



## FAN VA TEXNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI

## DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGI



**2**  
**2026**

**Tahririyat hay'ati raisi:**  
**SIDDIQOVA S.G'. –**  
**Buxoro davlat texnika universiteti rektori**

**Muovini:**  
**NIZAMOV A.B. –**  
**BuxDTU ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektori**  
**Tahrir hay'ati:**

**MUQIMOV K.M. –** O'zR FA akademigi (O'zMU)  
**JALILOV A.T. –** O'zR FA akademigi (Toshkent kimyo-texnologiya ITI)  
**NEGMATOV S.N. –** O'zR FA akademigi ("Fan va taraqqiyot" DUK)  
**BAHODIROV G'.A. –** t.f.d., professor, O'zR FA bosh ilmiy kotibi  
**XAMIDOV O.X. –** iqtisod fanlari doktori, professor (BuxDU)  
**JALILOV T.K. –** iqtisod fanlari doktori (DSc), professor (TKTI)  
**PARDAYEVA M.D. –** BuxDTU yoshlar masalalari va ma'naviy-ma'rifiy ishlar bo'yicha birinchi prorektori, falsafa fanlari doktori (DSc)  
**XOJIYEV A.X. –** o'quv ishlari bo'yicha prorektor, texnika f.f.d. (PhD)  
**SAIDOV S.B. –** Buxoro DTU moliya va iqtisod ishlari bo'yicha prorektori  
**QURBONOV J.M. –** texnika fanlari doktori, professor (Samarqand ISI)  
**ADIZOV B.Z. –** texnika fanlari doktori (DSc), pprofessor, O'zRFA UNKI  
**ASTANOV S.X. –** fizika-matematika fanlari doktori, professor  
**RAXMONOV X.Q. –** texnika fanlari doktori, professor  
**VOXIDOV M.M. –** texnika fanlari doktori, professor  
**JO'RAYEV X.F. –** texnika fanlari doktori, professor  
**SADULLAYEV N.N. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MAJIDOV Q.X. –** texnika fanlari doktori, professor  
**FOZILOV S.F. –** texnika fanlari doktori, professor  
**ISABAYEV I.B. –** texnika fanlari doktori, professor  
**ABDURAHMONOV O.R. –** texnika fanlari doktori, professor  
**GAFUROV K.X. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**XAYDAROV A.A. –** texnika fanlari doktori (DSc), dotsent  
**JO'RAYEV F.O'. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MURADOVA F.R. –** pedagogika fanlari doktori (DSc), professor  
**JUMAYEV M.R. –** fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor  
**YUNUSOVA G.S. –** falsafa fanlari doktori (DSc), professor  
**BOBOYEV A.Ch. –** iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor  
**TO'XTAYEVA Z.Sh. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MAXMUDOV M.J. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**HAYITOV R.R. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**BOZOROV G'.R. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**BOLTAYEV Z.I. –** fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor  
**OLTIYEV A.T. –** texnika fanlari doktori, (DSc)  
**JALILOV R.B. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MAXMUDOV M.I. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MAJIDOVA N.Q. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**AXMEDOV V.N. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**MAXMUDOV R.A. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**PULATOVA M.I. –** fizika-matematika fanlari nomzodi, professor  
**RAHMATOV Sh.A. –** pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)  
**OCHILOV A.R. –** texnika fanlari doktori (DSc), dotsent  
**O'RINOV U.A. –** pedagogika fanlari doktori (DSc), professor  
**PO'LATOVA S.U. –** texnika fanlari doktori (DSc), professor  
**SAMIYEVA Sh.X. –** pedagogika fanlari doktori (DSc), professor  
**TESHAYEV M.X. –** fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor  
**XAITOV V.U. –** iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent  
**XOJIYEV Sh.M. –** texnika fanlari doktori (DSc), dotsent  
**XAYITOV Sh.N. –** iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent  
**ZOIROV E.X. –** falsafa fanlari doktori (DSc), dotsent  
**NARZIYEV M.S. –** texnika fanlari doktori (DSc), dotsent  
**NAMAZOVA N.J. –** iqtisodiyot fanlari b.f.d. (PhD), dotsent

**Bosh muharrir: DO'STOV H.B. –** kimyo fanlari doktori, professor

**Muharrirlar: Artikova M.M., Istamova G.X.**  
**Musahhih: Barakayeva D.F.**

**FAN VA TEXNOLOGIYALAR**  
**TARAQQIYOTI**  
**ILMIY-TEXNIKAVIY JURNAL**

**DEVELOPMENT OF SCIENCE**  
**AND TECHNOLOGY**  
**SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL**

*Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyati boshqarmasida 2014 yil 22-sentyabrda № 05-066-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan*

*Muassis:*  
*Buxoro davlat texnika universiteti*

*Jurnal O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi OAK Rayosatining 2017 yil 29-martdagi №239/5-sonli qarori bilan dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan. 2019 yilda O'zbekiston Respublikasi OAK Rayosatining qarorlari bilan qayta ro'yxatdan o'tkazilgan.*

*Tahririyat manzili:*  
*200117, Buxoro shahri, Q. Murtazoyev ko'chasi, 15-uy, Buxoro davlat texnika universiteti*

*Tel: 0(365) 223-92-40*

*Faks: 0(365) 223-78-84*

*E-mail: [fantt\\_jurnal@umail.uz](mailto:fantt_jurnal@umail.uz)*

*Jurnalning to'liq elektron varianti bilan <http://journal.bstu.uz> sayti orqali tanishish mumkin.*

*Ushbu jurnalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to'liq yoki qisman chop etilishi mumkin emas. Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim ham mos tushmasligi mumkin. Jurnalda yoritilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolalarning mualliflari va reklama beruvchilar mas'uldirlar.*

## MUNDARIJA – CONTENT

<b>TEXNIKA, TEXNOLOGIYA VA JHOZLAR</b>	
<b>Kayumov U.E., Pardayeva Sh.S., Istamov M.F.</b> Konchilik sanoatida qo‘llaniladigan markazdan qochma nasoslarning ekspluatatsiyasining xususiyatlari .....	<b>5</b>
<b>Majitov J.A., Narzulleyev M.N.</b> Yakka iste‘molchilarga mo‘ljallangan biogaz qurilmasining tajriba tadqiqotlari.....	<b>12</b>
<b>Fattoyev F.F., Hamidov A.X.</b> o‘zbekiston respublikasida standartlashtirish bo‘yicha texnik qo‘mitalarning faoliyatini baholashda xalqaro tajribalarning o‘rni va ahamiyati.....	<b>22</b>
<b>Taslimov A.D., Raximov F.M., Norqulov A.O.</b> Navoiy shahar transformator podstansiyalarida faza balanslashni joriy etish bo‘yicha ustuvorlashtirish modeli.....	<b>32</b>
<b>Mavlonova I.R.</b> Pilla losi va sannohidan momiq olish hamda qayta ishlash istiqbollari.....	<b>38</b>
<b>Narziev M.S., Axmedov V.N., Mavlonova I.R., Qodirov M.M.</b> Pilla losini qo‘shimchalardan va seritsindan tozalashda tabiiy komponentlarni qo‘llash texnologiyasi.....	<b>44</b>
<b>Мусурмонов И.М., Рахматова С.Ф., Жумаев А.А., Жумаева Н.К.</b> Результаты исследования структурного состояния износостойких белых чугунов.....	<b>48</b>
<b>Yusubaliyev A., Sharipov Sh.N.</b> Beda urug‘ligini elektr maydonida ekishga tayyorlashning ayrim tadqiqot natijalari .....	<b>54</b>
<b>KIMYO VA KIMYOVIY TEXNOLOGIYALAR</b>	
<b>Шарипбаев С.С.</b> Влияние морфологии фотоанодов DSSC на характеристики фотоэлектрических преобразователей.....	<b>58</b>
<b>Berdiyev D.M., Liang Zhenglong., Ibroximova M.M.</b> Nikel asosli olovbardosh qotishmani qayta eritishda xossalarga ta’siri.....	<b>63</b>
<b>Hamroyev O.O., Sattorov M.O., Ochilov A.A.</b> Kimyoviy ishlov berish orqali olingan quduq mahsulotiga deemulgatorning xlorid kislotasi ishtirokida ta’sirining samaradorligini tadqiq etish..	<b>68</b>
<b>Maxmudov M.J., Ne‘matov X.I., Shoymardonov O‘.B.</b> Gazlarni absorbsion quritishda qo‘llaniluvchi glikollarning asosiy xossalari tavsifi va jarayonning samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar tahlili.....	<b>77</b>
<b>Xo‘jaqulov A.F., Rasulov U.A., Raximov Z.Z.</b> Navbaxor koni bentonitini sulfat kislotasi bilan faollanishi.....	<b>81</b>
<b>Жумаева А.А., Амонов М.Р.</b> Базальт асосида олинган ПВХ композицияларнинг термик барқарорлигини ўрганиш.....	<b>87</b>
<b>Фозилов С.Ф., Махмудов М.Ж., Муртазаев Ф.И.</b> Маҳаллий паст октанли автомобил бензинининг физик-кимёвий хossalari va унинг бензол сақлаган фракциясини аниқлаш..	<b>92</b>
<b>Sharipov N.Z., Fazlitdinov J.R.</b> Ko‘mir yoqilg‘isi yonadigan tizimlardan chiqayotgan zararli tutun gazlarini tozalash texnologiyasi.....	<b>99</b>
<b>Саатов С.К., Шарипов К.К.</b> Полевые исследования по оценке скорости износа стенки трубопровода в процессе эксплуатация.....	<b>104</b>
<b>Джураева Г.Х., Тошқобилов Ж.Ш., Абдурахимов И.Э.</b> Синтез моноциклических ароматических углеводов.....	<b>110</b>
<b>Toshpulatov D.T., Abdumuminova O.B., Xushvaqtov I.G‘., Pardaboyeva M.T., Toshtemirov A.Sh., Tashpulatov X.Sh.</b> [Co(tmphen) <sub>3</sub> ](PF <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> gomoleptik kompleksning tuzilishini o‘rganish.....	<b>114</b>
<b>Bokiyeva Sh.K.</b> Konlardagi qatlam suvlarini tozalashda adsorbentlar olish texnologiyasi.....	<b>118</b>

## MASHINASOZLIK VA ENERGETIKA

<b>Murodov K.J.</b> Yo‘lning sun‘iy notekislik qismiga birlashtirilgan mexanik-quyoshli gibrid qurilma yordamida elektr energiyasi ishlab chiqarish.....	<b>123</b>
<b>Бафоев Д.Х.</b> Повышение эффективности упрочнения деталей из титановых сплавов.....	<b>127</b>
<b>Boixanov Z.U.</b> Asinxron motorlarning elektromagnit holatini aniqlash va monitoring qilish usullari.....	<b>135</b>
<b>Juraqulov A.X.</b> O‘zbekiston iqlim sharoitlari uchun fokuslovchi quyosh kollektorlarini ishlab chiqish.....	<b>139</b>
<b>Makhmudov M.I., Kushshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O.</b> The effect of dust accumulation on the efficiency of solar panels and methods for its detection.....	<b>146</b>
<b>A‘zamov S.S.</b> On-Grid quyosh fofoelektrik sistemasi energiya samarador ko‘rsatkichlarini tadqiqi.....	<b>150</b>
<b>Nizomov J.A.</b> Asinxron motorning MATLAB immitasion modeli orqaliy turli xil ish rejimlarini kuzatish.....	<b>155</b>
<b>Bafojev D.X.</b> Materiallar sirtida ko‘p elementli qoplamalar hosil qilish.....	<b>160</b>
<b>Nizamov. J.A.</b> Sun‘iy neyron tarmog‘i yordamida asinxron motorlarning nosozliklarni monitoring qilish va diagnostika qilish.....	<b>166</b>
<b>Xaydarov X.M.</b> Quyosh panellaridan ta‘minlangan elektr tarmoqlaridan ta‘minlanadigan nasos qurilmalari ish rejimlari va energiya iste‘mol dinamikasini yil davomida mavsumiy o‘zgarishi...	<b>172</b>
<b>Murodov K.J.</b> Vertikal suyuqlik oqimlari asosida binolarda energiya ishlab chiqarishning yangi yondashuvi.....	<b>177</b>
<b>Тоиров З., Сайфиддинов Қ.Э.</b> Анализ ветрового энергетического потенциала в бухарской области республики узбекистан с использованием распределения Вейбулла....	<b>181</b>
<b>Sharipov J.O., Begmurodov A.F.</b> Detallarni korroziya bardoshlilikini oshirish uchun zamonaviy yechim va uni qo‘llash jarayoni.....	<b>188</b>
<b>Mirzamaxmudov U.A., Sharibayev N.Yu., Murodov R.S.</b> Ipak qurti urug‘chiligida kapalak chiqarishni sinxronlashtiruvchi LED fotoperiod moslamasining elektrotexnik asoslari.....	<b>192</b>

## INFORMATIKA VA AXBOROT – KOMMUNIKATSION TIZIMLAR

<b>Rakhmonov I.U., Niyozov N.N., Nematov L.A.</b> Investigation of insulation degradation mechanisms in centralized inverters and development of efficient data exchange methods in wireless sensor networks.....	<b>197</b>
<b>Xamroyev X.X., Bibutov N.S., Xabibov F.Yu.</b> “Materiallar qarshiligi” kursida masalalarni kompyuterli modellashtirish.....	<b>202</b>
<b>Rakhmonov I.U., Kurbonov N.N., Nematov L.A.</b> Parameter optimization of medium- and short-term forecasting systems of lightning activity.....	<b>208</b>
<b>Sharifbaev A.N.</b> Improving retrieval-augmented generation pipelines through knowledge graph integration.....	<b>213</b>

## OZIQ-OVQAT SANOATI TEXNOLOGIYALARI

<b>Axmedova M.B.</b> Ikkilamchi mahalliy xomashyolardan xamirturush tayyorlash usullari.....	<b>220</b>
<b>Ravshanov S.S., Shaxriddinov F.F., Suyunova L.A., Karimov D.T.</b> Kompozit nonlarning oziqaviy tarkibi, xamir reologiyasi va sensor xususiyatlari.....	<b>224</b>
<b>Ибрагимов А.К., Махмудов Р.А.</b> Анализ химического состава и функционально-технологических свойств ингредиентов сырья для приготовления майонеза.....	<b>229</b>

<b>Kuliyev N.Sh.</b> Ko‘pik va emulsion strukturalarning shakllanishida meva va sabzavot sharbati komponentlarining ishtiroki.....	<b>236</b>
<b>Kurbanov M.T., Axmedova M.B.</b> Soya siqilmasidan parrandalar uchun ekologik toza omuxta yem tayyorlash texnologiyasini takomillashtirish.....	<b>245</b>
<b>Хужакулов У.К., Мажидова Н.К., Мажидов К.Х.</b> Исследование влияния воздействия электромагнитного поля на сохранность и показатели качества местных сортов томатов...	<b>249</b>
<b>Yoqubov M.E., Khaitov R.A.</b> Environmentally efficient helioconvective technology for dehulling pumpkin seeds.....	<b>260</b>
<b>Mahmudov M.S., Mamajanov G‘.O., Toshmatov Y.R.</b> <i>Phragmites communis trin</i> o‘simligidan ishqorli va kislotali usulda olingan sellyuloza namunalarning termik analizi .....	<b>266</b>
<b>Турсунова Н.Н.</b> Общая характеристика сои и основные направления использования соевых продуктов.....	<b>270</b>

## TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT TEXNOLOGIYALARI

<b>Amonov A.R., Muxammedjanov M.M.</b> Tikuv mashinasi qayishqoq tayanchlari bo‘lgan bosh valning kritik tebranishlari tahlili.....	<b>278</b>
<b>Behbudov Sh.H., Samadova M.O.</b> Ip va matoga ignaning ta‘sirini vertikal tebranishdagi chastotasining tahlili.....	<b>282</b>
<b>To‘raqulova B.B., Temirova G.I., Toshpo‘latova G.R.</b> An‘anaviy naqsh va bezaklarni modernizatsiya qilishning usullari.....	<b>285</b>
<b>Нигматова Ф.У., Эргашева Н.Дж., Кодирова Д.Х., Шомансурова М.Ш., Музаффарова Ф.</b> Ретроспективные исследования современного дизайна меховой одежды за период 1980-2025 гг .....	<b>292</b>
<b>Jumaniyazov K., Salimov Sh.H., Nazarov R.A.</b> Pnevмомеханик yigirish mashinasida sifatli ip ishlab chiqarish tasnifi .....	<b>299</b>
<b>Bebutova N.N., Qiyomova S.I.</b> Sanoat tarmoqlarida ekspluatatsiya talablarini hisobga olgan holda maxsus kiyimni takomillashtirish bo‘yicha tavsiyalar.....	<b>303</b>
<b>Мухаммедова М.О.</b> Научные основы выбора материалов для ортопедической обуви и внутренних стелек при повреждениях голеностопного сустава.....	<b>310</b>
<b>Nazirov R.R., Abdurahmonov O.SH., Qurbonov A.B.</b> 5LP rusumli linterga tajriba arra oraliq qistirmalarini tayyorlash va tajribalarning metodik uslublari .....	<b>313</b>
<b>Мухаммедова М.О., Ахмедов Ж.Ж.</b> Распределение биомеханических нагрузок в конструкции ортопедической обуви и их влияние на конструктивные элементы.....	<b>317</b>
<b>Турдиев Б.Э., Росулов Р.Х., Очиллов М.М., Эрдонов А.М., Пардаев Б.Ч.</b> Чигит элеватори учун лентали конвейерини ишлаб чиқаришдаги тажриба-синов натижалари.....	<b>322</b>
<b>Узакова Л.П., Авезова А.А.</b> Выбор материала для подкладки женской модельной обуви: требования, свойства, современные решения.....	<b>326</b>
<b>Mardonov S.E., Muxtorova Z.N.</b> Qatlamlarni biriktirish usulining ikki qatlamli to‘qimalarning fizik-mexanik xossalariga ta‘sirini aniqlash.....	<b>331</b>
<b>Rayimberdiyeva D.X., Nabidjanova N.N.</b> Tikuv sexlarida texnologik jarayonlarni loyihalashni takomillashtirish.....	<b>335</b>
<b>Sharifbayev R.N., Obidov A.A.</b> Pilla navlarini ajratuvchi adaptiv mexatronik tizim yaratish....	<b>340</b>
<b>Ержанова Д.Ж., Мардонов С.Э.</b> Инновационные подходы к проектированию трикотажных полотен с заданными эластическими свойствами для одежды сегмента 0–3 года .....	<b>347</b>
<b>Ботиров А., Рахимов А., Шарипбаев Н.</b> Использование ультразвуковой технологии для совершенствования процессов размотки коконов в шелковом производстве.....	<b>351</b>
<b>Dehqonov G‘., Sharifbayev N.Yu., Murodov R.S.</b> Ipak qurtini parvarishlash texnologiyasi va qurtxonalarda mikroiklim sharoitlarini ta‘minlash masalalari.....	<b>357</b>

<b>Ubaydova V.E., Abbosova M.O.</b> Homilador ayollar uchun transformatsiyalanuvchi kiyim konstruksiyasini ishlab chiqish va uning funksional samaradorligini baholash.....	<b>361</b>
<b>Rosulov R.X.</b> Qoziqli barabanlarda qayishqoq elementlarni qo'llashni nazariy tadqiq qilish.....	<b>370</b>
<b>Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Ахмедов К.И., Мукимов М.М.</b> Трикотаж тўқималари тузилиши ва калинлиги ўзгаришини иссиқлик сақлашда вақтга боғлиқлик ҳолатини назарий тадқиқи.....	<b>373</b>
<b>Qodirova S.X., Abdullayeva G.Sh.</b> Milliy naqshlarning arxitekturada qo'llanilishi va ularning qiyosiy tahlili.....	<b>379</b>
<b>Sayidova M.X.</b> Harakat energiyasidan quvvatlanuvchi aqlli isituvchi kombinezon.. . . . . .	<b>384</b>
<b>Do'stova F.X.</b> Turli navlardagi paxtalarni tozalashdagi mavjud texnologiyalar tahlili.....	<b>387</b>
<b>ANIQ VA IJTIMOIIY-IQTISODIY FANLAR</b>	
<b>Fayazova D.S.</b> Autizm bo'lgan talabalarning til o'rganishdagi xususiyatlari.....	<b>392</b>
<b>Sharipova Sh.N.</b> Oliy ta'lim tizimida raqamli texnologiyalar asosida texnik tafakkurni rivojlantirish usullari.....	<b>395</b>
<b>Isxakov M.M.</b> Axborot-kutubxona xizmati ko'rsatishda yangi innovatsiyalarni joriy qilish....	<b>399</b>
<b>Sidiqova N.N.</b> Ingliz va o'zbek tillarida milliy koloritni ifodalovchi frazeologik birliklarning lingvistik xususiyatlari.....	<b>404</b>
<b>Саидова А.С.</b> Таълим трансформацияси жараёнида бўлажак мутахассисларнинг касбий компетентлигини ривожлантириш методикаси.....	<b>408</b>
<b>Hikmatov N.I.</b> Innovatsion qurilish materiallari.....	<b>412</b>
<b>Мухаммадов С.К., Илясов А.Т., Пахратдинов. А.А.</b> Бухоро шаҳридаги “Абдуллахон” мадрасаси биносининг техник ҳолатини кучлантириш бўйича таҳлил ва тавсиялар.....	<b>416</b>
<b>Tursunova N.N.</b> Kasb-hunar ta'limi tizimida “Mehnat muhofazasi va xavfsizlik texnikasi” fanini o'qitishda zamonaviy ta'lim metodlarini qo'llash.....	<b>420</b>
<b>Samadova R.A., Gafurova N.T., Xikmatov N.I.</b> O'zbekistonning ijtimoiy-iqtisodiy siyosatida xotin - qizlarga oid insonparvarlik qarorlarining ahamiyati.....	<b>426</b>
<b>Ортикова Г.Ш., Нурмухаммедова Б.И.</b> Оценка состояния финансирования международной торговли в республике Узбекистан.....	<b>430</b>
<b>Баракатова Д.А.</b> Рус адабиётида танқидий реализм асосчиси.....	<b>434</b>
<b>Мустақимова Қ.С.</b> “Шоирлар одам атоси” ҳақида.....	<b>437</b>
<b>Раупова М.Х.</b> Динамические задачи в формулировке квадратичной неограниченной бинарной оптимизации (QUBO) и их квантовые решения.....	<b>441</b>
<b>EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI</b>	
<b>Xolova Sh.A.</b> Ecological efficiency of introducing “green technologies” into industry.....	<b>447</b>
<b>Axmedova M.B.</b> Maishiy qattiq chiqindilar asosidagi xomashyolardan ekologik toza va iqtisodiy samaradorligi yuqori mahsulotlar ishlab chiqarish.....	<b>451</b>
<b>QUTLOV</b>	
<b>Фозилов Садриддин Файзуллаевич – 60 ёшда.</b> Етук олим ва жонкуяр устоз.....	<b>456</b>

## SUN'IY NEYRON TARMOG'I YORDAMIDA ASINXRON MOTORLARNING NOSOZLIKLARINI MONITORING QILISH VA DIAGNOSTIKA QILISH

Nizamov J.A.

*Andijon davlat texnika instituti.*

**Annotatsiya.** Uch fazali asinxron motorlar sanoat jarayonlarida keng qo'llaniladi va ulardagi nosozliklar ishlab chiqarish samaradorligiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Ushbu tadqiqot tok, harorat va vibratsiya signallarini tahlil qilish asosida nosozliklarni erta aniqlash va diagnostika qilish usulini taklif etadi. Tajribalar test stendida stator nomutanosibligi, rulman shikastlanishi va mil nomutanosibligi sharoitlarida o'tkazildi. Nosozliklarni tasniflash uchun NARX sun'iy neyron tarmog'i ishlab chiqildi va optimallashtirildi. Natijalar model yuqori aniqlikka ega ekanini ko'rsatdi: nosoz motor 94,2%, mil nomutanosibligi 95%, rulman 98%, stator 95%

**Kalit so'zlar:** sun'iy intellekt nosozliklarni tasniflash asinxron motor sun'iy neyron tarmog'

## MONITORING AND DIAGNOSIS OF FAULTS IN THREE-PHASE ASYNCHRONOUS MOTORS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Nizamov J.A.

*Andijan state technical institute.*

**Annotation.** Three-phase induction motors play a critical role in industrial applications, and their failures may lead to serious operational problems. This study focuses on early fault detection using current, temperature, and vibration signals combined with artificial intelligence techniques. Experiments were performed on a test bench simulating stator unbalance, bearing damage, and shaft misalignment. A NARX neural network was developed and optimized for fault classification. The results demonstrate high performance, achieving accuracies of 94.2% for faulty motor, 95% for misalignment, 98% for bearing faults, and 95% for stator faults

**Keywords:** artificial intelligence; neural networks; induction motor; fault monitoring; fault diagnosis; classification; NARX.

Uch fazali asinxron motorlar (UFA) zamonaviy sanoatning deyarli barcha tarmoqlarida keng qo'llaniladigan asosiy elektr yuritma elementlaridan hisoblanadi. Ular oziq-ovqat sanoatidagi sanitariya talablari yuqori bo'lgan muhitlardan tortib, neft-kimyo, metallurgiya va og'ir sanoat kabi murakkab ekspluatatsiya sharoitlarigacha bo'lgan jarayonlarda samarali ishlatiladi. Past tannarx, konstruktiv soddalik, mexanik mustahkamlik va yuqori ishonchlilik uch fazali asinxron motorlarning sanoat yuritmalarida keng tarqalishiga asosiy sabab bo'lmoqda. Uch fazali asinxron motorlar elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantiruvchi elektromexanik o'zgartirgichlar bo'lib, elektr tarmog'idan olinadigan quvvatni yukka uzatiladigan mexanik chiqish quvvatiga transformatsiya qiladi. Ushbu jarayonda tabiiy issiqlik va elektr yo'qotishlar mavjud bo'lishiga qaramay, motorlar yuqori foydali ish koeffitsiyentini saqlab qoladi.

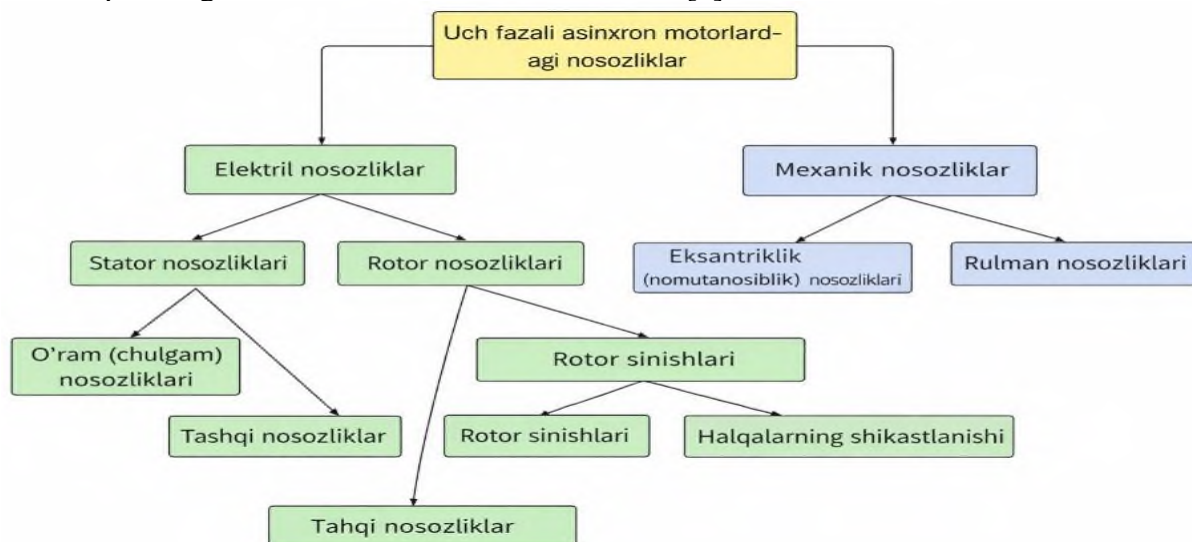
Masalan, Braziliyada sanoat sektori umumiy elektr energiyasi iste'molining 31,6 foizini tashkil etadi, shundan taxminan 68 foizi elektr motorlari hissasiga to'g'ri keladi. Bu esa motorlarni samarali ishlatish va monitoring qilish orqali katta energiya tejash imkoniyatlari mavjudligini ko'rsatadi. Amaliy ekspluatatsiya jarayonida asinxron motorlar turli yuklamalar va stress omillariga duch keladi. Atrof-muhit sharoitlari, issiqlik ta'siri, mexanik zo'riqishlar, magnit maydon o'zgarishlari va elektr parametrlaridagi nomutanosibliklar motorlarda turli nosozliklarning yuzaga kelishiga olib kelishi mumkin. Agar ushbu nosozliklar o'z vaqtida aniqlanmasa, motorlarning kutilmagan ishdan chiqishi, ishlab chiqarish samaradorligining pasayishi va sanoat xavfsizligiga tahdid yuzaga kelishi ehtimoli ortadi. Statistika tahlillar shuni ko'rsatadiki, asinxron motorlardagi nosozliklarning taxminan 40–50 foizi mexanik tabiatga ega. Ushbu nosozliklar asosan rulman shikastlanishlari va rotor-stator eksantrikligi bilan bog'liq bo'ladi. Rulman nosozliklari ichki yoki tashqi halqa, aylanuvchi elementlar yoki qafas qismlarida yuzaga kelishi mumkin. Vibratsiya, ichki mexanik stresslar, tabiiy eksantriklik hamda rulman orqali oqadigan toklar bu jarayonni tezlashtiruvchi asosiy omillar hisoblanadi. Harorat omili ham rulmanlarning ishlash muddatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli motor nominal yuk sharoitida ishlaganda uning harorati belgilangan me'yorlardan oshmasligi lozim.

Elektr ta'minotidagi kuchlanish nomutanosibligi stator toklarining oshishiga, mis yo'qotishlarining ko'payishiga va natijada motorning qizib ketishiga olib keladi. An'anaviy uch fazali asinxron motorlar, odatda, atrof-muhit harorati 40 °C gacha bo'lgan sharoitlar uchun

mo'ljallangan bo'lib, ushbu chegaradan yuqori haroratlar issiqlik stressini keltirib chiqaradi. Asosiy tushunchalar (Preliminaries) Uch fazali asinxron motorlardagi nosozliklarni monitoring qilish sohasida ko'plab tadqiqotlar olib borilgan. Turli metodlar, xususan, neyron tarmoqlar va sun'iy intellekt (AI) asosidagi usullar, mexanik va elektr nosozliklarni aniqlash va tasniflashda samarali ekanligi ko'rsatildi. Diagonal takrorlanuvchi neyron tarmoqlar stator chulg'amidagi qisqa tutashuvlarni aniqlashda yuqori aniqlikni ta'minlaydi. Tayanch vektor mashinasi va klonal tanlash algoritmi esa uch fazali asinxron motorlarning stator va rotor nosozliklarini aniqlashda samarali qo'llaniladi. Takrorlanuvchi neyron tarmoqlar hamda dinamik Bayes modellashtirish tizimining parallel ishlashi orqali tizim chiqish signallari real obyekt ko'rsatkichlari bilan solishtiriladi, bu esa nosozliklarni erta bosqichda aniqlash imkonini beradi. Vibratsiya signallari, tok signallari va akselerometr ma'lumotlari asosida nosozliklarni diagnostika qilish usullari ham keng qo'llanilmoqda. To'liq o'zgartirish, Furiye o'zgartirishi va noaniq mantiq usullari signal xususiyatlarini ajratish hamda nosozliklarni tasniflashda samarali hisoblanadi.

Radial bazis funksiyali neyron tarmoqlar va ko'p qatlamli perseptron arxitekturalari stator chulg'amidagi qisqa tutashuvlar, rotor novdalarining uzilishi hamda podshipnik nosozliklarini aniqlashda yuqori aniqlik ko'rsatadi. Shuningdek, AI usullari, xususan, chuqur o'rganish va uzluksiz o'rganish (continual learning), yangi nosozlik turlarini aniqlash va diagnostika tizimlarini kengaytirishda samarali vosita ekanligi ko'rsatildi. Ushbu metodlar sanoat ilovalarida uch fazali asinxron motorlarning ishonchligini oshirish va texnixizmat ko'rsatishni samaraliroq qilish imkonini beradi.

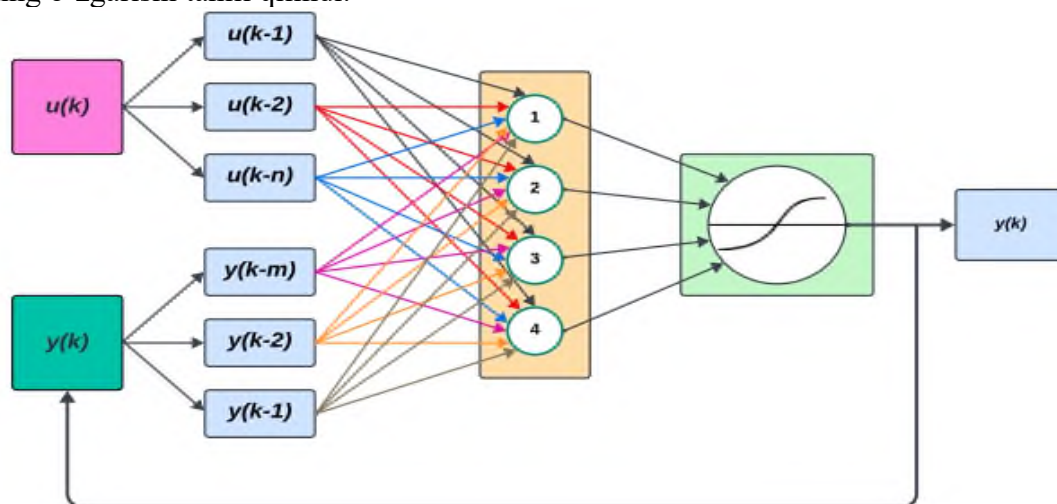
1-rasmda uch fazali asinxron motor (TIM) uchun nosozliklarni tasniflash daraxti keltirilgan bo'lib, u ikki asosiy toifaga ajratiladi: elektr nosozliklar va mexanik nosozliklar. Uch fazali asinxron motorlarda uchraydigan nosozliklarning taqsimlanishi quyidagicha: rulman bilan bog'liq nosozliklar — 40%, stator chulg'amidagi nosozliklar — 38%, rotor bilan bog'liq nosozliklar — 10%, boshqa turdagi nosozliklar — 10% ni tashkil etadi [4].



1-rasm. Uch fazali asinxron motorlarda uchraydigan (TIM) nosozliklar

2-rasmda NARX turidagi neyron tarmoqning topologiyasi keltirilgan. Bu yerda uuu tashqi kirish signali, oldingi chiqish (javob) signali,  $y(k)y(k)y(k)$  esa baholangan (hisoblangan) chiqishni anglatadi. Tarmoqdagi moviy bloklar kechikish elementlarini, raqamlar bilan belgilangan doiralalar esa yashirin qatlamdagi neyronlarni ifodalaydi. Mazkur eksperimental stend real sanoat sharoitida ishlayotgan dvigatelning ish rejimini modellashtirish imkonini beradi. Tadqiqot jarayonida ikki asosiy turdagi nosozliklar tahlil qilindi. Birinchi toifa mexanik nosozliklar bo'lib, ularga milning muvozanatsizligi va rulmanlarning shikastlanishi kiradi. Ushbu nosozliklarni aniqlashda asosan vibratsiya va harorat signallaridan foydalanildi. Ikkinchi toifa elektr nosozliklar bo'lib, ular stator

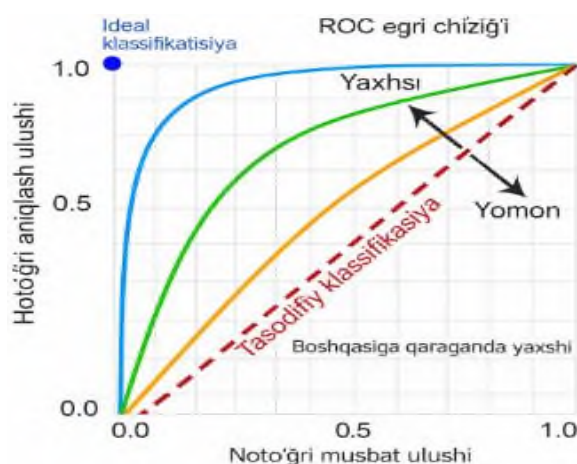
chulgʻamlaridagi nuqsonlar bilan bogʻliq boʻlib, bunday holatlarda oʻram toklarining va harorat parametrlarining oʻzgarishi tahlil qilindi.



2-rasm. NARX neyron tarmogʻining topologiyasi

3-rasmda ROC egri chizigʻi (yashil, toʻq sariq va koʻk ranglarda) namunalar koʻrsatilgan. Sezgirlik (sensitivity) va xoslik (specificity) qiymatlari 100% ga qanchalik yaqin boʻlsa, sinovning aniqligi shunchalik yuqori boʻladi. ROC egri chizigʻi kesish (cutoff) qiymatlari oʻzgartirilganda sezgirlik va xoslik qanday oʻzgarishini namoyish etadi [3].

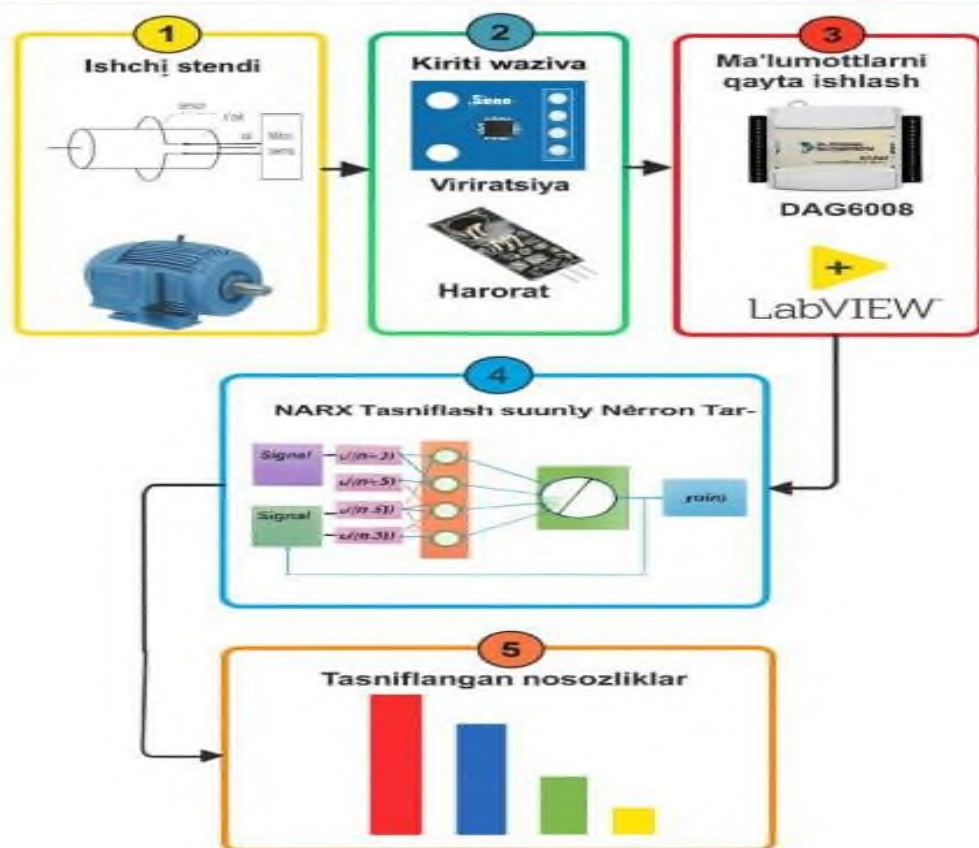
Ushbu tadqiqotda uch fazali asinxron motorlar uchun moʻljallangan monitoring va nosozliklarni diagnostika qilish tizimini yaratishda maxsus ishlab chiqilgan metodologiyadan foydalanildi. Eksperimental tadqiqotlar Braziliyada joylashgan Rio Grande do Norte Federal University (UFRN) ning mashinalar laboratoriyasida tashkil etilgan sinov stendida olib borildi. Tok, vibratsiya va harorat signallaridan tashkil topgan maʼlumotlar toʻplami NARX tipidagi neyron tarmoq uchun kirish maʼlumotlari sifatida foydalaniladigan datasetni shakllantirishda qoʻllanildi. Sinovlar motorning normal ish holatida, shuningdek, stator kuchlanishining nomutanosibligi, milning eksantrikligi va rulman nuqsonlari kabi sunʼiy ravishda hosil qilingan nosozlik sharoitlarida amalga oshirildi. Keyingi bosqichlarda signallarni yigʻish jarayoni, foydalanilgan oʻlchov qurilmalari va qoʻllanilgan usullar, shuningdek nosozlik holatlarini emulyatsiya qilish mexanizmlari batafsil bayon qilindi. Taklif etilgan metodologiyani amaliyotga tatbiq etish uchun ishlab chiqilgan blok-sxema besh asosiy moduldan iborat boʻlib, ular test stendi, maʼlumotlarni yigʻish tizimi, signallarni qayta ishlash bosqichi, NARX neyron tarmogʻi asosida klassifikatsiya qilish hamda yakuniy natijalarni vizual va tahliliy shaklda taqdim etish jarayonlarini oʻz ichiga oladi. Ketma-ket bosqichlar asosida motorlarning nosozlik holatlari aniqlanib, ularning ishonchli diagnostikasi amalga oshirildi [5].



3-rasm. ROC egri chizigʻi

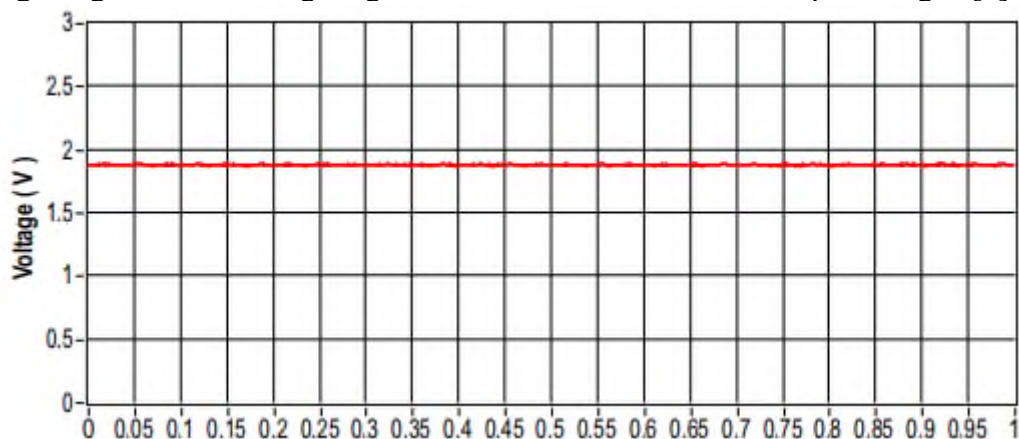
Tajriba ishlarini amalga oshirishda DLB MAQ-RN rusumli eksperimental stenddan foydalanildi. Ushbu stend Andijon davlat texnika instituti Elektr muhandisligi kafedrasida laboratoriyasida oʻrnatilgan boʻlib, uch fazali asinxron motorlarda signallarni yuqori aniqlikda yigʻish va nosozliklarni aniqlash uchun zarur boʻlgan texnik imkoniyatlar bilan taʼminlangan. Mazkur stend yordamida bajarilgan tajribalar natijalari ishonchli va takrorlanadigan boʻlishi taʼminlandi. Dasturlashtirilgan nosozlik sinovlari elektr dvigatelidagi nosozliklarni signal tahlili asosida aniqlashga qaratilgan boʻlib, maxsus ishlab chiqilgan besh xil ssenariy asosida oʻtkazildi.

Tajriba ishlarini amalga oshirishda DLB MAQ-RN rusumli eksperimental stenddan foydalanildi. Ushbu stend Andijon davlat texnika instituti Elektr muhandisligi kafedrasida laboratoriyasida oʻrnatilgan boʻlib, uch fazali asinxron motorlarda signallarni yuqori aniqlikda yigʻish va nosozliklarni aniqlash uchun zarur boʻlgan texnik imkoniyatlar bilan taʼminlangan. Mazkur stend yordamida bajarilgan tajribalar natijalari ishonchli va takrorlanadigan boʻlishi taʼminlandi. Dasturlashtirilgan nosozlik sinovlari elektr dvigatelidagi nosozliklarni signal tahlili asosida aniqlashga qaratilgan boʻlib, maxsus ishlab chiqilgan besh xil ssenariy asosida oʻtkazildi.

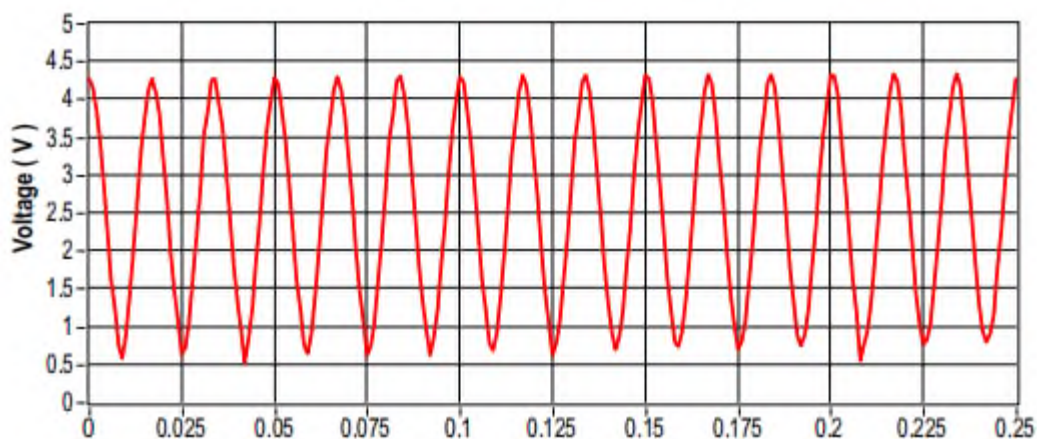


4-rasm. Jarayonning blok-sxemasi.

Ushbu ssenariylar dvigatelning turli ekspluatatsion holatlarini aks ettirish maqsadida ishlab chiqilgan. Ular normal ish rejimidan tashqari, milning nomutanosibliigi, podshipniklarning shikastlanishi hamda stator toki nomutanosibliigi kabi sun'iy ravishda yaratilgan nosozlik holatlarini ham o'z ichiga oladi. Sinovlar dvigatelning uch xil aylanish tezligida amalga oshirildi: 900 ayl/min, 1200 ayl/min va 1800 ayl/min. Mazkur ish doirasida esa faqat 1800 ayl/min tezlikda olingan eksperimental ma'lumotlar tahlil qilinadi. Ushbu holat mos yozuv (referens) rejimi sifatida qabul qilinib, ideal sharoitlarda dvigatelning normal ishlash holatini ifodalaydi. Tajriba davomida tebranish (vibratsiya), fazalardagi elektr toki va harorat signallari uzluksiz ravishda yig'ib olindi. 20-rasmda datchiklar o'rnatilgan dvigatelning umumiy ko'rinishi tasvirlangan. Mos ravishda, 1 va 2-rasmlarda vibratsiya va tok signallarining vaqt sohasidagi grafiklari, 3 va 4-rasmlarda esa ushbu signallarning chastota sohasidagi spektral ko'rinishlari keltirilgan. Bundan tashqari, ideal ish sharoitidagi dvigatel haroratining o'zgarishi ham alohida ko'rinishda taqdim etilgan [6].



5-rasm. Tebranish signalining vaqt sohasidagi ko'rinish



6-rasm. Tebranish signalining chastota sohasidagi ko‘rinishi

**Xulosa.** Ushbu tadqiqot doirasida uch fazali asinxron motorlarda nosozliklarni erta aniqlash va ularning holatini baholashga qaratilgan, aqlli yondashuvga asoslangan integratsiyalashgan diagnostika usuli taklif etildi. Tok, vibratsiya va harorat signallaridan olinadigan ma’lumotlar asosida NARX turidagi sun’iy neyron tarmog‘i ishlab chiqildi hamda uning ishlash ko‘rsatkichlari optimallashtirildi. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijalari taklif etilgan yondashuv yuqori aniqlikni ta’minlashini ko‘rsatdi: nosoz motor holatini aniqlash aniqligi 94,2%, milning nomutanosibligini aniqlash 95%, rulman nosozliklarini aniqlash 98% hamda stator nosozliklarini aniqlash 95% ni tashkil etdi. Eksperimental test stendida bajarilgan sinovlar shuni tasdiqladiki, signallarni vaqt va chastota domenlarida kompleks tahlil qilish hamda sun’iy neyron tarmoqlarga asoslangan klassifikatsiya algoritmlarini birgalikda qo‘llash mexanik va elektr nosozliklarni ishonchli tarzda identifikatsiya qilish imkonini beradi. Ushbu yondashuv faqat bitta diagnostik parametr tayanuvchi an’anaviy monitoring tizimlariga nisbatan sezilarli ustunlikka ega ekanligi aniqlandi [7]. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, tok, vibratsiya va harorat signallarini birgalikda tahlil qilishga asoslangan kompleks monitoring tizimi nosozliklarni dastlabki bosqichlarda aniqlash imkonini beradi. Shuningdek, NARX turidagi neyron tarmog‘i dinamik jarayonlarni modellashtirishda samarali va ishonchli vosita ekanligi tajriba orqali tasdiqlandi. Taklif etilgan tizim sanoat sharoitida kutilmagan to‘xtashlar sonini kamaytirish, energiya samaradorligini oshirish va texnik xizmat ko‘rsatish bilan bog‘liq xarajatlarni qisqartirishga xizmat qilishi mumkin. Kelgusidagi tadqiqotlarda ishlab chiqilgan modelni boshqa turdagi nosozliklarni aniqlashga moslashtirish, uni real sanoat obyektlari sharoitida sinovdan o‘tkazish, shuningdek, onlayn monitoring va raqamli platformalar bilan integratsiya qilish istiqbolli ilmiy yo‘nalishlar sifatida ko‘rib chiqiladi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. J Nizamov, Sh Ergashov, DI Kurbanbaeva Phase angle measurement device between the resultable electric drive force and the electric drive force of the main harmonic magnetic field in the air gap of the industrial ... AIP Conference Proceedings *AIP Conf. Proc.* 3152, 040021 (2024) <https://doi.org/10.1063/5.0218808>
2. J Nizamov, SO Ergashov, ON Berdiyrov, UN Berdiyrov Device for measuring the resulting magnetic field of the stator winding of asynchronous motor for general industrial application AIP Conference Proceedings *AIP Conf. Proc.* 3152, 050013 (2024) <https://doi.org/10.1063/5.0218809> June 2024
3. M Taniev, U Mirkhonov, M Rakhmatova, F Isakov, S Ergashov, J Nizamov Study of the substitution scheme of the parameters of a phase-rotor induction generator AIP Conference Proceedings *Proc.* 2552, 060010 (2023). <https://doi.org/10.1063/5.0130746> January 2023
4. NB Pirmatov, AM Egamov, CM Giyasov, , J Nizamov NA Mamarasulov, UN Berdiyrov, Some aspects of comparing the operational properties of synchronous machines with a conventional and two mutually shifted excitation windings E3S Web of Conferences 10.1051/e3sconf/202340103056 EID: 2-s2.0-85169675134 *Part of* ISSN: 22671242 25550403

5. K Alimkhodjaev, M Mirsaidov, M Khalikova, J Nizamov Transient processes of vibration machines with inertial electric drives E3S Web of Conferences 2020 | Conference paper DOI: 10.1051/e3sconf/202021601121 EID: 2-s2.0-85098463210 Part of ISSN: 22671242 25550403
6. G Mustafakulova, A Egamov, U Mirkhonov, J Nizamov Calculation and study of the magnetic field of the stator winding of a turbine generator E3S Web of Conferences 2020 | Conference paper DOI: 10.1051/e3sconf/202021601118 EID: 2-s2.0-85098455421
7. Nizamov, J., Boixanov, Z., Siddikov, I., ...Abdurahmonov, Three-phase asynchronous motor three-phase current converter for the research of electromagnetic processes AIP Conf. Proc. 3331, 030038 (2025) <https://doi.org/10.1063/5.0306165>
8. Nizamov, J., Bekishev, A., Mustafakulova, G., ...Khalbutayeva, Modeling of reactive power compensation of the electric arc steelmaking furnace DSP-100 UMK at JSC Uzmetkombinat AIP Conf. Proc. 3331, 010001 (2025) <https://doi.org/10.1063/12.0039318>
9. Boihanov Z.U. (2023). Modeling of asynchronous motor reactive power consumption on the basis of current transducers. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10073963>
10. Siddikov, I. K., Malikov, A., Makhsudov, M. T., Boikhanov, Z. U., & Uzaqov, R. (2022, June). Study of the static characteristics of the secondary stator voltage converter of the currents of an induction motor. In *American Institute of Physics Conference Series* (Vol. 2432, No. 1, p. 020003). <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022AIPC.2432b0003S/abstract>
11. Z. G. Chen, T. Lei, Z. J. Hua, B. Z. Urazali Ugli and A. R. Yigitali Ugli, "Short-term photovoltaic power generation prediction based on VMD-IGWO-LSTM," 2024 IEEE 4th International Conference on Digital Twins and Parallel Intelligence (DTPI), Wuhan, China, 2024, pp. 682-686, doi: 10.1109/DTPI61353.2024.10778814. keywords: Short-term photovoltaic power generation prediction based on VMD-IGWO-LSTM | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore.
12. Siddikov I.X., Karimjonov D.D., A'zamov S.S. Uzakov R. Study on determination of an asynchronous motor's reactive power by the current-to-voltage converter/IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, ICECAE-2022, doi:10.1088/1755-1315/1142/1/012023 Study on determination of an asynchronous motor's reactive power by the current-to-voltage converter — IOPscience
13. O. Ishnazarov, X. Xaydarov, "Mathematical Analysis of the Impact of External Factors on the Operating Modes of Pump Installations in the Technological Process," *Journal of Academia Open*, vol. 10, no. 1, 2025, <https://doi.org/10.21070/acopen.10.2025.10507>.
14. N. Pirmatov, X. Xaydarov, "Investigating the issues of energy saving by means of a mathematical model of transient processes of asynchronous engines in pump units," (in Uzbek), *Journal of Science and innovative development*, vol. 6, no. 5, pp. 63-71, <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-7>
15. N. Pirmatov, S. Mahamadjonov, M. Matqosimov and H. Haydarov, "Characteristics of the static and dynamic operating modes of the asynchronous generator in renewable energy sources and the production of electric energy control through a frequency converter," in *2024 II International Scientific and Practical Conference "Energy, Ecology and Technology in Agriculture"*, E3S Web Conf. vol. 480, no. 01007, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448001007>
16. N. Pirmatov, X. Xaydarov, S. Abduraxmonov and Sh. Sayitov, "Energy saving using a frequency converter in asynchronous motor operating modes," in *2023 International Conference on Green Energy: Intelligent Transport Systems - Clean Energy Transitions (GreenEnergy 2023)*, E3S Web of Conf. vol. 508, no. 08011, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450808011>
17. X. Xaydarov, K. Qarshiyev, U. Berdiyev, "Energy saving using a frequency converter in asynchronous motor operating modes," in *2024 AIP Conf. Proc*, vol. 3152, no. 030008, <https://doi.org/10.1063/5.0219049>