston temir yo‘llari» AJ lokomotivlarining mas‘uliyatli uzellarini tashxislash tizimini takomillashtirish orqali ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish masalalari tahlil qilingan. Tadqiqotda an‘anaviy defektoskopiya usullarining (ultratovush, quyunli tok) asosiy kamchiligi sifatida lokomotivlarning majburiy to‘xtab qolishi ko‘rsatilib, muammoning yechimi sifatida sun‘iy neyron tarmoqlari asosidagi intellektual diagnostika modeli taklif etilgan. Ushbu tizim harakatlanuvchi tarkibning statik va dinamik parametrlarini bevosita yo‘l davomida, real vaqt rejimida nazorat qilish hamda kutilmagan nosozliklarning oldini olish imkonini beradi.*

**KIRISH**

Temir yo‘l transporti sohasining strategik ustuvor yo‘nalishi — «O‘zbekiston temir yo‘llari» AJ tortish harakatlanuvchi tarkibini ta‘mirlash va texnik xizmat ko‘rsatish tizimini modernizatsiya qilish orqali ekspluatatsiya xarajatlarini optimallashtirishdir. Bunda asosiy maqsad nafaqat xarajatlarni kamaytirish, balki eng mas‘uliyatli uzellar — g‘ildirak juftliklari va g‘ildirak-motor bloklarining ishonchlilik koeffitsiyentini oshirish orqali harakat xavfsizligini kafolatlashdan iborat. Bugungi kunda diagnostika tizimlaridagi ilmiy-texnik inqilob an‘anaviy "rejaviy-profilaktika" (Time-Based Maintenance) usulidan voz kechib, "haqiqiy texnik holatga ko‘ra" (Condition-Based Maintenance) xizmat ko‘rsatishga o‘tish imkonini bermoqda. Bu yondashuv har bir lokomotivning individual ishlash resursini real vaqt rejimida baholashga asoslanadi. Harakat xavfsizligiga bevosita daxldor bo‘lgan quyi tizimlarning o‘ziga xos murakkab tuzilishi va ularga qo‘yiladigan qat‘iy talablar ushbu

sohada raqamli monitoring va bashorat qiluvchi (predictive) diagnostika usullarini joriy etishni taqozo etmoqda. Shuning uchun ham tadqiqotning diqqat markazi nosozliklari kutilmagan va og'ir oqibatlariga olib kelishi mumkin bo'lgan aynan g'ildirak-motor bloklari va g'ildirak juftlariga qaratilgan. Ushbu muammoni hal etish nafaqat lokomotivlar parking xizmat muddatini uzaytiradi, balki butun temir yo'l tarmog'ining iqtisodiy barqarorligini ta'minlashda hal qiluvchi omil bo'lib xizmat qiladi.

Diagnostika - bu texnik nazoratning ixtisoslashgan texnologik jarayoni - texnik holatni aniqlash va ushbu uskunaning texnik holatini tavsiflovchi ish parametrlari bilan funktsional bog'liq bo'lgan diagnostika parametrlari asosida uskunaning ishlashini bashorat qilish. Diagnostika parametrlariga tok sarfi, elektr qarshiligi, issiqlik sharoitlari, tebranish va shovqin, zichlik darajasi, moylash moylarida ishqalanish qismlarining aşınma mahsulotlarining mavjudligi va boshqalar kirishi mumkin. Texnik diagnostika uch turdagi muammolarni hal qiladi:

1. Diagnostik muammolari – yani lokomotiv va uning tarkibiy qismlarning texnik holatini vaqtda aniqlash
2. Lokomotiv va uning tarkibiy qismlarining holatini kelajakdagi ma'lum bir vaqtda bashorat qilish muammolari
3. Genezis muammolari - lokomotiv va uning tarkibiy qismlarining holatini ma'lum bir o'tgan vaqtda aniqlash.

Diagnostika tizimlari quyidagilar bo'lishi mumkin: mahalliy yoki umumiy. Funktsional yoki sinov diagnostikasi, universal yoki ixtisoslashtirilgan, integratsiyalashgan diagnostika yoki tashqi vositalar, avtomatik, avtomatlashtirilgan yoki qo'lda. Lokomotivni loyihalash bosqichida ishlab chiqilgan integratsiyalashgan diagnostika vositalari ish paytida lokomotiv uskunalarining ish yoki diagnostika parametrlarini doimiy ravishda kuzatib borishni ta'minlaydi. Ushbu vositalar ampermetrlar, tezlik o'lchagichlari, termometrlar va mikroprotsessorga asoslangan lokomotivni boshqarish va tartibga solish tizimlarini (MSKU-1, ASU "Lokomotiv", USTA, ED 2000 va boshqalar) o'z ichiga oladi. Texnik diagnostikaning bir turi TPS komponentlarini buzmasdan tekshirish (NDT) bo'lib, u komponentlarda paydo bo'ladigan nuqsonlarni erta bosqichda aniqlaydi. NDT tizimi TPSni ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatish texnologiyasining majburiy va ajralmas qismi bo'lishi kerak. Lokomotivning muhim komponentlarini elektromagnit, quyma oqim va ultratovushli nuqsonlarni aniqlash lokomotiv depolarida keng tarqalgan bo'lib, bu hatto eng kichik sirt va ichki yoriqlarni ham o'z vaqtida aniqlash imkonini beradi. Nuqsonlarni aniqlashga mo'ljallangan lokomotiv komponentlari ro'yxati va tekshirish chastotasi muntazam ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatish qoidalari bilan tartibga solinadi. Lokomotiv komponentlari uchun vibroakustik diagnostika usullari ham tobora keng tarqalgan. Bu usullar dizel dvigatelining silindr-piston yig'malari, injektorlari, turbokompressorlari, reduktorlari, g'ildirak-motor bloklari va boshqa komponentlarining holatini tashxislash uchun ishlatiladi [3]. Quvur oqimi detektori (1-rasm) ferromagnit metall konstruksiyalarda,

shu jumladan tekshirilayotgan maydonning har qanday korroziya qatlami yoki himoya qoplamasi ostidagi turli yoriqlar va kuchlanish-korroziya yoriqlarining chuqurligini aniqlash va aniqlash uchun mo'ljallangan. Ushbu an'anaviy diagnostika tizimlari (statsionar vositalar) asosan rejaviy-ogohlantirish ta'mirlash jarayonida qo'llaniladi. Biroq, ularning asosiy texnik chegaralanishi shundaki, ular faqatgina "statik" holatni, ya'ni lokomotiv to'xtab turgandagi holatni qayd etadi. Dinamikadagi, ya'ni harakat va yuklama ostidagi real jarayonlarni (vibratsiya, haroratning keskin o'zgarishi) bu usullar bilan to'liq qamrab olib bo'lmaydi. Shu sababli, temir yo'l transportida ekspluatatsiya samaradorligini oshirish uchun harakat davomida ishlovchi va ma'lumotlarni intellektual tahlil qiluvchi tizimlarga ehtiyoj tug'iladi. Aynan shu muammoning yechimi sifatida neyron tarmoqlari yordamida "on-line" rejimida diagnostika qilish tizimi taklif etilmoqda [1,2].



1-rasm. Eddyfi'ning Lyft quyuq oqim detektori

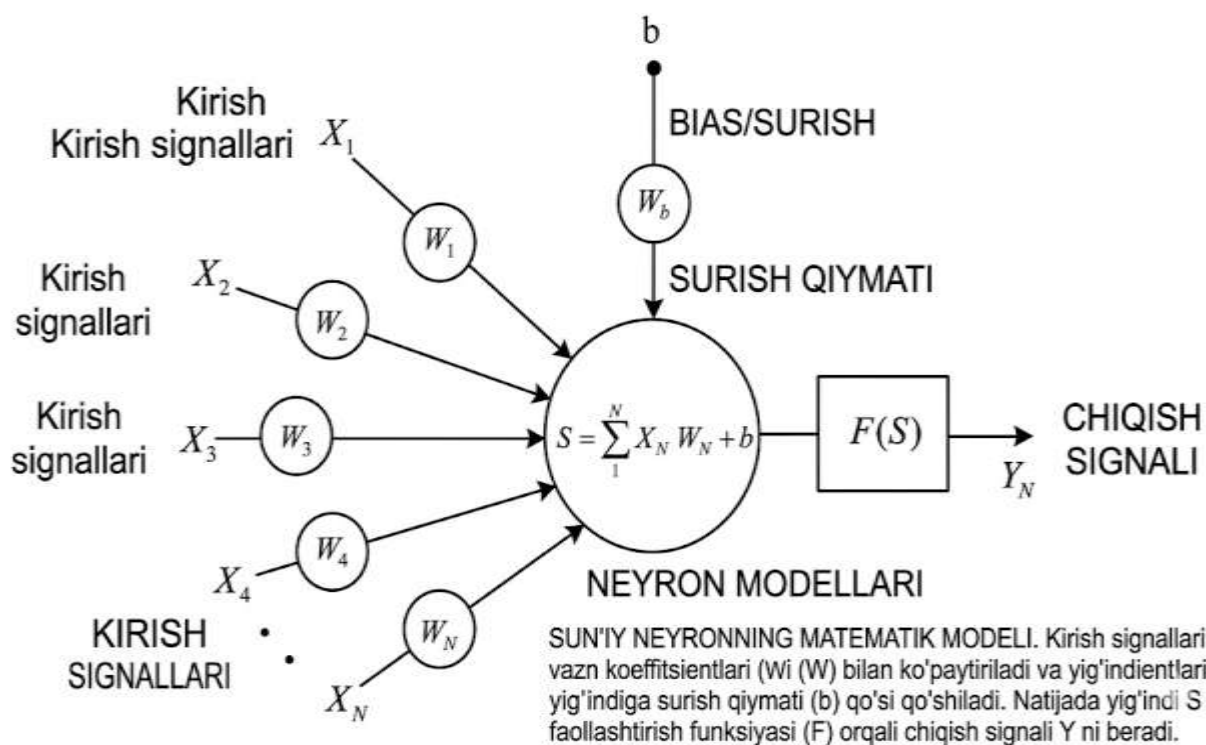
Ultratovushli sinov qurilmalari sinovdan o'tkazilayotgan obyektidagi nuqsonlarni aniqlash uchun ultratovushdan foydalanadi. Ultratovushli nuqson detektorlari mahsulot ichidagi bir xil bo'lmaganlik bilan aks ettirilgan ultratovush tebranishlari yordamida ishlaydi, bu esa nuqsonlarning chuqurligi, o'lchami va koordinatalarini aniqlash imkonini beradi (2-rasm). Qo'lda boshqariladigan ultratovushli nuqson detektorlari metall konstruksiyalar, rezervuarlar, quvurlar va payvandlarni tekshirish uchun ham ishlatiladi. Ushbu yengil, ergonomik qurilmalardan foydalanish va ularga texnik xizmat ko'rsatish oson. Zamonaviy nuqson detektorlari qayta zaryadlanuvchi batareyalar bilan jihozlangan, bu ularni ko'chma qiladi. Bir qator dasturiy ta'minot variantlari yashirin yoriqlar, bo'shliqlar, delaminatsiya, metall bo'lmagan qo'shimchalar va boshqa nuqsonlarni aniqlashni sezilarli darajada osonlashtiradi.[4] Ushbu turdagi barcha diagnostika tizimlari (vixretokoviy va ultratovushli) asosan rejaviy-ogohlantirish ta'mirlash jarayonida (depo va zavod sharoitida) qo'llaniladi. Ularning eng asosiy kamchiligi — tekshiruv davomida lokomotivning majburiy to'xtab

qolishidir (prostoy). Lokomotivning har bir soatlab bekor turishi temir yo‘l korxonalarini uchun katta iqtisodiy zarar keltirishi sababli, bugungi kunda harakat davomida (v protsesse dvijeniya) parametrlarni nazorat qila oladigan **neyron tarmoqlari asosidagi intellektual diagnostika tizimlarini** ishlab chiqish va joriy etish dolzarb masalaga aylangan [1,2].



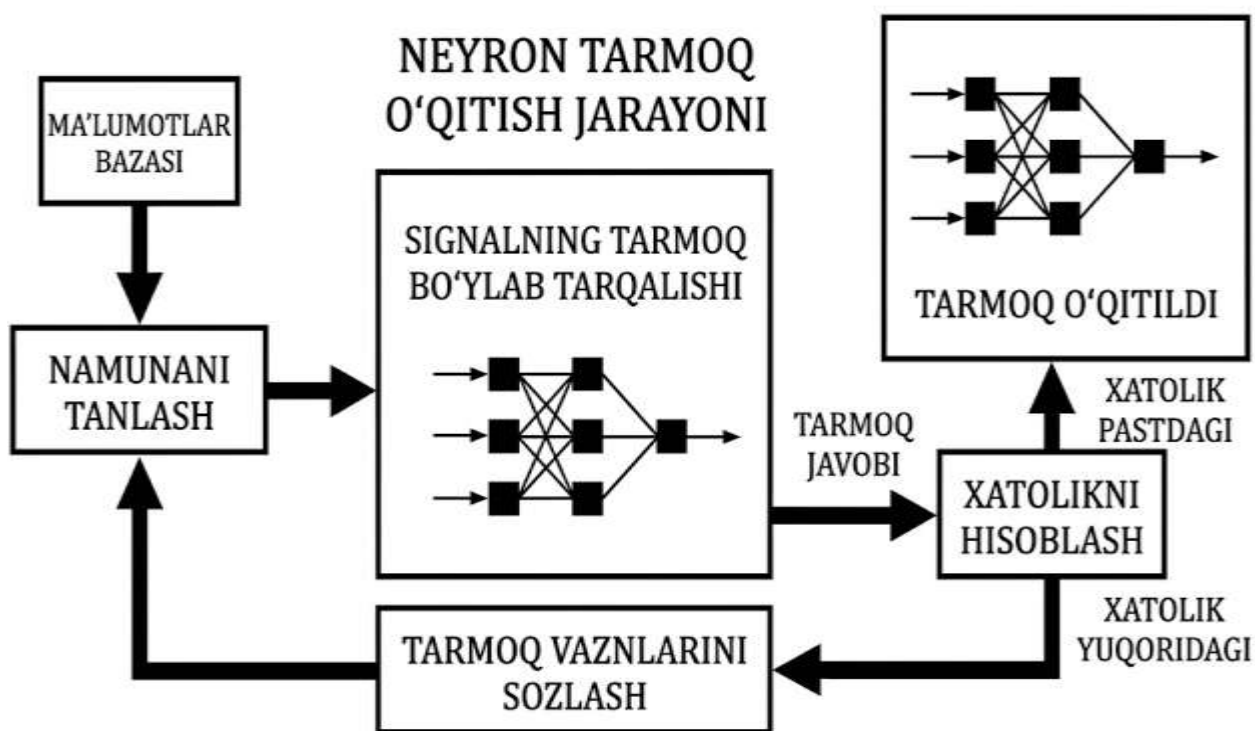
2-rasm. UD2-70 ultratovushli nuqson detektori

Ushbu turdagi diagnostika tizimlari lokomotivlarning depolarda yoki zavodlarda rejali texnik xizmat ko'rsatilishini tekshirish uchun mo'ljallangan bo'lib, bu lokomotivning ishlamay qolishini talab qiladi. Lokomotivning ishlamay qolishi, o'z navbatida, temir yo'llar uchun iqtisodiy jihatdan noqulaydir. Shuning uchun, harakat paytida lokomotivning statik va dinamik xususiyatlarini kuzatish uchun neyron tarmoqlariga (NN) asoslangan aqlli ierarxik tuzilma ishlab chiqilgan. [1,2]. Lokomotiv diagnostikasida neyron tarmoqlari. Neyron tarmoq - bu har biri biologik nerv hujayrasining modelini ifodalovchi va dendritlar, sinapslar va aksonlar deb ataladigan neyronlar to'plamidir (3-rasm). Dendritlar nerv hujayrasining hujayra tanasidan boshqa neyronlarga tarqaladi, u yerda ular ulanish nuqtalarida (sinapslarda) signallarni qabul qiladi. Sinaps tomonidan qabul qilingan kirish signallari neyronning hujayra tanasiga uzatiladi. Bu yerda ular umumlashtiriladi, ba'zi kirishlar neyronni qo'zg'atishga moyil bo'ladi, boshqalari esa uning qo'zg'alishini inhibe qilishga moyil bo'ladi. Birlashtirilgan qo'zg'alish ma'lum bir chegaradan oshib ketganda, neyron o'z aksoni bo'ylab boshqa neyronlarga signal yuboradi. Ushbu asosiy funksional sxemada ko'plab istisnolar mavjud, ammo ko'p jihatdan sun'iy neyron tarmoqlari (ANN) faqat shu oddiy xususiyatlarni modellashtiradi.



3-rasm. Oldinga yo'naltirilgan neyron tarmog'ining matematik modelining grafik tasviri

Neyron tarmog'i berilgan vazifani bajara olishi uchun uni o'rgatish kerak (4-rasmga qarang). Nazorat ostidagi va nazoratsiz o'rganish algoritmlari o'rtasida farq bor. Nazorat ostidagi o'rganish tarmoqqa bir qator o'quv misollarini taqdim etishni o'z ichiga oladi. Har bir misol tarmoqning kirishlariga uzatiladi, so'ngra neyron tarmoq tuzilmasida qayta ishlanadi, tarmoqning chiqish signali hisoblanadi va kerakli tarmoq chiqishini ifodalovchi maqsadli vektorning mos keladigan qiymati bilan taqqoslanadi. Keyin xato ma'lum bir qoidaga muvofiq hisoblanadi va tarmoq ichidagi ulanishlarning og'irliklari tanlangan algoritmgaga qarab sozlanadi. O'quv to'plami vektorlari ketma-ket taqdim etiladi, xatolar hisoblanadi va og'irliklar har bir vektor uchun butun o'quv to'plamidagi xato maqbul darajada past darajaga yetguncha sozlanadi [2].



4-rasm. Neyron tarmoqlarini o'qitish jarayonining illyustratsiyasi

Nazoratsiz o'rganishda o'quv to'plami faqat kirish vektorlaridan iborat. O'rganish algoritmi tarmoq og'irliklarini izchil chiqish vektorlarini hosil qilish uchun sozlaydi, ya'ni yetarlicha o'xshash kirish vektorlarini taqdim etish bir xil natijalarni berishiga ishonch hosil qiladi. Shuning uchun o'quv jarayoni o'quv to'plamining statistik xususiyatlarini ajratib oladi va o'xshash vektorlarni sinflarga guruhlaydi. Berilgan sinfdan vektorni kirish sifatida taqdim etish ma'lum bir chiqish vektorini beradi, ammo o'qitishdan oldin, kirish vektorlarining ma'lum bir sinfi tomonidan qanday chiqish hosil qilinishini oldindan aytib bo'lmaydi. Natijada, bunday tarmoqning chiqishlari o'quv jarayoni tomonidan aniqlanadigan biron bir tushunarli shaklga aylantirilishi kerak. Bu jiddiy muammo emas. Tarmoq tomonidan o'rnatilgan kirish va chiqish o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash odatda qiyin emas. Nazoratsiz neyron tarmoqlari uchun Xebb (Hebb) va Oya (Oja) kabi signalga asoslangan o'rganish usullari qo'llaniladi.

**Xulosa:** Texnik tizim komponentlarining nosozliklarini, ayniqsa, ularning nosozlikdan oldingi (pre-failure) holatlarini erta bosqichda aniqlash global miqyosda dolzarb muammo hisoblanadi. Diagnostika usullarini qo'llash nafaqat ishlab chiqarish jarayonlarining xavfsizligini ta'minlaydi, balki oqilona iqtisodiy samaradorlik darajasiga erishish imkonini beradi. Mavjud an'anaviy tizimlar asosan statik va barqaror holat parametrlarini belgilangan vaqt nuqtalarida tahlil qilishga yo'naltirilgan bo'lib, bu harakatlanuvchi tarkib uskunalarining dinamik o'zgarishlarini to'liq qamrab ololmaydi. Lokomotivlarning ekspluatatsiya jarayonida doimiy o'zgarib turuvchi diagnostik ko'rsatkichlarini real vaqt

=====  
rejimida nazorat qilish tizimning ishonchliligini oshirishning asosiy omilidir. Shu sababli, o'zgaruvchan parametrlarni qayta ishlashga qodir bo'lgan neyron tarmoqlari asosidagi intellektual diagnostika tizimlarini ishlab chiqish transport sohasidagi eng muhim vazifalardan biri bo'lib qolmoqda. Ushbu tadqiqotda taklif etilgan intellektual ierarxik tuzilma lokomotivlarning statik va dinamik xarakteristikalarini harakat davomida uzluksiz nazorat qilish orqali majburiy to'xtab qolish vaqtini (prostoy) qisqartirish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini optimallashtirish imkonini beradi. Bu esa ishlab chiqilgan tizimning ilmiy va amaliy jihatdan yuqori dolzarblikka ega ekanligini tasdiqlaydi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. **Grishenko A.V.** Apparat iskusstvennix neyronnix setey dlya diagnostiki sovremennogo lokomotiva / V.V. Grachyov, Yu.V. Babkov, Yu.I. Klimenko, S.I. Kim, K.S. Perfilyev, M.V. Fedotov // Lokomotiv. - 2012g. - №7. – S. 36-40.

2. **Grishenko A.V., Hamidov O.R.** Otsenka texnicheskogo sostoyaniya lokomotivnix asinxronnix tyagovix elektrodvigateley s ispolzovaniyem neyronnix setey / «Transport Rossiyskoy Federatsii», № 6 (79) 2018.

3. **Hamidov O.R.** Otsenka texnicheskogo sostoyaniya asinxronnix tyagovix elektrodvigateley elektrovozov serii «UZ-EL» sredstvami vibrodiagnostiki / O.T. Kasimov // Materiali konferentsiy GNII «Natsrazvitiye», sentyabr – 2017, S. 13-19.

4. **Neuronus sayti:** Neyron tarmog'ini o'qitish nazariyasi — <https://neuronus.com/theory/nn/238-obucheniya-nejronnoi-seti>.

5. **Ismoilov O.T.** Lokomotivlar va lokomotiv xo'jaligi: darslik / O.T. Ismoilov; O'zbekiston Respublikasi Transport vazirligi. – Toshkent: «Transport», 2021. – 320 b.

6. **Xaykin S.** Neyronniye seti: polniy kurs, 2-ye izdaniye. : Per. s angl. – M. : Izdatelskiy dom «Vilyams», 2006. – 1104 s.